

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR GRADO DE
LICENCIATURA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**



***DISEÑO DE UNA AMPLIACIÓN PARA EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE
AGUA POTABLE PARA EL COMPLEJO HOTELERO LAS CATALINAS EN
GUANACASTE***

**Ansony Benavides Chavarría
2015028115**

**COORDINADOR DE PRÁCTICA:
Ing. Ignacio Del Valle Granados**

II SEMESTRE 2023



Diseño de una ampliación para el sistema de suministro de agua potable para el complejo hotelero Las Catalinas en Guanacaste tiene licencia [CC BY-ND 4.0.2023](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/) por [Ansony Benavides Chavarría](#)



Resumen:

Este proyecto se enfoca en ampliar el suministro de agua para el complejo hotelero Las Catalinas en Guanacaste. Este complejo actualmente cuenta con dos pozos de agua y está en proceso de perforar cuatro pozos adicionales para abastecer su creciente demanda de agua potable. El objetivo principal es diseñar un sistema que permita llevar agua desde los nuevos pozos subterráneos y los pozos existentes hasta un reservorio en la parte más alta de la propiedad; esto con el fin de garantizar un suministro de agua continuo. Se propone implementar un sistema de control que monitoreará el agua y gestionará las bombas en cada pozo, asegurando un reabastecimiento eficiente. Además, se realizará un análisis de costos para evaluar la inversión necesaria para la expansión del sistema de abastecimiento de agua.

Palabras claves: suministro, agua potable, caudal, presión, bombeo

Abstract:

The project focuses on expanding the water supply for the Las Catalinas hotel complex in Guanacaste. The complex currently has two water wells and is in the process of drilling four additional wells due to its growing demand for drinking water. The main objective is to design a system that will allow water to be transported from the new underground wells and the existing wells to a reservoir at the highest point of the property. To ensure a continuous water supply, it is proposed to implement a control system that will monitor the water and manage the pumps in each well, ensuring efficient replenishment. Additionally, a cost analysis will be conducted to evaluate the investment required for the expansion of the water supply system.

Keywords: supply, drinking water, flow rate, pressure, pumping

Dedicatoria

A aquellas personas cuyo apoyo inquebrantable y amor constante han sido el motor de mi vida, les dedico este logro. Su presencia ha sido una fuente inagotable de inspiración y fortaleza en cada paso de mi camino. A pesar de las adversidades, el respaldo siempre ha sido una luz en la oscuridad, guiándome hacia el éxito. La influencia silenciosa pero poderosa ha dejado una huella indeleble en mi corazón y mi mente. Este logro no solo es mío, sino también de ustedes, porque cada día me impulsan a ser la mejor versión de mí mismo. A ustedes, mis pilares, tienen mi eterna gratitud.

Agradecimiento

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este proyecto de graduación.

En primer lugar, se agradece a todos los profesores que, con su dedicación y sabiduría, guiaron y orientaron en cada paso de la trayectoria de la carrera y elaboración de este trabajo. Sus valiosas enseñanzas y retroalimentación fueron fundamentales para alcanzar este logro académico.

Además, se reconoce y agradece a la empresa Alrotek por brindar la oportunidad de llevar a cabo este proyecto en su entorno. La colaboración y apoyo de la empresa fueron esenciales para la recopilación de datos, los recursos y el acceso a experiencias en el campo profesional que enriquecieron este trabajo.

En resumen, este logro no habría sido posible sin el respaldo y orientación de estas personas y entidades. El autor está profundamente agradecido por su contribución al éxito de este proyecto de graduación.

ÍNDICE GENERAL

<u>1.</u>	<u>Capítulo 1. Introducción</u>	17
<u>1.1</u>	<u>Introducción</u>	17
<u>1.2</u>	<u>Reseña de la empresa</u>	19
<u>1.2.1</u>	<u>Descripción</u>	19
<u>1.2.2</u>	<u>Misión</u>	20
<u>1.2.3</u>	<u>Visión</u>	20
<u>1.3</u>	<u>Planteamiento del problema</u>	21
<u>1.3.1</u>	<u>Descripción del problema</u>	21
<u>1.3.2</u>	<u>Justificación</u>	24
<u>1.3.3</u>	<u>Viabilidad</u>	24
<u>1.3.4</u>	<u>Limitaciones</u>	26
<u>1.3.5</u>	<u>Alcances</u>	27
<u>1.3.6</u>	<u>Objetivo general</u>	27
<u>1.3.7</u>	<u>Metodología</u>	30
<u>2.</u>	<u>Capítulo 2. Marco teórico</u>	32
<u>2.1</u>	<u>Conceptos básicos de un sistema de abastecimiento de agua</u>	32
<u>2.2</u>	<u>Instituciones involucradas</u>	35
<u>2.2.1</u>	<u>Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)</u>	35
<u>2.2.2</u>	<u>Sistema Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA)</u>	37
<u>2.2.3</u>	<u>Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU)</u>	37
<u>2.2.4</u>	<u>Municipalidad de Carrillo</u>	38
<u>2.3</u>	<u>Leyes involucradas</u>	39
<u>2.3.1</u>	<u>Ley No. 276 de Aguas</u>	39
<u>2.3.2</u>	<u>Ley 43053 Reglamento para la Perforación de Pozos y Aprovechamiento de Aguas Subterráneas</u>	39
<u>2.3.3</u>	<u>Ley 2017-281 Normas para el Diseño de Proyectos de Abastecimiento de Agua potable en Costa Rica</u>	41
<u>2.3.4</u>	<u>Ley N° 30387-MINAE-MAG Reglamento de perforación y exploración de aguas subterráneas</u>	42
<u>2.4</u>	<u>Fórmulas para cálculos de distribución de agua</u>	43
<u>2.4.1</u>	<u>La ecuación de Bernoulli</u>	43
<u>2.4.1</u>	<u>Díámetro de tuberías</u>	44
<u>2.4.2</u>	<u>Perdidas por fricción</u>	45
<u>2.4.3</u>	<u>Velocidad en tuberías</u>	47
<u>2.4.4</u>	<u>Carga de dinámica</u>	48

2.4.5	<u>Carga dinámica total</u>	49
2.4.6	<u>Línea piezométrica</u>	50
2.4.7	<u>Línea recta</u>	50
2.5	<u>Normas para especificación e instalación de tuberías</u>	52
2.5.1	<u>ASTM D2241 Especificación estándar para tuberías de policloruro de vinilo (PVC) con clasificación de presión</u>	52
2.5.2	<u>ASTM D1693 Método de prueba estándar para la fisuración por tensión ambiental de plásticos de etileno especificación estándar para tuberías de policloruro de vinilo (PVC) con clasificación de presión</u>	53
2.5.3	<u>ASTM F1962-11 Guía estándar para el uso de la perforación direccional horizontal máxima para la colocación de tuberías o conductos de polietileno bajo obstáculos, incluidos los cruces de ríos</u>	54
2.6	<u>Conceptos básicos para selección de bombas</u>	54
2.7	<u>Control eléctrico</u>	60
2.7.1	<u>Controlador lógico programable (PLC)</u>	60
2.7.2	<u>Protocolo de comunicación TPC</u>	61
2.7.3	<u>Numeración IPV4</u>	63
2.7.4	<u>Norma IEC 61850</u>	64
3.	<u>Capítulo 3. Diseño de distribución de tuberías</u>	65
3.1	<u>Datos para la realización del proyecto</u>	65
3.2	<u>Perfiles del terreno</u>	70
3.3	<u>Diseño de distribución y elementos del sistema de abastecimiento</u>	71
3.3.1	<u>Cálculos de los diámetros de las tuberías para cada pozo</u>	71
3.3.2	<u>Cálculos de la caída de presión para cada pozo</u>	74
3.3.3	<u>Cálculos de la velocidad del agua para cada pozo</u>	76
3.3.4	<u>Cálculos de pérdidas de carga dinámica</u>	77
3.3.5	<u>Cálculo de carga dinámica total (CTD)</u>	79
3.3.6	<u>Cálculo de líneas piezométricas</u>	80
3.4	<u>Desarrollo de los planos</u>	82
4.	<u>Capítulo 4. Diseño del sistema de control</u>	85
4.1	<u>Programación del PLC central</u>	86
4.2	<u>Programación de los PLC para los pozos</u>	98
4.3	<u>Programación del PLC para el reservorio</u>	103
4.4	<u>Programación del variador de frecuencia</u>	108
5.	<u>Capítulo 5. Selección de elementos y accesorios</u>	112
5.1	<u>Selección de tuberías</u>	112
5.1.1	<u>Selección de accesorios para la tubería</u>	113
5.2	<u>Selección de bombas para las estaciones</u>	118

5.2.1	Selección de bomba para pozo MTP 51	118
5.2.2	Selección de accesorios para las bombas de las estaciones	123
5.3	Selección de controlador lógico programable (PLC)	129
5.3.1	Selección del PLC maestro	129
5.3.2	Selección de los PLC esclavos	131
5.4	Selección de variador de frecuencia	133
5.5	Selección de sensores para los tanques	134
5.6	Selección de sensores para los pozos	135
5.7	Selección de cableado	135
5.8	Selección de adaptador de fibra óptica a RJ45 (Ethernet)	136
5.9	Selección de leds	137
6.	Capítulo 6. Disposición legislativa del proyecto	138
6.1	Propiedad de agua según ley 276	138
6.2	Instalación de tubería según ley 281-2017	139
6.3	Solicitud de un permiso para perforar pozo o concesión para aprovechamiento de agua en Costa Rica	140
6.4	Solicitud de permiso de construcción en el cantón de Carrillo	142
7.	Capítulo 7. Análisis de costo de inversión	143
7.1	Costos de inversión	144
8.	Capítulo 8. Conclusiones	149
9.	Capítulo 9. Recomendaciones	151
10.	Referencias bibliográficas	153
11.	Apéndices	161
11.1	Apéndice A.1 Datos personales y de la empresa	161
11.2	Apéndice A.2 Cronograma de trabajo	162
11.3	Apéndice A.3 Ubicación geográfica aproximada de las partes importantes	163
11.4	Apéndice A.4 Ubicación gráfica de los pozos, estación de rebombeo y complejo Las Catalinas	164
11.5	Apéndice A.5 Distribución espacial de las tuberías en Google Earth	165
11.6	Apéndice A.6 Tabla de alturas de distribución de tuberías MTP 51	166
11.7	Apéndice A.7 Tablas de alturas de distribución de MTP 52 y MTP 199	167
11.8	Apéndice A.8 Tablas de alturas de distribución de MTP 200, 201 y 277	168
11.9	Apéndice A.9 Tabla de alturas de distribución de ETR	169
11.10	Apéndice A.10 Perfiles de terreno de MTP 52, MTP 199 y MTP 200	170
11.11	Apéndice A.11 Perfiles de terreno de MTP 201, MTP 277 y ETR	171
11.12	Apéndice A.12 Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 51	172

<u>11.13</u>	<u>Apéndice A.13 Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 52 y MTP 199</u> 173
<u>11.14</u>	<u>Apéndice A.14 Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 200 Y MTP 201</u> 174
<u>11.15</u>	<u>Apéndice A.15 Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 277 y ETR</u> 175
<u>11.16</u>	<u>Apéndice A.16 Líneas piezométricas de MTP 52, MTP 199 y MTP 200.....</u> 176
<u>11.17</u>	<u>Apéndice A.17 Líneas piezométricas de MTP 201, MTP 277 y ETR</u> 177
<u>11.18</u>	<u>Apéndice A.18 Programación de ETR arranque de PLC TM221CE40T.....</u> 178
<u>11.19</u>	<u>Apéndice A.19 Programación ETR de comunicación con las estaciones</u> 179
<u>11.20</u>	<u>Apéndice A.20 Programación ETR del nivel del tanque.....</u> 181
<u>11.21</u> <u>pozos</u>	<u>Apéndice A.21 Programación ETR de secuencia de activación de bombas de los</u> 182
<u>11.22</u> <u>de pozos</u>	<u>Apéndice A.22 Programación ETR de Tarea SR4 para secuencia de activación</u> 186
<u>11.23</u>	<u>Apéndice A.23 Programación ETR de visualización de estaciones funcionando</u> 188
<u>11.24</u>	<u>Apéndice A.24 Programación ETR de revisión del nivel global de agua en RSV</u> <u>y activación de VR de la estación de rebombeo</u> 190
<u>11.25</u>	<u>Apéndice A.25 Programación ETR de velocidades de los variadores de la</u> <u>estación de rebombeo.....</u> 191
<u>11.26</u>	<u>Apéndice A.26 Programación ETR de activación de un solo variador en la</u> <u>estación de rebombeo.....</u> 192
<u>11.27</u>	<u>Apéndice A.27 Programación ETR de encendido de los variadores de ETR</u> 193
<u>11.28</u>	<u>Apéndice A.28 Programación ETR de apagado de los variadores ETR</u> 194
<u>11.29</u>	<u>Apéndice A.29 Programación ETR de control de velocidad.....</u> 195
<u>11.30</u>	<u>Apéndice A.30 Programación MTP 51 de arranque del PLC TM221CE16T.</u> 196
<u>11.31</u>	<u>Apéndice A.31 Programación MTP 51 de comunicación con las estaciones.</u> 197
<u>11.32</u>	<u>Apéndice A.32 Programación MTP 51 de encendido del variador VR MTP51</u> 198
<u>11.33</u> <u>funcionando</u>	<u>Apéndice A.33 Programación MTP 51 confirmación de VR MTP 51</u> 199
<u>11.34</u> <u>VR MTP51</u>	<u>Apéndice A.34 Programación MTR 51 nivel de agua en el pozo y activación de</u> 200
<u>11.35</u>	<u>Apéndice A.35 Programación MTP 51 de apagado deVR MTP51.....</u> 201
<u>11.36</u>	<u>Apéndice A.36 Programación MTP 51 de control de velocidad de VR MTP51</u> 202
<u>11.37</u>	<u>Apéndice A.37 Programación RSV de arranque del PLC TM221CE16T</u> 203
<u>11.38</u>	<u>Apéndice A.38 Programación RSV de inicio de lectura de sensores.....</u> 204
<u>11.39</u>	<u>Apéndice A.39 Programación RVS de la comunicación con la estación ETR</u> 205

11.40	Apéndice A.40 Programación RSV de visualización de niveles de tanques ..	206
11.41	Apéndice A.41 Accionamiento de los variadores según el nivel del agua en los pozos en ETR	207
11.42	Apéndice A.42 Accionamiento de los variadores según el nivel del agua en la estación de rebombeo.....	208
11.43	Apéndice A.43 Diagrama de conexión para el PLC de ETR	209
11.44	Apéndice A.44 Diagrama de conexión para los pozos y el reservorio.....	210
11.45	Apéndice A.45 Diagramas de indicadores de inicio del sistema.....	211
11.46	Apéndice A.46 Diagrama de indicadores de funcionamiento de los pozos ...	212
11.47	Apéndice A.47 Diagrama de indicadores de niveles de los tanques en ETR y RSV	213
11.48	Apéndice A.48 Identificación de la serie de bombas que más se ajusta para las estaciones MTP 52, MTP 199 y MTP 200	214
11.49	Apéndice A.49 Identificación de la serie de bombas que más se ajusta para las estaciones MTP 201, MTP 277 y ETR.....	215
11.50	Apéndice A.50 Selección de bomba según la curva característica para las estaciones MTP 52 y MTP 199.....	216
11.51	Apéndice A.51 Selección de bomba según la curva característica para las estaciones MTP 200 y MTP 201.....	217
11.52	Apéndice A.52 Selección de bomba según la curva característica para las estaciones MTP 277 y ETR	218
11.53	Apéndice A.53 Datos para la selección sugerida por software FE Select de Franklin Electric para las estaciones MTP 52, MTP 199	219
11.54	Apéndice A.54 Datos para la selección sugerida por software FE Select de Franklin Electric para las estaciones MTP 52, MTP 199	220
11.55	Apéndice A.55 Curva característica sugerida por el software FE Select para las bombas de las estaciones MTP 52 y MTP 199	221
11.56	Apéndice A.56 Curva característica sugerida por el software FE Select para las bombas de las estaciones MTP 200 y MTP 201	222
11.57	Apéndice A.57 Curva característica sugerida por el software FE Select para las bombas de las estaciones MTP 277 y ETR.....	223
11.58	Apéndice A.58 Gráfica de velocidad las estaciones de MTP 52 y MTP 199.	224
11.59	Apéndice A.59 Gráfica de velocidad las estaciones de MTP 200 y MTP 201	225
11.60	Apéndice A.60 Gráfica de velocidad las estaciones de MTP 277 y ETR	226
11.61	Apéndice A.61 Cálculo de cargas sociales patronales para un técnico en educación superior.....	227
11.62	Apéndice A.62 Cálculo de cargas sociales patronales para un trabajador en ocupación no calificada.....	228
11.63	Apéndice A.63 Cálculo de póliza de la obra	229
11.64	Apéndice A.64 Plano de distribución de tubería de los pozos MTP 51 y MTP 52	230

<u>11.65</u>	<u>Apéndice A.65 Plano de distribución de tubería de los pozos MTP 199, MTP 201 y MTP 277</u>	231
<u>11.66</u>	<u>Apéndice A.66 Plano de distribución de la tubería del pozo MTP 200</u>	232
<u>11.67</u>	<u>Apéndice A.67 Plano de distribución de tubería de la estación de rebombeo</u>	233
<u>11.68</u>	<u>Apéndice A.68 Plano de los tanques de la estación del reservorio</u>	234
<u>11.69</u>	<u>Apéndice A.69 Plano de arreglo de bombas sumergibles</u>	235
<u>11.70</u>	<u>Apéndice A.70 Recomendación de cotización de HDMI y sensor de ultrasonido y presión para flujo en tubería</u>	236
<u>12.</u>	<u>Anexos</u>	237
<u>12.1</u>	<u>Anexo 1 Carta de aceptación proporcionada por Alrotek</u>	237
<u>12.2</u>	<u>Anexo 2 Estructura organizacional de Alrotek</u>	238
<u>12.3</u>	<u>Anexo 3 Temperatura ambiente en el sector de Las Catalinas, Carrillo</u>	239
<u>12.4</u>	<u>Anexo 4 Tabla de viscosidad y densidad del agua</u>	240
<u>12.5</u>	<u>Anexo 5 Aceleración de la gravedad en Costa Rica</u>	241
<u>12.6</u>	<u>Anexo 6 Tabla de coeficiente de Hazen Williams</u>	242
<u>12.7</u>	<u>Anexo 7 Diámetros para tubería de polietileno</u>	243
<u>12.8</u>	<u>Anexo 8 Codo de 90° para tubería de polietileno</u>	244
<u>12.9</u>	<u>Anexo 9 Codo de 45° para tubería de polietileno</u>	245
<u>12.10</u>	<u>Anexo 10 Reducción para tubería de polietileno</u>	246
<u>12.11</u>	<u>Anexo 11 Adaptador para tubería de polietileno</u>	247
<u>12.12</u>	<u>Anexo 12 Unión tipo T para tubería de polietileno</u>	248
<u>12.13</u>	<u>Anexo 13 Válvula de compuerta</u>	249
<u>12.14</u>	<u>Anexo 14 Válvula <i>check</i> Flomatic</u>	250
<u>12.15</u>	<u>Anexo 15 Consideraciones para válvula eliminadora de sobretensión</u>	251
<u>12.16</u>	<u>Anexo 16 Accesorios de válvula eliminadora de sobretensiones</u>	252
<u>12.17</u>	<u>Anexo 17 Válvula eliminadora de sobretensión diámetros</u>	253
<u>12.18</u>	<u>Anexo 18 Junta de expansión de EPDM de extremos bridados</u>	254
<u>12.19</u>	<u>Anexo 19 Tipos de válvula eliminadora de aire</u>	255
<u>12.20</u>	<u>Anexo 20 Dimensiones de válvula eliminadora de aire</u>	256
<u>12.21</u>	<u>Anexo 21 Válvula de eliminación de exceso de presión</u>	257
<u>12.22</u>	<u>Anexo 22 Manómetro Winters Instruments</u>	258
<u>12.23</u>	<u>Anexo 23 Objetos de memoria</u>	259
<u>12.24</u>	<u>Anexo 24 Objetos de red</u>	260
<u>12.25</u>	<u>Anexo 25 Comandos de tareas</u>	261
<u>12.26</u>	<u>Anexo 26 Configuración Ethernet/IP - logic controller</u>	262
<u>12.27</u>	<u>Anexo 27 Asignación de dispositivos remotos TCP por IPV4</u>	264
<u>12.28</u>	<u>Anexo 28 Temporizador de retraso de conexión</u>	265

12.29	Anexo 29 Temporizador de retraso de desconexión	266
12.30	Anexo 30 Temporizador de pulso	267
12.31	Anexo 31 Bloques de comparadores	268
12.32	Anexo 32 Bloques de operación	269
12.33	Anexo 33 Funciones definidas	270
12.34	Anexo 34 Encendido de un variador de frecuencia	271
12.35	Anexo 35 Apagado de un variador de frecuencia	272
12.36	Anexo 36 Control de velocidad de un variador de frecuencia	273
12.37	Anexo 37 Configuración de la conexión del motor con el variador	274
12.38	Anexo 38 Diagrama de cambio de frecuencia y rotación	275
12.39	Anexo 39 Código de la familia de bombas SSI de Franklin Electric	276
12.40	Anexo 40 Código de la familia de bombas STS de Franklin Electric	277
12.41	Anexo 41 Código de la familia de bombas VR de Franklin Electric	278
12.42	Anexo 42 Tabla de selección bombas sumergibles serie SSI 6”	279
12.43	Anexo 43 Tabla de selección bombas sumergibles serie STS 5” 90GMP	280
12.44	Anexo 44 Tabla de selección bombas sumergibles serie STS 5” 150GMP	281
12.45	Anexo 45 Tabla de selección bombas sumergibles serie STS 8”	282
12.46	Anexo 46 Tabla de selección bombas sumergibles serie 45VR	283
12.47	Anexo 47 Sensor ultrasónico GF+ fittings	284
12.48	Anexo 48 Funcionamiento del sensor ultrasónico	285
12.49	Anexo 49 Sensor de electrodo	286
12.50	Anexo 50 PLC TM221CE40T de Schneider Electric	287
12.51	Anexo 51 Módulo de entradas analógicas de Schneider Electric	288
12.52	Anexo 52 Módulo de salidas digitales de Schneider Electric	289
12.53	Anexo 53 PLC TM221CE16T de Schneider Electric	290
12.54	Anexo 54 Módulo de entradas analógicas de Schneider Electric	291
12.55	Anexo 55 Módulo de salidas digitales de Schneider Electric	292
12.56	Anexo 56 Variador de frecuencia ATV630 de Schneider Electric	293
12.57	Anexo 57 Cable de fibra óptica	294
12.58	Anexo 58 Adaptador de fibra óptica a RJ45	295
12.59	Anexo 59 Leds de 24 V	296
12.60	Anexo 60 Formulario de perforación y/o concesión para aprovechamiento de agua	297
12.61	Anexo 61 Declaración jurada de geólogo	298
12.62	Anexo 62 Declaración jurada de empresas perforadoras	299
12.63	Anexo 63 Formulario de cambio de empresa perforadora y/o profesional responsable	300

<u>12.64</u> <u>Carrillo</u>	<u>Anexo 64 Requisitos para solicitud de permisos APC de la Municipalidad de Carrillo</u> 301
<u>12.65</u> <u>Carrillo</u>	<u>Anexo 65 Solicitud de permiso de construcción por APC de la Municipalidad de Carrillo</u> 302
<u>12.66</u>	<u>Anexo 66 Permiso de construcción de la Municipalidad de Carrillo</u> 303
<u>12.67</u>	<u>Anexo 67 Tipo de cambio del dólar estadounidense según el BCCR</u> 304
<u>12.68</u> <u>Social (MTSS)</u>	<u>Anexo 68 Lista de salarios mínimos según el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social</u> 305
<u>12.69</u>	<u>Anexo 69 Cargas sociales por la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS)</u> 306
<u>12.70</u>	<u>Anexo 70 Auxilio de cesantía en Costa Rica</u> 307
<u>12.71</u>	<u>Anexo 71 Recomendación de sensor ultrasónico y presión</u> 308
<u>12.72</u>	<u>Anexo 72 Recomendación de pantalla táctil HDMI</u> 309

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto Catalinas, Guanacaste	23
Figura 2. Estructura de un pozo	35
Figura 3. Perfil del terreno para el pozo MTP 51	71
Figura 4. Línea piezométrica de ruta MTP 51	82
Figura 5. Especificación para espacio de sellado del plano	84
Figura 6. Configuración IPV4 para el PLC de la estación de rebombeo	89
Figura 7. Configuración del Modbus TCP para el PLC de la estación de rebombeo	90
Figura 8. Programación de puesta en marcha del sistema del PLC central	91
Figura 9. Configuración de entrada analógica para lectura del sensor	91
Figura 10. Escalado de lectura del sensor de nivel	92
Figura 11. Programación del nivel de llenado del tanque de ETR	93
Figura 12. Programación de variable de red, nivel de tanque de ETR	93
Figura 13. Lectura de los objetos de red, niveles de los tanques del reservorio	94
Figura 14. Programación de encendido y apagado del variador de frecuencia	95
Figura 15. Programación del accionamiento del VR en la ETR	96
Figura 16. Lectura de las variables de objetos de red, confirmación	96
Figura 17. Programación de visualización de funcionamiento de los pozos	97
Figura 18. Programación de la secuencia de activación de las bombas de los pozos	98
Figura 19. Configuración del Modbus TCP para el PLC del pozo MTP 51	100
Figura 20. Lectura de los objetos de red, nivel del tanque de ETR	101
Figura 21. Programación de variable de red, estado de funcionamiento del pozo	102
Figura 22. Escritura del objeto de red, funcionamiento del pozo MTP51	102
Figura 23. Configuración del variador de frecuencia de los pozos	103
Figura 24. Configuración del Modbus TCP para el PLC del RSV	106
Figura 25. Programación del nivel de llenado del tanque 1 del reservorio	107
Figura 26. Programación de variables de red, nivel de los tanques del reservorio	107
Figura 27. Elección del modelo de variador en el software	108
Figura 28. Configuración de tipo de comunicación y valores generales del motor	109
Figura 29. Configuración del display del Variador	109
Figura 30. Configuración de conexión y frecuencias	110
Figura 31. Configuración de datos de operación del motor	110
Figura 32. Configuración TCP y numeración IPV4	111
Figura 33. Máquina de electrofusión	112
Figura 34. Válvula de compuerta	117
Figura 35. Categoría para bomba del MTP 51	118
Figura 36. Curva de rendimiento para la bomba de MTP 51	119
Figura 37. Datos de entrada para selección de bomba del pozo MTP 51	121
Figura 38. Curva de carga para la bomba del pozo MTP 51	122
Figura 39. Curva de la velocidad con respecto a la carga de MTP 51	122
Figura 40. Válvula limitadora de presión	123
Figura 41. Válvula check	124

Figura 42. Junta de expansión de EPDM extremos bridados	126
Figura 43. Válvula eliminadora de aire	127
Figura 44. Válvula de alivio de presión	128
Figura 45. Manómetro PFQ-LF	129
Figura 46. PLC TM221CE40T	130
Figura 47. Módulo de entradas TM3AI8/G	130
Figura 48. Módulo de salidas TM3DQ16TK	131
Figura 49. PLC esclavo TM221CE16T	132
Figura 50. Módulo de entradas TM3AI4/G	132
Figura 51. Módulo de salidas TM3DQ16U/G	133
Figura 52. Variador de frecuencia serie ATV 630	133
Figura 53. Sensores ultrasónicos	135
Figura 54. Sensor de nivel de agua para pozos profundos	135
Figura 55. Cable de fibra óptica	136
Figura 56. Adaptador de fibra óptica a RJ45	137
Figura 57. Led de 24V para indicadores	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología empleada	30
Tabla 2. Nombramiento de los pozos, la estación de rebombeo y el reservorio	66
Tabla 3. Altura de nivel del suelo, profundidad de los pozos y encamisado	66
Tabla 4. Altura de los pozos con respecto al nivel del mar	67
Tabla 5. Distancia entre cada pozo y la estación de rebombeo	67
Tabla 6. Distancia de la estación de rebombeo al reservorio	67
Tabla 7. Diferencia de altura entre cada pozo y la estación de rebombeo	68
Tabla 8. Diferencia entre estación de rebombeo y reservorio	68
Tabla 9. Resultados de caudal de sondeo de bombeo	69
Tabla 10. Caudal de estación de rebombeo	69
Tabla 11. Resultados de cálculos de diámetros aproximados	73
Tabla 12. Resultado del diámetro de tubería para ETR	73
Tabla 13. Propuesta de tubería según normativa ASTM D 2241	74
Tabla 14. Pérdidas de presión para cada pozo	75
Tabla 15. Resultado de caída de presión para tubería de ETR	75
Tabla 16. Caída de presión por accesorios para pozo y ETR	76
Tabla 17. Resultados de velocidades en las tuberías de los pozos	77
Tabla 18. Resultado de velocidad en la tubería de la estación de rebombeo	77
Tabla 19. Resultados de la carga dinámica para cada pozo	78
Tabla 20. Resultados de la carga dinámica para la estación de rebombeo	79
Tabla 21. Resultado de la carga dinámica total en las tuberías para cada pozo	79
Tabla 22. Resultado de la carga dinámica total en las tuberías de la estación de rebombeo	80
Tabla 23. Datos del primer punto del pozo MTP 51	81
Tabla 24. Definición de entradas y salidas del PLC central, estación de rebombeo	88
Tabla 25. Definición de entradas y salidas para PLC de los pozos	99
Tabla 26. Definición de entradas y salidas para PLC del reservorio	105
Tabla 27. Tubería seleccionada para cada estación	113
Tabla 28. Selección de codos de 90° para las rutas de distribución de tubería	114
Tabla 29. Selección de codos de 45° para las rutas de distribución de tubería	114
Tabla 30. Selección de reductores para las rutas de distribución de tubería	115
Tabla 31. Selección de adaptadores para las rutas de distribución de tubería	116
Tabla 32. Selección de uniones tipo T para las rutas de distribución de tubería	116
Tabla 33. Selección de válvulas de compuerta para todas las secciones	117
Tabla 34. Selección de bombas para las estaciones	120
Tabla 35. Selección de válvula limitadora de presión para las bombas de cada pozo	124
Tabla 36. Selección de válvulas check para las bombas de cada pozo	125
Tabla 37. Selección de válvulas de compuerta para las bombas de cada pozo	125
Tabla 38. Selección de juntas de expansión para las bombas de cada pozo	126
Tabla 39. Válvulas de eliminación de área para las bombas de cada pozo	127

Tabla 40. Válvulas de alivio de presión para las bombas de cada pozo	128
Tabla 41. Selección de variadores para cada estación de bombeo	134
Tabla 42. Lista de proveedores	143
Tabla 43. Cantidades totales de tubería por diámetro de la instalación	144
Tabla 44. Costo de inversión en materiales e insumos	145
Tabla 45. Costos de mano de obra del proyecto	147
Tabla 46. Costo de servicio de instalación	147
Tabla 47. Costo de inversión del proyecto	148

Capítulo 1. Introducción

En este apartado, se abordó el proyecto llevado a cabo por la empresa [Alrotek](#), el cual está relacionado con [Las Catalinas Resort](#). En esta sección, se presenta la situación actual del sistema de suministro de agua del complejo y se identificaron las necesidades que dicho sistema presenta. El análisis de este proyecto tiene como base la revisión del marco teórico presente en el [capítulo 2](#), y después, se desarrolló con mayor detalle a partir del [capítulo 3](#).

Introducción

El suministro de agua potable es esencial para la vida humana y su disponibilidad es fundamental para el desarrollo de cualquier comunidad. Por tanto, la adecuada planificación y diseño de los sistemas de suministro de agua potable es crucial para asegurar que se proporcione agua limpia, segura e inocua a los usuarios.

El proceso de diseño de un sistema de suministro de agua potable, como menciona la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2005), implica la identificación de la fuente de agua, ya sea superficial o subterránea, y la evaluación de su calidad y cantidad. Posteriormente, se construyen las infraestructuras necesarias, como presas, pozos, plantas de tratamiento y tuberías, para llevar el agua desde la fuente hasta los usuarios.

El funcionamiento de un sistema de suministro de agua potable implica la extracción del agua de la fuente, el tratamiento para remover impurezas y patógenos, el almacenamiento en tanques y la distribución a través de una red de tuberías, para que los usuarios puedan acceder al agua a través de grifos o válvulas instalados en sus hogares o lugares de trabajo.

En este tema, [Alrotek](#) se ha destacado por ser una empresa con experiencia en el diseño y solución de problemas en todo el ciclo del agua, así como en la construcción y mantenimiento de piscinas y suministros de agua potable.

La empresa cuenta con un equipo de profesionales altamente capacitados y comprometidos con la calidad (en el [anexo 2](#) se puede ver en detalle la estructura organizativa de su equipo de trabajo). Asimismo, la experiencia y la tecnología de [Alrotek](#) le permiten abordar proyectos de gran envergadura, como el diseño y construcción de grandes sistemas de suministros de agua potable, así como la instalación de piscinas y abastecimientos para comunidades y empresas alrededor de todo el territorio nacional.

El presente proyecto se enfoca en el complejo hotelero [Las Catalinas](#), ubicado en Guanacaste, el cual está expandiendo su infraestructura hotelera y, por este motivo, generará un aumento en su demanda de agua potable. Actualmente el complejo cuenta con dos pozos en funcionamiento y está en proceso de perforación de cuatro pozos adicionales; este tema se aborda con mayor profundidad en la [sección 1.3.1](#). Para la ampliación del abastecimiento de agua potable será necesario realizar el diseño del sistema, tendiente a satisfacer la demanda futura en concordancia con las normas y leyes establecidas.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es realizar un proyecto supervisado por [Alrotek](#), que pretende ampliar el suministro de agua desde los cuatro nuevos pozos subterráneos y los dos ya en funcionamiento, hasta un reservorio ubicado en la parte más alta de la propiedad de [Las Catalinas](#). Para ello, se realizará un análisis detallado de la distribución de la expansión del sistema de abastecimiento y la situación desde el relieve del terreno y la distancia por recorrer, para plantear una solución que se mostrará en detalle más adelante en el documento.

Con el fin de controlar el suministro de agua se plantea un sistema de control para monitorear la cantidad de agua y gestionar las bombas de cada uno de los pozos. Así se garantizará un abastecimiento continuo y se podrán reabastecer de agua los pozos, como se muestra en el [capítulo 4](#). El estudio también incluye un análisis de la inversión requerida para el desarrollo del proyecto, que evalúa el costo de ejecución; en el [capítulo 7](#) puede ampliarse este tema.

Reseña de la empresa

En esta sección, se presenta información acerca de la empresa especializada en sistemas de bombeo [Alrotek](#).

Descripción

[Alrotek](#) es una empresa dedicada a la instalación y mantenimiento de sistemas de bombeo para agua que incluye sistemas de presión para casas y edificios, sistemas de baja presión para agricultura, sistemas contra incendios, sistemas para aguas negras y residuales, y sistemas para piscinas. Por otro lado, ofrece servicios de mantenimiento de sistemas de bombeo, servicios de capacitación y servicios de diseño de sistemas de bombeo; además, cuenta con talleres de revisión y reparación.

[Alrotek](#) ha construido una trayectoria de 17 años, desde junio del 2006 cuando fue fundada por dos colegas: Johan Alvarado Rojas y José Aníbal Chaves Vargas. Ambos contaban con amplia experiencia en el sector de sistemas de bombeo, gracias a su trabajo en empresas afines.

La estructura organizativa de la empresa está conformada por una junta directiva compuesta por 3 socios, una gerencia general y cuatro gerencias medias de Logística,

Operaciones, Ventas y Financiera. Además, cuenta con 52 colaboradores de los cuales 16 son técnicos afines y 13 ingenieros con conocimientos en el área de electromecánica. Para conocer la estructura organizacional, ver el [anexo 2](#).

Misión

[Alrotek](#) se especializa en proveer soluciones integrales, oportunas y acordes en la instalación, mantenimiento, reparación, capacitación y diseño de sistemas de bombeo y afines, que garanticen calidad y eficiencia a sus clientes.

Visión

Ser la empresa líder en el país en el suministro de agua en hogares, edificios, agricultura, sistemas contra incendios, aguas negras y residuales, y piscinas, mediante un excelente servicio al cliente y la mayor disponibilidad en equipos de alta calidad para brindar un servicio completo y personalizado que satisfaga las necesidades de los clientes.

Planteamiento del problema

En esta sección se abordó la necesidad que el complejo hotelero [Las Catalinas](#) presenta en cuanto al abastecimiento de agua, por lo que se ha definido el problema al que se enfrenta y se han identificado la viabilidad, el alcance y las limitaciones del proyecto para su elaboración. Adicionalmente, se determinó el objetivo principal del proyecto y la metodología para abordar los desafíos de manera efectiva.

Descripción del problema

¿Cumple el sistema de suministro de agua potable del complejo hotelero [Las Catalinas](#) con la demanda actual y los estándares nacionales de las normas [N°43053](#), [N°276](#) y [N°281-2017](#) de la República de Costa Rica?

El proyecto [Las Catalinas](#) es un complejo hotelero ubicado en el cantón de Carrillo, en la provincia de Guanacaste, a la orilla de la playa, dedicado al turismo. Este proyecto tiene una historia de cerca de diez años y ha enfrentado desafíos por la zona geográfica donde se encuentra, que es de clima seco y tiene un suministro de agua limitado. Aunado a esto, la sequía periódica en la región ha generado una disminución del agua disponible por parte de la distribución de agua pública, lo que dificulta abastecer la expansión del complejo hotelero con el suministro de agua actual.

En los últimos años, el proyecto ha experimentado cambios poco significativos; sin embargo, este año comenzó una importante ampliación que incluye la construcción de más de 10 hoteles, con plazas, piscinas e instalaciones recreativas. Tal ampliación demandará un mayor consumo de agua potable, lo que implica que el sistema de suministro de agua actual no podrá abastecer a todo el complejo existente y a la ampliación en construcción.

Para solventar esta necesidad de abastecimiento de agua, los propietarios de [Las Catalinas Resort](#) contrataron en el pasado a la empresa Alrotek, quien les instaló un sistema de agua que incluía dos pozos que suministran 15 l/s el primer pozo y 4,76 l/s el segundo pozo. Estos pozos son los que distribuyen agua a la primera etapa de desarrollo, que corresponde a las instalaciones actuales en operación del complejo hotelero.

Para poder disponer de suficiente agua para las dos etapas de desarrollo se requiere aumentar la cantidad de agua proporcionada, por lo que se optó por la perforación de cuatro pozos que se ubican a una distancia de 2,7 kilómetros del complejo hotelero, como se ilustra en la [figura 1](#).

Debido a este contexto, se plantea la necesidad de ampliar el sistema de abastecimiento de agua del complejo hotelero [Las Catalinas](#) por medio de la perforación de los cuatro nuevos pozos, tal como se propuso oportunamente en reuniones entre [Alrotek](#) y los propietarios de Las Catalinas (ver [apéndice A.4](#)).

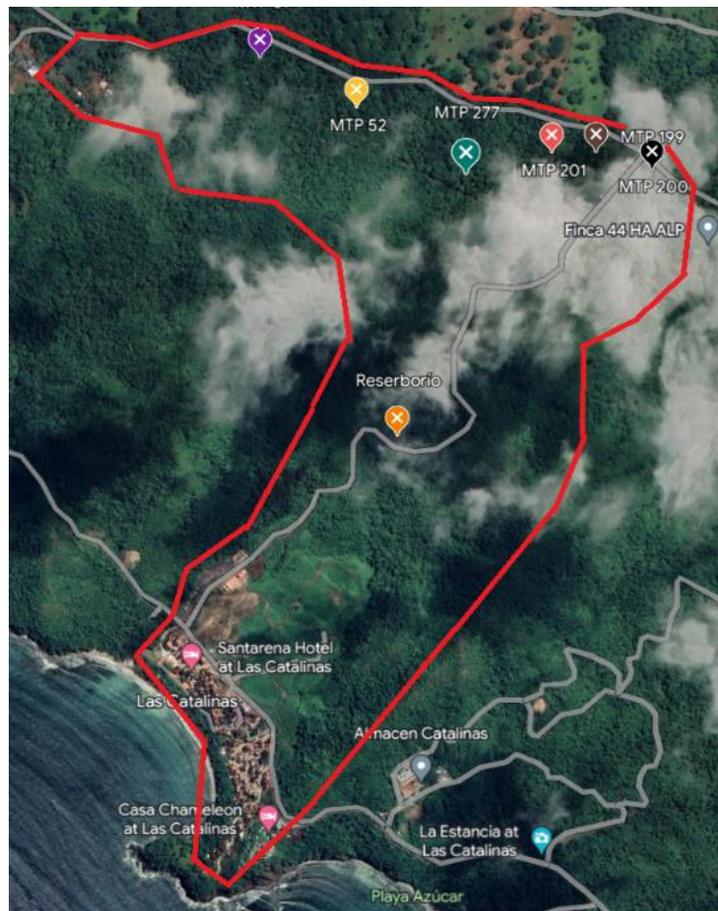
Si lo anterior no se logra concretar, el suministro de agua no será adecuado para la segunda etapa de desarrollo; se podría generar una deficiencia y, en consecuencia, una disconformidad en los clientes por la falta de agua, lo que a su vez significaría pérdidas económicas para [Las Catalinas Resort](#).

Para solucionar esta problemática se requiere poner en operación todos los pozos de ampliación del suministro de agua; por ello, es necesario realizar el diseño hidráulico y control eléctrico de las estaciones de bombeo en cada pozo y una estación de rebombeo con un tanque de $23m^3$ y dos bombas que impulsarán el agua hasta un reservorio con cuatro tanques de $1268 m^3$ que se encuentran asentados en la parte alta de la propiedad (ver

[apéndice A.3](#)). En dicho reservorio se descarga el agua proveniente desde los pozos, y de ahí se distribuirá a las diferentes edificaciones por medio de la gravedad.

Plantear una solución para este proyecto requiere establecer el diámetro recomendado de la tubería que llevará el agua desde los pozos hasta el reservorio (ver [sección 3.3.1.](#)). La velocidad del agua en las tuberías es un factor crítico que debe ser controlado para evitar la generación de presiones excesivas o la acumulación de sedimentos en las tuberías y garantizar el cumplimiento de los estándares del [Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados \(AyA\)](#). Además, es necesario determinar las pérdidas por fricción por medio de la ecuación de [Hazen Williams](#) (ver la [sección 3.3.2.](#)).

Figura 1. Ubicación del proyecto Las Catalinas, Guanacaste



Fuente: Elaboración propia/[Google Earth Pro](#).

Justificación

El complejo hotelero [Las Catalinas](#) este año inicia la construcción de más de diez edificios con áreas de entretenimiento; por lo tanto, requiere la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable que permita al centro turístico aumentar su capacidad de suministro de agua potable a las nuevas construcciones.

En Costa Rica hay tres organizaciones responsables de supervisar y garantizar el cumplimiento de las normas y parámetros en la administración y operación de los sistemas de agua potable y saneamiento: dichas entidades corresponden al [AyA](#), [Ministerio de Ambiente y Energía \(MINAE\)](#) y [Ministerio de Salud \(MINSA\)](#) (AyA, 2016).

El objetivo principal de estas instituciones es asegurar que los dos aspectos fundamentales del suministro de agua potable, calidad y cantidad, cumplan con las normas establecidas en el país. Estas entidades buscan asegurar que las necesidades básicas para la vida humana se cumplan y que la población tenga acceso a agua potable de calidad y en suficiente cantidad.

Por tanto, es de suma importancia que la ejecución de este proyecto siga los lineamientos y regulaciones locales y nacionales para que la ampliación del sistema de suministro de agua no presente inconformidades ni genere sanciones en el futuro.

De igual manera, se deben tomar en consideración aspectos técnicos como el golpe de ariete en los sistemas de abastecimiento de agua potable. Para evitarlo, es importante considerar las medidas de control de presión y flujo, tal como lo menciona Ortiz (2006). Entre las posibles soluciones se encuentra la instalación de válvulas de control de presión y la regulación de la velocidad de las bombas; asimismo, es fundamental llevar a cabo un

mantenimiento adecuado de las tuberías y válvulas, para garantizar que estén en buen estado y puedan resistir los efectos del golpe de ariete, en caso de que ocurra.

De acuerdo con la OPS (2005), para garantizar el funcionamiento óptimo y fiable de las estaciones de bombeo de agua potable es necesario considerar aspectos técnicos y operativos en su diseño; esto incluye información detallada sobre la selección de equipos, dimensionamiento de tuberías y sistemas eléctricos, ubicación de bombas y diseño de sistemas de control y protección. La inclusión de estos aspectos técnicos y operativos es esencial para garantizar la eficiencia y confiabilidad del sistema de bombeo de agua potable; por tanto, es fundamental tener como base estas recomendaciones al momento de diseñar y construir estaciones de bombeo de agua potable.

Según González (2018), un sistema de suministro de agua potable debe constar de tres componentes principales: la acometida, la instalación general y –en función de si se requiere una contabilización del consumo de agua única o múltiple– derivaciones colectivas. Estos elementos son esenciales para garantizar la eficiencia y el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, y tener en cuenta estas recomendaciones al momento de diseñar y construir un sistema de suministro de agua garantizará la seguridad y calidad del agua para los usuarios.

Considerando los diversos aspectos técnicos, operativos y normativos para garantizar un suministro de agua potable eficiente, confiable y seguro para los huéspedes y el personal del hotel, se propone realizar una evaluación detallada para diseñar la ampliación del sistema de distribución de agua potable del complejo hotelero, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente en Costa Rica.

Viabilidad

Para desarrollar el proyecto de abastecimiento de agua potable se cuenta con una serie de recursos importantes, como herramientas tecnológicas. Se dispone del software de diseño y edición profesional AutoCAD, que permitió la elaboración y modificación de los planos necesarios; además, se cuenta con el paquete de aplicaciones Microsoft Office 365, que permitió la creación, acceso y compartición de documentos de Word, Excel, entre otros. Estas herramientas tecnológicas facilitaron una gestión y análisis eficiente de la información.

En cuanto a las normativas y regulaciones que otorgan respaldo, las Normas para el Diseño de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable en Costa Rica y la Ley No. 276 de Aguas son accesibles para la industria de diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, y se basan en los estándares internacionales para garantizar la calidad de los productos utilizados.

Finalmente, en cuanto al recurso humano, se contó con la experiencia del ingeniero en mantenimiento industrial encargado de los diseños electromecánicos de [Alrotek](#). Este profesional domina un amplio conocimiento en el área, y estuvo dispuesto a aportarlo para la elaboración del proyecto.

Limitaciones

El proyecto de suministro de agua potable presenta algunos inconvenientes que limitan su desarrollo. Entre los principales, la falta de información histórica sobre el consumo de agua dificulta la estimación precisa de la demanda actual y futura.

Por otra parte, el terreno donde se llevará a cabo el proyecto presenta cobertura boscosa y sus condiciones topográficas dificultan el acceso; esto puede afectar la construcción y el mantenimiento del sistema. Asimismo, el relieve del terreno puede

entorpecer la identificación de las distancias entre los accesorios, lo que puede afectar el trabajo de los funcionarios.

La falta de actualización de los planos, ante nuevas construcciones y cambios importantes, puede limitar la precisión en la planificación del proyecto. Esto podría restringir el diseño y la implementación del proyecto, aumentar los costos y afectar su eficiencia a largo plazo.

Las limitaciones regulatorias para la extracción de agua por medio de pozos subterráneos pueden ser un desafío para el proyecto, si en el camino se hace necesario presentar permisos y/o autorizaciones adicionales, lo que puede generar un aumento en los costos de diseño e implementación del proyecto y provocar atrasos en su ejecución.

Alcances

El presente proyecto plantea diseñar una ampliación del sistema de suministro de agua potable para el complejo hotelero [Las Catalinas](#), ubicado en Playa Danta, siguiendo las regulaciones de AyA y la vigente Norma para el Diseño de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable en Costa Rica.

El alcance del proyecto incluye el cálculo de diámetros y longitudes de tuberías, la evaluación de las pérdidas por gravedad, fricción y accesorios, y la selección de las bombas para los nuevos pozos. Sin embargo, se excluye el sistema de aguas residuales, el sistema de aguas de saneamiento y el sistema de cloración y potabilización del agua.

Se realizará el sistema de control eléctrico para las bombas de los pozos y la estación de rebombeo, y se excluirá el resto del sistema de suministro.

Por último, se efectuó un análisis de la inversión requerida mediante cotizaciones para determinar la cantidad de materiales necesarios para llevar a cabo las correcciones de los

defectos encontrados. Mediante la cotización de todos los materiales y del costo de mano de obra, fue posible estimar el costo total del proyecto.

Por otro lado, es importante señalar que en el marco de este proyecto se prescindió del análisis del factor de potencia, del análisis eléctrico completo y del análisis estructural, ya que la empresa [Alrotek](#) ha designado personal de la empresa para ello.

Además, se hace una mención explícita de las leyes y protocolos que deben seguirse para la obtención de permisos de perforación y el uso del agua. Sin embargo, por restricciones de tiempo, la ejecución de estos procedimientos se llevará a cabo en una etapa posterior al desarrollo de la propuesta de proyecto; por lo tanto, es obligación de la empresa garantizar el cumplimiento de todas las regulaciones pertinentes en el momento de la ejecución.

Objetivo general

Diseñar una propuesta de ampliación para el sistema de suministro de agua potable del complejo hotelero [Las Catalinas](#) para que satisfaga la demanda actual y cumpla con los estándares nacionales de las normas [N°43053](#), [N°276](#), [N°281-2017](#).

Objetivos específicos

1. Desarrollar una propuesta de distribución de tuberías de agua potable para la ampliación del suministro de agua.
2. Seleccionar los equipos y los accesorios para el sistema de suministro de agua según la normativa de Costa Rica.
3. Diseñar un sistema de control eléctrico para los 4 nuevos pozos y los 2 pozos ya existentes de agua subterránea, la estación de rebombeo y reservorio de la

parte elevada del sistema de suministro de agua del complejo hotelero [Las Catalinas](#).

4. Evaluar la inversión necesaria para el desarrollo del proyecto mediante una estimación del costo de materiales y de mano de obra.

Metodología

Tabla 1. Metodología empleada

Objetivo específico planteado	Instrumento de medición	Fuente de información	Recolección de datos (métodos cuantitativos/ cualitativos)	Actividades realizadas	Indicador de logro
Objetivo específico # 1:	Se realizó un estudio del estado actual del sistema suministro de agua en el complejo hotelero, para determinar la distribución de tuberías para las ampliaciones a instalar y plantear el diseño de una expansión del sistema de abastecimiento de agua.	(AyA, 2021) (Presidencia de la República y MINAE, 2021) (Flechas, 2010) (González, 2018) (Ortiz, 2006) (OPS, 2005) (SCJI, 2020) (Shames, 2021)	La recolección de datos se efectuó mediante inspecciones para recopilar información de las necesidades en la normativa. Todo lo recolectado se guardó en un formato Excel, que permitió manipular fácilmente la información.	<ul style="list-style-type: none"> • Se recolectó información por medio de inspecciones al sistema de suministro de agua. • Se propuso una distribución de tuberías. • Se analizaron los datos y se determinó la ampliación del sistema de suministro en general. • Se determinaron los diámetros de tuberías, bombas y pérdidas por gravedad, fricción y accesorios. • Se generaron los planos sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de memoria de cálculo en Excel de diámetros de tuberías y pérdidas del sistema. • Entrega de datos para selección de bombas en Excel. • Entrega de plano hidráulico con distribución de tuberías en AutoCAD.
Objetivo específico #2:	Se realizó la selección de los equipos y los accesorios para el sistema de suministro de agua. Para ello, se aplicaron las normas vigentes en Costa Rica	(Arista, 2021) (García, 2020)	Se efectuó la selección de accesorios y equipos en cumplimiento con la normativa de AyA. Se consideraron aspectos como el caudal de agua requerido, la presión del agua, el tamaño y la capacidad de los elementos del sistema (tuberías, válvulas, bombas, tanques, entre otros), y las características específicas del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Se investigó sobre proveedores y productos, considerando la disponibilidad local. • Se compararon las opciones de equipos y accesorios disponibles en función de los criterios establecidos. • Se seleccionaron los componentes necesarios a través de la normativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de lista de bombas, tuberías y accesorios seleccionados en Excel.

Objetivo específico planteado	Instrumento de medición	Fuente de información	Recolección de datos (métodos cuantitativos/ cualitativos)	Actividades realizadas	Indicador de logro
<p>Objetivo específico # 3:</p>	<p>Se realizó un análisis de control eléctrico para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua el cual pueda evitar problemas a futuro. El instrumento de medición es la determinación de la norma IEC 61850.</p>	<p>(IEC, 2019) (NFPA 70, 2008) (Mora, 2018) (Robayo, 2015)</p>	<p>La recolección de los datos contempló los criterios de IEC 61850 y los manuales de equipos. Se presentó en una matriz que permitió analizar de forma más eficiente los datos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se identificaron los equipos y accesorios y se recopilaron datos de estos. • Se analizaron los datos y se determinaron los puntos para el control eléctrico. • Se determinó el estudio de control eléctrico basado en la norma IEC 61850. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de propuesta de un sistema de control para controlar los niveles de los pozos para este proyecto.
<p>Objetivo específico #4:</p>	<p>Se desarrolló un análisis de inversión dirigido a calcular el costo total del proyecto, con base en la literatura (<i>Evaluación de proyectos</i>, de Gabriel Baca Urbina).</p>	<p>(Baca, 2016)</p>	<p>Los datos se recolectaron por medio de cotizaciones en distribuidoras de componentes para instalaciones eléctricas. Posterior a la verificación de cálculos de acuerdo a la literatura, todo lo planteado se agrupó en una matriz que permitiera analizar de forma más eficiente los datos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se elaboraron cotizaciones para la obtención de los insumos necesarios, mano de obra y otros gastos asociados al proyecto. • Se analizaron los datos y se determinó la información necesaria para la ejecución del análisis financiero. • Se realizó el análisis de los costos de puesta en marcha para determinar el monto de la inversión requerida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de informe de datos en Excel con el costo de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 2. Marco teórico

En este apartado se abarcan conceptos fundamentales que sustentan la teoría básica para el entendimiento del problema de la [sección 1.3](#) y para facilitar la comprensión del desarrollo del proyecto a partir del [capítulo 3](#).

Conceptos básicos de un sistema de abastecimiento de agua

Esta sección aborda los conceptos básicos necesarios para comprender un sistema de suministro de agua, los cuales se presentan a continuación.

Un sistema planificado de abastecimiento de agua potable engloba un conjunto de estructuras y procesos diseñados con el propósito de suministrar de forma segura y eficiente agua adecuada para el consumo humano a una comunidad o población específica. Este sistema implica la utilización de una o varias fuentes de agua, como ríos, embalses, pozos o acuíferos, en conjunto con diversas instalaciones encargadas del tratamiento, almacenamiento, distribución y control de la calidad del agua (López, 2016).

Según AyA (2021), entre los elementos más importante en una instalación se encuentran los siguientes:

Captación: Son las infraestructuras y equipos necesarios para obtener agua de una fuente superficial o subterránea y abastecer un sistema de agua potable.

Conexión: Es la unión entre el sistema público de suministro de agua potable o saneamiento y el sistema privado.

Efluente: Es el caudal que sale de la última unidad de los sistemas de tratamiento.

Fuentes de abastecimiento superficiales: Se refiere a fuentes de agua tales como ríos, lagos, embalses y excepcionalmente agua salina y agua salobre. La explotación de estas fuentes de agua puede realizarse mediante represamientos, tomas laterales o tomas de captación directa.

Fuentes de abastecimiento subterráneas: Son las fuentes de agua que se encuentran debajo de la superficie terrestre, tales como manantiales y acuíferos. La explotación de estas se realiza mediante pozos profundos o excavados, galerías de infiltración y captación de manantiales.

Planta potabilizadora: Es el conjunto de infraestructuras, equipos y elementos necesarios para tratar el agua proveniente de una o varias fuentes de abastecimiento y proveer agua potable a la población. Esto incluye procesos de pretratamiento, tratamiento y postratamiento, así como tratamientos especiales o no convencionales. También se encarga de la correcta disposición de los desechos generados por cada unidad de tratamiento, según la legislación y normativa técnica aplicables.

Presión nominal: Es la presión interna máxima de referencia que puede soportar una tubería, considerando un factor de seguridad, y que es dada por el fabricante según la norma técnica correspondiente.

Presión máxima de trabajo: Es el valor máximo estimado de la presión de agua que el tubo es capaz de soportar continuamente con un alto grado de certeza de que se producirá una falla en el tubo si es superada esta presión. Este valor es dado por el fabricante.

Presión de trabajo: Es la presión interna a la que estará sometida continuamente la tubería según el valor de diseño, el cual incluye sobrepresiones.

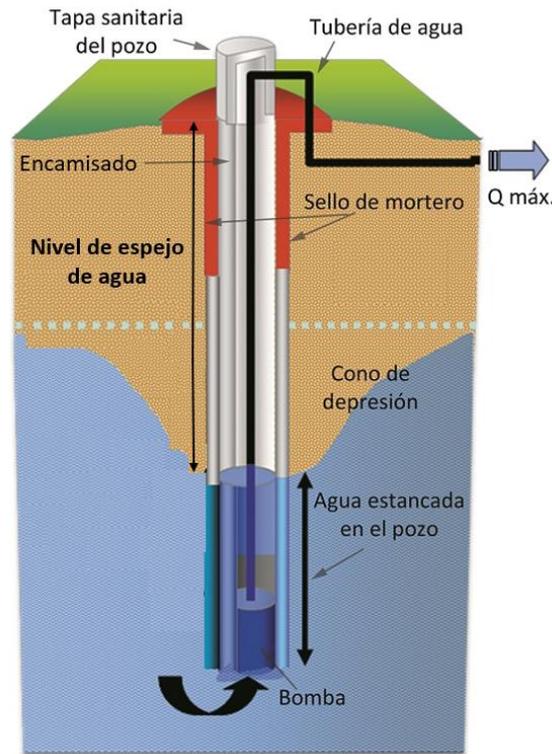
Red terciaria o red general: Red que está en vía pública y que conecta la red pública a la red privada mediante una prevista. Esta red recolecta el agua directamente de las viviendas, comercios u otros.

Red secundaria o subcolectores: Red que tributa directamente a colectores y que recoge las aguas de la red terciaria; se localiza en vía pública o en márgenes de ríos, entre otros.

Sistema a presión constante: Sistema mecanizado para recolectar y trasegar aguas residuales ordinarias operando a una presión constante superior a la atmosférica, de forma que se mantenga la misma presión en todo el sistema.

Nivel de espejo de agua: Se refiere a la distancia vertical medida desde la superficie del agua en el pozo hasta la superficie del suelo, como se muestra en la [figura 2](#). En otras palabras, es la profundidad del agua en el pozo. Cuanto mayor sea la altura de espejo de agua, más potencia requerirá la bomba para superar la resistencia a la elevación del agua desde esa profundidad.

Figura 2. Estructura de un pozo



Fuente: [Wordpress](#), 2023.

Instituciones involucradas

En esta sección se mencionan las instituciones involucradas que gestionan la manipulación de aguas en el país en sistemas de suministro de agua potable.

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA):

Esta entidad, integrante de la administración descentralizada, asume la responsabilidad del suministro de agua potable a nivel nacional (Asamblea Legislativa, 1961).

De acuerdo con la Ley de Creación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, No. 2726, en su artículo 2, le corresponden las siguientes funciones específicas:

- a) Supervisar y controlar todo lo pertinente para garantizar a los ciudadanos del país un servicio de agua potable, la recolección y disposición de aguas residuales y desechos líquidos industriales, y el manejo de aguas pluviales en áreas urbanas.
- b) Evaluar la prioridad, viabilidad y conveniencia de los distintos proyectos propuestos para la construcción, reforma, ampliación o modificación de obras de acueductos y alcantarillados; estos proyectos no pueden ejecutarse sin su aprobación.
- c) Fomentar la protección ecológica y la conservación de las cuencas hidrográficas, así como supervisar la prevención de la contaminación del agua.
- d) Brindar asesoramiento a otras entidades estatales y coordinar acciones tanto públicas como privadas en todos los aspectos relacionados con la instalación de sistemas de acueductos y alcantarillados, y el control de la contaminación del agua. Es mandatorio consultar al AyA en todos los casos, y es imperativo seguir sus recomendaciones.
- e) Elaborar los planos para obras públicas vinculadas a los objetivos de esta ley y aprobar los planos relacionados con sistemas de acueductos y alcantarillados en proyectos privados, de acuerdo con las normativas correspondientes.
- f) Administrar, utilizar, supervisar o controlar, según corresponda, todas las aguas de dominio público necesarias para asegurar el cumplimiento adecuado de las disposiciones establecidas en esta ley.

Para cumplir con eficacia sus funciones, de acuerdo con el artículo 5 de la misma normativa, el AyA tiene la facultad de llevar a cabo expropiaciones cuando resulten esenciales para lograr sus objetivos:

Se declaran de interés público y utilidad social y podrán ser objeto de expropiación los terrenos requeridos para la protección y conservación de los recursos hídricos, así como para las estructuras necesarias en la captación, conducción, tratamiento y distribución de agua

con el propósito de establecer comunidades o vinculadas a la gestión de aguas residuales y su tratamiento (artículo 5 de la Ley de AyA) (Asamblea Legislativa, 1961).

Sistema Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA):

Esta entidad de carácter público opera en cuatro áreas principales: riego, drenaje, prevención de inundaciones y la investigación y protección de los acuíferos subterráneos. Su enfoque se centra en la gestión y uso eficiente del recurso hídrico para el beneficio de la producción nacional y la mejora de la calidad de vida de la población (SENARA, 2016).

En lo que respecta a las aguas subterráneas, esta institución cumple un papel fundamental al proporcionar asesoría técnica a entidades gubernamentales. Por ejemplo, ofrece su experiencia al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) en la delimitación de zonas de recarga acuífera.

El artículo 3 de la ley que establece el funcionamiento de SENARA define claramente sus funciones en relación con las aguas subterráneas, destacándolas de la siguiente manera:

1. Realizar investigaciones, proteger y fomentar el uso de los recursos hídricos del país, tanto superficiales como subterráneos.
2. Coordinar, promover y mantener actualizadas las investigaciones hidrológicas, hidrogeológicas, agrológicas y otras pertinentes en las cuencas hidrográficas nacionales.
3. Supervisar el cumplimiento de las leyes en las áreas bajo su competencia. Las decisiones tomadas por la entidad en relación con la perforación de pozos y la explotación, mantenimiento y protección de las aguas realizadas por instituciones gubernamentales y particulares serán definitivas y de acatamiento obligatorio.
4. Brindar orientación técnica y servicios tanto a entidades estatales como a individuos.

5. Mantener una estrecha coordinación con el Instituto de Desarrollo Agrario para asegurar que las tierras con excedentes hídricos, tanto superficiales como subterráneas, o aquellas destinadas a proyectos alineados con los objetivos de la Ley, sean recuperadas a solicitud del SENARA (SENARA, 2016).

Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU):

Desempeña un rol esencial en lo que concierne al ámbito delineado en el artículo 34 de la Ley Forestal. En este contexto, la mencionada ley establece que el INVU asumirá la responsabilidad de establecer los alineamientos de las áreas destinadas a la protección ambiental. Estas áreas revisten especial importancia, y entre ellas sobresalen aquellas que circundan nacientes de agua permanentes, zonas de recarga hídrica y acuíferos de manantiales.

Este mandato otorga al INVU un papel fundamental en la delimitación y conservación de zonas cruciales para la preservación de los recursos hídricos y la integridad de los ecosistemas. El enfoque en la protección de áreas sensibles, como nacientes y zonas de recarga, es crucial para asegurar la disponibilidad y calidad del agua en el largo plazo, así como para salvaguardar los ecosistemas que dependen de estos recursos (Asamblea Legislativa, 1996).

El INVU, a través de esta función, desempeña un papel fundamental en la promoción de prácticas de planificación y desarrollo que consideran la importancia vital de estos espacios de protección en el marco del crecimiento urbano y la vivienda. Esta labor contribuye directamente a la preservación de la salud ambiental y al bienestar de las comunidades al garantizar el acceso sostenible a recursos hídricos vitales en el entorno construido.

Municipalidad de Carrillo:

Esta municipalidad se ubica en la provincia de Guanacaste, en la ciudad de Filadelfia, cabecera del cantón de Carrillo (ver ubicación en [Municipalidad de Carrillo](#)). Desempeña un papel de gestor de proyectos de construcción de diversa índole, y es responsable de gestionar obras de infraestructura, área agropecuaria, energía, comercios, restaurantes, hotelería, entre otros de la región.

La regulación y supervisión del uso del suelo en su jurisdicción implican implementar políticas y regulaciones que garantizan un crecimiento urbano ordenado y sostenible, considerando tanto las necesidades de desarrollo económico como la preservación de los recursos naturales y el entorno ambiental de Guanacaste.

Así, la Municipalidad de Carrillo trabaja para cumplir con su compromiso de mejorar la calidad de vida de los residentes de todo el cantón. A través de una gestión, esta entidad se esfuerza por promover el progreso y el bienestar de la comunidad que sirve.

Leyes involucradas

Esta sección se concentra en el marco legal involucrado en la ejecución del proyecto, por lo que hay que tener en cuenta las siguientes leyes que rigen al cantón de Carrillo en cuestión de temas de aguas subterráneas.

Ley No. 276 de Aguas

Es una legislación que establece el marco jurídico para la gestión y uso de los recursos hídricos del país. Se establecen las bases para la planificación y gestión integral de las cuencas hidrográficas, que incluye la identificación y caracterización de estas. Para desarrollar un sistema de abastecimiento de agua es necesario contar con el permiso de

extracción de agua y el registro de uso de agua por parte de los usuarios que extraigan agua de fuentes subterráneas (Congreso Constitucional de la República, 1942).

Ley 43053 Reglamento para la Perforación de Pozos y Aprovechamiento de Aguas Subterráneas

El reglamento que rige la perforación de pozos y el aprovechamiento de aguas subterráneas en Costa Rica se erige como un pilar fundamental para la gestión sostenible de este recurso vital. A través de su sistema de permisos y regulaciones, el reglamento establece un marco legal que asegura la extracción responsable de aguas subterráneas, evitando la sobreexplotación y promoviendo la protección de los ecosistemas hídricos (Presidencia de la República y MINAE, 2021). La inclusión de evaluaciones de impacto ambiental refleja un enfoque proactivo hacia la preservación del entorno, que permite la consideración de posibles repercusiones antes de la implementación de proyectos de perforación de pozos.

En términos técnicos, el reglamento establece criterios precisos para el diseño y la construcción de pozos, garantizando su integridad estructural y eficiencia en la extracción (CICR, 2019). La imposición de límites en los caudales máximos de extracción tiene como objetivo la conservación de los acuíferos, asegurando un equilibrio entre las demandas humanas y la capacidad de recarga natural del recurso (AyA, 2018). El énfasis en el monitoreo constante y la presentación regular de informes a las autoridades pertinentes brinda una base de datos esencial para la toma de decisiones informadas y la adaptación continua de las políticas hídricas.

En conclusión, el reglamento para la perforación de pozos y el aprovechamiento de aguas subterráneas en Costa Rica representa un enfoque integral para la gestión responsable de este recurso esencial. Mediante su enfoque en la protección ambiental, estándares técnicos

sólidos y una supervisión constante, el reglamento establece una base sólida para el uso sostenible de las aguas subterráneas en el país (ORHCR, s.f.).

Ley 2017-281 Normas para el Diseño de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable en Costa Rica

Como explica AyA (2001), esta ley es un conjunto de disposiciones técnicas que establecen los criterios, procedimientos y requerimientos mínimos para el diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable en el país.

Entre los aspectos que se abordan en la norma se incluyen la identificación y evaluación de fuentes de agua, el dimensionamiento de las estructuras hidráulicas, el cálculo de la demanda de agua potable, la selección de los materiales y equipos adecuados, y los requisitos para la construcción y operación del sistema:

- Ubicación de las tuberías: Se debe tener en cuenta la topografía, la ubicación de los usuarios, los cuerpos de agua y otros factores que puedan influir en la distribución del agua. Se recomienda utilizar trazados rectos y evitar curvas innecesarias, para reducir las pérdidas de carga y facilitar la operación y el mantenimiento de la red.
- Diámetro de las tuberías: Debe determinarse en función de la demanda de agua potable del sistema, la longitud de la red y las pérdidas de carga admisibles. Se deben considerar también los futuros crecimientos de la demanda, así como las condiciones de operación y mantenimiento de la red. En general, se recomienda utilizar diámetros mayores para las tuberías principales y diámetros menores para las tuberías secundarias y de servicio.
- Tipo de material de las tuberías: Este debe seleccionarse en función de la calidad del agua, la corrosión, la resistencia mecánica, la facilidad de instalación y el costo. Los

materiales comúnmente utilizados en Costa Rica son PVC, HDPE, PEAD, hierro dúctil y acero galvanizado. Cada material tiene sus ventajas y desventajas, por lo que se debe elegir el más adecuado para las condiciones específicas del proyecto.

Ley N° 30387-MINAE-MAG Reglamento de Perforación y Exploración de Aguas Subterráneas

En el reglamento se citan varias leyes y disposiciones legales que respaldan la autoridad del MINAE y SENARA en la gestión de los recursos hídricos, específicamente las aguas subterráneas.

Se hace hincapié en que el MINAE es la entidad rectora en lo que respecta al recurso hídrico, con responsabilidades que abarcan su dominio, aprovechamiento, utilización, gobierno y vigilancia, según lo establecido en la Ley N° 276 y otras normativas relacionadas.

Además, SENARA desempeña un papel fundamental en la investigación, protección y promoción del uso de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos. También se destaca su capacidad para emitir decisiones vinculantes en asuntos relacionados con la perforación de pozos y la explotación de aguas, así como para proporcionar asesoramiento técnico a instituciones públicas y particulares.

Conservar el recurso hídrico requiere de un manejo integrado de este recurso para maximizar el bienestar social y económico sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales. Se enfatiza la importancia de la coordinación interinstitucional en la gestión de los recursos hídricos.

Fórmulas para cálculos de distribución de agua

En esta sección se abordan los términos matemáticos para la realización de los cálculos correspondientes a un sistema de abastecimiento de agua potable. Es esencial utilizar ecuaciones que engloben los aspectos y los factores importantes de dicho sistema, las cuales se enuncian continuación.

La ecuación de Bernoulli

En palabras de Mosquera et al. (2021), es una ecuación fundamental de la mecánica de fluidos que describe la relación entre la presión, la velocidad y la altura de un fluido en movimiento a lo largo de una línea de corriente. Esta ecuación establece que, en un flujo de fluido incompresible, la suma de la presión estática, la energía cinética y la energía potencial por unidad de peso es constante a lo largo de una línea de corriente. La ecuación de Bernoulli se utiliza ampliamente en la ingeniería, la física y otras disciplinas relacionadas con la dinámica de fluidos para analizar el flujo en tuberías, conductos, ventiladores, aviones y otros sistemas.

Se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Ecuación de Bernoulli

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante}$$

Fuente: Mosquera et al, 2021.

Donde:

- P = presión del fluido en un punto determinado (Pa)
- ρ = densidad del fluido $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$
- v = velocidad del fluido en ese punto (m)
- g = aceleración debida a la gravedad $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

- h = altura del fluido en ese punto medida desde una referencia determinada (m).

La fórmula establece que la suma de la presión, la energía cinética y la energía potencial de un fluido en un punto dado es constante a lo largo de una línea de corriente.

1.1.1 Diámetro de tuberías

Como indica González (2018), el cálculo del diámetro de una tubería en un sistema de abastecimiento de agua potable dependerá de varios factores, como el caudal de agua requerido, la velocidad de flujo deseada, la longitud de la tubería y la pérdida de carga admisible.

A continuación, se presenta una fórmula general para el cálculo del diámetro de una tubería en función del caudal y la velocidad de flujo:

Ecuación 2. Diámetro de tuberías

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

Fuente: González, 2018.

Donde:

- D = diámetro de la tubería (m)
- Q = caudal de agua requerido $\left(\frac{m^3}{s}\right)$
- v = velocidad de flujo deseada $\left(\frac{m}{s}\right)$
- π = constante matemática pi (aproximadamente 3,1416).

Es importante tener en cuenta que la velocidad de flujo deseada debe estar dentro de un rango adecuado para evitar problemas como la corrosión y el excesivo desgaste de la tubería.

Perdidas por fricción

El cálculo de las pérdidas de fricción para una tubería se puede realizar por medio de la siguiente ecuación:

La ecuación de Hazen Williams

De acuerdo con Flechas (2010), para calcular las pérdidas por fricción en un sistema de abastecimiento de agua potable mediante la fórmula de Hazen Williams se necesita conocer los siguientes datos:

- Caudal de agua (Q): Cantidad de agua que fluye por la tubería, expresado en $\left(\frac{m^3}{s}\right)$ o $\left(\frac{L}{s}\right)$
- Diámetro interno de la tubería (D): medida en metros (m)
- Longitud de la tubería (L): medida en metros (m)
- Coeficiente de Hazen Williams (C): Valor que depende del material de la tubería y de las condiciones de rugosidad, que debe ser proporcionado por la normativa local o la tabla de Hazen Williams
- Velocidad del agua (V): Velocidad de flujo del agua en la tubería, expresado en $\left(\frac{m}{s}\right)$.

La fórmula para calcular las pérdidas por fricción mediante Hazen Williams es la siguiente:

Ecuación 3. Perdidas por fricción

$$hf = 10,67 L \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} D^{-4,87}$$

Fuente: Flechas, 2010.

Donde:

- hf = pérdidas por fricción en metros (mca)

- L = longitud de la tubería en metros (mca)
- Q = caudal de agua en metros cúbicos por segundo ($\frac{m^3}{s}$)
- D = diámetro interno de la tubería en metros (m)
- C = coeficiente de Hazen Williams.

Pasos para calcular las pérdidas por fricción mediante Hazen Williams:

1. Obtener el valor del coeficiente de Hazen Williams (C) para el material y las condiciones de rugosidad de la tubería.
2. Calcular la velocidad del agua (V) en la tubería, mediante la fórmula $V = \frac{Q}{A}$, donde A es el área transversal de la tubería $A = \frac{\pi D^2}{4}$.
3. Calcular las pérdidas por fricción (hf) mediante la fórmula $hf = 10,68 L \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} (D^{-4,87})$.
4. Verificar si las pérdidas por fricción obtenidas son aceptables para el sistema, comparando con los límites establecidos por la normativa local.

Para accesorios

La ecuación fundamental de las pérdidas secundarias por medio del factor K tiene por expresión:

Ecuación 4. Perdidas por fricción para accesorios

$$h_{ac} = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Fuente: Flechas, 2010.

En donde:

- h = pérdida de carga o de energía (m)

- K = coeficiente adimensional de resistencia que depende del elemento que produzca la pérdida de carga
- V = velocidad media en el elemento $\left(\frac{m}{s}\right)$
- g = aceleración de la gravedad $\left(\frac{m}{s^2}\right)$.

Velocidad en tuberías

La ecuación de continuidad establece que la cantidad de agua que entra en una tubería debe ser igual a la cantidad de agua que sale de ella. En otras palabras, el caudal de agua debe ser constante en todas las secciones transversales de la tubería (González, 2018). La ecuación de continuidad se expresa de la siguiente manera:

Ecuación 5. Caudal

$$Q = VA$$

Fuente: López, 2016.

Donde:

- Q = caudal de agua $\left(\frac{m^3}{s}\right)$
- A = sección transversal de la tubería (m^2)
- V = velocidad del agua en la tubería $\left(\frac{m}{s}\right)$.

Para calcular la velocidad del agua en una tubería, se pueden combinar ambas ecuaciones. Se puede despejar V en la ecuación de continuidad y sustituirla en la ecuación de Bernoulli, quedando la ecuación final de la siguiente manera:

Ecuación 6. Velocidad del agua en una tubería

$$V = \left[2g(Z_1 - Z_2) + \left(\frac{(P_1 - P_2)}{\frac{\rho}{f \frac{L}{D}}} \right) + 1 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Fuente: González, 2018.

Donde:

- L = longitud de la tubería (m)
- D = diámetro de la tubería (m)
- f = factor de fricción de la tubería.

Carga de dinámica

Para calcular la carga dinámica total en un sistema de abastecimiento de agua, como señala López (2016), se deben tener en cuenta varios factores, como la elevación de la fuente de agua, la resistencia de las tuberías, las pérdidas de carga en los accesorios, la velocidad del fluido y la altura a la que se quiere elevar el agua.

La ecuación que se utiliza para calcular la carga dinámica total es:

Ecuación 7. Carga dinámica

$$H_d = z + \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g}$$

Fuente: López, 2016.

Donde:

- H_d = carga dinámica total (mca)
- z = elevación de la fuente de agua (m)
- P = presión en la tubería (Pa)

- ρ = densidad del fluido $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$
- g = aceleración debido a la gravedad $\left(\frac{m}{s^2}\right)$
- V = velocidad del fluido $\left(\frac{m}{s}\right)$.

Para aplicar esta ecuación, es necesario conocer los valores de todos los términos. Por ejemplo, para determinar la presión en la tubería, se puede utilizar la ecuación de Bernoulli, que relaciona la presión en un punto dado de la tubería con la velocidad del fluido en ese punto.

Carga dinámica total

La carga dinámica total en un sistema de suministro de agua potable es una medida que se utiliza para evaluar y comprender la energía total presente en el flujo de agua en una red de tuberías o conductos. Según López (2016), esta carga es fundamental en la ingeniería de sistemas de distribución de agua, ya que permite garantizar que el agua llegue de manera eficiente y en las condiciones adecuadas a los usuarios finales.

Esta fórmula se utiliza para calcular la carga dinámica total en un sistema de suministro de agua potable y es fundamental en el diseño y análisis de sistemas de tuberías y redes de distribución de agua para garantizar un suministro adecuado a los usuarios.

La carga dinámica total H_{total} es la suma de estos dos términos:

Ecuación 8. Ecuación de carga dinámica total

$$H_{total} = H_d + h_f + h_{ac}$$

Fuente: López, 2016.

- H_d = carga dinámica total (mca)
- h_f = pérdidas por fricción en metros (mca).

Línea piezométrica

La línea piezométrica es una representación gráfica de la presión en diferentes puntos de un sistema hidráulico o en un acuífero en función de la elevación. Como menciona Oramas (2016), esta línea muestra cómo la presión varía con respecto a la altura en un sistema.

Para calcular y trazar una línea piezométrica se determina el punto de referencia para establecer la elevación cero. Puede ser el nivel del suelo, el fondo del pozo o alguna otra referencia relevante para el sistema.

Posteriormente se calcula la carga hidráulica para cada punto de medición. La carga hidráulica se compone de la elevación más la presión dividida por el peso específico del fluido. La fórmula general es:

Ecuación 9. Carga hidráulica

$$H_c = Z + H_d + h_f$$

Fuente: Oramas, 2016.

Donde:

- H_c = carga hidráulica (*mca*)
- Z = Elevación (*m*)
- h_f = Carga estática (*mca*)
- H_d = Carga dinámica (*mca*).

Línea recta

López et al. (2003) definen que la ecuación de una línea en la forma pendiente-intersección en un plano cartesiano se utiliza para describir y analizar las propiedades de las

líneas rectas, ya que permite identificar cómo una línea se extiende infinitamente en ambas direcciones. Esta herramienta matemática es fundamental en geometría, álgebra y diversas aplicaciones en la física y la ingeniería.

Ecuación 10. Ecuación de la línea recta en un plano cartesiano

$$y = mx + b$$

Fuente: López et al., 2003.

Donde:

- "y" y "x" = las coordenadas de un punto en la línea
- "m" = pendiente de la línea, que representa la inclinación de la línea
- "b" = ordenada al origen, que es el valor de "y" cuando la línea corta el eje vertical ($x = 0$).

De igual manera, hay que entender la conformación de la pendiente para saber la inclinación de dicha recta, que se evidencia con la siguiente ecuación.

Ecuación 11. Ecuación de la pendiente en un plano cartesiano

$$m = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

Fuente: López et al., 2003.

Donde:

- "y₂" y "x₂" = coordenadas finales de un punto dado en la línea
- "y₁" y "x₁" = coordenadas iniciales de un punto dado en la línea
- "m" = pendiente de la línea.

Normas para especificación e instalación de tuberías

Esta sección contiene las normas para la especificación e instalación subterránea de la tubería, por parte de ASTM International (anteriormente conocida como la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales) y su homólogo nacional INTE, para su mayor comprensión.

ASTM D2241 Especificación estándar para tuberías de policloruro de vinilo (PVC) con clasificación de presión

Especificación estándar desarrollada por ASTM International (2020) que establece las características y los requisitos para tuberías de policloruro de vinilo (PVC) de pared sólida, utilizadas comúnmente en sistemas de abastecimiento de agua y aplicaciones de drenaje.

Esta norma detalla las propiedades físicas y dimensionales que deben cumplir las tuberías de PVC, incluyendo el diámetro exterior, el espesor de la pared, la resistencia a la tensión, la flexión y la compresión, así como la resistencia al impacto. También establece los métodos de prueba para medir estas propiedades y asegurar que las tuberías cumplan con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

La ASTM D2241 es ampliamente reconocida en la industria de la construcción y la ingeniería civil como una guía confiable para la fabricación, selección e instalación de tuberías de PVC de pared sólida. Al seguir esta norma, los fabricantes pueden producir tuberías consistentes y de alta calidad, y los ingenieros y contratistas pueden especificar y utilizar productos que cumplan con los estándares establecidos, lo que garantiza la durabilidad y la confiabilidad de los sistemas de tuberías en diversas aplicaciones.

Esta norma cuenta con su homóloga en el país, la cual es INTE 16-05-13 para su uso nacional.

ASTM D1693 Método de prueba estándar para la fisuración por tensión ambiental de plásticos de etileno especificación estándar para tuberías de policloruro de vinilo (PVC) con clasificación de presión

Es un método de prueba desarrollado por ASTM International para determinar la resistencia a la fisuración por tensión ambiental (ESCR, por sus siglas en inglés) de materiales plásticos. La fisuración por tensión ambiental es una forma común de falla en muchos plásticos cuando están expuestos a ciertas condiciones ambientales, como productos químicos o fuerzas de tracción o flexión. Este método de prueba se utiliza comúnmente para evaluar la idoneidad de los materiales plásticos para aplicaciones específicas donde la resistencia a la fisuración por tensión ambiental es importante.

El ensayo ASTM D1693 implica someter una muestra de plástico con una muesca o una grieta preexistente a un entorno especificado, como una solución química o una combinación de esfuerzo y un medio ambiental controlado, a una temperatura controlada. La muestra de ensayo de forma general se moldea en una forma específica, como un hueso de perro, y se aplica un esfuerzo controlado sobre ella. El ensayo mide el tiempo que tarda la muestra en fallar mediante la formación de grietas bajo la influencia combinada del esfuerzo aplicado y las condiciones ambientales.

Los resultados del ensayo se informan de manera general como el tiempo hasta la falla, que se utiliza para evaluar la resistencia relativa de los diferentes materiales plásticos a

la fisuración por tensión ambiental. Un tiempo hasta la falla más largo indica una mejor resistencia a la fisuración por tensión ambiental.

El ASTM D1693 se utiliza ampliamente en industrias donde se emplean materiales plásticos, como envases, automoción, construcción y más, para garantizar que los materiales plásticos elegidos funcionarán de manera satisfactoria bajo condiciones ambientales específicas. Ayuda a fabricantes e ingenieros a tomar decisiones informadas sobre la selección de materiales para sus aplicaciones. Es importante tener en cuenta que las condiciones de ensayo y los detalles de la preparación de las muestras pueden variar según los requisitos específicos y las normas utilizadas por diferentes industrias y organizaciones.

ASTM F1962-11 Guía estándar para el uso de la perforación direccional horizontal máxima para la colocación de tuberías o conductos de polietileno bajo obstáculos, incluidos los cruces de ríos

Especificaciones para el uso de la técnica de perforación horizontal direccional máxima en la colocación de tuberías de polietileno o conductos debajo de obstáculos en la ruta. Esta norma proporciona orientación detallada para planificar, diseñar y ejecutar proyectos de instalación de tuberías utilizando la técnica de perforación horizontal direccional máxima, también conocida como "maxi-perforación horizontal direccional" (MHD), en combinación con tuberías de polietileno (ASTM International, 2011).

La perforación horizontal direccional máxima es una técnica que permite la instalación de tuberías sin la necesidad de excavaciones convencionales, lo que resulta especialmente útil cuando se deben atravesar obstáculos como ríos, carreteras, ferrocarriles

u otras infraestructuras. Esta técnica implica perforar un túnel horizontal en el subsuelo y luego pasar la tubería a través de ese túnel.

La norma ASTM F1962-11 aborda los aspectos técnicos esenciales de la perforación horizontal direccional máxima, incluyendo la selección de tuberías de polietileno adecuadas, la planificación de la trayectoria de la perforación, las consideraciones de seguridad, los métodos de instalación, el control de calidad y otros factores relevantes para asegurar una instalación exitosa y duradera tomando lo siguiente:

- Consideraciones de diseño y planificación de la trayectoria de la perforación para evitar obstáculos subterráneos y lograr una colocación precisa.
- Selección de tuberías de polietileno adecuadas para la instalación bajo obstáculos.
- Procedimientos y técnicas para llevar a cabo la perforación horizontal direccional máxima.
- Evaluación y gestión de riesgos y seguridad durante el proceso de instalación.
- Métodos para controlar la calidad de la instalación y asegurar la integridad de la tubería.
- Consideraciones específicas para cruces de ríos u otros cuerpos de agua.

Esta norma cuenta con su homóloga en el país: la INTE 16-02-02 para su uso nacional.

Conceptos básicos para selección de bombas

En esta sección se mencionan aspectos importantes a tomar en cuenta para seleccionar una bomba subterránea para un sistema de abastecimiento de agua potable. Dependerá de varios factores, entre los que se incluyen el caudal de agua requerido, la altura total a la que

se debe elevar el agua, la distancia horizontal entre el pozo y el depósito de almacenamiento, la eficiencia energética, la disponibilidad de energía eléctrica y el presupuesto disponible (Arista, 2016).

- Determinar el caudal de agua requerido: Se debe estimar el caudal de agua propicio para el sistema de abastecimiento de agua potable en función del número de usuarios, el consumo diario de agua y la demanda máxima esperada. Este caudal se puede medir en litros por segundo o metros cúbicos por hora (García Orellana, 2020).

- Calcular la altura total a la que se debe elevar el agua: Se debe determinar la diferencia de altitud entre el nivel del agua en el pozo y el nivel del agua en el depósito de almacenamiento, lo que determinará la altura total a la que se debe elevar el agua. Esta altura se puede medir en metros (García Orellana, 2020).

- Calcular la distancia horizontal entre el pozo y el depósito de almacenamiento: Se debe medir la distancia horizontal entre el pozo y el depósito de almacenamiento, ya que esto afectará la capacidad de la bomba para transportar el agua a través de la tubería (García Orellana, 2020).

Elemento para bombas

Para la instalación de bombas es necesario contar con equipos de regulación y protección entre los que se encuentran los mencionados por Condor (2022) y Sansaloni (2021). Las válvulas desempeñan funciones específicas para controlar el flujo, la presión y la dirección del agua; a continuación se enlistan algunas de las válvulas más comunes en este tipo de sistemas:

Válvula de compuerta: Es una válvula de cierre que se utiliza para controlar el flujo de agua. Tiene una compuerta o cuchilla que se eleva o baja de manera perpendicular al flujo para abrir o cerrar completamente el paso del agua.

Válvula de retención: También conocida “válvula de cheque”, permite que el agua fluya en una dirección pero impide el flujo en sentido contrario. Esto evita que el agua regrese al pozo cuando la bomba se detiene.

Válvula de bola: Utiliza una bola con un orificio en su interior para controlar el flujo de agua. Cuando la manija se gira 90 grados, la bola gira para abrir o cerrar el paso del agua de manera rápida.

Válvula de alivio de presión: Esta se utiliza para mantener la presión del sistema dentro de un rango seguro. Cuando la presión excede el límite establecido, la válvula se abre para liberar el exceso de presión.

Válvula de aireación: Se utiliza para liberar el aire atrapado en la tubería y mantener un flujo de agua uniforme y eficiente.

Válvula de control de flujo: Esta se utiliza para ajustar el caudal de agua en una tubería y controlar la velocidad de flujo.

También están las bridas, que consisten en una placa circular plana con orificios en su perímetro. A través de estos orificios la brida se fija a otro componente mediante pernos o tornillos. De esta forma, las bridas se emplean para conectar equipos de manera segura, creando uniones herméticas entre dos piezas de tubería o entre una tubería y una válvula o una bomba. Algunas de las bridas más comunes, según Cobos et al. (2017), se describen a continuación:

Brida de cuello: Posee un cuello que se extiende desde la placa circular. Se utiliza para conectar tuberías a equipos como válvulas, bombas o intercambiadores de calor. La parte expuesta del cuello proporciona un punto de refuerzo adicional.

Brida ciega: Es una placa circular sin orificios en el centro. Se utiliza para cerrar el extremo de una tubería o una línea de proceso. Es común en situaciones en las que es necesario realizar pruebas de presión en el sistema.

Brida deslizante: Cuenta con un orificio más grande que el diámetro exterior de la tubería. Se desliza sobre el extremo de la tubería y se fija en su lugar mediante pernos o tornillos. Sirve para facilitar la instalación y el desmontaje rápido de la tubería.

Brida de orificio: Se utiliza principalmente en aplicaciones de medición de flujo. Tiene un orificio en el centro que permite la inserción de un medidor de flujo o un sensor.

Brida de expansión: Diseñada para permitir cierto grado de movimiento y flexión en las tuberías debido a la expansión y contracción térmicas.

Componente para una bomba: el variador de frecuencia

Para control el accionamiento de la bomba, así como sus revoluciones por minuto, se utiliza un inversor o *drive* de frecuencia variable, el cual es un dispositivo electrónico utilizado en sistemas de control y automatización industrial para regular la velocidad de motores eléctricos de corriente alterna (CA).

Sequeira (2002) explica que su función principal es modificar la frecuencia y, por lo tanto, la velocidad de giro del motor al que está conectado, permitiendo un control preciso y eficiente de la velocidad y el par motor. A continuación, se proporciona una descripción más detallada de las principales características y componentes de un variador de frecuencia:

Entrada de potencia: El variador de frecuencia recibe la alimentación de CA de la red eléctrica convencional, que suele ser de tres fases (para aplicaciones industriales) o monofásica (para aplicaciones más pequeñas).

Rectificación: En la etapa inicial, el variador de frecuencia convierte la CA de entrada en corriente continua (CC) mediante un puente rectificador.

Inversión de frecuencia: El componente principal del variador es el inversor, que convierte la CC en una señal de CA de frecuencia variable. Este proceso implica el uso de dispositivos electrónicos de potencia como transistores de conmutación (IGBT) para generar una salida de CA controlada.

Controlador: Es la unidad de procesamiento que ajusta la frecuencia y la tensión de salida para controlar la velocidad del motor. Los controladores utilizan algoritmos de control, como control de bucle cerrado o control de velocidad constante, para mantener la velocidad deseada.

Interfaz de usuario: Los variadores de frecuencia suelen estar equipados con una interfaz de usuario que permite a los operadores configurar y ajustar los parámetros de funcionamiento, como la velocidad deseada, la aceleración, la desaceleración y otros ajustes específicos de la aplicación.

Protecciones y diagnóstico: Los variadores de frecuencia también incorporan sistemas de protección para evitar daños al motor y al propio variador. Esto incluye funciones de monitoreo de sobrecorriente, sobretensión, sobrecalentamiento, entre otras.

Salida al motor: La salida del variador se conecta al motor de CA que se desea controlar. La frecuencia y la tensión proporcionadas por el variador determinan la velocidad y el par motor del motor.

Para controlar los accionamientos del sistema de abastecimiento se toman en cuenta los siguientes conceptos.

Control eléctrico

En esta sección se abarcan detalles importantes a tomar en cuenta al elaborar un sistema de control eléctrico para un sistema de abastecimiento. Como comenta Robayo et al. (2015), es un conjunto de dispositivos y circuitos que se utilizan para monitorear y controlar el suministro de agua potable a una comunidad o área determinada, con el objetivo de garantizar que el agua llegue al consumidor de manera segura, eficiente y confiable.

Consta de varios elementos, como sensores de nivel, sensores de flujo, actuadores de válvulas, bombas y controladores. Todos estos trabajan juntos para monitorear y controlar el suministro de agua en tiempo real.

A criterio de Mora (2018), los controladores son el componente central del sistema de control eléctrico. Estos dispositivos procesan la información de los sensores de nivel y de flujo, controlan los actuadores de válvulas y las bombas, y proporcionan la capacidad de monitoreo y control remoto del sistema.

Controlador lógico programable (PLC)

Es un dispositivo electrónico utilizado en automatización industrial para controlar y supervisar una variedad de procesos y maquinaria en entornos industriales. Está diseñado para realizar tareas de control lógico, como el encendido y apagado de equipos, el monitoreo de sensores, la ejecución de secuencias de operaciones y la toma de decisiones en tiempo real (Vásquez, 2010).

A continuación se enlistan algunos de los componentes típicos de un PLC:

Entradas y salidas (I/O): Los PLC tienen una serie de entradas y salidas digitales y analógicas que les permiten conectarse a sensores, interruptores, actuadores y otros dispositivos en el proceso industrial. Las entradas capturan información del entorno, mientras que las salidas controlan dispositivos y actuadores.

CPU (unidad central de procesamiento): La CPU es el cerebro del PLC. Procesa la lógica de control programada y toma decisiones en función de las entradas y las instrucciones del programa. La CPU también se encarga de la comunicación con otros dispositivos y sistemas.

Memoria: Los PLC tienen memoria para almacenar programas de control, datos de proceso y registros de estado. Esto permite la ejecución de programas de control en bucle y la retención de datos críticos incluso después de un apagón.

Programación: Los PLC se programan utilizando software específico que permite a los ingenieros y técnicos de control definir la lógica de control. Los lenguajes de programación más comunes incluyen el lenguaje de escalera (*ladder logic*), el lenguaje de bloques de función (*function block diagram*) y el lenguaje estructurado.

Interfaces de comunicación: Los PLC suelen estar equipados con puertos de comunicación que les permiten conectarse a otros dispositivos, como computadoras, HMI (interfaces hombre-máquina), redes industriales y sistemas de supervisión y control.

Protocolo de comunicación

El protocolo de control de transmisión (TCP, por sus siglas en inglés), como afirma Castillo et al. (2005), es uno de los dos protocolos principales que conforman el conjunto de protocolos de Internet, junto con el protocolo de internet (IP). El TCP es fundamental para la

comunicación en redes de datos, debido a su capacidad para proporcionar una comunicación confiable y orientada a la conexión entre dispositivos en una red.

A continuación, se enumeran algunas de las características principales del protocolo TCP:

1. **Orientado a la conexión:** TCP establece una conexión lógica entre dos dispositivos antes de iniciar la transmisión de datos. Esta conexión se denomina "*handshake* de tres vías", y asegura que ambos dispositivos estén listos para comunicarse antes de comenzar la transferencia de datos.
2. **Comunicación confiable:** El TCP garantiza la entrega confiable de datos. Utiliza un sistema de números de secuencia y reconocimiento para asegurarse de que los datos se entreguen en el orden correcto y sin pérdidas. Si se detecta algún paquete perdido o dañado, el TCP solicita la retransmisión de esos datos.
3. **Control de flujo:** El TCP controla el flujo de datos entre el emisor y el receptor para evitar la congestión de la red. Utiliza un mecanismo de ventana deslizante que permite al receptor especificar cuántos datos puede recibir en un momento dado.
4. **Establecimiento y terminación de conexiones:** El TCP utiliza un proceso de *handshake* de tres vías para establecer una conexión y un proceso de "despedida" para terminarla, de manera ordenada, cuando ya no se necesita. Esto asegura que los recursos de la red se utilicen de manera eficiente.
5. **Dirección de puertos:** El TCP utiliza números de puerto para identificar aplicaciones y servicios específicos en los dispositivos de origen y destino. Esto permite que múltiples aplicaciones se ejecuten de forma simultánea en un mismo dispositivo y se comuniquen a través de la misma conexión de red.

Numeración IPV4

La numeración IPv4 (protocolo de internet versión 4) es un sistema de direccionamiento utilizado en redes de computadoras y en Internet para identificar y ubicar dispositivos en la red. Como informan Castillo et al. (2005), la IPV4 utiliza direcciones IP de 32 bits, lo que significa que hay un total de 2^{32} (aproximadamente 4.3 mil millones) de direcciones IP disponibles en el espacio de direccionamiento IPV4. Estas direcciones se expresan típicamente en formato decimal y se dividen en cuatro octetos separados por puntos, por ejemplo: 192.168.1.1.

A continuación, se proporciona una descripción de la estructura y las características clave de las direcciones IPv4:

1. **Notación decimal con puntos:** En las direcciones IPv4 los octetos se representan en forma decimal y se separan por puntos. Cada octeto puede tener un valor entre 0 y 255.
2. **Estructura de 32 bits:** Una dirección IPv4 consta de 32 bits, que se dividen en cuatro octetos de 8 bits cada uno. Cada octeto se representa en forma decimal, lo que permite un rango de valores de 0 a 255.
3. **Dirección de red y dirección de *host*:** En una dirección IPv4, los primeros bits representan la parte de la red y los últimos bits representan la parte del *host*. La cantidad de bits asignados a la red y al *host* puede variar según la clase de dirección IP (clase A, clase B, clase C, etc.) o la máscara de subred utilizada.
4. **Direcciones reservadas:** Algunas direcciones IPv4 están reservadas para usos específicos. Por ejemplo, la dirección 127.0.0.1 se usa para la comunicación local (*loopback*) y la dirección 0.0.0.0 se utiliza para representar todas las interfaces

disponibles en un dispositivo. También existen rangos de direcciones reservadas para redes privadas, como 192.168.0.0/16 y 10.0.0.0/8.

Norma IEC 61850

La norma IEC 61850 establece un conjunto de estándares de comunicación para los dispositivos y sistemas de automatización eléctrica de potencia. Estos estándares aseguran que los dispositivos y sistemas de diferentes fabricantes sean compatibles y puedan comunicarse entre sí de manera efectiva.

También define los principios generales de diseño, configuración y prueba de los sistemas de automatización eléctrica de potencia. Incluye requisitos para la protección y seguridad del sistema, así como para la gestión de la configuración y los datos.

Además, especifica los requisitos de comunicación y datos para la automatización y control de subestaciones eléctricas. Define los requisitos para los protocolos de comunicación, la arquitectura de la red, los modelos de información y la configuración del sistema.

Capítulo 3. Diseño de distribución de tuberías

En este apartado se aborda el proceso para concebir y concretar el diseño integral de las tuberías y su distribución, donde se involucró una serie de pasos esenciales. Este capítulo presenta una visión integral de cómo se abarcaron estos pasos para lograr un sistema de abastecimiento, desde una investigación hasta decisiones de inversión, y cada sección se conecta para crear dicho diseño.

Datos para la realización del proyecto

Esta sección comprende la gestión de información que sustentó el desarrollo del proyecto. La sinergia entre investigaciones y la contribución de [Alrotek](#), a través de reuniones, permitieron la adquisición de perspectivas y datos especializados, que son fundamentales para los cálculos realizados en la [sección 3.2](#). Además, los propietarios de [Las Catalinas](#) compartieron datos de relevancia.

Luego de culminar el proceso de adquisición y consolidación de información, se logró compilar un conjunto de datos relevantes y de alcance; estos se presentan de manera organizada y sientan las bases para las distintas fases del proyecto.

El nombramiento de los pozos, la estación de rebombeo y el reservorio se identifican en la [tabla 2](#), tal como se van a considerar para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2. Nombramiento de los pozos, la estación de rebombeo y el reservorio

No.	Ubicación	Nombre propuesto
1	Pozo 1	MTP 51
2	Pozo 2	MTP 52
3	Pozo 3	MTP 199
4	Pozo 4	MTP 200
5	Pozo 5	MTP 201
6	Pozo 6	MTP 277
7	Estación de rebombeo	ETR
8	Reservorio	RSV

Fuente: Alrotek.

Para la extracción de agua, [Las Catalinas Resort](#) identificó con anterioridad dónde se ubicarían los pozos que recientemente se perforaron; este proceso permitió obtener información acerca de las profundidades de cada uno de los pozos. Asimismo, se determinó la instalación de revestimientos o encamisado (ver [figura 2](#)), cuyos valores se detallan en la [tabla 3](#).

Tabla 3. Altura de nivel del suelo, profundidad de los pozos y encamisado

No.	Pozo	Nivel de suelo [msnm]	Profundidad [m]	Encamisado [in]
1	MTP 51	25,4	26	8
2	MTP 52	29,89	30	8
3	MTP 199	33,3	35	8
4	MTP 200	30,3	37	8
5	MTP 201	30,8	36	8
6	MTP 277	30,5	33	8

Fuente: Las Catalinas.

Por su parte, [Alrotek](#) procedió a establecer tanto el nivel del espejo de agua como la posición de la instalación de las bombas para cada pozo, en relación con el nivel del suelo con respecto a la altura sobre el mar. Estos valores se proveen en la [tabla 4](#) adjunta.

Tabla 4. *Altura de los pozos con respecto al nivel del mar*

No.	Pozo	Nivel espejo de agua [m]	Profundidad de bomba [m]
1	MTP 51	10,65	21,00
2	MTP 52	12,86	25,00
3	MTP 199	17,67	30,00
4	MTP 200	14,10	32,00
5	MTP 201	16,64	31,00
6	MTP 277	15,78	28,00

Fuente: Alrotek.

Los datos relacionados a la separación entre los pozos individuales y el tanque de rebombeo están recopilados en la [tabla 5](#). Estos valores se determinaron mediante una combinación de mediciones y análisis de imágenes satelitales, utilizando herramientas como Google Earth Pro, para asegurar las distancias registradas (ver [apéndice A.3](#)).

Tabla 5. *Distancia entre cada pozo y la estación de rebombeo*

No.	Pozo	Distancia [m]
1	MTP 51	1050
2	MTP 52	600
3	MTP 199	350
4	MTP 200	550
5	MTP 201	400
6	MTP 277	350

Fuente: Elaboración propia (Google Earth).

El dato de la separación de la estación de rebombeo con el reservorio en la parte más alta de la propiedad se encuentra en la [tabla 6](#) (para conocer la ubicación, ver [apéndice A.3](#)).

Tabla 6. *Distancia entre la estación de rebombeo al reservorio*

No.	Estación de rebombeo	Distancia [m]
1	ETR	750

Fuente: Elaboración propia (Google Earth).

En la [tabla 7](#) se encuentran especificados los valores que reflejan la diferencia de alturas entre los pozos y la estación de bombeo. Es relevante resaltar que el tanque de bombeo se halla posicionado a una altitud de 38,5 msnm (ver [apéndice A.3](#)), y estas cifras se calcularon en relación con las alturas de los pozos presentadas en la [tabla 3](#) para saber el nivel del suelo, y la [tabla 4](#) para conocer la profundidad de instalación de la bomba. Además se toma en cuenta la altura del tanque de bombeo, que es de 2,57m.

Tabla 7. Diferencia de altura entre cada pozo y la estación de bombeo

No.	Diferencia	ΔH [m]
1	ETR - MTP 51	36,7
2	ETR - MTP 52	36,2
3	ETR - MTP 199	37,8
4	ETR - MTP 200	40,8
5	ETR - MTP 201	39,6
6	ETR - MTP 277	38,6

Fuente: Elaboración propia.

En la [tabla 8](#) se encuentra la diferencia de altura entre la estación de bombeo (ver [tabla 6](#)) y el reservorio. Es importante destacar que los tanques del reservorio están posicionados en la parte más alta de la propiedad, a una altitud de 133,5 msnm (ver [apéndice A.3](#)); adicionalmente, se toma en cuenta la altura de los tanques del reservorio, que es 8,68 m. Este dato se calculó debidamente y se presenta en la [tabla 8](#).

Tabla 8. Diferencia entre estación de bombeo y reservorio

No.	Diferencia	ΔH [m]
1	RVS - ETR	103,7

Fuente: Elaboración propia.

En la fase de exploración de campo llevada a cabo por [Alrotek](#), se realizaron pruebas de sondeo en los pozos. Los resultados derivados de estas pruebas ofrecen información esencial sobre los caudales de infiltración que ingresan al acuífero subterráneo en cada uno de los pozos, y así se suministran en la [tabla 9](#), lo que constituye un aporte de la dinámica del sistema acuífero.

Tabla 9. Resultados de caudal de sondeo de bombeo

No.	Pozo	Caudal [l/s]	Caudal [m^3/h]	Caudal [gpm]
1	MTP 51	16,31	58,71	258,51
2	MTP 52	15,00	54,00	237,75
3	MTP 199	7,42	26,71	117,61
4	MTP 200	5,22	18,79	82,74
5	MTP 201	7,51	27,04	119,03
6	MTP 277	4,76	17,14	75,45

Fuente: Elaboración propia.

En la [tabla 10](#) se muestra el caudal de la estación de rebombeo, para el cual se propuso un caudal por bomba de 12,5 l/s por el tamaño de la tubería resultante (esto se trata con mayor profundidad en la [sección 3.3.1](#)). Por lo anterior, se obtiene un caudal máximo para los cálculos de la distribución del agua hasta el reservorio.

Tabla 10. Caudal de estación de rebombeo

No.	Estación	Caudal [l/s]	Caudal [m^3/h]	Caudal [gpm]
1	ETR	25,00	90,00	396,25

Fuente: Elaboración propia.

Perfiles del terreno

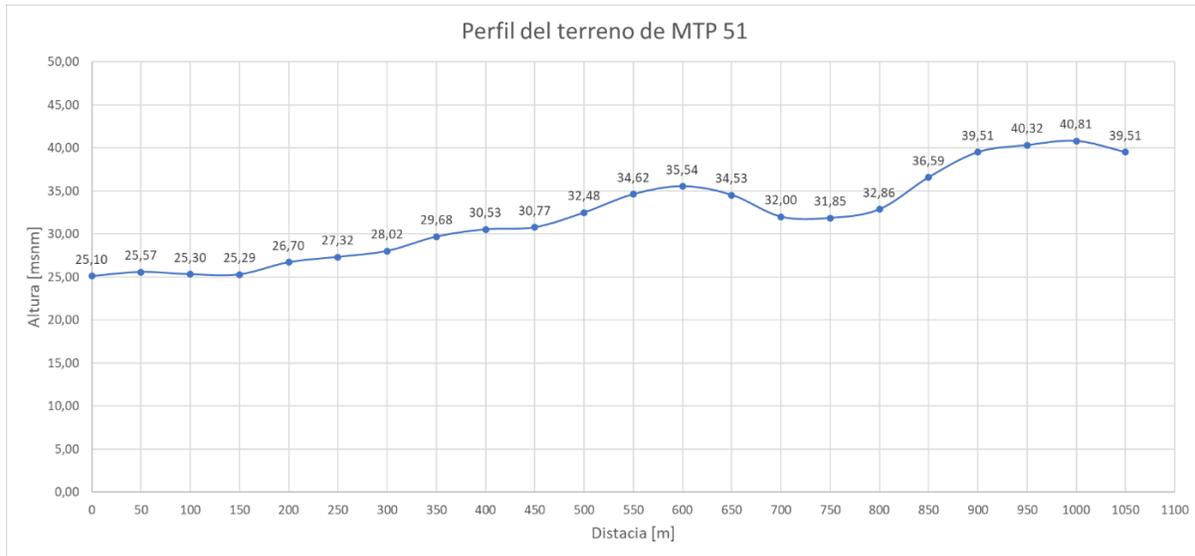
En este acápite se aborda la recopilación de datos para la generación de perfiles de terrenos, para posterior cálculo de líneas piezométricas en la [sección 3.3.6](#), con miras a ejecutar el proyecto. Esta sección se centra en proporcionar una visión general de cómo está compuesto el terreno que recorrerá la tubería, por medio de escaneo geoespacial mediante Google Earth Pro.

Estos datos resultan fundamentales para generar los perfiles detallados de las rutas de distribución de tuberías que conectan los pozos del proyecto; por lo tanto, la información obtenida de estas imágenes satelitales permitió crear representaciones de la superficie terrestre, para planificar la distribución de las tuberías. Con este fin se utilizaron las coordenadas descritas en el [apéndice A.3](#) y las ubicaciones ilustradas en el [apéndice A.4](#).

Para la elaboración de los perfiles de cada ruta se tomaron los datos de las alturas del [apéndice A.6](#) hasta el [apéndice A.9](#).

La representación gráfica del perfil del terreno para el pozo MTP 51 se despliega en la [figura 3](#). Para elaborarla se emplearon los datos presentes en la tabla de alturas detallada en el [apéndice A.6](#).

Figura 3. Perfil del terreno para el pozo MTP 51



Fuente: Elaboración propia / Excel.

Los perfiles de las restantes rutas se encuentran representados de manera ordenada del [apéndice A.10](#) al [apéndice A11](#), a fin de proporcionar una visualización gráfica de cada ruta.

Diseño de distribución y elementos del sistema de abastecimiento

En esta sección se examinó el diseño de la distribución, abordando aspectos como los cálculos de tuberías y la selección de elementos fundamentales. De manera conjunta, se exploró la metodología utilizada para determinar las dimensiones y especificaciones de las tuberías, considerando tanto la eficiencia hidráulica como la capacidad.

Cálculos de los diámetros de las tuberías para cada pozo

Para este cálculo se abordaron los aspectos correspondientes a cada pozo, y se tomaron como base la [ecuación 2](#) y los caudales de sondeo obtenidos de la [tabla 9](#),

considerando una velocidad que no superara los 10 ft/s (3,04 m/s), siguiendo la restricción de [Alrotek](#). Para ilustrar este proceso, se presenta el cálculo realizado para la tubería de MTP 51.

$$D = \sqrt{\frac{4 (58,71)}{36000 \cdot \pi \cdot (3,04)}} \cdot 1000$$
$$D = 82,65 \text{ mm}$$

Asimismo, se procedió a realizar los cálculos necesarios con el fin de determinar los diámetros aproximados que debían tener las tuberías correspondientes a los pozos restantes, tal como se expresan en la [tabla 11](#). Este proceso se llevó a cabo considerando factores como los caudales obtenidos de las pruebas de sondeo, y la máxima velocidad del flujo.

Además, para coincidir en trayectoria se tomó la decisión de unir los tramos de la tubería de los pozos MTP 51 y MTP 52; esta unión se denominó “intersección 1” (INTER 1). También se unieron los tramos de los pozos MTP 199 y MTP 201; a esta se le nombró “intersección 2” (INTER 2). Y se unieron la INTER 2 y el MTP 277; a esta se le asignó el nombre de “intersección 3” (INTER 3). Por medio de las tres intersecciones es posible economizar en tubería y en el espacio de terreno utilizado para distribuirla.

Tabla 11. Resultados de cálculos de diámetros aproximados

No.	Pozos	Diámetro [mm]	Diámetro [in]
1	MTP 51	82,65	3,25
2	MTP 52	79,26	3,12
3	MTP 199	55,75	2,19
4	MTP 200	46,76	1,84
6	MTP 201	56,08	2,21
7	MTP 277	44,65	1,76
8	INTER 1	114,51	4,51
9	INTER 2	79,08	3,11
10	INTER 3	90,81	3,58

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, se calculó el diámetro con la [ecuación 2](#) para la tubería de la estación de bombeo tomando el dato del caudal de [tabla 10](#). Dicho cálculo se presenta en la [tabla 12](#).

Tabla 12. Resultado del diámetro de tubería para ETR

No.	Estación	Diámetro [mm]	Diámetro [in]
1	ETR	103,33	4,03

Fuente: Elaboración propia.

En vista de lo anterior, se optó por emplear tuberías de diámetro comercial para cada uno de los pozos, considerando la disponibilidad y estándares de mercado nacional que se brindan en la [tabla 13](#). La elección se llevó a cabo buscando asegurar una implementación práctica y eficiente en el sistema de distribución de agua.

Tabla 13. Propuesta de tubería según normativa ASTM D 2241

No.	Estación	Diámetro [in]	Diámetro comercial [in]
1	MTP 51	3,25	4
2	MTP 52	3,12	4
3	MTP 199	2,19	3
4	MTP 200	1,84	3
5	MTP 201	2,21	3
6	MTP 277	1,76	3
7	ETR	2,12	6
8	INTER 1	4,51	6
9	INTER 2	3,11	4
10	INTER 3	3,58	6

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos de la caída de presión para cada pozo

Para el cálculo de la caída de presión se utilizó la [ecuación 3](#), con los datos distancia de la [tabla 5](#) y el caudal de la [tabla 9](#). Asimismo, se empleó el [anexo 7](#) para saber el diámetro interno de las tuberías y el coeficiente de Hazen Willians del [anexo 6](#).

El cálculo del pozo MTP 51 se realizó con el siguiente procedimiento:

$$hf = 10,67 \cdot 550 \cdot \left(\frac{58,71}{\frac{3600}{140}} \right)^{1,852} (0,0972)^{-4,87}$$

$$hf = 39,87 \text{ mca}$$

De la misma forma se llevaron a cabo los cálculos para los demás pozos. Los valores correspondientes a la pérdida de presión obtenidos se indican en la [tabla 14](#), y además se

muestra la relación de cada distribución con respecto a lo que dicta la norma ASHRAE, de no superar los 4 metros de columna de agua por cada 100 metros de tubería.

Tabla 14. Pérdidas de presión para cada pozo

No.	Pozo	hf [mca]	ASHRAE 4/100
1	MTP 51	18,98	3,80/100
2	MTP 52	1,63	3,25/100
3	MTP 199	10,39	1,87/100
4	MTP 200	10,28	3,67/100
5	MTP 201	7,44	1,58/100
6	MTP 277	5,54	1,16/100
8	INTER 1	9,70	1,76/100
9	INTER 2	1,93	3,22/100
10	INTER 3	1,47	0,75/100

Fuente: Elaboración propia.

También se calculó la pérdida de presión en las tuberías para la estación de rebombeo; para ello se tomó el dato del caudal de la [tabla 10](#) y la distancia entre esta estación y el reservorio de la [tabla 6](#). El resultado de este cálculo se presenta en la [tabla 15](#).

Tabla 15. Resultado de caída de presión para tubería de ETR

No.	Estación	hf [mca]	ASHRAE 4/100
1	ETR	8.72	1,16/100

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se tiene en cuenta la caída de presión de los accesorios para cada una de las rutas de las tuberías, las cuales se encuentran en la [tabla 16](#), por medio de la [ecuación 4](#).

Tabla 16. Caída de presión por accesorios para pozo y ETR

Accesorio	MTP 51	MTP 52	MTP 199	MTP 200	MTP 201	MPT 277	ETR
Válvula <i>check</i>	7,68	9,77	12,93	8,76	12,30	13,40	10,39
Válvula de compuerta	0,26	0,33	0,43	0,29	0,41	0,45	0,35
Válvula limitadora de presión	0,38	0,49	0,65	0,44	0,62	0,67	0,52
Válvula eliminadora de aire	0,13	0,16	0,22	0,15	0,21	0,22	0,17
Válvula eliminadora de aire	0,38	0,49	0,65	0,44	0,62	0,67	0,52
Brida de expansión	0,13	0,16	0,22	0,15	0,21	0,22	0,17
Manómetro	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Codo 90	0,77	0,98	1,29	0,88	1,23	1,34	1,04
Codo 45	0,45	0,57	0,75	0,51	0,72	0,78	0,61
Total	10,19	12,96	17,16	11,62	16,32	17,77	13,78

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos de la velocidad del agua para cada pozo

En el proceso de determinar la velocidad del agua en las tuberías, se aplicó la metodología descrita en la [ecuación 6](#), empleando los valores de altura recopilados en la [tabla 3](#) y la [tabla 4](#), en conjunto con las diferencias de la [tabla 7](#). Los diámetros internos precisos de las tuberías se obtuvieron con referencia al [anexo 7](#).

En el caso particular del pozo MTP 51, se llevó a cabo un procedimiento específico que se detalla a continuación.

$$V = \left[2 \cdot 9,775 \cdot (38,0) + \left(\frac{(375005,706)}{\frac{996}{0,4 \cdot \frac{550}{0,0972}}} \right) + 1 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,62 \frac{m}{s}$$

Asimismo, se calculó la velocidad para cada pozo, cuyos resultados se ofrecen en la [tabla 17](#).

Tabla 17. Resultados de velocidades en las tuberías de los pozos

No.	Pozo	V [$\frac{m}{s}$]
1	MTP 51	1,62
2	MTP 52	1,83
3	MTP 199	2,10
4	MTP 200	1,73
5	MTP 201	2,05
6	MTP 277	2,14
8	INTER 1	2,14
9	INTER 2	1,98
10	INTER 3	2,44

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, se calculó la velocidad de la tubería de la estación de bombeo con el dato de la [tabla 8](#) de diferencia de altura. Por otra parte, utilizando la [ecuación 6](#) se realizó la determinación de este valor presente en la [tabla 18](#).

Tabla 18. Resultado de velocidad en la tubería de la estación de bombeo

No.	Estación	V [m/s]
1	ETR	1,84

Fuente: Elaboración propia.

Cálculos de pérdidas de carga dinámica

En el proceso de determinar la carga dinámica de las tuberías, se empleó la [ecuación 7](#); los datos para este cálculo provienen de las alturas recopiladas en la [tabla 7](#), junto con las velocidades correspondientes que se extrajeron de la [tabla 17](#). No obstante, es importante señalar que para garantizar la precisión de los cálculos se utilizó el [anexo 4](#), que contine

información sobre la densidad del agua a 32°C según el Instituto Meteorológico Nacional (ver [anexo 3](#)).

Adicional a lo anterior, para incorporar un valor preciso de la gravedad en la región de Guanacaste se recurrió al [anexo 5](#). Dado que la gravedad puede variar de manera ligera según la ubicación geográfica, obtener un dato más aproximado a la realidad mejora los cálculos de la carga dinámica.

Un ejemplo concreto de cómo se aplicó esta metodología se encuentra en el cálculo del pozo MTP 51; a continuación se presenta el procedimiento utilizado para abordar este caso en particular.

$$H_d = 38,0 + \frac{375005,706}{996 \cdot 9,775} + \frac{3,24^2}{2 \cdot 9,775}$$

$$H_d = 77,05 \text{ mca}$$

De manera similar se procedió a realizar los cálculos para determinar las cargas dinámicas de los pozos restantes, que se organizan en la [tabla 19](#).

Tabla 19. Resultados de la carga dinámica para cada pozo

No.	Pozo	H_d [mca]
1	MTP 51	73,48
2	MTP 52	72,53
3	MTP 199	75,77
4	MTP 200	83,70
5	MTP 201	80,76
6	MTP 277	77,38
8	INTER 1	36,81
9	INTER 2	36,35
10	INTER 3	38,00

Fuente: Elaboración propia.

También interesaba saber la carga dinámica para la tubería de la estación de rebombeo; para ello se extrajo la información de la altura de la [tabla 8](#) y la velocidad del agua de la [tabla 18](#). El resultado de este cálculo se muestra en la [tabla 20](#).

Tabla 20. Resultados de la carga dinámica para la estación de rebombeo

No.	Estación	H_d [mca]
1	ETR	207,54

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de carga dinámica total (CTD)

Para calcular la carga dinámica total se utilizó la [ecuación 8](#), cuyo resultado se muestra en la [tabla 21](#). Para ello se extrajeron los datos de la carga estática de la [tabla 14](#) y la carga dinámica de la [tabla 19](#).

Se realizó el cálculo de la carga dinámica total de la tubería del pozo MTP 51 que se muestra a continuación:

$$H_{total} = 73,48 + 18,98 + 10,19$$

$$H_{total} = 102,65 \text{ mca}$$

Tabla 21. Resultado de la carga dinámica total en las tuberías para cada pozo

No.	Pozo	H_{total} [mca]
1	MTP 51	102,65
2	MTP 52	87,12
3	MTP 199	103,32
4	MTP 200	105,59
5	MTP 201	104,52
6	MTP 277	100,66
8	INTER 1	46,51
9	INTER 2	42,54
10	INTER 3	40,20

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando la misma metodología se calculó la carga dinámica total para la estación de bombeo que se muestra en la [tabla 22](#). Para dicho cálculo se tomaron los datos de la carga estática de la [tabla 15](#) y la carga dinámica de la [tabla 20](#).

Tabla 22. Resultado de la carga dinámica total en las tuberías de la estación de bombeo

No.	Estación	H_{total} [mca]
1	ETR	227,09

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de líneas piezométricas

Para obtener las líneas piezométricas se llevó a cabo un cálculo para cada ruta de la tubería de los pozos que se extiende hasta el tanque de la estación de bombeo. Este análisis consideró tanto las alturas y profundidades de instalación de las bombas sumergibles en cada pozo proporcionadas en la [tabla 4](#) como los datos de la tabla del [apéndice A.3](#) e información del [apéndice A.4](#) y del [apéndice A.5](#), además de las gráficas de los perfiles topográficos detallados en la [sección 3.2](#) del estudio.

La herramienta principal utilizada para la determinación de las líneas piezométricas fue la [ecuación 9](#), la cual permitió establecer una relación entre las alturas de los perfiles de terreno y las condiciones de las cargas hidrostáticas disponibles. Estas líneas piezométricas representan un aspecto esencial para comprender la dinámica de flujo y las variaciones de presión con respecto al nivel del suelo en relación con la estación de bombeo y el reservorio en cuestión.

Con el fin de lograr una mayor precisión en los cálculos, las mediciones se efectuaron en intervalos regulares de 50 metros. Este enfoque metodológico permitió capturar las variaciones a lo largo de las trayectorias de los pozos y su relación con la topografía circundante. Los resultados completos y específicos obtenidos a partir de estas mediciones

se recopilan de manera organizada en las tablas presentes del [apéndice A6](#) al [apéndice A.9](#), y los cálculos de carga hidráulica están disponibles en las tablas del [apéndice A.12](#) hasta el [apéndice A.15](#)

Se realizó el cálculo para el primer punto de 50 metros del pozo MTP 51, con sus respectivos datos en la [tabla 23](#). Para este cálculo se consultó la [tabla 3](#) (altura sobre el nivel del mar) y la profundidad de la bomba, el caudal de la [tabla 9](#), y además se tomaron las propiedades del agua del [anexo 4](#) y el diámetro del [anexo 7](#).

Tabla 23. Datos del primer punto del pozo MTP 51

Primer intervalo de MTP 51	
Z [msnm]	31,4
ΔH [m]	38,0
C	140,0
D [m]	0,1016
V [m/s]	2,03
P [Pa]	375005,7
hf [mca]	0,0
H [mca]	201,82

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizó la [ecuación 8](#) para obtener el resultado de carga hidráulica en ese punto.

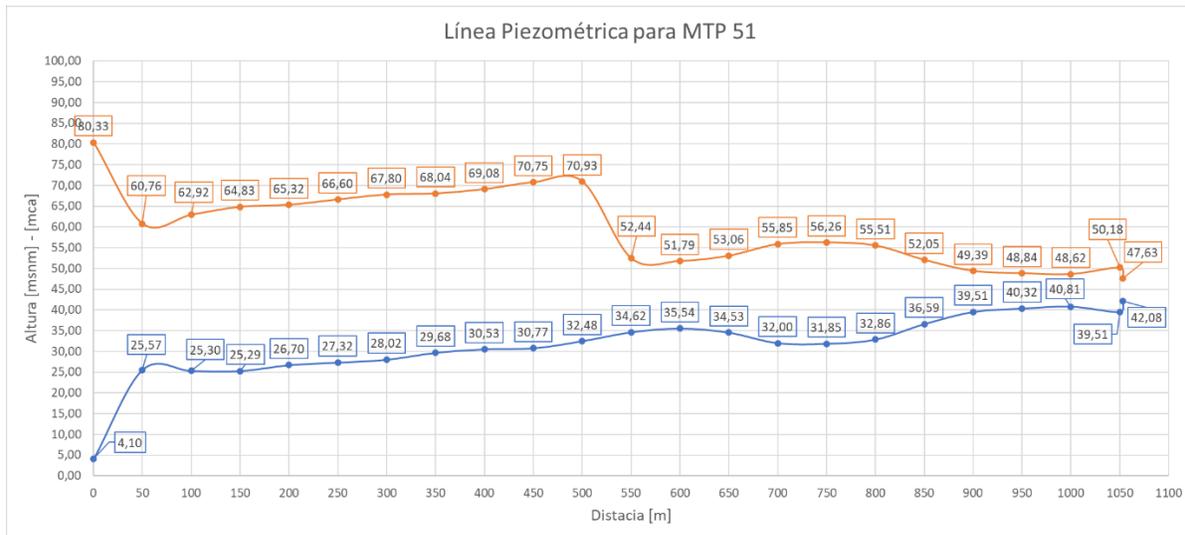
$$H_{total} = 31,4 + 1,626 + 201,82$$

$$H_{total} = 234,8 \text{ mca}$$

Para la creación de la línea piezométrica correspondiente a la rutas de distribución de del pozo MTP 51, cuya representación se aprecia en la [figura 4](#), se tomaron en cuenta las

alturas del [apéndice A.6](#) y los datos de carga hidráulica extraídos de la tabla contenida en el [apéndice A.12](#), así como la gráfica que detalla el perfil del terreno mostrada en la [figura 3](#).

Figura 4. Línea piezométrica de ruta MTP 51



Fuente: Elaboración propia / Excel.

Las líneas piezométricas para las demás rutas se detallan en el [apéndice A.16](#) y el [apéndice A.17](#), donde se muestran las distribuciones de cargas hidráulicas de cada una de las estaciones.

Desarrollo de los planos

Esta sección se enfoca en el diseño y planificación de planos para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua de [Las Catalinas](#), que proporciona un apoyo gráfico para la guía, la construcción y operación efectiva de la infraestructura del suministro de este recurso vital, incluyendo los elementos esenciales a considerar.

Para interpretar la distribución de la ampliación del sistema de suministro de agua del complejo hotelero, se llevó a cabo la elaboración del plano, que abarca la trayectoria desde los pozos de extracción hasta la estación de bombeo o reservorio correspondiente.

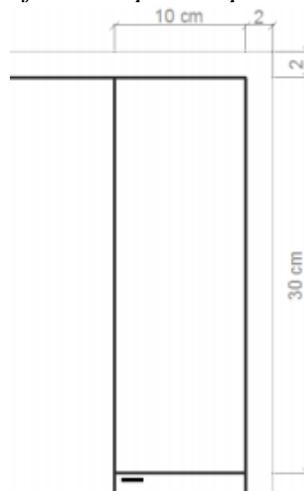
El diseño tanto de la lámina como del cajetín queda a criterio del profesional y la empresa contratada. Sin embargo, el cajetín debe contener la siguiente información: nombre del proyecto, clasificación según el decreto 36550, dirección exacta, responsables de planos y documentos, responsables de ejecución y control, y responsables de otros servicios. Además, la información complementaria puede incluirse en la parte inferior de la lámina.

La orientación de las láminas se realiza de manera horizontal (*landscape*) y especificando el contenido de cada lámina, número de cada lámina, información catastral, fecha y nombre completo para urbanizaciones y condominios (CFIA, 2014).

Para la colocación automática del sello en la esquina superior derecha, deben respetarse las siguientes características según se expone en la *Guía para profesionales del APC* (CFIA, 2014):

- Dejar un margen de 2x2 cm, medidos del borde de la lámina al cajetín, en la esquina superior derecha. Si el profesional no respeta este margen, la ubicación del sello quedará corrida.
- En la parte superior del cajetín se deberá dejar un espacio libre de 10 x 30 cm para colocar el sello del CFIA.

Figura 5. Especificación para espacio de sellado del plano



Fuente: [CFIA](#), 2014.

Cabe destacar que este proceso de diseño y mapeo se ejecutó en conformidad con las normativas nacionales de Costa Rica, tomando en cuenta los aspectos técnicos correspondientes, que reúnen las directrices establecidas por las autoridades pertinentes.

Los resultados de los planos del trabajo se documentan del [apéndice 64](#) hasta el [apéndice A.69](#), donde se presentan los planos detallados que ilustran el recorrido y funcionamiento del sistema de distribución de agua potable.

Capítulo 4. Diseño del sistema de control

En esta sección se abarca el diseño de un sistema de control eléctrico destinado a gestionar el funcionamiento de las bombas de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua del proyecto. Para la operación de las bombas se colocaron sensores de electrodo destinados a controlar el nivel del agua en los pozos y sensores de ultrasonido para los tanques de almacenamiento. En el [capítulo 5](#) se brinda una visión más detallada de la selección de los componentes que conforman el sistema de control.

Se llevó a cabo la creación de un sistema de control eléctrico utilizando PLC y programación en diagramas de escalera, siguiendo los estándares establecidos por la norma IEC 61850. Este sistema ha sido diseñado para optimizar el proceso de llenado de los tanques en la estación de rebombeo y el reservorio, al igual que la gestión de bombas sumergibles de los pozos y las bombas de la estación de rebombeo, garantizando la operación precisa y eficiente en todos los niveles.

Los sensores de nivel para el agua en los tanques y pozos son componentes esenciales de este sistema. Implementarlos permite una medición continua y precisa de los niveles de agua, lo que facilita un control óptimo del proceso de llenado y evita cualquier posibilidad de desbordamiento o escasez.

El sistema se inicia mediante una secuencia de arranque diseñada separada del encendido del PLC; dicha secuencia pone en marcha todos los componentes necesarios para el proceso de llenado, asegurando que cada parte del sistema esté en condiciones óptimas antes de proceder con la operación de bombeo.

La puesta en marcha se ejecuta de manera gradual y controlada. Las bombas sumergibles incrementan su velocidad de funcionamiento de forma progresiva, lo que contribuye a un llenado uniforme y evita fluctuaciones bruscas en los niveles de agua.

En términos de seguridad, el sistema está equipado con protocolos de parada de emergencia. Estos protocolos se activan en caso de situaciones inesperadas, y detienen de manera rápida todas las operaciones para evitar cualquier riesgo potencial.

Además, se han habilitado modos de inicio tanto manual como automático. Los operadores pueden iniciar el proceso de llenado de manera manual en cualquier momento, según sea necesario. Como alternativa, puede iniciarse de forma automática en función de los niveles de agua detectados por los sensores y las condiciones predefinidas.

En cuanto a la parada, se han implementado las opciones de parada manual y automática para las bombas sumergibles. Los operadores tienen la capacidad de detener de manera manual las bombas y el proceso de llenado cuando lo consideren apropiado. Asimismo, el sistema está diseñado para realizar una parada automática una vez que se alcanzan los niveles de agua deseados en los tanques, garantizando un control preciso y evitando cualquier posibilidad de sobrellenado.

Programación del PLC central

En esta sección se muestra la programación del PLC central que va a gestionar las secuencias de activación de las bombas sumergibles de los pozos, también el control y visualización de estaciones en operación; además, es el encargado de activar las bombas de la estación de rebombeo para elevar el agua hasta los tanques del reservorio.

Para facilitar la programación del control del nivel del tanque de rebombeo y la gestión de los PLC de los pozos y el reservorio, se llevó a cabo una enumeración de las variables pertinentes en la [tabla 24](#). Se definió de manera clara el nombre completo de cada variable junto con su correspondiente abreviatura, esto con el objetivo de simplificar la tarea de programación y control, permitiendo una gestión de los sistemas involucrados en el proceso de rebombeo y almacenamiento de agua.

Tabla 24. Definición de entradas y salidas del PLC central, estación de rebombeo

ETR					
Entradas			Salidas		
Descripción	Abreviatura	Tipo	Descripción	Abreviatura	Tipo
Inicio del sistema	INICIO	Digital	Alarma de tanque de la ETR	AL_T1	Digital
Puesta en marcha	P-M	Digital	Encendido del sistema	ENCENDIDO	Digital
Paro de marcha	PR-M	Digital	Apagado del sistema	APAGADO	Digital
Paro de sistema	PR	Digital	Alarma de error de encendido	AL-ERR-ENCEN	Digital
Arranque de sistema	AR	Digital	Nivel de tanque al 100%	NT1-95	Digital
Sobrecarga de motor 1	SC-M1	Digital	Nivel de tanque al 80%	NT1-80	Digital
Sobrecarga de motor 2	SC-M2	Digital	Nivel de tanque al 75%	NT1-75	Digital
Sensor de nivel de tanque 1	SN-T1	Analógica	Nivel de tanque al 50%	NT1-50	Digital
Consulta de bomba MTP 51	CF-51	EHT red	Nivel de tanque al 25%	NT1-25	Digital
Consulta de bomba MTP 52	CF-52	EHT red	Nivel de tanque al 0%	NT1-0	Digital
Consulta de bomba MTP 199	CF-199	EHT red	Nivel del tanque ETR	NV-T1-ETR	EHT red
Consulta de bomba MTP 200	CF-200	EHT red	Indicador de VR1 encendido	VR-1-ENCENDIDO	EHT red
Consulta de bomba MTP 201	CF-201	EHT red	Indicador de VR2 encendido	VR-2-ENCENDIDO	EHT red
Consulta de bomba MTP 277	CF-277	EHT red	Indicador de VR1 apagado	VR-1-APAGADO	EHT red
Consulta de nivel de reservorio - tanque 1	NV-T1	EHT red	Indicador de VR2 apagado	VR-2-APAGADO	EHT red
Consulta de nivel de reservorio - tanque 2	NV-T2	EHT red	Alarma de error en el VR1	AL-VR1	EHT red
Consulta de nivel de reservorio - tanque 3	NV-T3	EHT red	Alarma de error en el VR2	AL-VR2	EHT red
Consulta de nivel de reservorio - tanque 4	NV-T4	EHT red	Indicador de MTP 51 encendido	FUNC-MTP51	Digital
Variador de frecuencia 1	VR-1	EHT red	Indicador de MTP 52 encendido	FUNC-MTP52	Digital
Variador de frecuencia 2	VR-2	EHT red	Indicador de MTP 199 encendido	FUNC-MTP199	Digital
			Indicador de MTP 200 encendido	FUNC-MTP54	Digital
			Indicador de MTP 201 encendido	FUNC-MTP55	Digital
			Indicador de MTP 277 encendido	FUNC-MTP56	Digital
			Indicador de MTP 51 - revisar	REVISAR-MTP51	Digital
			Indicador de MTP 52 - revisar	REVISAR-MTP52	Digital
			Indicador de MTP 199 - revisar	REVISAR-MTP53	Digital
			Indicador de MTP 200 - revisar	REVISAR-MTP54	Digital
			Indicador de MTP 201 - revisar	REVISAR-MTP55	Digital
			Indicador de MTP 277 - revisar	REVISAR-MTP56	Digital

Fuente: Elaboración propia.

Para la programación se utilizó el software Eco Structure de Schneider Electric, y se seleccionó el PLC TM221CE40T ([figura 47](#)) (para ver la selección de este elemento, revisar la [sección 5.3.1](#)).

El diagrama de conexión del sistema central se encuentra en el [apéndice 43](#), donde se muestra la conexión con los componentes de esta estación y la comunicación con los PLC de las otras estaciones.

La configuración de este PLC conlleva primero definir la dirección IPV4; esto con el fin de tener una dirección de comunicación con las demás estaciones. La IP seleccionada fue 192.168.1.1 (dicho ajuste se muestra en la [figura 6](#)). La interacción Ethernet de los PLC de la serie TM221 se evidencia en el [anexo 26](#), donde se presenta la comunicación entre dispositivos compatibles.

Figura 6. Configuración IPV4 para el PLC de la estación de rebombeo

Ethernet

Nombre de dispositivo: M221

Dirección IP de DHCP
 Dirección IP de BOOTP
 Dirección IP fija

Dirección IP: 192 . 168 . 1 . 1

Máscara de subred: 255 . 255 . 255 . 0

Dirección de pasarela: 192 . 168 . 1 . 251

Velocidad de transmisión: Automático

Parámetros de seguridad

- Protocolo de programación habilitado
- Protocolo EtherNet/IP habilitado
- Servidor Modbus habilitado
- Protocolo de descubrimiento automático habilitado

Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Para que este PLC se comunique con las estaciones de los pozos, el reservorio y los variadores de frecuencia VR_R1 y VR_R2, se emplean las direcciones IP con las que está registrado cada uno de los equipos. Esto se lleva a cabo por medio de la configuración de

Modbus TCP (ver [anexo 27](#)), que utiliza el protocolo TCP y numeración IP para la transmisión de datos entre cada PLC ([figura 7](#)).

Figura 7. Configuración del Modbus TCP para el PLC de la estación de rebombeo

Modbus TCP

Asignación de Modbus

Habilitado ID de unidad Registros de salida (%IWM) Registros de entrada (%QWM)

Modalidad de cliente: tabla de dispositivos remotos (máx. 16)

Habilitar Modbus TCP IOScanner

Dirección IP Genérico Unidad ATV12 Predefinido ATS22 Altistart

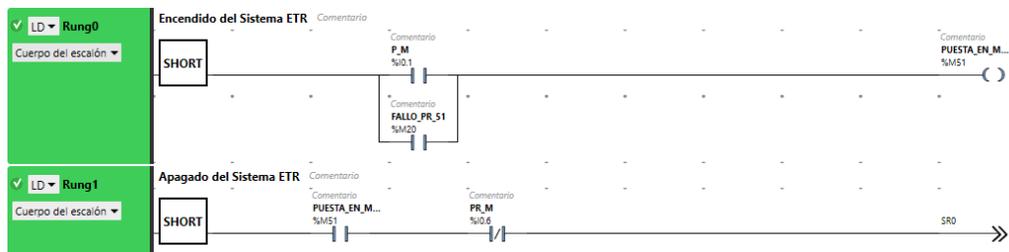
ID	Nombre	Dirección	Tipo	Índice	Dirección IP	Time...	Restablecer var...	Explora...	Inic s...	Peticiones L...	ID de...	Canales
0	MTP 51		Generic device	1	192.168.1.2	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
1	MTP 52		Generic device	2	192.168.1.3	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
2	MTP 199		Generic device	3	192.168.1.4	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
3	MTP 200		Generic device	4	192.168.1.5	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
4	MTP 201		Generic device	5	192.168.1.6	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
5	MTP 277		Generic device	6	192.168.1.7	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
6	RSV		Generic device	7	192.168.1.8	10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
7	VR_1	%DRV0	<input checked="" type="radio"/> ATV630_ETH_DIRE	8	192.168.1.9	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	...	255	...
8	VR_2	%DRV1	<input checked="" type="radio"/> ATV630_ETH_DIRE	9	192.168.1.10	10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	...	255	...

Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Después de esta configuración del PLC, se procede a programar la puesta en marcha, que permite encender el sistema. Para esto se programó el inicio del sistema por medio del botón P_M, que activa la tarea SR0, como se ilustra en la [figura 8](#). Lo anterior se lleva a cabo con un botón de AR que enciende un led (diodo emisor de luz) de color verde para la salida “Encendido” y un botón PR de “Apagado” que activa un led de color rojo. Y en caso de que un operario presione los botones anteriores de manera simultánea habilitará la salida AL_ERROR_ENCEN con un led de color amarillo (dicha programación se encuentra en el [apéndice A.18](#)).

Para entender los indicadores de inicio de sistema por medio de luces, ver el diagrama de conexión en el [apéndice A.45](#).

Figura 8. Programación de puesta en marcha del sistema del PLC central



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Seguido se configuró el escalamiento para la lectura del sensor ultrasónico que mide el nivel del agua del tanque de rebombeo (ver selección en la [sección 5.4](#)); dicho sensor genera una señal analógica. Y dado que se necesita un módulo de entradas analógicas externo, se utilizó el módulo TM3AI8/G (ver selección en la [sección 5.3.1.1](#)).

Para hacer una lectura adecuada del valor del sensor, es necesario realizar un escalado del sensor por medio de la fórmula de la línea recta (ver [ecuación 10](#) y [ecuación 11](#)). Además, los valores de amperaje que genera la señal del sensor son de 4mA a 20mA (ver [anexo 47](#)), por lo que se ajusta la entrada analógica en ese rango de lectura, con una resolución de datos de un mínimo 0 y un máximo de 1000 para que las operaciones sean más sencillas, como se muestra en la [figura 9](#).

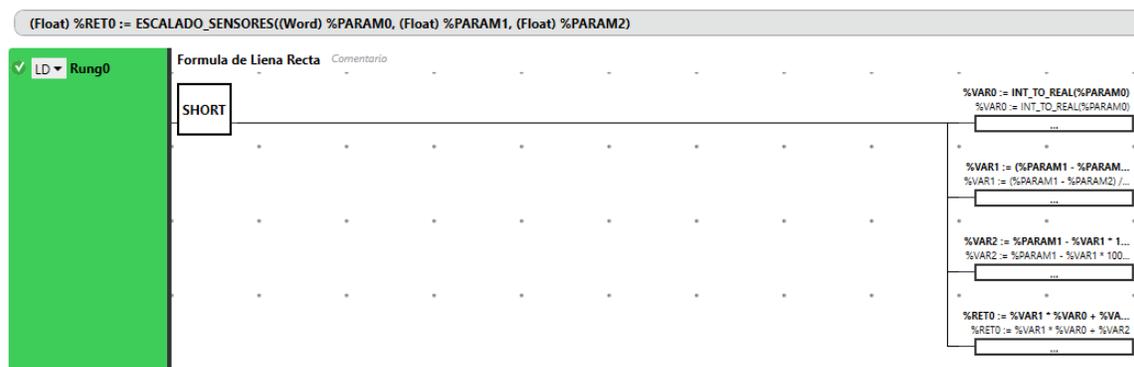
Figura 9. Configuración de entrada analógica para lectura del sensor

Entradas analógicas									
Utiliz...	Dirección	Símbolo	Tipo	Ámbito	Mínimo	Máximo	Filtro	Unidad d...	Muestreo
<input checked="" type="checkbox"/>	%IW1.0	SN_T1	4 - 20 mA	Normal	0	1000	0	x 10 ms	1 ms/canal
<input type="checkbox"/>	%IW1.1		No se utiliza	No se utiliza	0	0	0	x 10 ms	1 ms/canal
<input type="checkbox"/>	%IW1.2		No se utiliza	No se utiliza	0	0	0	x 10 ms	1 ms/canal
<input type="checkbox"/>	%IW1.3		No se utiliza	No se utiliza	0	0	0	x 10 ms	1 ms/canal
<input type="checkbox"/>	%IW1.4		No se utiliza	No se utiliza	0	0	0	x 10 ms	1 ms/canal
<input type="checkbox"/>	%IW1.5		No se utiliza	No se utiliza	0	0	0	x 10 ms	1 ms/canal
<input type="checkbox"/>	%IW1.6		No se utiliza	No se utiliza	0	0	0	x 10 ms	1 ms/canal
<input type="checkbox"/>	%IW1.7		No se utiliza	No se utiliza	0	0	0	x 10 ms	1 ms/canal

Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Seguido se programó el escalado del sensor por medio de la función que se presenta en la [figura 10](#); dicha función está compuesta de objetos de memoria (ver [anexo 23](#)). Se utiliza una palabra %MW para la lectura de la corriente del sensor, y una variable de punto flotante %MF para el dato de salida de la recta. Esto se generó por medio de una función definida (ver [anexo 33](#)). Por consiguiente, la medida realizada se puede interpretar como un dato de altura en metros.

Figura 10. Escalado de lectura del sensor de nivel



Fuente: Elaboración propia/Eco Structure.

Por lo anterior se programó una serie de leds para conocer el nivel del agua en el tanque, de manera que los operarios puedan visualizarlo en tiempo real. Estos leds indican el porcentaje de llenado en los siguientes niveles: 10%, 25%, 50%, 75%, 80% y 95% (para el indicador de cada led, ver [apéndice A.46](#)).

En la [figura 11](#) se muestra la programación para la activación de la lectura del sensor por medio de la ejecución de la tarea SR1, la cual primero escanea la corriente del sensor y realiza el escalamiento que se muestra en la [figura 10](#); luego compara el valor obtenido para

identificar el nivel de llenado en donde se encuentra el agua. Dicha configuración se encuentra en el [apéndice A.20](#).

Posterior a dicha acción, se puede modular la velocidad de las bombas con los variadores de frecuencia con dicha referencia de nivel, y así evitar sobrellenados.

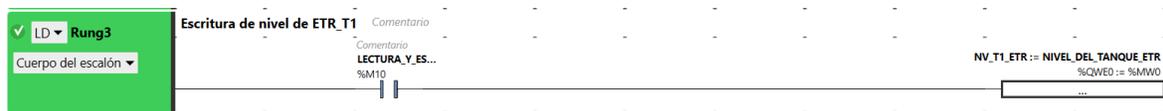
Figura 11. Programación del nivel de llenado del tanque de ETR



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Por consiguiente, se programaron las variables con las que se transmitirán los datos de los valores de nivel de los sensores a los PLC de los pozos, ya que en el [apéndice A.20](#) se definen los porcentajes de nivel de agua del tanque en palabras %MW (ver [anexo 23](#)), que luego se sobrescriben en una variable de objeto de red de salida %QWE (ver [anexo 24](#)), la cual permite transmitir ese dato a los demás PLC, como se presenta en la [figura 12](#). Esto se efectúa en intervalos de cinco segundos (5 s) para no saturar la red de comunicación con muchos datos (ver configuración completa en el [apéndice 19](#)).

Figura 12. Programación de variable de red, nivel de tanque de ETR



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

La lectura de información proveniente de los otros PLC se realiza mediante la variable de objeto de red de entrada %IWE (ver [anexo 24](#)), que permite la lectura en este caso de los porcentajes de llenado en tiempo real de los tanques del reservorio y confirmaciones de los

pozos. De igual manera, la consulta se realiza cada 5 s por medio de un temporizador de pulso (ver [anexo 30](#)).

La confirmación de funcionamiento de los pozos se realiza mediante la lectura de las entradas %IWE, como se muestra en la [figura 13](#), para después poder realizar una secuencia de activación de las bombas de los pozos con los que estén en operación en ese momento. Adicionalmente, se realiza la lectura de los niveles de los tanques del reservorio para luego poder modular la velocidad de los variadores de frecuencia VR_1 y VR2 y de esa forma elevar el agua hasta los tanques de RSV (ver programación completa en el [apéndice A.19](#)).

Figura 13. Lectura de los objetos de red, niveles de los tanques del reservorio



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

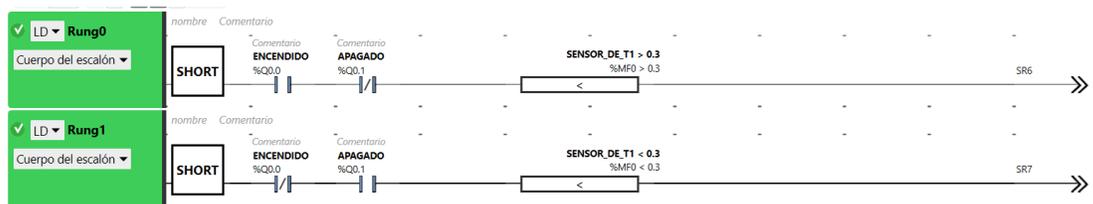
La conducción de la comunicación entre los variadores de frecuencia (VR) se realiza por medio de la transmisión de datos del PLC, a través de la conexión Ethernet (ver [anexo 25](#)). Para encender los variadores se utilizó la programación de la [figura 14](#), la cual confirma que el nivel del agua del tanque de ETR sea superior al 10%; entonces se empleará la tarea SR6 para arrancar el variador. En caso de ser menor a ese porcentaje, se ejecutará la tarea SR7 para apagar el variador.

La tarea SR6 es la que enciende los VR por medio del comando %MC_POWER_ATV (ver [anexo 34](#)), lo que permite poner a funcionar los VR y después poder enviarles otro comando para la gestión de velocidad. Esta programación se muestra en

el [apéndice A.27](#). Además, se cuenta con una alerta de error en caso de que el sistema falle a la hora de encender.

La tarea SR7 es la que emplea el comando %MC_STOP_ATV (ver [anexo 35](#)) para detener los VR. Este comando inicia el proceso de apagado gradual del sistema del VR con el propósito de prevenir problemas relacionados con el flujo de agua. La secuencia de apagado está ilustrada en el [apéndice A.28](#). También cuenta con una alerta en caso de que ocurra un fallo en el apagado.

Figura 14. Programación de encendido y apagado del variador de frecuencia



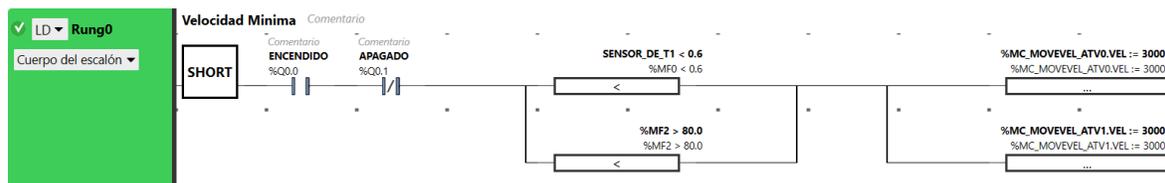
Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Con respecto a la configuración de la velocidad de los VR, se activa el bloque de comandos %MC_MOVEVEL_ATV (ver [anexo 36](#)), el cual activa la detección de instrucciones de velocidad a través de magnitudes de revoluciones por minuto (rpm) de acuerdo con cada motor. La activación del bloque de comandos de control de velocidad se encuentra en el [apéndice A.29](#).

La velocidad de los variadores depende del nivel global del agua de los tanques del reservorio RSV (ver [apéndice 24](#)) y nivel del tanque presente en ETR (ver [apéndice A.20](#)). Se realiza de acuerdo las condiciones descritas en el [apéndice A.41](#), donde se relacionan dichos niveles para un funcionamiento óptimo de las bombas, de manera que el tanque de ETR no se quede sin agua para bombear o bien no haya sobrellenado en los tanques de RVS.

Por lo anterior se programaron rangos de velocidades mínima, media y máxima, por medio de la función %MC_MOVEVEL_ATVi.VEL (ver [anexo 36](#)). Dichos rangos se relacionan a los datos de cada bomba y variadores seleccionados. La programación de la velocidad mínima se muestra en la [figura 15](#) (para la parametrización de todos los rangos de velocidades, ver [apéndice A.25](#)).

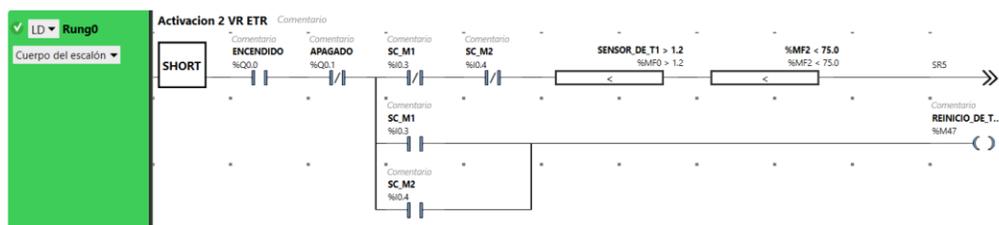
Figura 15. Programación del accionamiento del VR en la ETR



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

De igual manera que se controla la velocidad de las bombas, se activa una o dos bombas según los niveles de agua en las estaciones, contemplados en el [apéndice A.41](#). Además, las bombas operan por turnos de 3 horas –a no ser que alguna experimente un fallo en el motor o variador–. En la [figura 16](#) se muestran las condiciones para la activación de la secuencia de dos bombas (para la topología completa de programación de activación de las bombas, ver [apéndice A.24](#)).

Figura 16. Lectura de las variables de objetos de red, confirmación

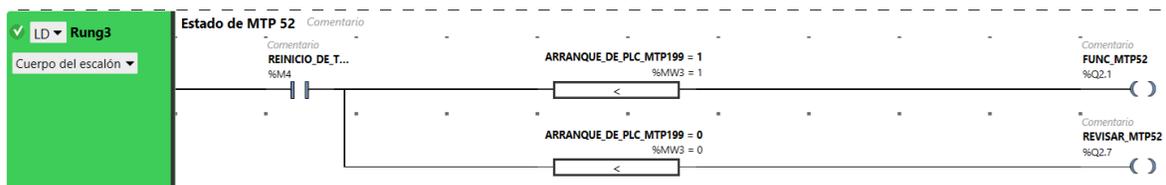


Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

En el caso de la activación de dos bombas, se iniciará la tarea SR5 con la secuencia para operación de las dos bombas de la estación de rebombeo. Pero en el caso de que se active una sola bomba se ejecuta la tarea SR3, donde se alterna la operación de las bombas (esta configuración se ilustra en el [apéndice A.26](#)). Y si las condiciones actuales no permitieran bombear agua, se aplicará la tarea SR7 para detener los VR de dichas bombas (esto está presente en el [apéndice A.28](#)).

Por otro lado, para la activación de las bombas de los pozos se consulta el estado actual de las estaciones, por medio de los objetos de red %IWE (ver [anexo 24](#)), provenientes de los PLC de los pozos, como se puede observar en la [figura 17](#). Dicha programación se presenta en el [apéndice A.19](#). Asimismo, se utilizaron indicadores por medio de leds para la visualización de las estaciones en funcionamiento (ilustrados en el [apéndice A.46](#)), y se programó según la configuración del [apéndice A.23](#).

Figura 17. Programación de visualización de funcionamiento de los pozos



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

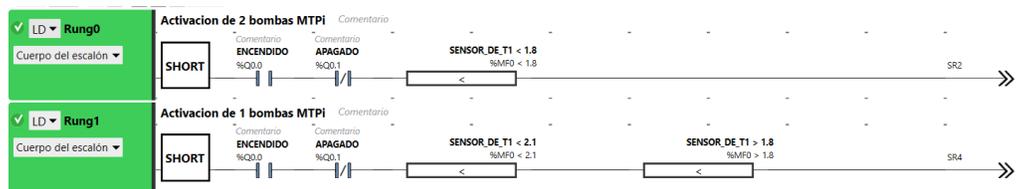
Lo anterior se realiza para gestionar la activación de una o dos bombas de acuerdo con los niveles del tanque de la estación de rebombeo, como se muestra en el [apéndice 42](#).

Por consiguiente, se programaron dos secuencias para la activación de las bombas de los pozos, como exhibe la [figura 18](#). En el caso de activación de las dos bombas, se ejecutará la tarea SR2; y si se trata de una única bomba, se aplicará la tarea S4.

La tarea SR2 consiste en una secuencia que va turnando dos bombas de las seis presentes en los pozos hasta que transcurra el tiempo de operación o hasta que alguna presente algún fallo; esto por medio de un contador que va gestionando todas las bombas. La programación de la secuencia de dos bombas en funcionamiento puede apreciarse en el [apéndice A.21](#).

La tarea SR4 es para la ejecución de una sola bomba en operación y alternando entre las seis bombas cada 3 horas, o sustituyendo aquella bomba que sufra algún inconveniente de trabajo. La configuración de esta secuencia se provee en el [apéndice A.22](#).

Figura 18. Programación de la secuencia de activación de las bombas de los pozos



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Programación de los PLC para los pozos

En esta sección se presenta la programación de los PLC de los pozos que van a administrar la activación de las bombas sumergibles de cada pozo de manera individual dependiendo de las ordenes que transmita el PLC central; también el control y visualización de funcionamiento en cada estación específica. Además, es el encargado de tomar el nivel del agua de los pozos.

Para comprender la programación del control de los pozos, se enumeraron las variables presentadas en la [tabla 25](#), que contienen el nombre completo de cada variable junto con su respectiva abreviatura. De este modo se facilita la tarea de programación y gestión de los sistemas involucrados en el proceso de bombeo de los pozos.

Tabla 25. Definición de entradas y salidas para PLC de los pozos

MTP 51					
Entradas			Salidas		
Descripción	Abreviatura	Tipo	Descripción	Abreviatura	Tipo
Inicio del sistema	INICIO	Digital	Nivel de pozo MTP 51	NP_MTP51	Digital
Puesta en marcha	P_M	Digital	Encendido del sistema	ENCENDIDO	Digital
Paro	PR	Digital	Apagado del sistema	APAGADO	Digital
Variador de frecuencia 1	VR_1	EHT red	Alarma de error de encendido	AL_ERR_ENCENDIDO	Digital
Activar variador MTP1	ACTV_VR_MTP51	EHT red	Variador encendido	VR_MTP51_ENCENDIDO	EHT Red
Sobrecarga motor 1	SC_M1	Digital	Variador apagado	VR_MTP51_APAGADO	EHT Red
Consulta de bomba MTP 52	CF_52	EHT red	Alarma de error del variador	AL_VR_MTP51	EHT Red
Consulta de bomba MTP 199	CF_199	EHT red	Confirmación de funcionamiento	CF_52	EHT Red
Consulta de bomba MTP200	CF_200	EHT red			
Consulta de bomba MTP 201	CF_201	EHT red			
Consulta de bomba MTP 277	CF_277	EHT red			
Consulta nivel tanque 1 ETR	NV_T1_ETR	EHT red			

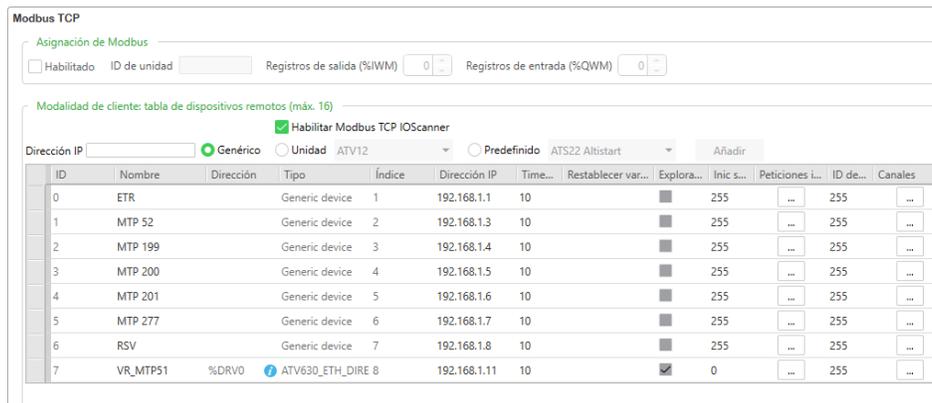
Fuente: Elaboración propia.

Para empezar con la programación de los PLC de los pozos se seleccionó el PLC TM221CE16T (ver [figura 50](#)) (para conocer más sobre esta elección, consultar la [sección 5.3.2](#)).

En la configuración de estos PLC se definieron las direcciones IPV4 de la número 192.168.1.2 para el MTP51, hasta la 192.168.1.7 para el MTP 277. Esta configuración se realiza de la misma forma que para el PLC central, como se muestra en la [figura 6](#), con la dirección de pasarela 192.168.1.251.

Para que este PLC se comunique con las demás estaciones de los pozos, el reservorio y el variador de frecuencia VR_MTP51, se anota en la configuración de Modbus TCP, con el protocolo TCP y numeración IP, de manera similar a la estación de rebombeo ETR en cuanto a la transmisión de datos entre PLC. Esta lista se muestra en la [figura 19](#).

Figura 19. Configuración del Modbus TCP para el PLC del pozo MTP 51



Modbus TCP

Asignación de Modbus

Habilitado ID de unidad Registros de salida (%IWM) Registros de entrada (%QWM)

Modalidad de cliente: tabla de dispositivos remotos (máx. 16)

Habilitar Modbus TCP IOScanner

Dirección IP Genérico Unidad ATV12 Predefinido ATS22 Altistart

ID	Nombre	Dirección	Tipo	Índice	Dirección IP	Time...	Restablecer var...	Explora...	Inic s...	Peticiones i...	ID de...	Canales
0	ETR		Generic device	1	192.168.1.1	10		<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
1	MTP 52		Generic device	2	192.168.1.3	10		<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
2	MTP 199		Generic device	3	192.168.1.4	10		<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
3	MTP 200		Generic device	4	192.168.1.5	10		<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
4	MTP 201		Generic device	5	192.168.1.6	10		<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
5	MTP 277		Generic device	6	192.168.1.7	10		<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
6	RSV		Generic device	7	192.168.1.8	10		<input type="checkbox"/>	255	...	255	...
7	VR_MTP51	%DRV0	ATV630_ETH_DIRE	8	192.168.1.11	10		<input checked="" type="checkbox"/>	0	...	255	...

Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

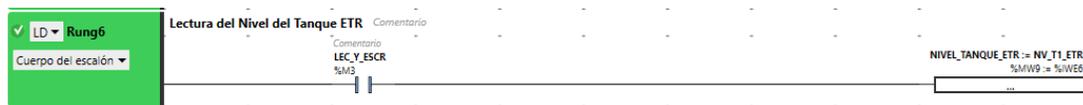
La topología de configuración de encendido del sistema del PLC es similar a la del PLC maestro de la [figura 8](#), con la variación de contar con un arranque automático a partir de una señal enviada por el PLC central (esto se muestra en el [apéndice A.30](#), con indicadores de leds de funcionamiento en el [apéndice A.45](#)).

Para la medición de nivel de agua del pozo se seleccionaron sensores de electrodo con contactor (ver [figura 54](#); la selección de este elemento se encuentra en la [sección 5.6](#)). Este sensor produce una señal digital; por ello no hay que realizar un escalonado. Esto significa que el sensor se va a posicionar a una profundidad específica dependiendo de cada pozo; entonces, cuando el agua consumida baje más allá de ese punto, ese pozo se dejará llenar de forma natural hasta llegar a una altura de agua mayor, con indicadores led para visualizar estas condiciones como se ilustra en el [apéndice A.46](#).

Además del nivel de cada pozo se consulta el dato de llenado del tanque del ETR, por lo que se realiza la lectura del nivel mediante la variable de objeto de red de entrada %IWE (ver [anexo 23](#)) proveniente del PLC central. Esta programación se proporciona en la [figura](#)

[20](#) (para la configuración completa de la comunicación con las demás estaciones, ver el [apéndice A.31](#)).

Figura 20. Lectura de los objetos de red, nivel del tanque de ETR

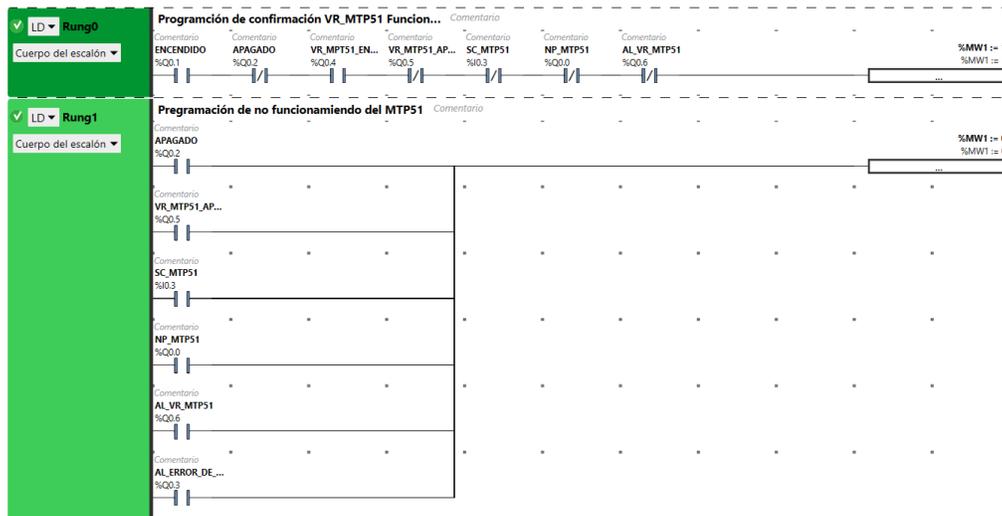


Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

También se revisa la confirmación del funcionamiento de los pozos para saber si la secuencia de los pozos está corriendo o bien si hay algún fallo; para ello se programó de igual manera que para el PLC central la secuencia presente en la [figura 16](#).

Para transmitir información entre las estaciones se programó la confirmación de funcionamiento de los pozos; en este caso se muestra el procedimiento seguido por el pozo MTP 51, que consulta el funcionamiento del variador de frecuencia VR_MTR51, la sobrecarga SC_MTP51, y la puesta en marcha del sistema por las salidas de “Encendido” y “Apagado”. El resultado de la confirmación se guarda en una palabra %MW (ver [anexo 23](#)) y se transmite a las demás estaciones por medio de un objeto de red %QWE (ver [anexo 24](#)) para que pueda ser leída. Esto se muestra en la [figura 21](#).

Figura 21. Programación de variable de red, estado de funcionamiento del pozo



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Por ende, se procede a sobrescribir la información de la confirmación del pozo en un objeto de red %QWE (ver [anexo 24](#)); se realiza en intervalos de 5 s para no saturar la red de datos. Esta programación se presenta en la [figura 22](#) (para la configuración completa de la comunicación con las demás estaciones, ver [apéndice A.31](#)).

Figura 22. Escritura del objeto de red, funcionamiento del pozo MTP51



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

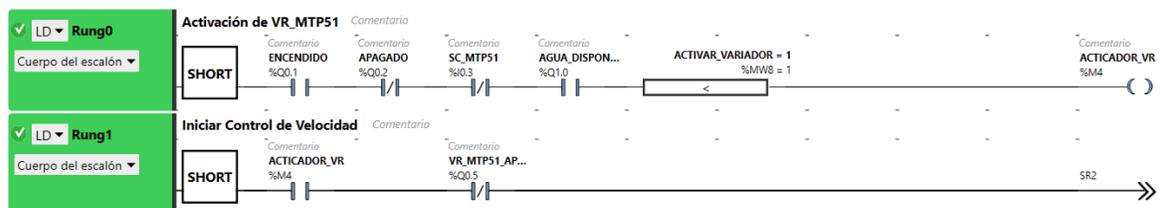
Además, el PLC se encarga del control del variador de frecuencia del pozo en turno, por lo que cuenta con una configuración similar de encendido y apagado de los variadores del PLC central, como se muestra en la [figura 13](#). El encendido de los variadores está disponible en el [apéndice A.32](#) y la opción de apagado se ilustra en el [apéndice A.35](#).

Para el control de velocidad del VR se toman en cuenta las condiciones del nivel del agua del tanque de la estación de rebombeo que se exponen en el [apéndice A.42](#); además, para activar el control de velocidad del VR se necesita la señal de activación proveniente del PLC central y la verificación de agua disponible en el pozo, como se ilustra en la [figura 23](#). Esta programación se presenta en el [apéndice A.34](#).

La tarea SR2 es la encargada de encender el bloque de comandos de velocidad del variador, como se muestra en el [apéndice A.36](#).

A través de la configuración en el [apéndice A.34](#) se ejecutan los rangos de velocidad de la bomba: dependiendo del nivel del agua en ETR, se tiene un rango mínimo en la tarea SR3, un rango medio en la tarea SR4 y un rango máximo en la tarea SR5. Dichas tareas se encuentran en el [apéndice A.36](#).

Figura 23. Configuración del variador de frecuencia de los pozos



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Programación del PLC para el reservorio

En este acápite se exhibe la programación del PLC que supervisa el nivel de los tanques del reservorio y transmite la información del nivel de agua de dichos tanques al PLC central.

Para comprender las variables utilizadas en la programación del control de los tanques del reservorio se debe revisar la [tabla 26](#), donde se muestra el nombre completo para cada variable y se adjunta su abreviatura correspondiente, con el fin de simplificar la programación

y la administración de los sistemas implicados en el proceso de medición de llenado de los tanques.

Tabla 26. Definición de entradas y salidas para PLC del reservorio

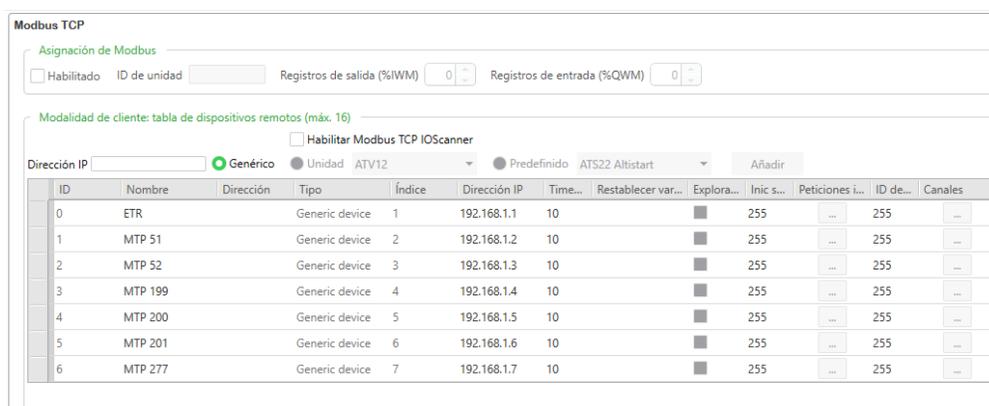
RSV					
Entradas			Salidas		
Descripción	Abreviatura	Tipo	Descripción	Abreviatura	Tipo
Inicio del sistema	INICIO	Digital	Encendido del sistema	ENCENDIDO	Digital
Puesta en marcha	P-M	Digital	Apagado del sistema	APAGADO	Digital
Paro de sistema	PR	Digital	Alarma de error de encendido	AL-ERR-ENCEN	Digital
Sensor de nivel de tanque 1	SN-T1	Analógica	Nivel de tanque 1 al 100%	NT1-100	Digital
Sensor de nivel de tanque 2	SN-T2	Analógica	Nivel de tanque 1 al 80%	NT1-80	Digital
Sensor de nivel de tanque 3	SN-T3	Analógica	Nivel de tanque 1 al 75%	NT1-75	Digital
Sensor de nivel de tanque 3	SN-T3	Analógica	Nivel de tanque 1 al 50%	NT1-50	Digital
Arranque automático	ARRAQUE-RSV	EHT Red	Nivel de tanque 1 al 25%	NT1-25	Digital
			Nivel de tanque 1 al 0%	NT1-0	Digital
			Nivel del tanque 1 RVS	NV-T1-RVS	EHT red
			Nivel de tanque 2 al 100%	NT2-100	Digital
			Nivel de tanque 2 al 80%	NT2-80	Digital
			Nivel de tanque 2 al 75%	NT2-75	Digital
			Nivel de tanque 2 al 50%	NT2-50	Digital
			Nivel de tanque 2 al 25%	NT2-25	Digital
			Nivel de tanque 2 al 0%	NT2-0	Digital
			Nivel del tanque 2 RVS	NV-T2-RVS	EHT red
			Nivel de tanque 3 al 100%	NT3-100	Digital
			Nivel de tanque 3 al 80%	NT3-80	Digital
			Nivel de tanque 3 al 75%	NT3-75	Digital
			Nivel de tanque 3 al 50%	NT3-50	Digital
			Nivel de tanque 3 al 25%	NT3-25	Digital
			Nivel de tanque 3 al 0%	NT3-0	Digital
			Nivel del tanque 3 RVS	NV-T3-RVS	EHT red
			Nivel de tanque 4 al 100%	NT4-100	Digital
			Nivel de tanque 4 al 80%	NT4-80	Digital
			Nivel de tanque 4 al 75%	NT4-75	Digital
			Nivel de tanque 4 al 50%	NT4-50	Digital
			Nivel de tanque 4 al 25%	NT4-25	Digital
			Nivel de tanque 4 al 0%	NT4-0	Digital
			Nivel del tanque 4 RVS	NV-T4-RVS	EHT red

Fuente: Elaboración propia.

El PLC seleccionado para RSV es el mismo que controla los pozos. Para el ajuste de dicho PLC se definió la dirección IPV4 192.168.1.8, y se realiza de la misma forma que con el PLC central, como se muestra en la [figura 6](#), con la dirección de pasarela 192.168.1.251.

Para que este PLC se comunice con las demás estaciones se consigna en la parametrización de Modbus TCP (ver [figura 24](#)) por medio de la numeración IP, de manera análoga a la estación de rebombeo ETR, para la transmisión de datos entre los PLC.

Figura 24. Configuración del Modbus TCP para el PLC del RSV



The screenshot shows the 'Modbus TCP' configuration window. It includes options for 'Asignación de Modbus' (Habilitado, ID de unidad, Registros de salida (%IWM), Registros de entrada (%QWM)), 'Modalidad de cliente' (tabla de dispositivos remotos (máx. 16)), and 'Habilitar Modbus TCP IOScanner'. Below these is a table of devices with columns for ID, Nombre, Dirección, Tipo, Índice, Dirección IP, Time..., Restablecer var..., Explora..., Inic s..., Peticiones l..., ID de..., and Canales.

ID	Nombre	Dirección	Tipo	Índice	Dirección IP	Time...	Restablecer var...	Explora...	Inic s...	Peticiones l...	ID de...	Canales
0	ETR		Generic device	1	192.168.1.1	10		■	255	...	255	...
1	MTP 51		Generic device	2	192.168.1.2	10		■	255	...	255	...
2	MTP 52		Generic device	3	192.168.1.3	10		■	255	...	255	...
3	MTP 199		Generic device	4	192.168.1.4	10		■	255	...	255	...
4	MTP 200		Generic device	5	192.168.1.5	10		■	255	...	255	...
5	MTP 201		Generic device	6	192.168.1.6	10		■	255	...	255	...
6	MTP 277		Generic device	7	192.168.1.7	10		■	255	...	255	...

Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

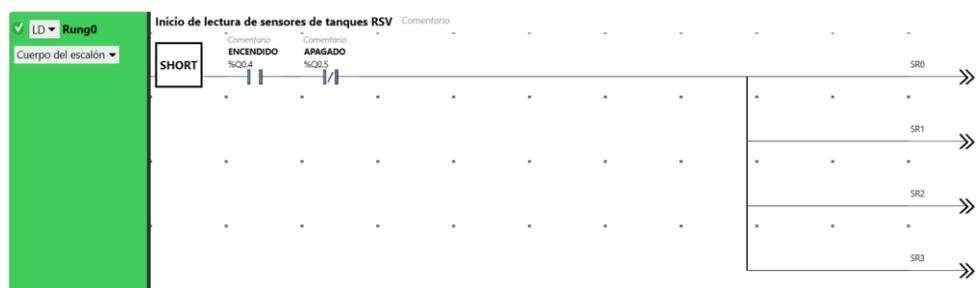
El encendido del sistema tiene la misma configuración que los PLC de los pozos, mientras la puesta en marcha del sistema es idéntica a dicho PLC (ver [apéndice A.37](#)). Por otra parte, se tiene la conexión que se muestra en el diagrama del [apéndice A.26](#).

Para el escalamiento de la lectura de los sensores de nivel seleccionados en la [sección 5.6](#), dichos sensores son analógicos; entonces necesitan un módulo para entradas analógicas externas. Por esta razón se utilizó el TM3AI4/G (ver selección en la [sección 5.3.2.1](#)). En esta lectura se empleó la ecuación de la línea recta (ver [ecuación 9](#) y [ecuación 10](#)); también se configura la lectura de la entrada para 4mA a 20mA y la función del escalado del sensor es la misma que en el programa de la ETR que se ve en la [figura 9](#).

Para este PLC también se utilizó una serie de leds para conocer el nivel del agua en el tanque dependiendo del nivel del agua (ver [apéndice A.47](#)). Se utilizaron los mismos porcentajes que para el tanque de la ETR.

En la [figura 25](#) se muestra la programación de inicio de escaneo de los sensores para todos los tanques, donde se activan las tareas SR0 hasta la SR3, que tienen la misma topología, por lo que solo se muestra la programación del tanque 1 ([apéndice A.38](#)). Estos niveles se escriben en una palabra %QWE (ver [anexo 24](#)).

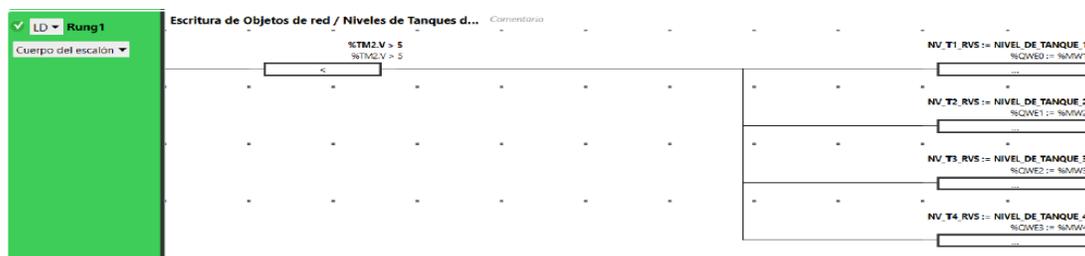
Figura 25. Programación del nivel de llenado del tanque 1 del reservorio



Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Por ende, se programaron las variables de objetos de red de salida %QWE (ver [anexo 24](#)) para la transmisión de los datos, de los niveles de los sensores a la estación de rebombeo, como se muestra en la [figura 26](#). Esto se lleva a cabo en intervalos de 5 s para no saturar la red de comunicación con muchos datos (ver la configuración completa en [apéndice A.39](#)).

Figura 26. Programación de variables de red, nivel de los tanques del reservorio



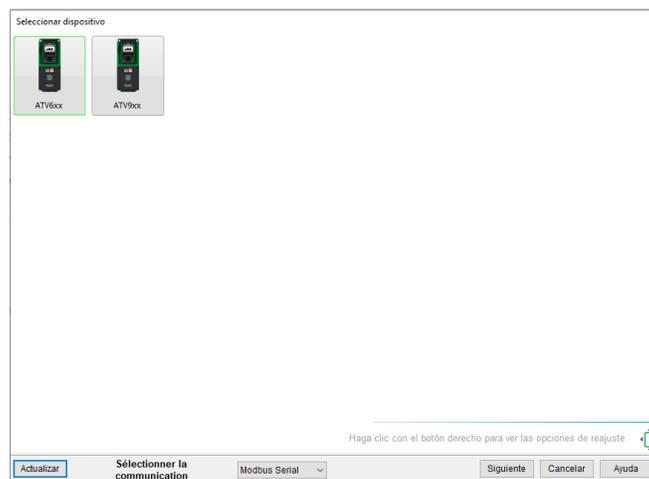
Fuente: Elaboración propia/[Eco Structure](#).

Programación del variador de frecuencia

Para la programación de los variadores de frecuencia de los pozos y estación de rebombeo se utilizó el software SoMove de Schneider Electric: herramienta de configuración y gestión para dispositivos eléctricos y electrónicos que se emplea en sistemas de automatización industrial y control de motores. En el caso de este proyecto, se utilizó para gestionar los variadores de frecuencia.

Para configurar los variadores primero se selecciona el modelo del dispositivo a administrar; en el caso del proyecto se optó por los variadores de la serie ATV630 (para conocer más sobre la selección, revisar la [sección 5.4](#)). En la [figura 27](#) se muestra la elección del variador en el software.

Figura 27. Elección del modelo de variador en el software

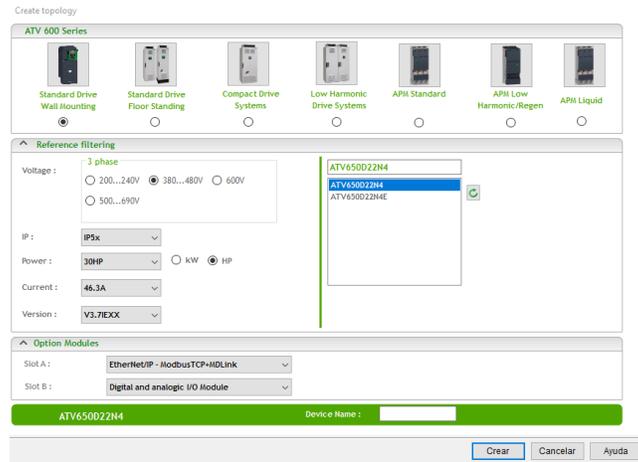


Fuente: Elaboración propia/[SoMove](#).

Luego de escoger el modelo del variador, se configuran los valores de potencia y amperaje del motor a manejar; además, se selecciona el variador específico y se elige el tipo de conexión con la que se comunica con el PLC u otro dispositivo compatible (para este caso,

es el protocolo TCP por cable Ethernet). Asimismo, las entradas y salidas de la información en este caso son de tipo digital. Todo esto se presenta en la [figura 28](#).

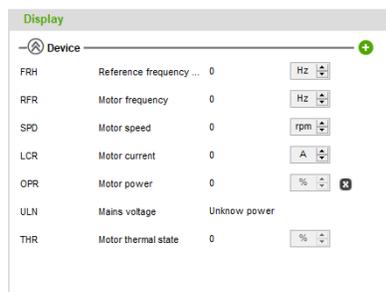
Figura 28. Configuración de tipo de comunicación y valores generales del motor



Fuente: Elaboración propia/[SoMove](#).

Para tener detalles en la pantalla del variador, se configuran las unidades de los valores a conveniencia: velocidad, frecuencia, entre otras, para visualizar los datos relevantes. En la [figura 29](#) se ilustra este ajuste para facilitar la lectura de la información.

Figura 29. Configuración del display del variador



Fuente: Elaboración propia/[SoMove](#).

En la [figura 30](#) se presenta la configuración del tipo de conexión del variador con el motor a gestionar (ver [anexo 37](#)). El ajuste de la frecuencia a la que trabaja la mayoría de los

motores en nuestro país es 60Hz; en el caso del presente proyecto también se selecciona dicha frecuencia. En cuanto al valor de la frecuencia máxima, se parametriza para la velocidad más alta y la velocidad mínima, y el tiempo de aceleración y desaceleración (ver [anexo 36](#)).

Figura 30. Configuración de conexión y frecuencias

Settings		
Device		
TCC	2/3-wire control	2-wire control
BFR	Motor Standard	50Hz motor freq
IPL	Input Phase Loss assignment	Freewheel stop
TFR	Max frequency	60 Hz
ACC	Acceleration ramp time	10 s
DEC	Deceleration ramp time	10 s
LSP	Low speed	0 Hz
HSP	High speed	50 Hz
FR1	Configuration reference frequ...	All Analog input

Fuente: Elaboración propia/[SoMove](#).

Para tener un control adecuado del motor con el variador es necesario ingresar los datos de la placa (tales como el voltaje, el amperaje, la velocidad y la rotación de dicho motor) como se muestra en la [figura 31](#), de acuerdo con las condiciones del funcionamiento del dispositivo a gestionar. Para conocer la conexión de la rotación del motor, revisar [anexo 38](#).

Figura 31. Configuración de datos de operación del motor

Motor		
NPR	Nominal motor power	22 kW
UNS	Nominal motor voltage	400 V
NCR	Nominal motor current	41.7 A
FRS	Nominal motor frequency	50 Hz
NSP	Nominal motor speed	1460 rpm
STUN	Tune selection	Default
PHR	Output phase rotation	A - B - C phase
ITH	Motor Thermal current	41.7 A

Fuente: Elaboración propia/[SoMove](#).

Para la configuración del variador de la dirección IPV4, con el fin de tener una dirección de comunicación, se selecciona la IP para el dispositivo, la cual solo se puede

modificar si se tiene el variador físico conectado al SoMove. También es necesario ingresar la dirección para el PLC que envía los comandos al variador con la del PLC central, que es la IP 192.168.1.1. Esta configuración se muestra en la [figura 32](#).

Figura 32. Configuración TCP y numeración IPV4

Generic Ethernet Settings

① In Schneider Electric M580/BME NOC-based architectures, the IP assignment mode and IP address are set by the master M580/BME NOC DTM.
 ② The updated IP settings will become active following a device restart.

— IP Address —

Device name:	VR_1	
IP assignment mode:	DHCP	Select the IP address assignment method
IP address:	0 . 0 . 0 . 0	
Subnet mask:	0 . 0 . 0 . 0	
Gateway address:	0 . 0 . 0 . 0	
Rate setting:	Auto detected	Rate and data setting
Storm protection:	1 (Highest)	
Swap word order	Modbus Word Order ON	

⊗ IP Master

Enable IP Master	Enabled
IP master address 1:	192 . 168 . 1 . 1
IP master address 2:	0 . 0 . 0 . 0
IP master address 3:	0 . 0 . 0 . 0

Fuente: Elaboración propia/[SoMove](#).

Capítulo 5. Selección de elementos y accesorios

En este apartado se aborda la selección de los elementos y accesorios, tanto para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua en sí como para el sistema de control correspondiente. A lo largo de esta sección, se detallan los criterios y consideraciones que guiaron la selección para ambos sistemas.

Selección de tuberías

Para la elección se utilizaron los datos de diámetros comerciales de la [tabla 9](#); además, como debe cumplir con una alta resistencia a la presión, se toma en cuenta que sus propiedades sean favorables para la aplicación prevista en el proyecto. Así, se escogió tubería de PEAD de alta presión por su durabilidad, resistencia química y capacidad anticorrosiva, lo que es esencial para el transporte de líquidos a alta presión. Asimismo, su unión se realiza por medio de electrofusión, gracias a la máquina que se muestra en la [figura 33](#). De igual manera, este tipo de tubería permite realizar curvas en trayectos muy largos sin necesidad de codos, por lo que ahorra en costos.

Figura 33. Máquina de electrofusión



Fuente: [R&M](#), 2023.

El diámetro que cumple con los requerimientos de flujo del proyecto y la norma [ASTM D1693](#) se seleccionó para los diversos pozos (ver [anexo 7](#)), por lo que la clasificación de alta presión garantiza que la tubería pueda manejar las condiciones de operación sin comprometer su integridad. Esta elección se alinea con los objetivos del proyecto, brindando una solución confiable y rentable en términos de materiales y su instalación. Por lo anterior, se elige la tubería para conducción de fluidos PE-4710 de Mexichem con la norma NMX E018 CNCP, homóloga a la [ASTM D1693](#). En la [tabla 27](#) se muestra la selección de tubería para cada estación.

Tabla 27. Tubería seleccionada para cada estación

No.	Estación	PE-4710	Diámetro [in]	Cantidad [und]
1	MTP 51	RD 9	4	46
2	MTP 52	RD 9	4	5
3	MTP 199	RD 9	3	9
4	MTP 200	RD 9	3	50
5	MTP 201	RD 9	3	13
6	MTP 277	RD 9	3	14
7	INTER 1	RD 9	6	50
8	INTER 2	RD 9	4	6
9	INTER 3	7.3	6	18
10	ETR	7.3	6	69

Fuente: Elaboración propia.

Selección de accesorios para la tubería

La elección de los accesorios para la tubería PEAD de alta presión se ha realizado con el objetivo de garantizar una instalación segura, eficiente y duradera. Para ello, se seleccionó una combinación de accesorios que se alinean con las propiedades y requerimientos técnicos de la tubería y su aplicación específica.

Codo de 90 grados para tubería PEAD

Se optó por codos de 90 grados para la distribución de tuberías del sistema de abastecimiento de agua, ya que permiten realizar redirecciones perpendiculares de la tubería como la conexión de la tubería a los diferentes tanques del proyecto. La información de los diámetros de este elemento se encuentra en el [anexo 8](#). En la [tabla 28](#) se muestra la selección de los codos para cada una de las rutas de tubería y la cantidad que se utilizó.

Tabla 28. Selección de codos de 90° para las rutas de distribución de tubería

No.	Secciones	Codo diámetro [in]	Cantidad [und]
1	MTP 199 / INTER 2	3	1
2	MTP 200 / Tanque del rebombeo	3	2
3	INTER 1/Tanque de ETR	6	2
4	INTER 3 / Tanque de ETR	6	2
5	ERT / Tanques de RSV	6	8

Fuente: Elaboración propia.

Codo de 45 grados para tubería PEAD

Se seleccionaron codos de 45 grados para la distribución de tuberías, puesto que facilitan la ejecución de redirecciones cuando se necesita un cambio ligero de la trayectoria de la tubería. Las especificaciones de los diámetros de este elemento se encuentran en el [anexo 9](#). En la [tabla 29](#) se presenta la elección de codos de 45° para cada una de las rutas de tubería y la cantidad empleada.

Tabla 29. Selección de codos de 45° para las rutas de distribución de tubería

No.	Secciones	Codo diámetro [in]	Cantidad [und]
1	MTP 51 / INTER 1	4	1
2	ERT / RSV	6	1

Fuente: Elaboración propia.

Reductores de tubería PEAD

Se ha optado por la incorporación de reductores en la red de tuberías con el fin de simplificar los ajustes de diámetro requeridos para conectar diferentes segmentos de diferentes medidas. Todas las dimensiones pertinentes de estos reductores están detalladas en el [anexo 10](#). La selección de reductores para cada ruta de tubería y la cantidad empleada se encuentran disponibles en la [tabla 30](#).

Tabla 30. Selección de reductores para las rutas de distribución de tubería

No.	Secciones	Reducción [in]	Cantidad [und]
1	MTP 51 / INTER 1	6" x 4"	1
2	MTP 52 / INTER 1	6" x 4"	1
3	MTP 199 / INTER 2	4" x 3"	1
4	MTP 201 / INTER 2	4" x 3"	1
5	INTER 2 / INTER 3	6" x 4"	1
6	MTP 277 / INTER 3	6" x 4"	1
7	MTP 277 / INTER 3	4" x 3"	1
8	ETR / Bomba 45VR 3"	6" x 4"	1
9	ETR / Bomba 45VR 3"	4" x 3"	1

Fuente: Elaboración propia.

Adaptadores de tubería PEAD

Para facilitar la adaptación entre las tuberías de PEAD con los diferentes componentes como las válvulas de compuerta o unión con el sistema de bomba, se utilizan los adaptadores; las especificaciones de este elemento se encuentran en el [anexo 11](#). La selección de adaptadores para cada ruta de tubería y la cantidad empleada se presentan en la [tabla 31](#). Se necesita un adaptador para la unión con cada bomba escogida ([sección 5.2](#)) y dos adaptadores para las válvulas de compuertas designadas en la [tabla 31](#).

Tabla 31. Selección de adaptadores para las rutas de distribución de tubería

No.	Secciones	Adaptador [in]	Cantidad [und]
1	Bomba SSI 6” / MTP 51 / INTER 1	4	3
2	Bomba STS 8” / MTP 52 / INTER 1	4	3
3	Bomba STS 5” / MTP 199 / INTER 2	3	3
4	Bomba STS 5” / MTP 200 / Tanque ETR	3	3
5	Bomba STS 5” / MTP 201 / INTER 2	3	3
6	Bomba STS 5”/ MTP 277 INTER 3	3	3
7	INTER 1 / Tanque ETR	6	2
8	INTER 3 / Tanque ETR	6	2
9	Bombas 45VR 3” / ETR	3	2
10	ETR/ Tanques RVS	6	8

Fuente: Elaboración propia.

Unión tipo T para tubería PEAD

La selección de uniones de tipo T se ha llevado a cabo con el propósito de combinar las rutas para ahorrar en gastos de tubería, en cuanto a la distribución de los pozos. Las especificaciones detalladas de las dimensiones de estas uniones se encuentran en el [anexo 12](#). La [tabla 32](#) proporciona información acerca de la elección de las uniones tipo T para cada ruta de tubería y la cantidad utilizada.

Tabla 32. Selección de uniones tipo T para las rutas de distribución de tubería

No.	Sección	Unión T [in]	Cantidad [und]
1	MTP 51 / INTER 1/ MTP 52	6	1
2	MTP 199 / INTER 2 / MTP 201	4	1
3	MTP 277 / INTER3 / INTER 2	6	1

Fuente: Elaboración propia.

Válvula de compuerta

Se seleccionaron válvulas de compuerta para el control del agua a la llegada de los tanques y uniones entre los pozos; pero, además de gestionar el fluido del agua, funcionan en

caso de necesidad de mantenimiento. Por lo anterior, se eligieron las válvulas de compuerta de Kennedy Valve, mostradas en la [figura 34](#).

Figura 34. *Válvula de compuerta*



Fuente: [Kennedy Valve, 2023](#).

En la [tabla 33](#) se muestra la selección de válvulas para cada una de las secciones de tubería del proyecto (para mayor especificación de dichas válvulas, consultar [anexo 13](#)).

Tabla 33. *Selección de válvulas de compuerta para todas las secciones*

No.	Sección	Válvula	Cantidad [und]	Diámetro [in]
1	MTP 51 / INTER 1	5093ABF	1	4
2	MTP 52 / INTER 1	5093ABF	1	4
3	MTP 199 / INTER 2	5093ABF	1	3
4	MTP 200 / Tanque del rebombeo	5093ABF	1	3
5	MTP 201 / INTER 2	5093ABF	1	3
6	INTER 2 / INTER 3	5093ABF	1	3
7	MTP 277 / INTER 3	5093ABF	1	3
8	INTER 1/Tanque del rebombeo	5093ABF	1	5
9	INTER 3 / Tanque del rebombeo	5093ABF	1	4
10	ERT / RSV	5093ABF	4	4

Fuente: *Elaboración propia.*

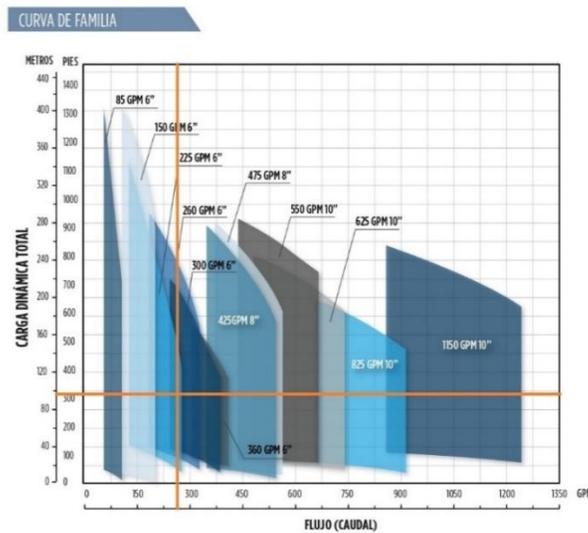
Selección de bombas para las estaciones

En este apartado se llevó a cabo la selección de las bombas sumergibles para cada uno de los pozos. Primero se tomaron los datos de carga dinámica total, diferencias de alturas y otros del [capítulo 3](#), y posteriormente se ejecutó la selección por medio del software FE Select de Franklin Electric sugerido por la empresa [Alrotek](#), el cual utiliza para seleccionar todas las bombas que distribuye.

Selección de bomba para pozo MTP 51

Se tomaron como base los datos de caudales de la [tabla 9](#), para la selección de las bombas sumergibles, en conjunto con los datos de carga dinámica total de la [tabla 13](#). Para conocer la categoría de bomba en la cual se ajustan los valores para el pozo MTP 51, se utilizó la gráfica de familia de bombas SSI de Franklin Electric; por lo tanto, se determinó dicha categoría en la [figura 35](#).

Figura 35. Categoría para bomba del MTP 51

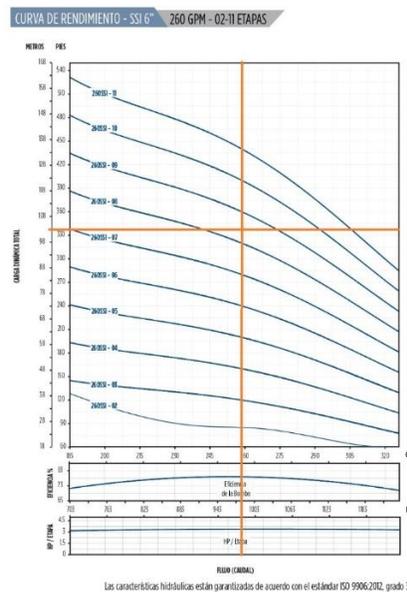


Fuente: [Franklin Electric](#), 2023.

La identificación de las categorías de las demás bombas de las otras estaciones se encuentra de manera organizada en el [apéndice A.48](#) y el [apéndice A.49](#).

Como se evidencia en la [figura 35](#), la categoría de bomba que más se ajusta a las condiciones de operación es la serie SSI de 260 GPM de 6"; por consiguiente, se procedió a establecer la mejor bomba de acuerdo con la curva de rendimiento ([figura 36](#)) y se consideró la potencia de la bomba para el funcionamiento del sistema.

Figura 36. Curva de rendimiento para la bomba de MTP 51



Fuente: [Franklin Electric, 2023](#).

Por lo anterior, se seleccionó la bomba sumergible 260 SSI 30 F 6 6 09 6 4 (ver tabla de selección y dimensionamiento en el [anexo 39](#) para serie SSI; para comprender la nomenclatura de la elección, revisar [anexo 42](#)). Por consiguiente esta bomba cuenta con 30 HP de potencia, a 440 V, 8 etapas, velocidad nominal 3450 rpm, con un diámetro de bomba de 6" y diámetro de descarga de 4".

La elección de las demás bombas, por medio de las curvas características de cada caso en las otras estaciones, se encuentra de manera organizada del [apéndice A.50](#) al [apéndice A.52](#) (revisar [anexo 40](#)). La nomenclatura de las bombas de la serie STS y tablas de dimensionamiento de esta serie se visualizan del [anexo 43](#) hasta el [anexo 45](#). Asimismo, en el [anexo 41](#) se proporciona la nomenclatura de las bombas de la serie VR. Consultar la tabla de dimensionamiento de esta serie en el [anexo 46](#)).

En la [tabla 34](#) se muestra la selección de las bombas de Franklin Electric para cada estación.

Tabla 34. Selección de bombas para las estaciones

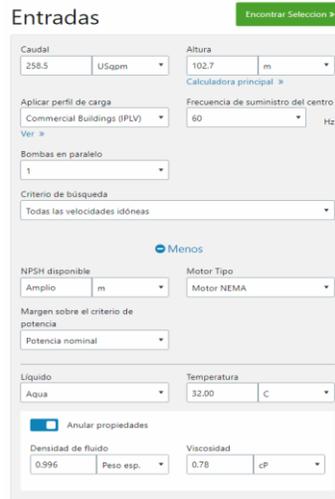
No.	Pozo	Bomba selecciona	Cantidad [und]
1	MTP 51	260-SSI-30-F- 6-6-09-6-4	1
2	MTP 52	225-STS-25-D-8-4B-04-6-4	1
3	MTP 199	150-STS-15-D-5-06-6A-6-3	1
4	MTP 200	90-STS-10-D-5-9A-09-6-3	1
5	MTP 201	150-STS-15-D-5-6A-06-6-3	1
6	MTP 277	90-STS-7.5-D-5-4B-07-6-3	1
7	ETR	45VR-007-00-GF-2A-S6-E3	2

Fuente: Elaboración propia.

Sugerencia de bomba MTP 51 por software FE Select

Para el pozo MTP 51 se utilizaron los datos de entrada para el dimensionamiento de la bomba sumergible que se muestran en la [figura 37](#) en el software de Franklin Agua; de este modo se conoció el resultado sugerido por la aplicación de cálculo para la selección de bombas.

Figura 37. Datos de entrada para selección de bomba del pozo MTP 51



Entradas Encontrar Selección >

Caudal	258.5	USgpm	Altura	102.7	m
Aplicar perfil de carga	Commercial Buildings (PLV)	Ver >	Frecuencia de suministro del centro	60	Hz
Bombas en paralelo	1				
Criterio de búsqueda	Todas las velocidades idóneas				
Menos					
NPSH disponible	Amplio	m	Motor Tipo	Motor NEMA	
Margen sobre el criterio de potencia	Potencia nominal				
Líquido	Aqua		Temperatura	32.00	C
Anular propiedades					
Densidad de fluido	0.996	Peso esp.	Viscosidad	0.78	cP

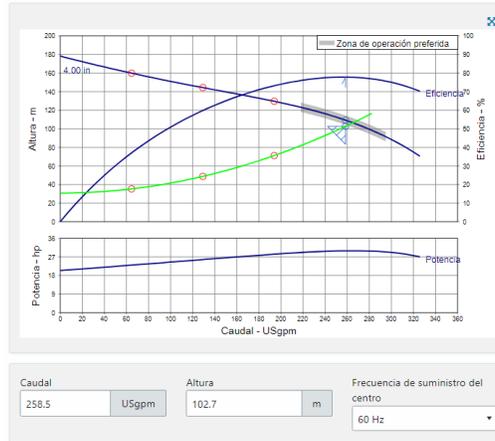
Fuente: [Franklin Electric](#), 2023.

De igual manera, los datos de entradas para las demás estaciones se encuentran del [apéndice A.53](#) al [apéndice A.54](#).

Con los datos anteriores se obtiene la curva sugerida por software de la bomba SSI 260 GPM 6” que se muestra en la [figura 38](#), con un diámetro de 6 in, que es la que mejor se adapta a las condiciones del proyecto según el FE Select.

Figura 38. Curva de carga para la bomba del pozo MTP 51

260 GPM 6" SSI Sub-Pump (Build Center)
258.5 USgpm | 102.7 m | 3450 rpm | - % TWE



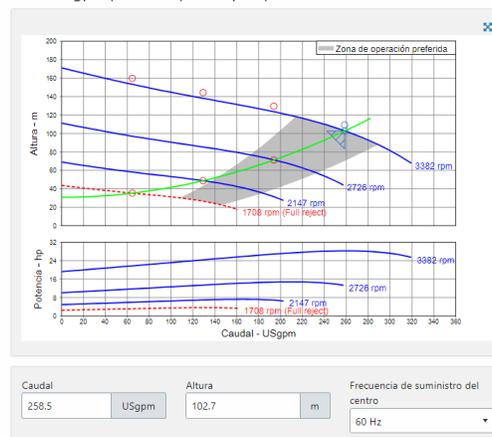
Fuente: [Franklin Electric](#), 2023.

Las curvas sugeridas para las otras estaciones por medio de software se encuentran de manera estructurada del [apéndice A.55](#) al [apéndice A.57](#)

El software también generó una curva de comportamiento de velocidad dependiendo de la carga, como se muestra en la [figura 39](#).

Figura 39. Curva de la velocidad con respecto a la carga de MTP 51

260 GPM 6" SSI Sub-Pump (Build Center)
258.5 USgpm | 102.7 m | 3450 rpm | - % TWE



Fuente: [Franklin Electric](#), 2023.

Del [apéndice A.58](#) al [apéndice A.60](#) se encuentran establecidas las gráficas de comportamiento de velocidad de la bomba según la carga, para las demás estaciones del proyecto.

Selección de accesorios para las bombas de las estaciones

En este acápite se seleccionaron los componentes que ayudan a que el sistema de suministro de agua se mantenga dentro del rango óptimo de operación.

Válvula limitadora de sobretensiones:

Para gestionar la extracción de agua y eliminar las sobretensiones durante el arranque de las bombas y otros inconvenientes, se optó por emplear las válvulas de Flomatic Valves, que se ilustran en la [figura 40](#).

Figura 40. Válvula limitadora de presión



Fuente: [Flomatic](#), 2023.

Con la información piezométrica proporcionada en la [sección 3.3.6](#), y utilizando de igual manera los datos del [apéndice A.12](#) al [apéndice A.17](#), se procedió a elegir una válvula para cada pozo. Esta selección se muestra en la [tabla 35](#) (para conocer más aspectos técnicos de este elemento, consultar del [anexo 15](#) al [anexo 17](#)).

Tabla 35. Selección de válvula limitadora de presión para las bombas de cada pozo

No.	Estación	Válvula limitadora de sobretensión	Cantidad [und]
1	MTP 51	CF501 de 4" clase A #300	1
2	MTP 52	C501 de 3" clase B #150	1
3	MTP 199	C501 de 3" clase B #150	1
4	MTP 200	C501 de 3" clase B #150	1
5	MTP 201	C501 de 3" clase B #150	1
6	MTP 277	C501 de 3" clase B #150	1

Fuente: Elaboración propia.

Válvula check o retenedora:

Se ha optado por incorporar una válvula *check* (válvula de retención) –mostrada en la [figura 41](#)– que asegure el flujo unidireccional del fluido y prevenga el retroceso en el sistema. Esta válvula, compatible con el diámetro y la presión de la tubería, contribuirá a evitar problemas operativos y posibles daños al sistema.

Figura 41. Válvula check



Fuente: [Flomatic](#), 2023.

Por lo anterior, se seleccionaron las válvulas de retención Flomatic para cada una de las estaciones que se detallan en la [tabla 36](#) (para conocer más de las especificaciones de dichas válvulas, consultar [anexo 14](#)).

Tabla 36. Selección de válvulas check para las bombas de cada pozo

No.	Estación	Válvula check [in]	Cantidad [und]
1	MTP 51	4	1
2	MTP 52	4	1
3	MTP 199	3	1
4	MTP 200	3	1
5	MTP 201	3	1
6	MTP 277	3	1
7	ETR	3	2

Fuente: Elaboración propia.

Válvula de compuerta:

Se optó por las válvulas de compuerta para control del agua a la llegada de las bombas de los pozos, las cuales, además de gestionar el fluido del agua, funcionan en caso de necesidad de mantenimiento. Por lo anterior se seleccionaron las válvulas de compuerta de Kennedy Valve, mostradas en la [figura 34](#).

En la [tabla 37](#) se especifica la selección de válvulas para cada una de las bombas de los pozos (para mayor especificación de dichas válvulas, consultar [anexo 13](#)).

Tabla 37. Selección de válvulas de compuerta para las bombas de cada pozo

No.	Bomba	Válvula	Diámetro [in]	Cantidad [und]
1	Bomba SSI 6” – MTP 51	5093ABF	4	1
2	Bomba STS 8” – MTP 52	5093ABF	4	1
3	Bomba STS 5” – MTP 199	5093ABF	3	1
4	Bomba STS 5” – MTP 200	5093ABF	3	1
5	Bomba STS 5” – MTP 201	5093ABF	3	1
6	Bomba STS 5” – MTP 277	5093ABF	3	1
7	Bombas 45VR 3” – ERT	5093ABF	3	2

Fuente: Elaboración propia.

Junta de expansión de EPDM extremos bridados:

Para la unión de extremos entre la tubería del pozo y la externa se optó por este tipo de unión, que permite la expansión y contracción debidas a los cambios de temperatura del agua subterránea con respecto a la superficie. Se ilustra en la [figura 42](#).

Figura 42. Junta de expansión de EPDM extremos bridados



Fuente: [Genebre](#), 2023.

Por lo anterior, se seleccionaron las juntas para cada pozo que se presentan en la [tabla 38](#); dichos elementos son de Genebre (para conocer más especificaciones técnicas, consultar [anexo 18](#)).

Tabla 38. Selección de juntas de expansión para las bombas de cada pozo

No.	Estación	Brida de expansión [in]	Cantidad [und]
1	MTP 51	4	1
2	MTP 52	4	1
3	MTP 199	3	1
4	MTP 200	3	1
5	MTP 201	3	1
6	MTP 277	3	1
7	ETR	3	2

Fuente: *Elaboración propia.*

Válvula eliminadora de aire:

Para la pulga de aire en el sistema, se designó la válvula eliminadora de aire de Flomatic que se muestra en la [figura 43](#).

Figura 43. Válvula eliminadora de aire



Fuente: [Flomatic](#), 2023.

Con las velocidades de la [tabla 17](#) y la información piezométrica de la [sección 3.3.6](#), se seleccionaron en la [tabla 39](#) las válvulas para cada uno de los pozos (para conocer más sobre las especificaciones técnicas de este elemento, revisar [anexo 19](#) y [anexo 20](#)).

Tabla 39. Válvulas de eliminación de aire para las bombas de cada pozo

No.	Bomba	Válvula	Diámetro [in]	Cantidad [und]
1	Bomba SSI 6" – MTP 51	6624	4	1
2	Bomba STS 8" – MTP 52	6624	4	1
3	Bomba STS 5" – MTP 199	6623	3	1
4	Bomba STS 5" – MTP 200	6623	3	1
5	Bomba STS 5" – MTP 201	6223	3	1
6	Bomba STS 5" – MTP 277	6223	3	1

Fuente: *Elaboración propia.*

Válvula de alivio de presión:

Para eliminar el exceso de presión del agua y evitar que supere el establecido, se optó por las válvulas liberadoras de presión de Zurn que ayudan mantener las magnitudes dentro del rango del sistema y evitar cualquier inconveniente que esto pueda ocasionar. Dicho elemento se presenta en la [figura 44](#).

Figura 44. Válvula de alivio de presión



Fuente: [Zurn](#), 2023.

Por lo anterior, en la [tabla 40](#) se consigna la selección de las válvulas para los diferentes pozos del proyecto (para conocer más de las especificaciones técnicas del producto, ver [anexo 21](#)).

Tabla 40. Válvulas de alivio de presión para las bombas de cada pozo

No.	Bomba	Válvula de alivio de presión	Diámetro y Rango [in]	Cantidad [und]
1	Bomba SSI 6” – MTP 51	TP3000-8C-150 C	1” NPT / 20-150 PSI	1
2	Bomba STS 8” – MTP 52	TP3000-5C-150 C	1” NPT / 20-150 PSI	1
3	Bomba STS 5” – MTP 199	TP3000-5C-150 C	1” NPT / 20-150 PSI	1
4	Bomba STS 5” – MTP 200	TP3000-5C-150 C	1” NPT / 20-150 PSI	1
5	Bomba STS 5” – MTP 201	TP3000-5C-150 C	1” NPT / 20-150 PSI	1
6	Bomba STS 5” – MTP 277	TP3000-5C-150 C	1” NPT / 20-150 PSI	1
7	Bombas 45VR 3” – ERT	TP3000-5C-150 C	1” NPT / 20-150 PSI	2

Fuente: *Elaboración propia.*

Manómetro:

Para medir la presión del flujo del agua impulsada por las bombas de los pozos se escogieron manómetros de Winters Instruments, como los de la [figura 45](#). El de la serie PFQ-LF, con un dial de 2,5” y pierna de 2,5” de policarbonato, puede medir hasta 1,450 psi (9,998 kPa), por lo que es apto para los diferentes pozos (para las dimensiones, consultar [anexo 22](#)).

Figura 45. Manómetro PFQ-LF



Fuente: [Winters Instruments](#), 2023.

Selección de controlador lógico programable (PLC)

En esta sección se aborda la elección de los componentes de todos los controladores utilizados en el sistema de control eléctrico cuyo diseño se encuentra en el [capítulo 4](#).

Selección del PLC maestro

Para el PLC central o maestro se seleccionó el sistema TM221CE40T de Schneider Electric, el cual se ilustra en la [figura 46](#). Esta elección se realizó para el control eficiente y confiable del nivel del tanque de rebombeo, así como la gestión de las dos bombas encargadas de suministrar agua al reservorio y la comunicación con los pozos (ver [sección 4.1](#), donde se profundiza más el tema).

Este PLC funciona a 5 V en corriente directa de 520mA o 200mA en corriente directa de 200mA. Por otra parte, tiene 14 entradas digitales y 10 salidas, cada una con una capacidad de 0,5^a. Cuenta con un puerto Ethernet (para conocer más especificaciones técnicas, ver [anexo 50](#)).

Figura 46. PLC TM221CE40T



Fuente: [Schneider Electric](#), 2023.

Módulo de entradas analógicas TM3AI8/G

La elección del módulo de entradas TM3AI8/G de Schneider Electric ([figura 47](#)) para el PLC maestro se basa en la cantidad de entradas presentes en la programación de dicho PLC: para satisfacer esta característica, el módulo cuenta con 8 entradas analógicas que pueden manejar una variedad de señales de 0V a 10V entre 4mA a 20mA. Asimismo, su alimentación de 5V requiere solo 35mA (para conocer más especificaciones técnicas, ver [anexo 51](#)).

Figura 47. Módulo de entradas TM3AI8/G



Fuente: [Schneider Electric](#), 2023.

Módulo de salidas digitales TM3DQ16TK

La elección del módulo de salidas TM3DQ16TK de Schneider Electric ([figura 48](#)) para el PLC maestro se basa en la cantidad de salidas presentes en la programación de dicho

PLC: para satisfacer esta característica, el módulo cuenta con 16 salidas digitales que pueden manejar una variedad de señales 24V a 20mA. Asimismo, su alimentación de 5V que requiere solo 35mA (para conocer más especificaciones técnicas, ver [anexo 52](#)).

Figura 48. Módulo de salidas TM3DQ16TK



Fuente: [Schneider Electric](#), 2023.

Selección de los PLC esclavos

Para el control de las bombas y gestionar el nivel del agua en los pozos, ver la [sección 4.2](#), y sobre los niveles de agua en los tanques del reservorio en la parte elevada, ver la [sección 4.3](#). Se seleccionó el sistema TM221CE16T de Schneider Electric presente en la [figura 50](#), por su compatibilidad con el PLC maestro de la estación de rebombeo para la comunicación por medio del protocolo TCP con la configuración de IP del este PLC.

Este PLC funciona a 5 V en corriente directa de 520mA o 200mA en corriente directa de 200mA. Por otra parte, tiene 9 entradas digitales y 7 salidas, cada una con una capacidad de 0,5^a. Cuenta con un puerto Ethernet (para más especificaciones técnicas, ver [anexo 53](#)).

Figura 49. PLC esclavo TM221CE16T



Fuente: [Schneider Electric](#), 2023.

Módulo de entradas TM3AI4/G

Se seleccionó el módulo de entradas TM3AI4/G de Schneider Electric ([figura 51](#)) para el PLC que controla los pozos y el reservorio, por la cantidad de entradas que contine y que satisface la cantidad de entradas presentes en la programación de dichos PLC, ya que cuenta con 4 entradas analógicas que pueden manejar una variedad de señales de 0V a10V entre 4mA a 20mA. Y funciona con una alimentación de 5V que requiere solo 35mA (para conocer más especificaciones técnicas, ver [anexo 54](#)).

Figura 50. Módulo de entradas TM3AI4/G



Fuente: [Schneider Electric](#), 2023.

Módulo de salidas digitales TM3DQ16U/G

La elección del módulo de salidas TM3DQ16U/K de Schneider Electric ([figura 51](#)) para el PLC del RVS se basa en la cantidad de salidas presentes en la programación de dicho

PLC: se necesitan dos módulos con 16 salidas digitales cada uno que pueden manejar una variedad de señales de 24V a 20mA. Su alimentación de 5V requiere únicamente 35mA (para conocer más especificaciones técnicas, ver [anexo 55](#)).

Figura 51. Módulo de salidas TM3DQ16U/G



Fuente: [Schneider Electric](#), 2023.

Selección de variador de frecuencia

Para el accionamiento de las bombas y control de velocidad que permita ajustar la velocidad de operación de las bombas según las necesidades del sistema, se optó por los variadores de frecuencia de la serie ATV630 de Schneider Electric que se muestran en la [figura 52](#) (para conocer más sobre sus especificaciones técnicas, revisar el [anexo 55](#)).

Figura 52. Variador de frecuencia serie ATV 630



Fuente: [Schneider Electric](#), 2023.

En la [tabla 41](#) se enlistan los variadores seleccionados para cada una de las bombas elegidas para cada estación en la [sección 5.2](#), que pueden operar motores que van desde 220V a 4,6A y 1HP hasta 690V 108A y 100HP, por lo que son aptos para la operación en el proyecto.

Tabla 41. Selección de variadores para cada estación de bombeo

No.	Estación	Variador	Potencia [HP]	Voltaje [V]	Corriente [A]
1	MTP 51	ATV630D22N4	30,0	380-480V	46,3
2	MTP 52	ATV630D18N4	25,0	380-480V	39,2
3	MTP 199	ATV630D11N4	15,0	380-480V	23,5
4	MTP 200	ATV630U75N4	10,0	380-480V	16,5
5	MTP 201	ATV630D11N4	15,0	440	23,5
6	MTP 277	ATV630U55N4	7,5	440	12,7
7	ETR	ATV630D45N4	60,0	440	88,0

Fuente: Elaboración propia.

Selección de sensores para los tanques

Para medir el nivel del agua de los tanques presentes en el proyecto, se seleccionó el sensor ultrasónico 2260-Y-YY-15 de GF Piping Systems, que se muestra en la [figura 53](#). Garantiza un monitoreo preciso y confiable de los niveles de líquidos, ya que puede medir el nivel de líquidos hasta una altura de 15m a una frecuencia de 40kHz, y la señal analógica que genera es de 4mA a 20mA (para conocer más especificaciones técnicas, ver [anexo 47](#)). El funcionamiento del sensor se describe en el [anexo 48](#)).

Figura 53. Sensores ultrasónicos



Fuente: [Instrumart](#), 2023.

Selección de sensores para los pozos

Para poder medir el agua de los pozos presentes en el proyecto, se seleccionó el relé de control de nivel de agua más electrodos de Allwell, como se muestra en la [figura 54](#). Para garantizar un monitoreo confiable de los niveles del agua en cada pozo, que pueda extenderse hasta 100 m. La señal digital proporcionada por el relé funciona a 24V y 520mA; su indicación de suministro se da mediante un led verde, la indicación de salida se da por un led rojo (más especificaciones técnicas en el [anexo 49](#)).

Figura 54. Sensor de nivel de agua para pozos profundos



Fuente: [Allwell](#), 2023.

Selección de cableado

Para establecer una comunicación eficiente y confiable entre el PLC maestro y los PLC esclavos, se ha optado por utilizar el cable de fibra óptica ilustrado en la [figura 55](#). Tal elección se fundamenta en su velocidad de transmisión de datos para obtener respuestas

rápidas, la cual alcanza hasta 940 megabits por segundo (Mbps). Esta tecnología satisface la comunicación para los trayectos presentes que superan un 1 km de distancia, garantizando así el rendimiento y una fiabilidad en la transmisión de datos (para obtener información más detallada sobre las especificaciones técnicas, consultar [anexo 56](#)).

Figura 55. Cable de fibra óptica



Fuente: [Cablecom](#), 2023.

Selección de adaptador de fibra óptica a RJ45 (Ethernet)

Para la conexión entre distintos PLC, en un inicio se enfrentó una limitación debido a la falta de soporte para el formato de cable de fibra óptica por parte de los PLC seleccionados para este proyecto. Sin embargo, para superar este obstáculo y garantizar la compatibilidad con los PLC, se tomó la decisión estratégica de utilizar un adaptador de fibra óptica a RJ45 (Ethernet), presente en la [figura 56](#). Este enfoque permitió la transición de datos por medio del protocolo TCP y la identificación por número de IP. Este adaptador funciona a 24V y a 20mA y una velocidad de transmisión de datos de 100000 Mbps (para más especificaciones técnicas, revisar el [anexo 57](#)).

Figura 56. Adaptador de fibra óptica a RJ45



Fuente: [Wireles-tek](#), 2023.

Selección de leds

Para tener indicadores visuales para el proyecto, se consideraron los leds contenidos en la [figura 57](#), por su brillo y luminosidad de operación que facilitan la observación por parte del usuario; además, cuentan con durabilidad, larga vida útil y la compatibilidad con circuitos de control. Se seleccionaron en cuatro colores: verde, amarillo, rojo y azul, todos de bajo consumo de 24V a 0,5A (para saber más sobre los leds, examinar el [anexo 58](#)).

Figura 57. Leds de 24V para indicadores



Fuente: [Mazcr](#), 2023.

Capítulo 6. Disposición legislativa del proyecto

En esta sección, se hizo referencia a aspectos esenciales relacionados con la legislación aplicable al proyecto de sistema de abastecimiento de agua, así como a los requisitos para aprovechar el recurso hídrico subterráneo e instalar la tubería correspondiente. Durante esta parte del informe, se examinaron las regulaciones y condiciones legales que influyen en la planificación y próxima ejecución del proyecto, así como los procedimientos necesarios para garantizar la utilización adecuada de las fuentes subterráneas de agua y la instalación de la infraestructura de tuberías requerida.

Propiedad de agua según ley 276

En virtud del artículo 4° de la legislación costarricense en materia de aguas, y particularmente con relación al inciso III, se establece que las aguas subterráneas extraídas de su propio terreno mediante pozos son consideradas de dominio privado, y pertenecen al dueño del terreno en cuestión.

En este contexto, el complejo hotelero [Las Catalinas](#), ubicado en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, tiene el respaldo legal para considerarse el poseedor legítimo de las aguas subterráneas obtenidas a través de los pozos situados en su propiedad.

Estas aguas, al ser extraídas en conformidad con las disposiciones establecidas en la legislación, se encuentran bajo el control del complejo hotelero, lo que permite su utilización para fines específicos y de acuerdo con las regulaciones aplicables. Este marco legal permite beneficiarse de las aguas subterráneas extraídas de sus propios pozos, siempre y cuando se

respeten los límites legales y las consideraciones de uso sustentable y no se cause perjuicio al público ni a terceros.

Instalación de tubería según ley 281-2017

En conformidad con dicha ley, para la instalación de tubería de PVC de alta presión se requiere cumplir con las especificaciones técnicas precisas para garantizar la integridad y el rendimiento adecuado de la tubería. Es esencial seguir tanto las normas técnicas recomendadas por el fabricante de la tubería como las indicadas por la ley en cuestión.

Para la instalación subterránea de tubería PVC de alta presión, se debe cumplir con las disposiciones de la norma técnica INTE 16-02-02 homóloga a [ASTM D2241](#). Si, en cambio, se opta por el método de "maxi-perforación horizontal direccional", se debe ajustar a la norma técnica INTE 16-05-13 homóloga a [ASTM F1962-11](#).

Cabe destacar que los requisitos establecidos en esta norma se centran en la correcta ubicación, profundidad y otros aspectos relacionados con la instalación de la tubería para asegurar su funcionamiento óptimo en las condiciones de servicio previstas.

Adicionalmente, debe considerarse cualquier medida adicional destinada a salvaguardar la seguridad de los trabajadores involucrados en el proceso constructivo, para cumplir con la legislación nacional vigente en materia de seguridad e higiene laboral emitida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social u otros organismos competentes en la materia.

Solicitud de un permiso para perforar pozo o concesión para aprovechamiento de agua en Costa Rica

De conformidad con artículo 18 del Registro Nacional de Pozos, la solicitud de permiso de perforación debe presentarse en conjunto con la solicitud de concesión de agua ante la Dirección de Aguas. Esta debe ser presentada por el propietario o poseedor del terreno donde se realizará la perforación, por los medios establecidos por el Sistema de Permisos y Concesiones (SIPECO) u otros medios que disponga la Dirección de Aguas.

Por lo tanto, el propietario del pozo –en este caso, el complejo hotelero [Las Catalinas](#)– debe llenar con la información requerida el formulario de solicitud de perforación o concesión para aprovechamiento de aguas (se proporciona en el [anexo 59](#)), de la Dirección de Agua del MINAE, y la declaración jurada del geólogo, quien debe estar inscrito en el Colegio de Geólogos de Costa Rica (se puede ver en el [anexo 60](#)). Ambos formularios incluyen datos personales, detalles sobre la ubicación de la propiedad y el propósito de la perforación.

Además, la empresa perforadora debe llenar la declaración jurada que está en el [anexo 61](#). Dicha empresa debe contar con licencia de perforación inscrita en el Registro Nacional de Perforadoras que tiene la Dirección de Agua del MINAE.

Y en caso de tener que cambiar de empresa perforadora, de conformidad con el artículo 25 de la [ley 43053](#), cuando se presente un cambio en la relación contractual entre el solicitante y la perforadora y/o el profesional responsable de la perforación, deberá informársele por escrito a la Dirección de Aguas dentro del plazo de vigencia del permiso de perforación. Esta información debe presentarse en el formulario que para tal efecto se facilita en el [anexo 62](#).

De conformidad con el artículo 30 de la [ley 43053](#), para el proceso de solicitud de perforación de pozos en Costa Rica, es necesario contar con los siguientes aspectos.

En cuanto al proceso de perforación, debe proporcionar información sobre las fechas de inicio y finalización, el método utilizado, la profundidad total alcanzada, el diámetro de la perforación y los materiales perforados, así como su grado de fracturación. También es necesario incluir un gráfico que muestre la relación entre la velocidad y la profundidad de la perforación, así como los resultados de las pruebas hidráulicas realizadas durante el proceso. Además, se deben especificar los tipos de lodos y aditivos utilizados, junto con su viscosidad.

En relación con las condiciones hidrogeológicas, debe detallar las variaciones en el nivel freático o piezométrico a lo largo de la perforación, así como el nivel final una vez que se haya armado el pozo. También se exige una descripción detallada de los materiales encontrados durante la perforación, incluyendo su correlación con la geología local y regional, características físicas como dureza, fracturación, color y contenido de diferentes elementos, y la profundidad a la que se tomaron las muestras.

Es esencial identificar y describir en profundidad las zonas saturadas y los acuíferos captados, indicando sus componentes, ubicación, espesor y relación con los acuíferos locales. Si se trata de acuíferos aluviales o depósitos no consolidados, se requiere proporcionar un análisis granulométrico de los materiales de la zona productora.

En cuanto al armado del pozo, el informe debe abarcar detalles sobre la tubería ciega y ranurada utilizada, incluyendo características como el material, el diámetro interno, las uniones y la profundidad de instalación. También se debe indicar la elevación del brocal respecto al suelo y proporcionar información sobre el empaque de grava, la losa superior y las zonas cementadas, si aplica.

Solicitud de permiso de construcción en el cantón de Carrillo

Para solicitar un permiso de construcción en el sitio del proyecto, es necesario preparar la documentación requerida por la Municipalidad de Carrillo. En esta documentación es necesario incluir detalles sobre el tipo de obra que se llevará a cabo y la zona a la que pertenece. Para acceder a los formularios y conocer los requisitos de tramitación en el Departamento de Ingeniería y Construcciones, puede visitar el sitio web municarrillo.go.cr. Los requisitos específicos para la solicitud de cualquier permiso proporcionado por la municipalidad se encuentran en el [anexo 63](#).

Para obtener un permiso, se requiere completar el formulario de solicitud de permiso de construcción por APC, proporcionando toda la información relevante sobre el propietario de la obra (más detalles sobre este formulario en el [anexo 64](#)). Posteriormente, completar el formulario de permiso, donde se detalla el tipo de obra a realizar, la actividad económica a la que se destinará la obra, la ubicación y los profesionales a cargo, como se describe en el [anexo 65](#).

Una vez que haya presentado la documentación completa y cumplido con los requisitos establecidos por la municipalidad, estará en posición de llevar a cabo la construcción de las estructuras de las estaciones de los pozos, las estaciones de rebombeo y los reservorios, de acuerdo con las regulaciones y normativas locales. Es importante asegurarse de seguir los procedimientos adecuados y obtener los permisos necesarios para garantizar que su proyecto de construcción se desarrolle de manera legal y segura.

Capítulo 7. Análisis de costo de inversión

En esta sección, se llevó a cabo el estudio de costo de inversión para la ejecución de la ampliación del suministro de agua potable. Dicho análisis abarcó una evaluación de los costos asociados a la adquisición de materiales e insumos esenciales para el proyecto, teniendo en cuenta factores como la calidad, la cantidad y la disponibilidad de estos recursos. Además, se examinaron los gastos relacionados con la mano de obra requerida para la construcción, considerando las tarifas salariales y tiempo estimado de ejecución de la obra.

Una vez reunido esto, se ejecutó un cálculo de la implementación de la instalación con los rubros que incluyen el costo de mano de obra y de los componentes necesarios para llevar a cabo dicha acción.

Para conocer los costos de los elementos se consultó a los proveedores presentes en la zona (ver [tabla 42](#)):

Tabla 42. Lista de proveedores

No.	Proveedor
1	Franklin Electric
2	Pearl Water Systems
3	Pentair
4	Globalwater Solutions
5	Hidrotermal
6	Armstrong
7	BGP
8	RQL

Fuente: Elaboración propia.

Costos de inversión

Para el análisis de costos de este proyecto se realizó un listado de todos los materiales requeridos para la ampliación del sistema de suministro de agua del complejo hotelero; con lo anterior fue posible consultarles a diversos proveedores (se señalan en la [tabla 44](#)) de los que se busca obtener productos de primera mano y con su debida garantía.

En el caso de las tuberías, se cotizaron en su totalidad las del tipo PEAD de alta presión ASTM grosor de SR7.

Además, se tomaron las distancias para el cálculo de la cantidad de tubería de la [sección 3.1](#). Las cantidades sumadas de cada diámetro están en la [tabla 43](#).

Tabla 43. *Cantidades totales de tubería por diámetro de la instalación*

D [in]	Cantidad [und]
3"	86
4"	57
6"	137

Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de simplificar los cálculos posteriores a este proyecto, se expresan los costos de inversión en moneda local (colones) y su equivalente en dólares según el tipo de cambio establecido por el Banco Central de Costa Rica (BCCR) para el día 20 de setiembre del 2022 (ver [anexo 66](#)).

Costo de materias e insumos

La [tabla 44](#) muestra el resumen de los costos de materiales e insumos necesarios para la puesta en marcha del proyecto.

Tabla 44. Costo de inversión en materiales e insumos

Proveedor	Elemento	Marca	Cantidad [unds.]	Costo unitario [€]	Costo total [€]	Costo total [\$]
Tubería y accesorios						
Agua Works	Tubería de polietileno de 3 in	Mexichem	86	25 500,00	2 193 000,00	3 988,14
Agua Works	Tubería de 4 in	Mexichem	57	27 500,00	1 567 500,00	2 850,62
Agua Works	Tubería de 6 in	Mexichem	137	32 500,00	4 452 500,00	8 097,22
Agua Works	Codo de 90° 3 in	Strontgribe	3	15 200,00	45 600,00	82,93
Agua Works	Codo de 90° 6 in	Strontgribe	10	17 500,00	175 000,00	318,25
Agua Works	Codo de 45° 4 in	Strontgribe	1	15 600,00	15 600,00	28,37
Agua Works	Codo de 45° 6 in	Strontgribe	1	16 400,00	16 400,00	29,82
Agua Works	Reductores 4" x 3"	Strontgribe	4	32 000,00	128 000,00	232,78
Agua Works	Reductores 6" x 4"	Strontgribe	5	35 500,00	177 500,00	322,80
Agua Works	Adaptadores de tubería 3"	Strontgribe	11	13 000,00	143 000,00	260,06
Agua Works	Adaptadores de tubería 4"	Strontgribe	6	15 000,00	90 000,00	163,67
Agua Works	Adaptadores de tubería 6"	Strontgribe	10	17 300,00	173 000,00	314,61
Agua Works	Uniones tipo T 4"	Strontgribe	1	17 400,00	17 400,00	31,64
Agua Works	Uniones tipo T 6"	Strontgribe	2	20 200,00	40 400,00	73,47
Válvulas, bridas y manómetros						
Globalwater Solutions	Válvula <i>check</i>	Flomatic	8	214 453,20	1 715 625,60	3 120,00
Globalwater Solutions	Válvula de compuerta	Kennedy Valve	14	868 810,40	12 163 345,60	22 120,00
Globalwater Solutions	Válvula limitadora de presión	Flomatic	6	2 364 484,00	14 186 904,00	25 800,00
Globalwater Solutions	Válvula eliminadora de aire	Flomatic	6	1 753 017,44	10 518 104,64	19 128,00
Globalwater Solutions	Válvula de alivio de presión	Zurn	7	11 807,42	82 651,94	150,31
RQL	Brida de expansión	Genebre	6	91 478,00	548 868,00	998,16
RQL	Manómetro	Winters Instruments	8	32 376,93	259 015,48	471,04
PLC y accesorios						
Mouser Electronic	PLC TM221CE40T	Schneider Electric	1	416 863,00	416 863,00	758,10
Mouser Electronic	PLC TM221CE16T	Schneider Electric	1	351 960,00	351 960,00	640,07
Mouser Electronic	Módulo TM3AI8/G	Schneider Electric	1	279 151,00	279 151,00	507,66
Mouser Electronic	Módulo TM3DQ16TK	Schneider Electric	1	137 954,00	137 954,00	250,88
Mouser Electronic	Módulo TM3AI4/G	Schneider Electric	1	227 868,00	227 868,00	414,40
Mouser Electronic	Módulo TM3DQ16U/G	Schneider Electric	1	165 942,00	165 942,00	301,78
Mouser Electronic	Variador ATV630D22N4	Schneider Electric	1	4 707 014,00	4 707 014,00	8 560,07
Mouser Electronic	Variador ATV630D18N4	Schneider Electric	1	4 093 575,00	4 093 575,00	7 444,49

Proveedor	Elemento	Marca	Cantidad [unds.]	Costo unitario [€]	Costo total [€]	Costo total [\$]
Mouser Electronic	Variador ATV630D11N4	Schneider Electric	2	2 585 105,00	5 170 210,00	9 402,43
Mouser Electronic	Variador ATV630U75N4	Schneider Electric	1	1 933 133,00	1 933 133,00	3 515,55
Mouser Electronic	Variador ATV630U55N4	Schneider Electric	1	1 758 166,00	1 758 166,00	3 197,36
Mouser Electronic	Variador ATV630D45N4	Schneider Electric	2	8 013 597,00	16 027 194,00	29 146,71
GF+ Fittings	Sensor ultrasónico	GF+ Fittings	6	519 086,72	3 114 520,32	5 664,00
Armstrong	Sensor de electrodo	Allwell	6	27 494,00	164 964,00	300,00
Tectel	Cable de fibra óptica	Furukaga	4455	3 600,00	16 038 000,00	29 166,36
Tectel	Adaptador de fibra óptica RJ45	Wireless-Tek	7	37 500,00	262 500,00	477,38
Tectel	Leds de 24V	ABB	48	1 250,00	60 000,00	109,11
Bombas						
Franklin Electric	260-SSI-30-F- 6-6-09-6-4	Franklin Electric	1	11 750 000,00	11 750 000,00	21 368,30
Franklin Electric	225-ST5-25-D-8-4B-04-6-4	Franklin Electric	1	9 750 000,00	9 750 000,00	17 731,14
Franklin Electric	150-ST5-15-D-5-06-6A-6-3	Franklin Electric	1	7 330 000,00	7 330 000,00	13 330,18
Franklin Electric	90-ST5-10-D-5-9A-09-6-3	Franklin Electric	1	4 910 000,00	4 910 000,00	8 929,22
Franklin Electric	150-ST5-15-D-5-6A-06-6-3	Franklin Electric	1	5 490 000,00	5 490 000,00	9 984,00
Franklin Electric	90-ST5-7.5-D-5-4B-07-6-3	Franklin Electric	1	3 070 000,00	3 070 000,00	5 583,04
Franklin Electric	45VR-007-00-GF-2A-S6-E3	Franklin Electric	2	15 500 000,00	31 000 000,00	56 375,94
Total					176 918 429,58	321 740,07

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mano de obra

Se consultó la lista de salarios mínimos del segundo semestre del 2023 establecida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) (ver [anexo 67](#)) para llevar a cabo el cálculo del costo total de mano de obra. Asimismo, se tomaron en cuenta los parámetros establecidos por la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) para considerar las cargas patronales (ver [anexo 68](#), dichos cálculos se encuentran en el [apéndice A.68](#)). El cálculo de cesantía se realizó según las disposiciones del [anexo 70](#). Por último, se realizó el cálculo de la póliza de seguro de la obra en la plataforma proporcionada por el Instituto Nacional de Seguros (INS), como puede observarse en el [apéndice A.69](#).

Cabe mencionar que la estimación del costo de mano de obra se basó en una jornada diurna ordinaria; dicho resultado se ofrece en la [tabla 45](#).

Tabla 45. Costos de mano de obra del proyecto

Puesto	Trabajadores	Tiempo por laborar [meses]	Salario [€]	Cargas sociales [€]	Cesantía [€]	Aguinaldo [€]	Subtotal [€]	Subtotal [€]
Técnico de educación superior	2	4	511 689,26	191 065,00	79 596,11	170 563,00	2 487 981,15	4 524,59
Trabajador en ocupación no calificada	4	4	352 164,91	131 498,00	54 781,21	117 388,00	1 712 326,85	3 114,00
Total							4 200 308,00	7 638,59

Fuente: Elaboración propia.

Costo del servicio de instalación

La empresa [Alrotek](#) definió el monto por la instalación, ya que cuenta con un departamento dedicado a realizar dichos cálculos por la renta de maquinaria y administración de los equipos, por lo que el dato fue proporcionado por la misma empresa. A este monto se le suma el costo de mano de obra calculado anteriormente. La [tabla 46](#) presenta el desglose de dicho monto.

Tabla 46. Costo de servicio de instalación

Proveedor	Servicio	Descripción	Subtotal [€]	Subtotal [€]
Alrotek	Servicio de instalación de bombas, tuberías y sistema de control	Servicio de instalación electromecánica. Incluye servicio de grúa, hospedaje, viáticos del personal, herramientas y kilometraje de transporte.	7 775 267,36	14139,84
Alrotek	Mano de obra	Personal encargado de la instalación del sistema electromecánico	4 200 308,00	7 638,59
Total			11975575,36	21778,53

Fuente: Elaboración propia.

Costo de inversión total

Como resultado, el costo de inversión del proyecto se refleja en la [tabla 47](#), donde se suman todos los costos implicados en la ejecución de la ampliación del suministro de agua potable del complejo hotelero [Las Catalinas](#).

Tabla 47. Costo de inversión del proyecto.

Costos	Subtotal [C]	Subtotal [C]
Costo de insumos	176 918 429,58	321 740,07
Costo de mano de obra	11 975 575,36	21 778,53
Coso total de inversión	188 894 004,94	343 518,60

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 8. Conclusiones

En este apartado se presentan las conclusiones derivadas de la propuesta de ampliación del sistema de suministro de agua para el complejo hotelero [Las Catalinas](#). Estas conclusiones reflejan las observaciones y los resultados obtenidos tras el análisis y la evaluación de la propuesta de expansión. Ofrecen una síntesis de las implicaciones, beneficios y desafíos asociados con la implementación de este proyecto del complejo hotelero [Las Catalinas](#).

1. En cuanto a la elaboración de una propuesta de distribución de tuberías de agua potable para la ampliación del suministro, se logró desarrollar dicha propuesta tras la realización de los cálculos presentes en el [capítulo 3](#). Esto permitió realizar una distribución adecuada acorde a las condiciones geográficas e hidráulicas del proyecto, que culminó en la preparación de los planos del proyecto presentes en el [apéndice A.64](#) al [apéndice A.78](#).
2. Se logró el desarrollo de la propuesta del sistema de control eléctrico que supervisa y regula de manera eficiente las estaciones de bombeo y monitorización del nivel del agua. Por lo tanto, el sistema podrá mantener la disponibilidad constante de agua potable y el monitoreo de los niveles de agua, según las operaciones de los equipos en las simulaciones.
3. Se logró la selección de los equipos y accesorios necesarios para el sistema de suministro de agua, asegurando su idoneidad con respecto a las normativas vigentes en Costa Rica, y se consolidó la cantidad de elementos y dispositivos para la

implementación de la ampliación del proyecto. La elección de estos elementos garantiza un funcionamiento óptimo.

4. Se realizó un análisis de inversión para la evaluación financiera del proyecto, donde se obtuvo el costo de la implantación de la ampliación del suministro de agua, el cual asciende a los \$343 518,60.

Capítulo 9. Recomendaciones

En el apartado de recomendaciones se presentan las sugerencias para la implementación del proyecto de ampliación del suministro de agua. Estas se formulan después del análisis detallado y la evaluación de la propuesta de expansión, y tienen como objetivo proporcionar orientación para asegurar la ejecución del proyecto.

1. Se recomienda explorar nuevas opciones de bombas con mayor capacidad para la estación de rebombeo, que permitan asegurar una eficiencia energética que no consuma mucha energía eléctrica. Esto podría llevarse a cabo mediante el establecimiento de relaciones con otros proveedores de equipos de bombeo.
2. Se sugiere realizar la distribución de tubería individual para los pozos, porque esto puede ayudar a evitar la acumulación de sedimentos en la misma, que a su vez provocaría fallas por las velocidades muy bajas del agua en las tuberías, al aumentar el diámetro en las interacciones con los pozos.
3. Es importante considerar la implementación de sensores ultrasónicos y sensores de presión para una gestión más efectiva de las condiciones de las bombas de los pozos y la estación de rebombeo. Aunque se ha retrasado la aplicación debido a restricciones presupuestarias, se sugiere en este contexto la incorporación de dichos elementos en un futuro; además, los equipos pueden conectarse a los PLC del proyecto para un monitoreo en tiempo real. Revisar las cotizaciones y fichas técnicas proporcionadas en el [apéndice A.70](#) y el [anexo 71](#) para evaluar la viabilidad económica de esta mejora.

4. Se recomienda la implementación de un software que permita la programación de un dispositivo de interfaz humano-máquina (HMI), como se muestra en el [anexo 72](#), para tener una visualización completa y fácil de las condiciones de las estaciones de rebombeo. Además, se sugiere establecer una conexión con un servidor en la nube, para habilitar la monitorización remota. Esta solución proporcionará una mayor transparencia en la operación y el mantenimiento del sistema. La visualización completa de datos y el acceso remoto permitirán una toma de decisiones más informada y una respuesta más rápida ante eventos inesperados, lo que mejorará significativamente la eficiencia y la confiabilidad del sistema. Pero estas consideraciones no se toman en cuenta en la situación actual por falta de presupuesto.
5. Se recomienda verificar la instalación de la válvula de alivio de presión, debido a que la misma está fabricada para utilizarse con orientación vertical en lugar de horizontal. Se trata de un error común, que no permite garantizar un funcionamiento adecuado y seguro de las válvulas.

Referencias bibliográficas

- Alegret, E. & Martínez, Y. (2019). Coeficiente de Hazen-Williams en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40(3), 41-55. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v40n3/1680-0338-riha-40-03-41.pdf>
- ASHRAE (2009). *ASHRAE Handbook –Fundamentals*. Georgia, USA: ASHRAE.
- ASTM International (2011). *ASTM F1962-11: Standard Guide for Use of Maxi-Horizontal Directional Drilling for Placement of Polyethylene Pipe or Conduit Under Obstacles, Including River Crossings*.
<https://compass.astm.org/document/?contentcode=ASTM%7CF1962-22%7Cen-US>
- ASTM International (2020). *ASTM D2241: Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series)*.
<https://compass.astm.org/document/?contentcode=ASTM%7CD2241-20%7Cen-US>
- ASTM International (2021). *ASTM D1693-Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics*.
<https://compass.astm.org/document/?contentcode=ASTM%7CRR%3AD20-1200%7Cen-US>
- Arista Meneses, E. (2016). *Cálculo y selección de bombas sumergibles utilizadas en la construcción de túnel de desvío para construcción de presa de la Central Hidroeléctrica de Chaglla* [monografía técnica de Ingeniería Mecánica]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8521>
- Acueductos y Alcantarillados (AyA) (2001). Normas para el Diseño de Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable en Costa Rica.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=47113&nValor3=109666&strTipM=TC

Acueductos y Alcantarillados (AyA) (2017). Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial. Memorando PRE-DNC-2017-00057.

<https://www.aya.go.cr/noticias/documents/norma%20tecnica%20dise%C3%B1o%20y%20construcci%C3%B3n.pdf>

Acueductos y Alcantarillados (AyA) (2020). *Pozo de inspección, parte 1: pozo colado en sitio.*

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=92727&nValor3=122886&strTipM=TC

Asamblea Legislativa (1961). Ley Constitutiva Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=37097

Asamblea Legislativa (1996). *Ley Forestal.*

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=41661

Baca Urbina, G. (2016). *Evaluación de proyectos*. México: McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.itcr.ac.cr/?il=4613>

Castillo, M. C. & Gerónimo, G. (2005). *Ethernet y protocolos TCP/IPv4*. Oaxaca: Universidad Tecnológica de la Mixteca.

<https://www.utm.mx/~gcgero/cursos/SistemasdeComunicaciones.pdf>

Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA) (2014). Reglamento de Planos Tipo. <https://cfia.or.cr/legal/archivos/Reglamento-de-Planos-Tipo-2020.pdf>

Cobos Dávila, D. J. & Guamán Barahona, A. M. (2017). *Análisis de falla y rediseño de un sistema de tubería metálica subterránea para transporte de agua potable* [tesis de Ingeniería Mecánica]. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/41572/1/D-CD88569.pdf>

Condor - General de Fundición y Accesorios S.L. (2022). *Tipos de válvulas para tuberías según su uso*. <https://generaldefundicion.com/tipos-de-valvulas-para-tuberias-segun-su-uso/>

Congreso Constitucional de la República (1942). *Ley No. 276 de Aguas*. <https://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Leyes/Ley%20de%20Aguas%20N%C2%BA%20276.pdf>

Corcho, F. H. & Duque, J. I. (2005). *Acueductos: teoría y diseño* (3ª edición). Universidad de Medellín. https://books.google.com.gt/books?id=194g9lx5vpcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Dirección de Agua (2023). Solicitud de: nueva perforación y concesión, concesión de pozo artesanal o perforación de piezómetro. Sistema de Permisos y Concesiones. Costa Rica: MINAE/DA. https://tramites.da.go.cr/TramitesDA/consideraciones_iniciales_concesion_subterrenea

Escandón Ramírez, R. (2010). *Prácticas de control electromecánico de máquinas eléctricas de C.A. a tu alcance*. México: Grupo Editorial Éxodo.
<https://elibro.net/es/lc/itcr/titulos/129084>

Flechas Hernández, R. A. (2010). *Efecto del uso de la ecuación de Darcy-Weisbach vs. la ecuación de Hazen-Williams sobre los costos de diseños optimizados en acueductos, teniendo en cuenta la rugosidad de las tuberías, línea del gradiente hidráulico y temperatura* [proyecto de graduación de Ingeniería Civil]. Bogotá: CIACUA/Universidad de los Andes.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19200/u429505.pdf>

García Orellana, R. E. (2020). *Selección de bombas para la extracción de aguas subterráneas en pozos profundos*. [Tesis de Ingeniería Civil]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/15248/1/Rodrigo%20Estuardo%20Garc%C3%ADa%20Orellana.pdf>

González Sierra, C. (2018). *Cálculo de instalaciones de suministro de agua en los edificios (AFCH y ACS)*. Murcia: Cano Pina. <https://elibro.net/es/lc/itcr/titulos/45049>

International Electrotechnical Commission (IEC) (2019). IEC 61850-1:2019 *Communication networks and systems for power utility automation - Part 1: Introduction and overview*. Génova.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTE) (2012). *Norma INTE 16-02-02: Construcción de tuberías enterradas utilizando la técnica de excavación y reforzamiento de zanjas*.

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTE). (2012). *Norma INTE 16-01-01: Plásticos — Tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) clasificados según la presión de trabajo (Serie SDR)*.

López Altamirano, M. E., Tercero Delgado, V., Hernández Dávila, A. & Guido Escalante, N. H. (2003). *Didáctica de la línea recta* [tesis de licenciatura en Ciencias de la Educación mención en Matemáticas]. León, Nicaragua: UNAN.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/1007/1/188042.pdf>

López de Ponce, A. (2016). *Instalaciones eficientes de suministro de agua y saneamiento en edificios (UF0572)*. Antequera, Málaga: IC Editorial.
<https://elibro.net/es/lc/itcr/titulos/43907>.

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2010). *Reglamento Autónomo de Servicios del Ministerio del Ambiente y Energía N°28409-MINAE*.
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=53563

Mola Morales, F. J. (2017). *Instalación y mantenimiento de aparatos sanitarios de uso doméstico. IMAI0108 (2ª ed.)*. Antequera, Málaga: IC Editorial.
<https://elibro.net/es/lc/itcr/titulos/45243>

Mora García, J. (2018). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos. ELEM0111 (2ª ed.)*. Antequera, Málaga: IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/itcr/titulos/59255>

Mosquera Polo, A. S. & Deluque Toro, C. E. (2021). *Fundamentos de mecánica de fluidos: con ejercicios parcialmente resueltos*. 1. Santa Marta: Editorial Unimagdalena.
<https://elibro.net/es/ereader/itcr/222311?page=155>

National Fire Protection Association (NFPA) (2008). *National Electrical Code*. Quincy, Massachusetts.

Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox. Lima. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS_2005b_Guia_diseño_de_bombeo.pdf

Oramas Hernández, J. (2016). *Desarrollo de mapas de líneas piezométricas en el Sistema Acuífero de Zagreb usando diferentes métodos de interpolación* [tesis de máster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente]. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/66244>

Ortiz, A. (2006, agosto). *El golpe de ariete en sistemas de abastecimiento de agua potable* [tesis de Ingeniería Civil]. Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2611_C.pdf

Poder Ejecutivo (2011). *Reglamento para el Trámite de Revisión de los Planos para la Construcción. Decretos. N° 36550-MP-MIVAH-MEIC*. <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Decreto%20N%C2%BA%2036550-MP-MIVAH-S-MEIC%20Reglamento%20para%20el%20Tr%C3%A1mite%20de%20Revisi%C3%B3n%20de%20los%20Planos%20para%20la%20Construcci%C3%B3n.pdf>

Presidencia de la República y Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2010). *Reglamento de Perforación del Subsuelo para la Exploración y Aprovechamiento de Aguas Subterráneas. N° 35884-MINAET*. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=67877&nValor3=88465&strTipM=TC

Presidencia de la República y Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2021).

Reglamento para la Perforación de Pozos y Aprovechamiento de Aguas Subterráneas.

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=95141&nValor3=126927&strTipM=TC

Robayo, F. I., Silva, D. M. & Mosquera, D. J. (2015). Sistema de control automatizado en planta de cargue de agua potable. *Ingeniería y Región*, 13(1), 169-178.

<https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/718/1374>

Sansaloni, V. (2021). *Válvulas de regulación en las redes de abastecimiento y distribución de agua.* CITDA-Universidad de Salamanca.

<https://cidta.usal.es/cursos/tuberias/PDFs/Unidad%203/u3c3/T08.07.pdf>

Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) (2016). *Ley de Creación Del Servicio Nacional De Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) N° 6877.*

https://www.senara.go.cr/acerca_del_senara/marco_legal/leyes_senara/6877%20Ley%20de%20creacion%20del%20SENARA.pdf

Sequeira-Dittel, E. (2002). *Automatización basada en un PLC y en un variador de frecuencia*

de la guillotina para el corte de láminas de la empresa COMECA S.A. [tesis de Ingeniería en Electronica]. Cartago: TEC.

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/137/BJFIE200393.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Shames, I.H. (2021). *La mecánica de los fluidos.* (6ª edición). México: McGraw-Hill.

Vásquez Salazar, R. D. (2010). *Control lógico programable.* Medellín: ITM.

<http://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/1958>

White, F.M. (2016). *Mecánica de fluidos* (8^a ed.). Madrid: McGraw-Hill.

<https://www.udocz.com/apuntes/22000/mecanica-de-fluidos---frank-m-white>

Apéndices

Apéndice A.1 Datos personales y de la empresa

Datos personales

Nombre completo: Ansony Benavides Chavarría

Número de cédula: 2 0760 0115

Número de carné: 2015038118

Edad: 26 años

Números de teléfono: 84681163

Correos electrónicos: sonyc.b.ch@gmail.com / sonyc.b.ch@estudiantec.cr

Dirección exacta de domicilio: Candelaria, Palmares, Alajuela. Trecientos metros Norte de La Plaza de Deportes de Candelaria, casa a mano izquierda, color terracota.

Datos de la empresa

Nombre: Alrotek

Actividad principal: Gestión, diseño y soluciones en todo el Ciclo del Agua, Piscinas y Spa.

Dirección: Alajuela, Palmares, 100 metros noroeste de la autopista Bernardo Soto.

Contacto: Oficina Central info@alrotek.com

Teléfono: (506) 2452 1046

Apéndice A.2 Cronograma de trabajo

Plan de trabajo II Semestre 2

Objetivo	Actividad	Semana													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Recolectar información por medio de inspecciones a el sistema suministro de agua.	█													
	Proponer una distribución de tuberías.	█	█	█	█	█	█	█							
	Analizar datos y determinar la ampliación del sistema suministro en general.					█	█	█	█						
	Determinar los diámetros de tuberías, bombas y pérdidas por gravedad, fricción y accesorios.					█	█	█	█						
	Generar el planos sistema.					█	█	█	█	█					
2	Investigar proveedores y productos, considerando la disponibilidad local.					█	█								
	Comparar las opciones de equipos y accesorios disponibles en función de los criterios establecidos.						█	█							
	Seleccionar los componentes necesarios a través de la normativa.							█	█						
2	Identificar los equipos y accesorios y recopilar datos de estos.						█								
	Analizar datos y determinar los puntos para el control eléctrico.						█								
	Determinar el estudio de control eléctrico basado en la norma IEC 61850							█	█						
3	Realizar cotizaciones para la obtención de los insumos necesarios, mano de obra y otros gastos asociados al proyecto.									█	█				
	Analizar datos y determinar la información necesaria para la ejecución del análisis financiero.										█				
	Determinar el costo de inversion del proyecto.											█	█		
Informe final	Redaccion del informe final	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Entrega del informe final para revision														█

Fuente: Elaboración Propia.

Apéndice A.3 Ubicación geográfica aproximada de las partes importantes

Coordenadas de localizaciones importantes del proyecto

No.	Descripción	Coordenadas
1	Pozo MTP 51	10.496722, -85.784886
2	Pozo MTP 52	10.495432, -85.782681
3	Pozo MTP 199	10.494390, -85.777233
4	Pozo MTP 200	10.494053, -85.775744
5	Pozo MTP 201	10.494348, -85.778284
7	Pozo MTP 277	10.494194, -85.780239
8	Estación de bombeo	10.491892, -85.777796
9	Tanques de almacenamiento	10.487686, -85.781635
10	Catalinas Resort	10.481747, -85.786101

Apéndice A.4 Ubicación gráfica de los pozos, estación de rebombado y complejo Las Catalinas

En la siguiente imagen se muestra la localización de los pozos se ilustran en un color azul, los tanques de almacenamiento se señalan de un color naranja y el complejo hotelero en un color púrpura, la zona de trabajo se delimita de un color rojo.



Apéndice A.5

Distribución espacial de las tuberías en Google Earth



Apéndice A.6

Tabla de alturas de distribución de tuberías MTP 51

MTP 51				
Fecha del dato [aa/dd/mm]	Latitud [°]	Longitud [°]	Altura [msnm]	Distancia [m]
2007-05-09T06:00:00Z	10,496504	-85,785216	25,10	0
2007-05-09T06:00:14Z	10,496384	-85,784877	25,57	50
2007-05-09T06:00:26Z	10,496261	-85,784588	25,30	100
2007-05-09T06:00:41Z	10,496033	-85,784296	25,29	150
2007-05-09T06:00:57Z	10,495775	-85,783991	26,70	200
2007-05-09T06:01:12Z	10,495521	-85,783689	27,32	250
2007-05-09T06:01:26Z	10,495304	-85,783423	28,02	300
2007-05-09T06:01:39Z	10,495119	-85,783142	29,68	350
2007-05-09T06:01:54Z	10,49496	-85,782798	30,53	400
2007-05-09T06:02:12Z	10,494807	-85,782387	30,77	450
2007-05-09T06:02:28Z	10,494593	-85,782019	32,48	500
2007-05-09T06:02:44Z	10,494375	-85,781688	34,62	550
2007-05-09T06:03:00Z	10,494154	-85,781355	35,54	600
2007-05-09T06:03:18Z	10,493912	-85,78097	34,53	650
2007-05-09T06:03:36Z	10,493688	-85,780569	32,00	700
2007-05-09T06:03:54Z	10,493485	-85,780166	31,85	750
2007-05-09T06:04:13Z	10,493253	-85,779744	32,86	800
2007-05-09T06:04:31Z	10,493029	-85,779337	36,59	850
2007-05-09T06:04:51Z	10,492791	-85,778917	39,51	900
2007-05-09T06:05:09Z	10,492544	-85,778514	40,32	950
2007-05-09T06:05:28Z	10,492291	-85,778107	40,81	1000
2007-05-09T06:05:49Z	10,49186	-85,777819	39,51	1050



Apéndice A.7 Tablas de alturas de distribución de MTP 52 y MTP 199

MTP 52				
Fecha del dato [aa/dd/mm]	Latitud [°]	Longitud [°]	Altura [msnm]	Distancia [m]
2007-05-09T06:00:00Z	10,494971	-85,78268	29,89	0
2007-05-09T06:00:17Z	10,494784	-85,782275	30,42	50
2007-05-09T06:00:35Z	10,494555	-85,781905	32,83	100
2007-05-09T06:00:52Z	10,494296	-85,781553	35,00	150
2007-05-09T06:01:11Z	10,49406	-85,781123	34,19	200
2007-05-09T06:01:30Z	10,493837	-85,780716	32,80	250
2007-05-09T06:01:47Z	10,493631	-85,780317	31,28	300
2007-05-09T06:02:05Z	10,49342	-85,779924	31,51	350
2007-05-09T06:02:24Z	10,493216	-85,77949	33,70	400
2007-05-09T06:02:43Z	10,49297	-85,77906	34,31	450
2007-05-09T06:03:03Z	10,492741	-85,778623	36,78	500
2007-05-09T06:03:24Z	10,492494	-85,778155	37,07	550
2007-05-09T06:03:49Z	10,491982	-85,777798	38,77	600

MTP 199				
Fecha del dato [aa/dd/mm]	Latitud [°]	Longitud [°]	Altura [msnm]	Distancia [m]
2007-05-09T06:00:00Z	10,494067	-85,777213	33,48	0
2007-05-09T06:00:15Z	10,493768	-85,777461	33,79	50
2007-05-09T06:00:32Z	10,493412	-85,777706	33,86	100
2007-05-09T06:00:49Z	10,493059	-85,777935	34,86	150
2007-05-09T06:01:07Z	10,492705	-85,778182	35,25	200
2007-05-09T06:01:21Z	10,492354	-85,778308	34,21	250
2007-05-09T06:01:38Z	10,492141	-85,777953	35,71	300
2007-05-09T06:01:53Z	10,491761	-85,777861	38,69	350

Apéndice A.8 Tablas de alturas de distribución de MTP 200, 201 y 277

MTP 200				
Fecha del dato [aa/dd/mm]	Latitud [°]	Longitud [°]	Altura [msnm]	Distancia [m]
2007-05-09T06:00:00Z	10,494119	-85,775912	30,35	0
2007-05-09T06:00:18Z	10,493913	-85,776262	31,54	50
2007-05-09T06:00:23Z	10,493807	-85,776365	31,58	100
2007-05-09T06:00:30Z	10,49369	-85,77647	31,68	150
2007-05-09T06:00:42Z	10,493433	-85,776661	31,89	200
2007-05-09T06:00:49Z	10,493304	-85,77675	32,17	250
2007-05-09T06:01:02Z	10,493066	-85,776962	33,66	300
2007-05-09T06:01:08Z	10,492945	-85,777084	34,15	350
2007-05-09T06:01:15Z	10,492833	-85,777198	34,53	400
2007-05-09T06:01:22Z	10,492699	-85,77732	35,04	450
2007-05-09T06:01:28Z	10,492572	-85,777409	36,05	500
2007-05-09T06:01:34Z	10,492465	-85,777496	37,37	550

MTP 201				
Fecha del dato [aa/dd/mm]	Latitud [°]	Longitud [°]	Altura [msnm]	Distancia [m]
2007-05-09T06:00:00Z	10,494427	-85,777755	30,60	0
2007-05-09T06:00:20Z	10,494412	-85,777248	31,44	50
2007-05-09T06:00:37Z	10,493975	-85,777261	33,86	100
2007-05-09T06:00:58Z	10,493562	-85,777584	33,79	150
2007-05-09T06:01:22Z	10,493102	-85,777974	34,76	200
2007-05-09T06:01:45Z	10,49261	-85,778286	38,53	250
2007-05-09T06:02:04Z	10,492248	-85,777986	40,86	300
2007-05-09T06:02:17Z	10,491997	-85,777777	43,61	350
2007-05-09T06:02:24Z	10,491824	-85,777819	45,39	400

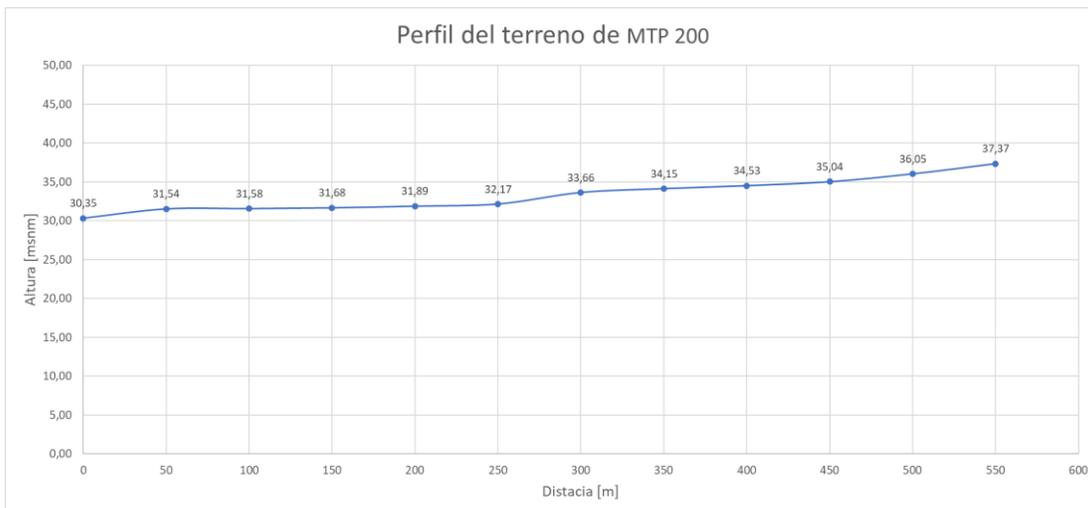
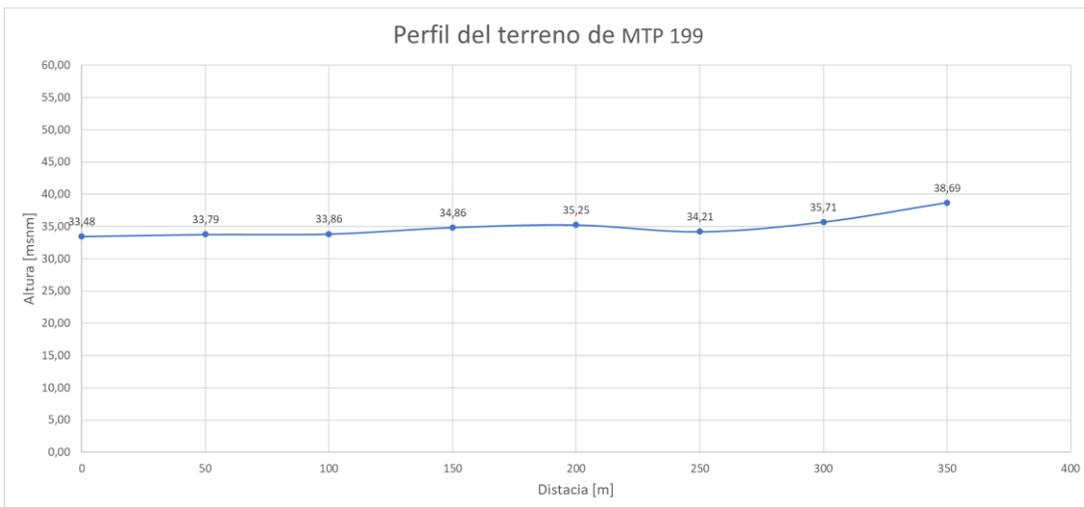
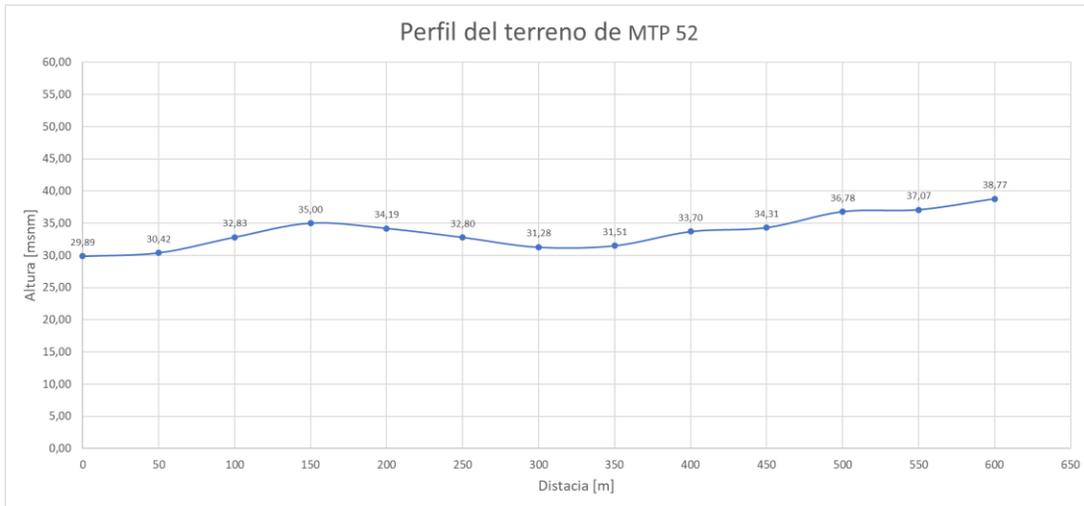
MTP 277				
Fecha del dato [aa/dd/mm]	Latitud [°]	Longitud [°]	Altura [msnm]	Distancia [m]
2007-05-09T06:00:00Z	10,493733	-85,780267	30,49	0
2007-05-09T06:00:18Z	10,493424	-85,779941	31,55	50
2007-05-09T06:00:36Z	10,493205	-85,779539	32,87	100
2007-05-09T06:00:54Z	10,492973	-85,77915	33,42	150
2007-05-09T06:01:12Z	10,492797	-85,778705	34,61	200
2007-05-09T06:01:31Z	10,492628	-85,778271	35,08	250
2007-05-09T06:01:49Z	10,492433	-85,777851	35,37	300
2007-05-09T06:02:05Z	10,492053	-85,777739	37,89	350

Apéndice A.9 Tabla de alturas de distribución de ETR

Estación de rebombeo				
Fecha del dato [aa/dd/mm]	Latitud [°]	Longitud [°]	Altura [msnm]	Distancia [m]
2007-05-09T06:00:00Z	10,491565	-85,778007	39,70	0
2007-05-09T06:00:19Z	10,491342	-85,77845	45,69	50
2007-05-09T06:00:36Z	10,49124	-85,778859	64,35	100
2007-05-09T06:00:53Z	10,491266	-85,779293	71,39	150
2007-05-09T06:01:12Z	10,491271	-85,779768	74,78	200
2007-05-09T06:01:28Z	10,490892	-85,779896	86,70	250
2007-05-09T06:01:46Z	10,490452	-85,78	99,59	300
2007-05-09T06:02:05Z	10,490028	-85,780212	112,02	350
2007-05-09T06:02:25Z	10,48955	-85,78034	122,88	400
2007-05-09T06:02:43Z	10,489096	-85,780327	130,88	450
2007-05-09T06:02:59Z	10,488684	-85,780318	136,57	500
2007-05-09T06:03:18Z	10,488276	-85,78055	138,67	550
2007-05-09T06:03:40Z	10,487911	-85,780967	136,09	600
2007-05-09T06:03:55Z	10,487745	-85,78132	130,72	650
2007-05-09T06:04:08Z	10,487674	-85,781639	133,52	700

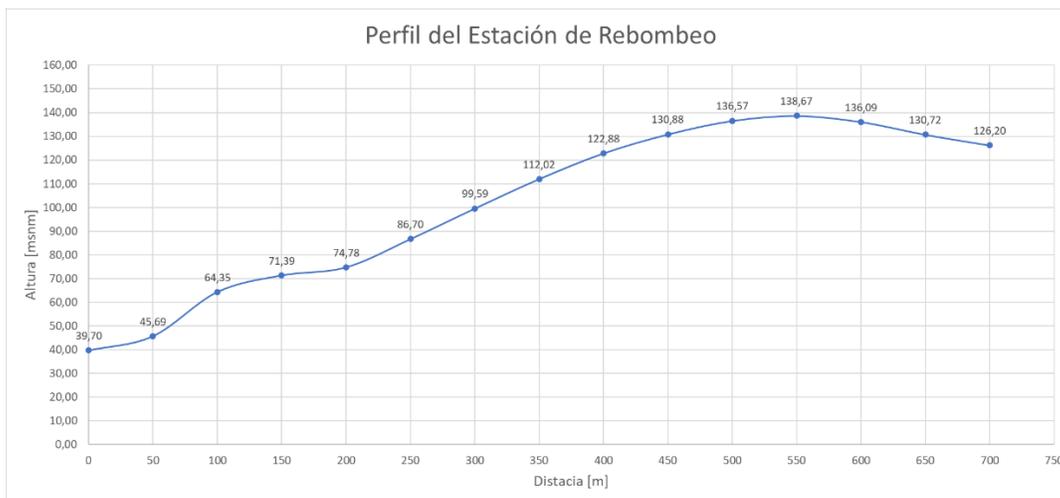
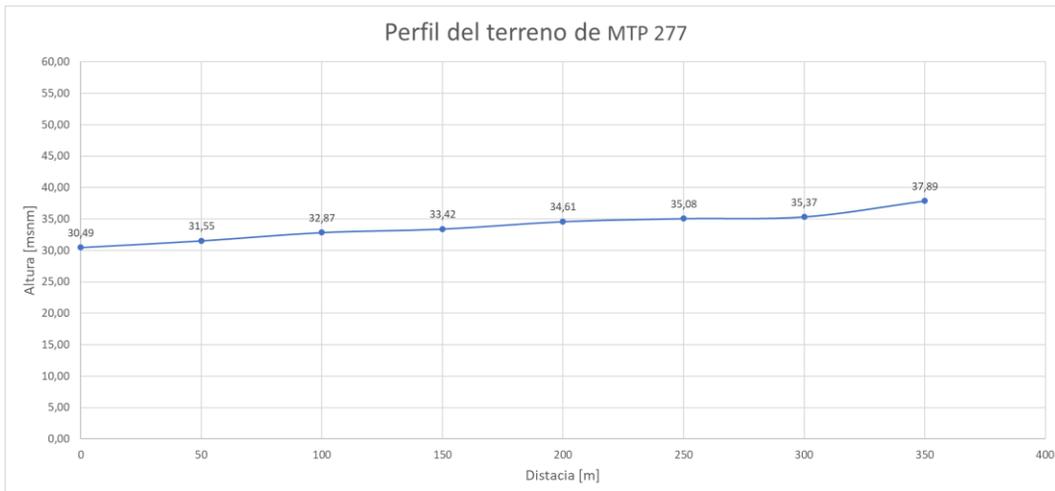
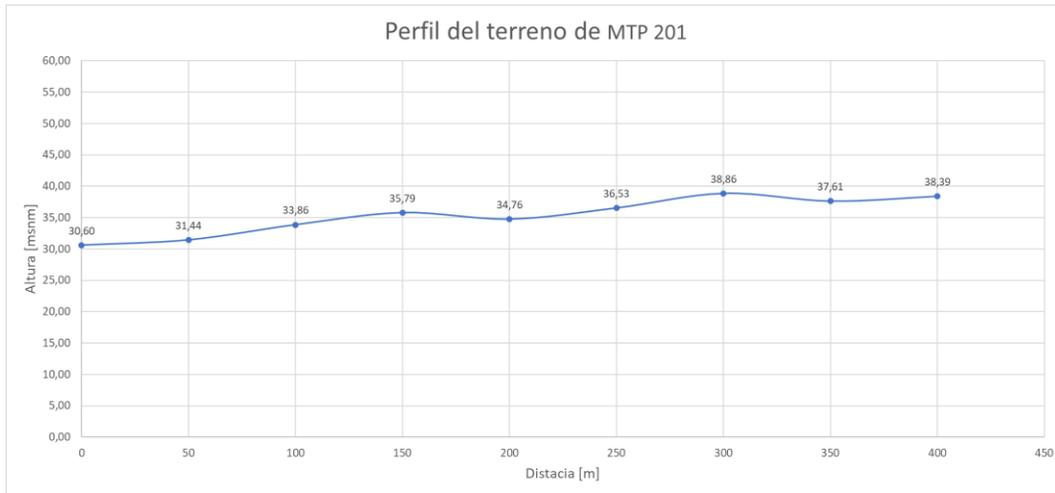
Apéndice A.10

Perfiles de terreno de MTP 52, MTP 199 y MTP 200



Apéndice A.11

Perfiles de terreno de MTP 201, MTP 277 y ETR



Apéndice A.12

Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 51

Pozo MTP 51 + INTER 1														
Altura [msnm]	Distancia [m]	ΔH [m]	Q [m ³ /s]	C	D [m]	ρ [kg/m ³]	g [m ² /s]	V [m/s]	γ [N/m ³]	P [Pa]	hf	Hd [mca]	Htotal [mca]	Carga hidráulica [mca]
4,10	0	37,98	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	371081,9	0,0	76,23	76,2	80,33
25,57	50	16,51	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	162054,8	1,9	33,29	35,2	60,76
25,30	100	16,78	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	164631,6	3,8	33,82	37,6	62,92
25,29	150	16,79	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	164759,2	5,7	33,85	39,5	64,83
26,70	200	15,37	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	150989,6	7,6	31,02	38,6	65,32
27,32	250	14,76	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	145002,9	9,5	29,79	39,3	66,60
28,02	300	14,06	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	138230,2	11,4	28,40	39,8	67,80
29,68	350	12,40	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	122043,8	13,3	25,07	38,4	68,04
30,53	400	11,55	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	113748,9	15,2	23,37	38,6	69,08
30,77	450	11,31	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	111435,3	17,1	22,89	40,0	70,75
32,48	500	9,60	0,01631	140	0,1016	996	9,775	1,62	977	94745,7	19,0	19,46	38,4	70,93
34,62	550	7,46	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	72655,5	2,9	14,93	17,8	52,44
35,54	600	6,54	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	63720,5	3,2	13,09	16,3	51,79
34,53	650	7,55	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	73507,1	3,4	15,10	18,5	53,06
32,00	700	10,08	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	98175,1	3,7	20,17	23,9	55,85
31,85	750	10,23	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	99562,7	4,0	20,45	24,4	56,26
32,86	800	9,22	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	89730,6	4,2	18,43	22,6	55,51
36,59	850	5,49	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	53449,3	4,5	10,98	15,5	52,05
39,51	900	2,57	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	25027,0	4,7	5,14	9,9	49,39
40,32	950	1,76	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	17094,1	5,0	3,51	8,5	48,84
40,81	1000	1,27	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	12335,2	5,3	2,53	7,8	48,62
39,51	1050	2,57	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	25027,0	5,5	5,14	10,7	50,18
42,08	1053	0,00	0,01631	140	0,1524	996	9,775	0,11	977	5,7	5,5	0,00	5,6	47,63

Diseño de una ampliación para el sistema de suministro de agua potable para el complejo hotelero Las Catalinas en

Guanacaste

tiene licencia CC BY por Ansony Benavides Chavarría

Apéndice A.13 Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 52 y MTP 199

Pozo MTP 52 + INTER 1														
Altura [msnm]	Distancia [m]	ΔH [m]	Q [m ³ /s]	C	D [m]	ρ [kg/m ³]	g [m ² /s]	V [m/s]	γ [N/m ³]	P [Pa]	hf	Hd [mca]	Htotal [mca]	Carga hidráulica [mca]
4,89	0	36,44	0,01500	140,00	0,1016	996,00	9,775	1,83	977,00	356464,49	0,00	73,23	73,23	78,12
30,42	50	10,91	0,01500	140,00	0,1016	996,00	9,775	1,83	977,00	107914,20	1,63	22,17	23,79	54,22
32,83	100	8,50	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	82782,78	0,45	17,01	17,46	50,29
35,00	150	6,33	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	61662,22	0,68	12,67	13,34	48,35
34,19	200	7,14	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	69543,09	0,90	14,29	15,19	49,38
32,80	250	8,53	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	83067,02	1,13	17,06	18,19	51,00
31,28	300	10,05	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	97893,47	1,35	20,11	21,46	52,74
31,51	350	9,82	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	95628,04	1,58	19,64	21,22	52,74
33,70	400	7,64	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	74341,68	1,81	15,27	17,08	50,78
34,31	450	7,02	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	68375,40	2,03	14,05	16,08	50,39
36,78	500	4,55	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	44344,94	2,26	9,11	11,37	48,15
37,07	550	4,26	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	41481,11	2,48	8,52	11,00	48,08
38,77	600	2,57	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	25026,09	2,71	5,14	7,85	46,61
41,34	603	0,00	0,01500	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,10	977,00	4,82	2,72	0,00	2,72	44,06

Pozo MTP 199 + INTER 2 + INTER 3														
Altura [msnm]	Distancia [m]	ΔH [m]	Q [m ³ /s]	C	D [m]	ρ [kg/m ³]	g [m ² /s]	V [m/s]	γ [N/m ³]	P [Pa]	hf	Hd [mca]	Htotal [mca]	Carga hidráulica [mca]
3,48	0	37,78	0,00742	140,00	0,0762	996,00	9,775	2,10	977,00	370051,63	0,00	76,02	76,02	79,49
33,79	50	7,47	0,00742	140,00	0,0762	996,00	9,775	1,73	977,00	74211,96	1,79	15,25	17,04	50,83
33,86	100	7,40	0,00742	140,00	0,0762	996,00	9,775	2,05	977,00	74151,91	3,58	15,23	18,82	52,68
34,86	150	6,40	0,00742	140,00	0,1016	996,00	9,775	0,07	977,00	62323,97	1,32	12,80	14,13	48,99
35,25	200	6,01	0,00742	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,05	977,00	58550,67	0,25	12,03	12,27	47,52
34,21	250	7,05	0,00742	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,05	977,00	68624,19	0,31	14,10	14,40	48,62
35,71	300	5,55	0,00742	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,05	977,00	54034,87	0,37	11,10	11,47	47,18
38,69	350	2,57	0,00742	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,05	977,00	25022,44	0,43	5,14	5,57	44,26
41,26	353	0,00	0,00742	140,00	0,1524	996,00	9,775	0,05	977,00	25022,44	0,43	2,57	3,00	44,26

Apéndice A.14

Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 200 y MTP 201

Pozo MTP 200														
Altura [msnm]	Distancia [m]	ΔH [m]	Q [m ³ /s]	C	D [m]	ρ [kg/m ³]	g [m ² /s]	V [m/s]	γ [N/m ³]	P [Pa]	hf	Hd [mca]	Htotal [mca]	Carga hidráulica [mca]
0,35	0	39,59	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	386943,2	0,0	79,49	79,5	79,83
31,54	50	8,40	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	83258,0	0,9	17,10	18,0	49,58
31,58	100	8,36	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	82880,0	1,9	17,03	18,9	50,47
31,68	150	8,25	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	81837,8	2,8	16,81	19,6	51,30
31,89	200	8,05	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	79817,1	3,7	16,40	20,1	52,03
32,17	250	7,77	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	77095,5	4,7	15,84	20,5	52,68
33,66	300	6,28	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	62615,2	5,6	12,86	18,5	52,13
34,15	350	5,79	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	57827,5	6,5	11,88	18,4	52,57
34,53	400	5,41	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	54114,5	7,5	11,12	18,6	53,12
35,04	450	4,90	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	49188,3	8,4	10,10	18,5	53,55
36,05	500	3,89	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	39316,6	9,3	8,08	17,4	53,47
37,37	550	2,57	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	26508,2	10,3	5,45	15,7	53,09
39,94	553	0,00	0,00522	140	0,0762	996	9,775	1,73	977	1486,9	10,3	0,31	10,6	50,58

Pozo MTP 201 + INTER 2 + INTER 3														
Altura [msnm]	Distancia [m]	ΔH [m]	Q [m ³ /s]	C	D [m]	ρ [kg/m ³]	g [m ² /s]	V [m/s]	γ [N/m ³]	P [Pa]	hf	Hd [mca]	Htotal [mca]	Carga hidráulica [mca]
1,60	0	39,36	0,00751	140	0,0762	996	9,775	2,05	977	385324,3	0,0	79,16	79,2	80,75
31,44	50	9,52	0,00751	140	0,0762	996	9,775	2,05	977	94805,4	1,8	19,48	21,3	52,74
33,86	100	7,10	0,00751	140	0,0762	996	9,775	2,05	977	71227,5	3,7	14,63	18,3	52,16
35,79	150	5,17	0,00751	140	0,0762	996	9,775	2,05	977	52412,4	5,5	10,77	16,3	52,06
34,76	200	6,20	0,00751	140	0,1016	996	9,775	0,07	977	60396,5	1,8	12,41	14,2	48,97
36,53	250	4,43	0,00751	140	0,1524	996	9,775	0,05	977	43086,1	0,3	8,85	9,2	45,70
38,86	300	2,10	0,00751	140	0,1524	996	9,775	0,05	977	20466,4	0,4	4,20	4,6	43,44
37,61	350	3,35	0,00751	140	0,1524	996	9,775	0,05	977	32594,5	0,4	6,70	7,1	44,75
38,39	400	2,57	0,00751	140	0,1524	996	9,775	0,05	977	25022,5	0,5	5,14	5,6	44,03
40,96	403	0,00	0,00751	140	0,1524	996	9,775	0,05	977	25022,5	0,5	2,57	3,1	44,03

Apéndice A.15

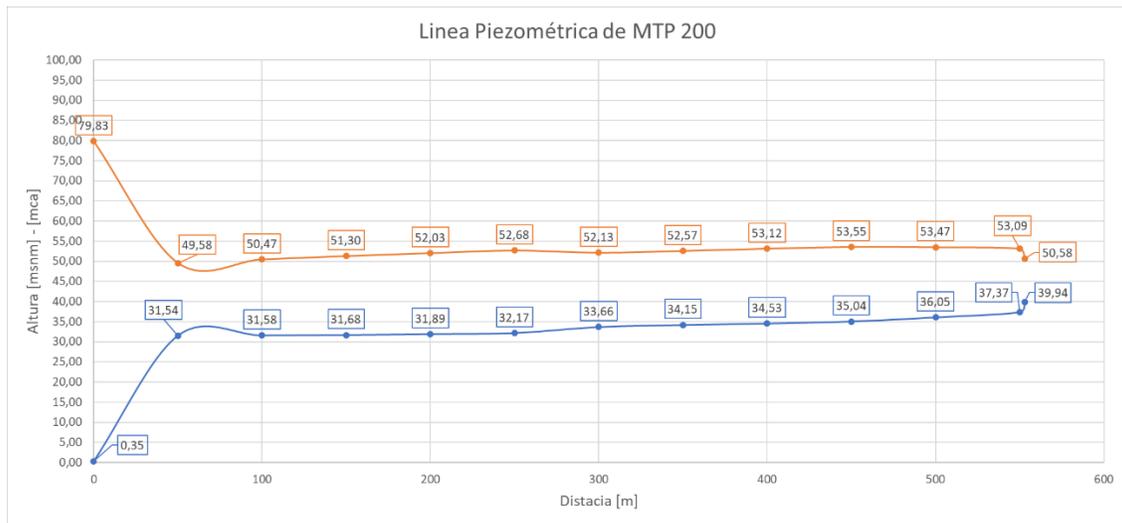
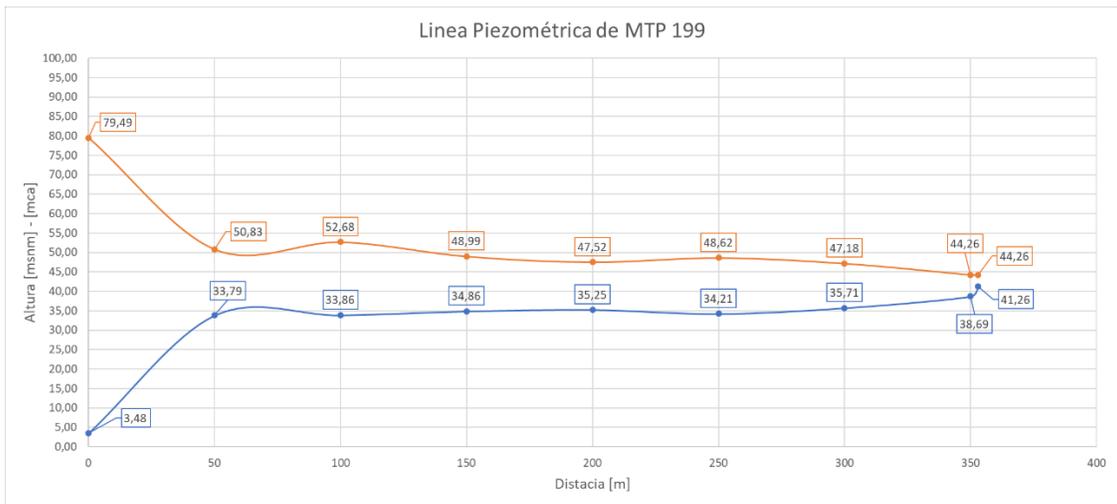
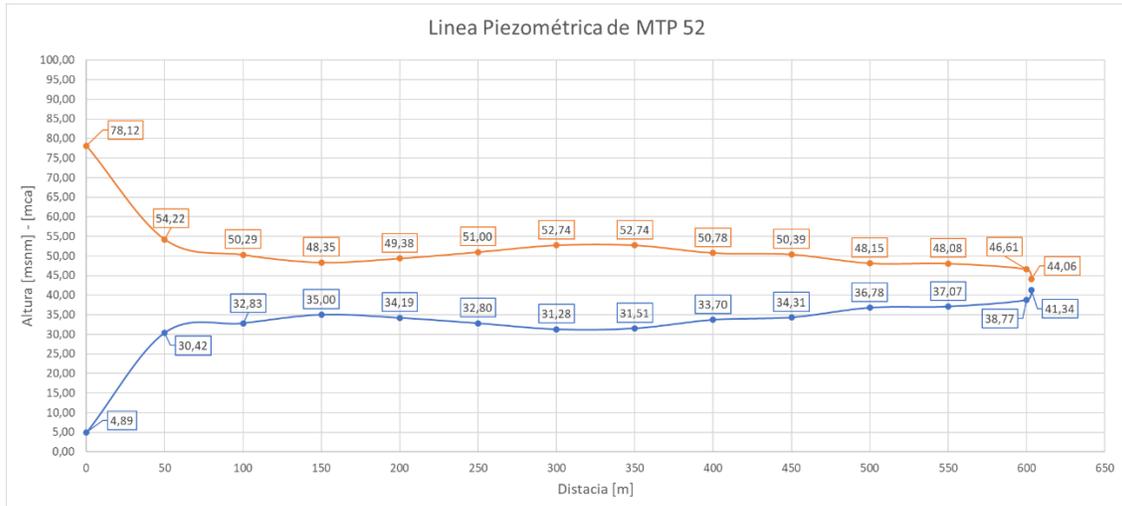
Tabla de datos para línea piezométrica de MTP 277 y ETR

Pozo MTP 277 + INTER 3														
Altura [msnm]	Distancia [m]	ΔH [m]	Q [m ³ /s]	C	D [m]	ρ [kg/m ³]	g [m ² /s]	V [m/s]	γ [N/m ³]	P [Pa]	hf	Hd [mca]	Htotal [mca]	Carga hidráulica [mca]
2,49	0	37,98	0,00476	140	0,0762	996	9,775	2,14	977	372002,8	0,0	76,42	76,4	78,91
31,55	50	8,91	0,00476	140	0,0762	996	9,775	2,14	977	89061,8	0,8	18,30	19,1	50,63
32,87	100	7,60	0,00476	140	0,0762	996	9,775	2,14	977	76240,8	1,6	15,66	17,2	50,10
33,42	150	7,04	0,00476	140	0,0762	996	9,775	2,14	977	70814,3	2,4	14,55	16,9	50,33
34,61	200	5,85	0,00476	140	0,0762	996	9,775	2,14	977	59267,1	3,2	12,17	15,3	49,93
35,08	250	5,38	0,00476	140	0,1524	996	9,775	0,03	977	52399,0	0,1	10,76	10,9	45,98
35,37	300	5,09	0,00476	140	0,1524	996	9,775	0,03	977	49584,0	0,2	10,19	10,3	45,72
37,89	350	2,57	0,00476	140	0,1524	996	9,775	0,03	977	25021,7	0,2	5,14	5,3	43,22
40,46	353	0,00	0,00476	140	0,1524	996	9,775	0,03	977	25021,7	0,2	2,57	2,8	43,22

Estación de Rebombeo														
Altura [msnm]	Distancia [m]	ΔH [m]	Q [m ³ /s]	C	D [m]	ρ [kg/m ³]	g [m ² /s]	V [m/s]	γ [N/m ³]	P [Pa]	hf	Hd [mca]	Htotal [mca]	Carga hidráulica [mca]
39,70	0	102,48	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	999436,8	0,0	205,31	205,3	245,01
45,69	50	96,49	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	941058,7	0,0	193,32	193,3	239,01
64,35	100	77,83	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	759453,7	0,0	156,01	156,0	220,36
71,39	150	70,79	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	690889,1	0,0	141,93	141,9	213,32
74,78	200	67,40	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	657900,4	0,0	135,15	135,1	209,93
86,70	250	55,48	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	541873,6	0,0	111,31	111,3	198,01
99,59	300	42,59	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	416352,3	0,0	85,53	85,5	185,12
112,02	350	30,16	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	295324,2	0,0	60,67	60,7	172,69
122,88	400	19,30	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	189572,1	0,0	38,94	38,9	161,82
130,88	450	11,31	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	111749,2	0,0	22,96	23,0	153,83
136,57	500	5,61	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	56333,9	0,0	11,57	11,6	148,14
138,67	550	3,51	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	35842,0	0,0	7,36	7,4	146,03
136,09	600	6,09	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	60956,0	0,0	12,52	12,5	148,61
130,72	650	11,46	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	113262,4	0,0	23,27	23,3	153,99
133,50	700	8,68	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	86186,0	0,0	17,70	17,7	151,21
142,18	703	0,00	0,02500	140	101,6	996	9,775	1,84	977	1678,4	0,0	0,34	0,3	142,53

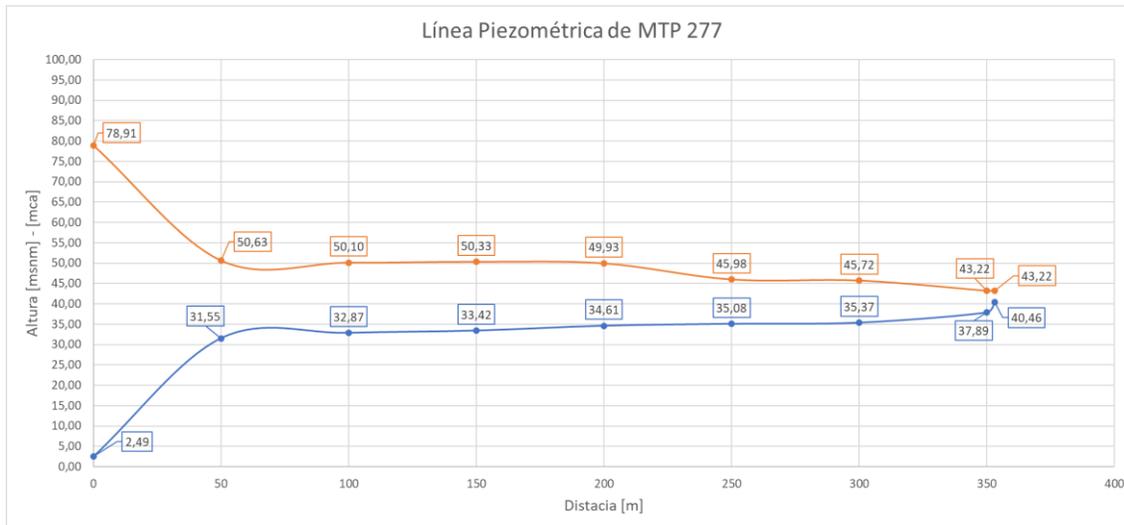
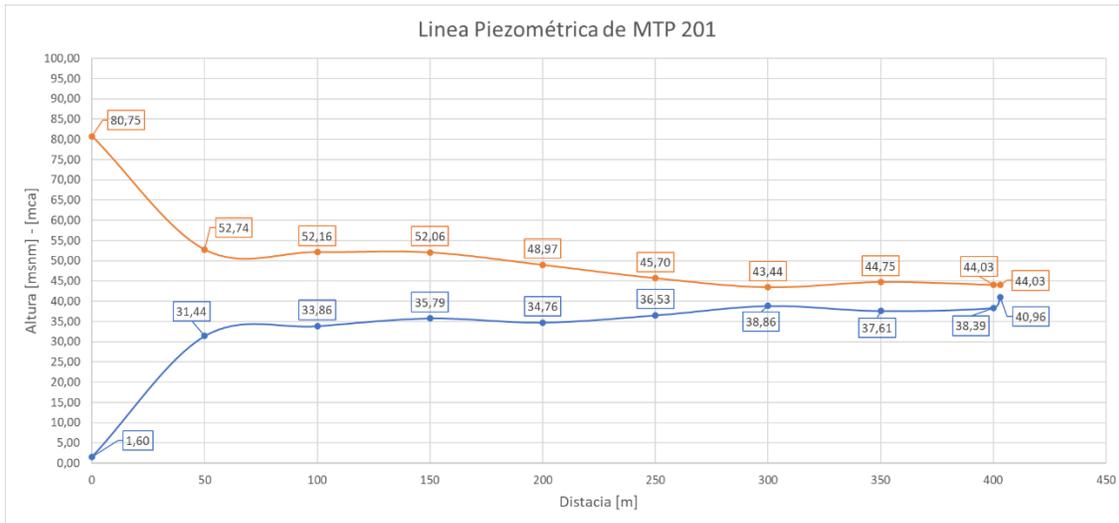
Apéndice A.16

Líneas piezométricas de MTP 52, MTP 199 y MTP 200

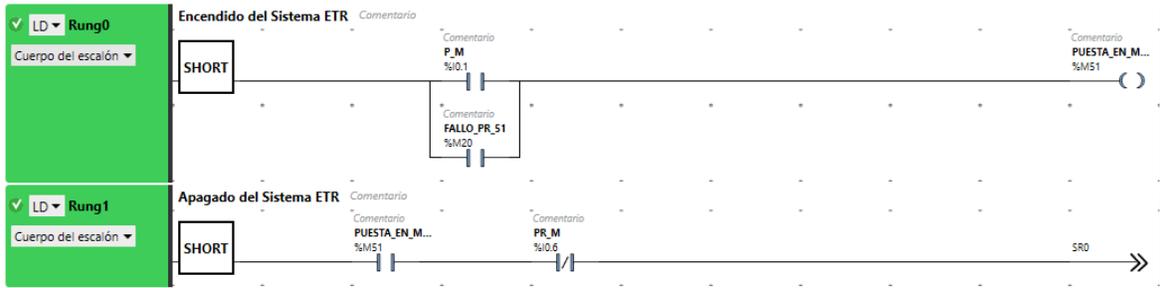


Apéndice A.17

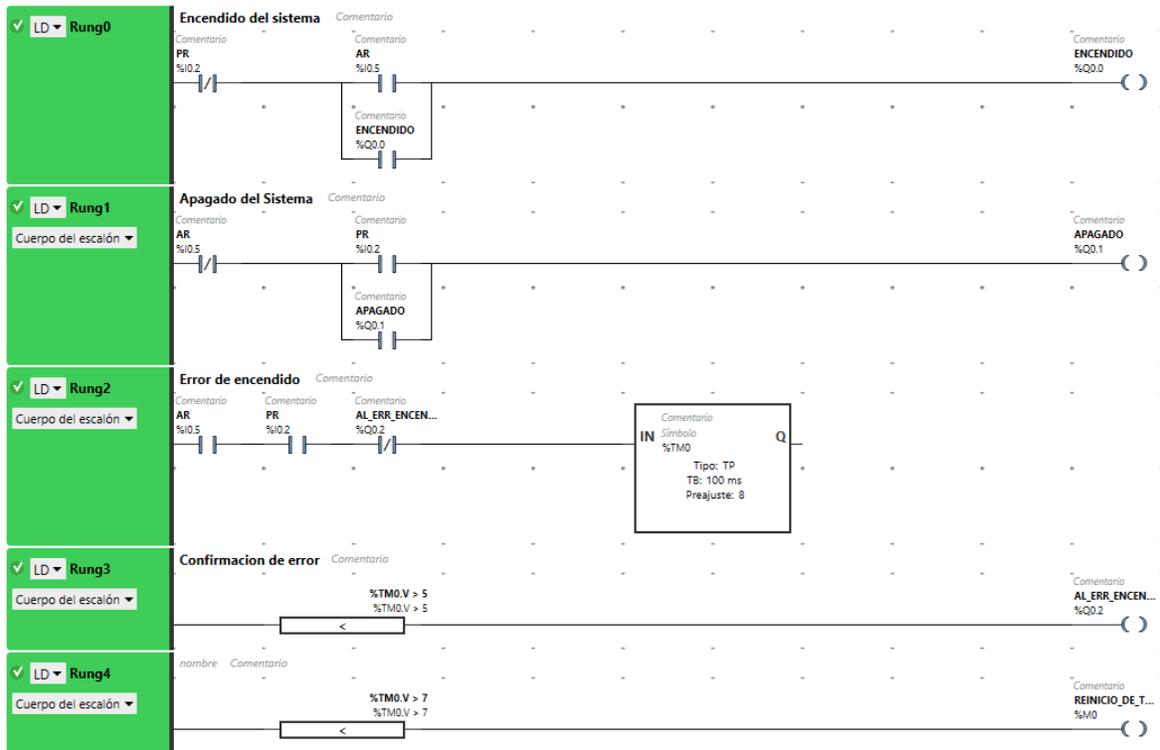
Líneas piezométricas de MTP 201, MTP 277 y ETR



Apéndice A.18 Programación de ETR arranque de PLC TM221CE40T

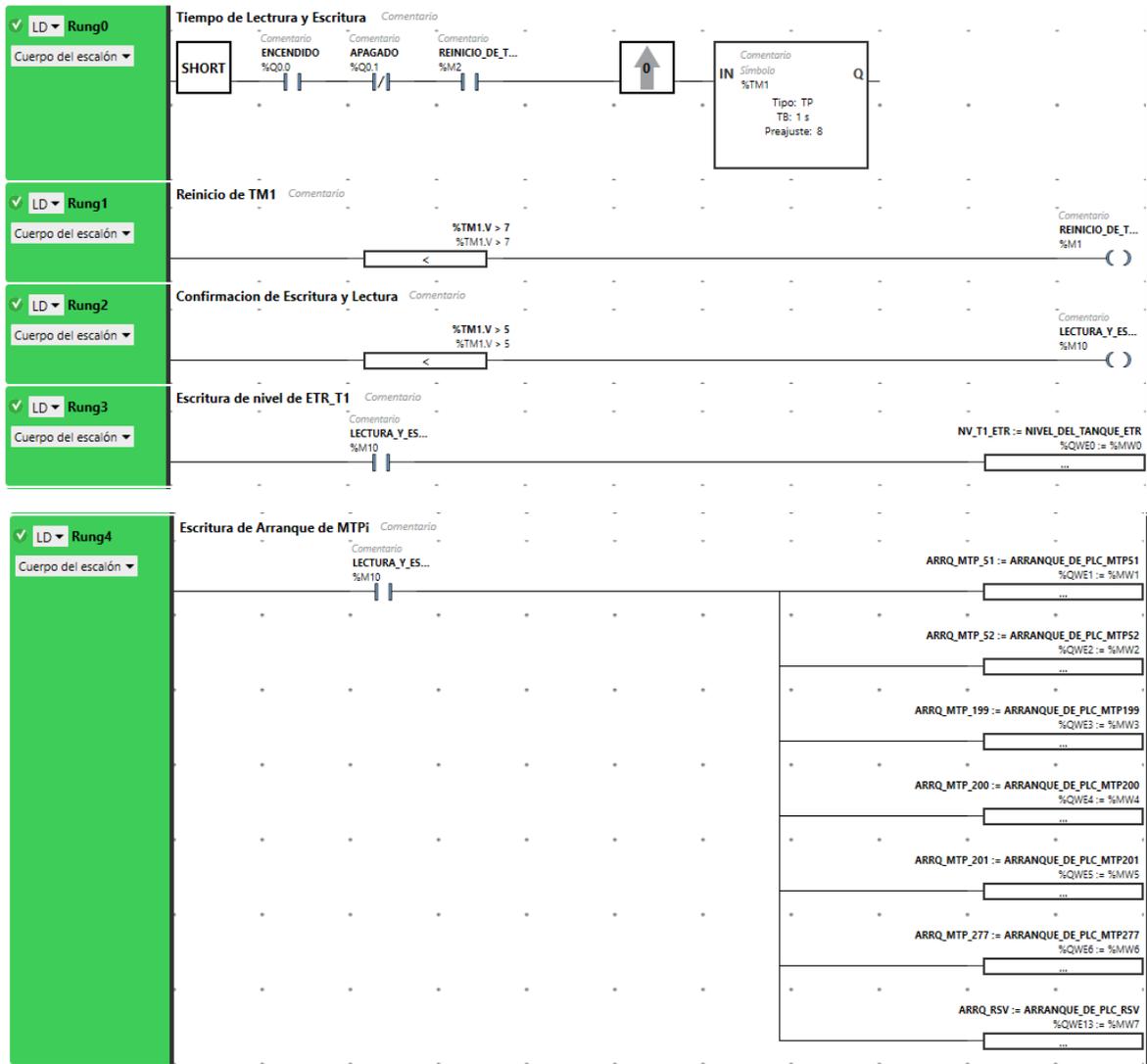


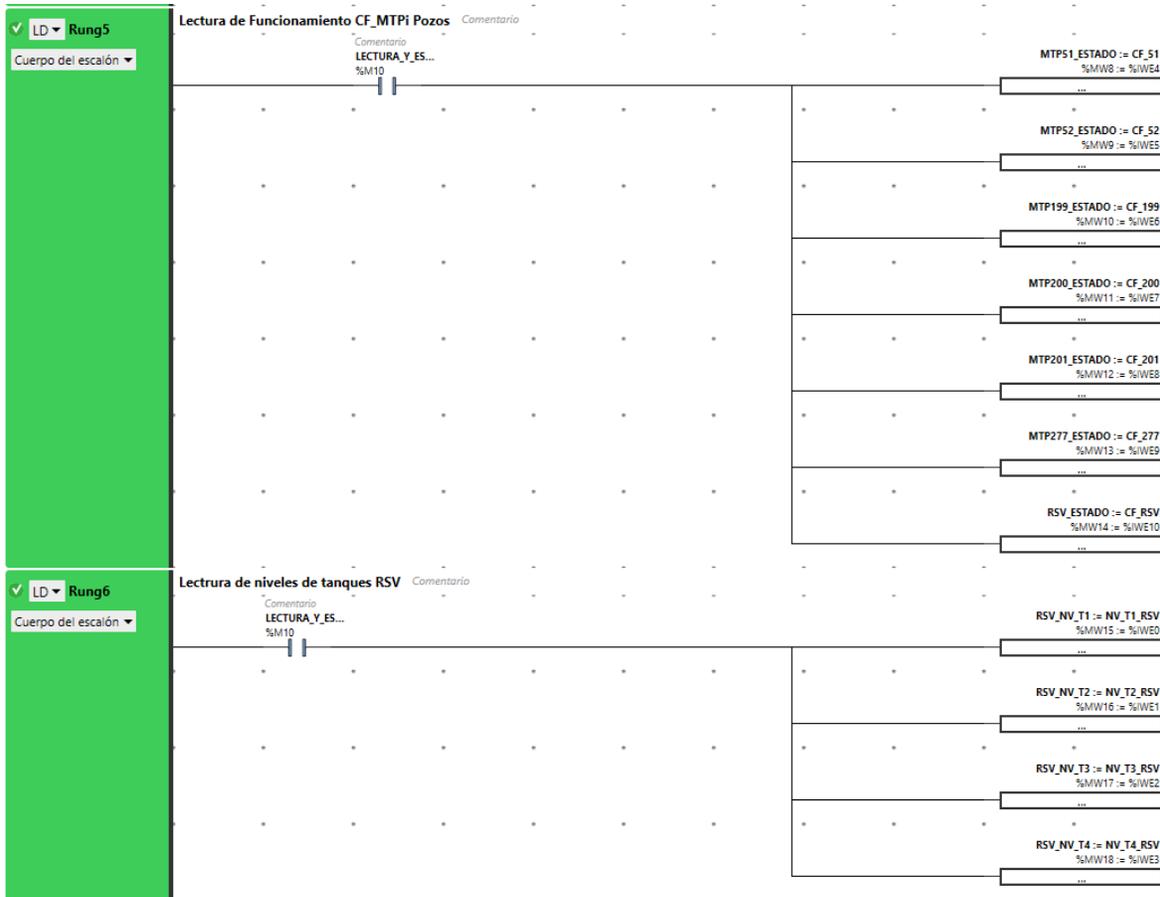
Tarea SR0



Apéndice A.19

Programación ETR de comunicación con las estaciones

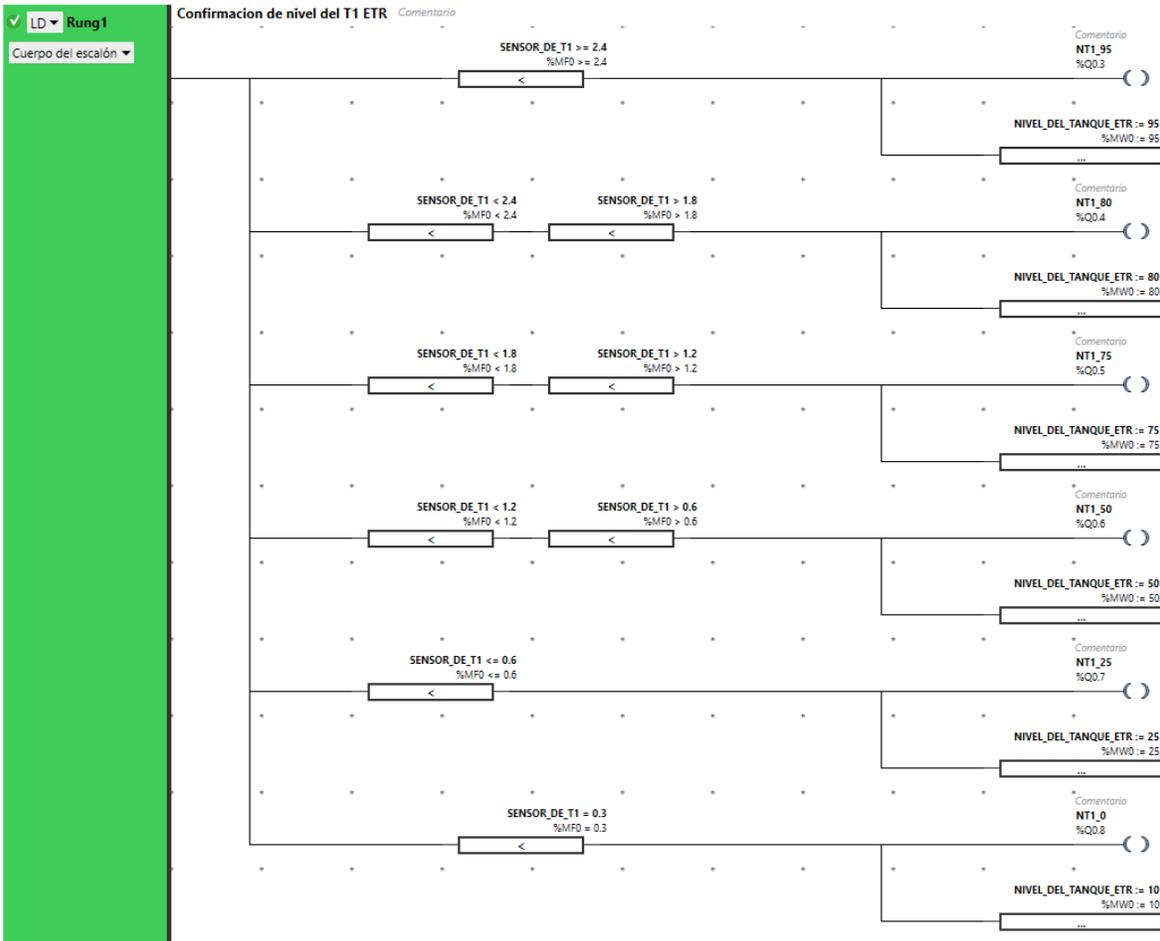




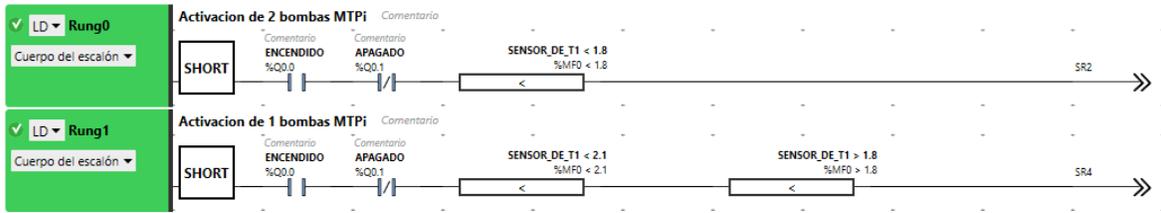
Apéndice A.20 Programación ETR del nivel del tanque



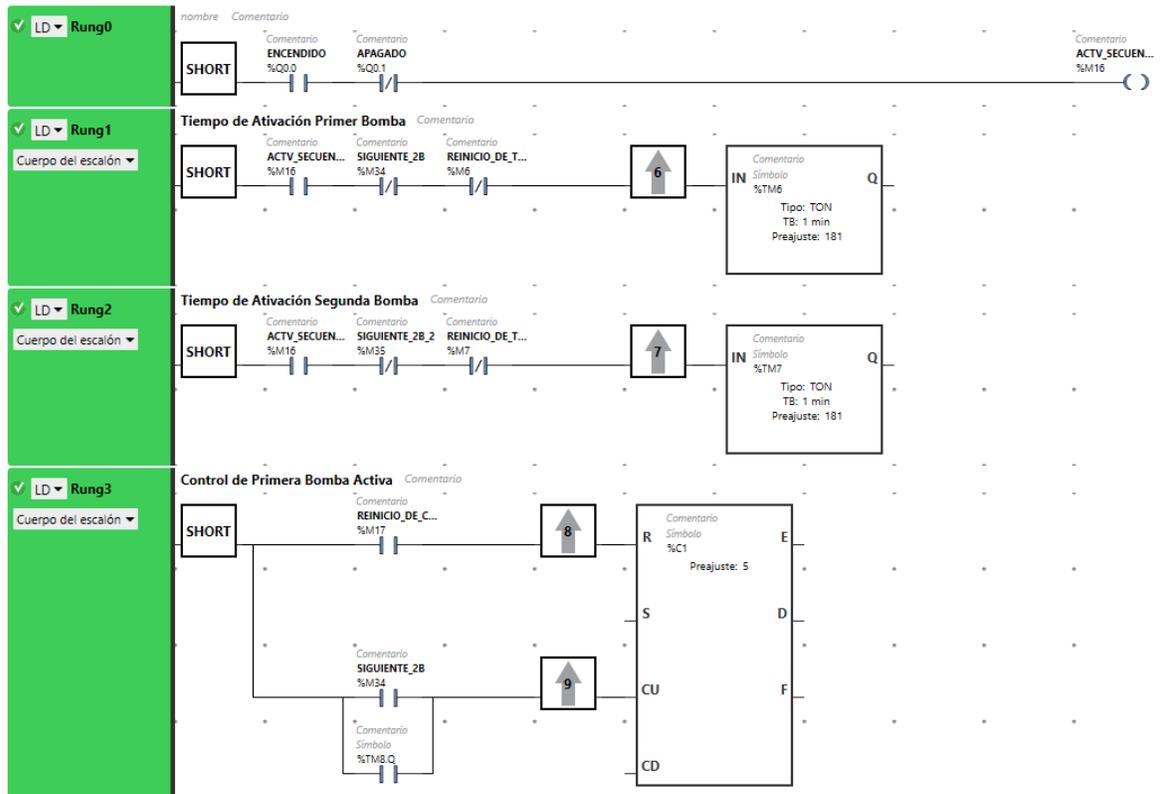
Tarea SR1

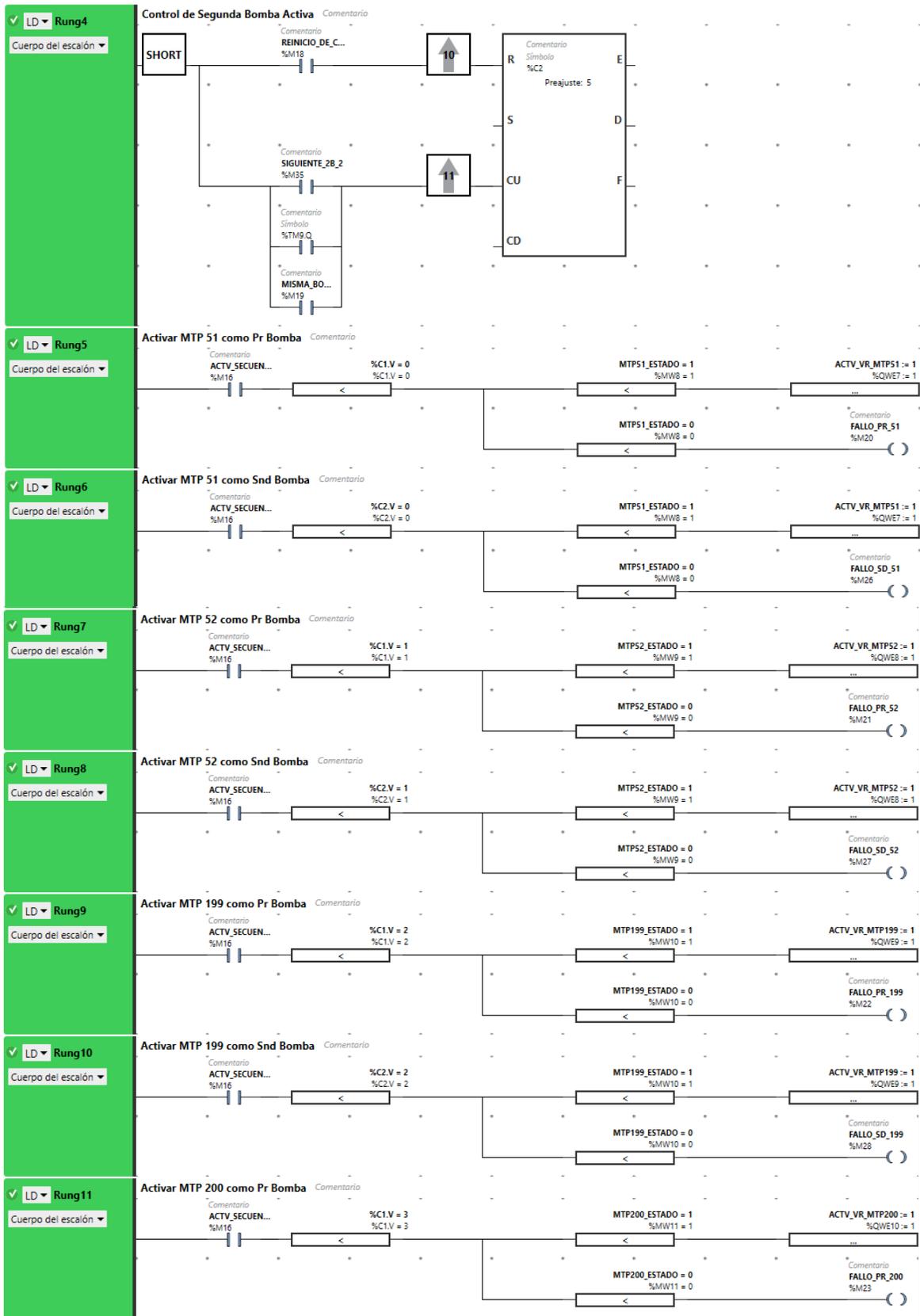


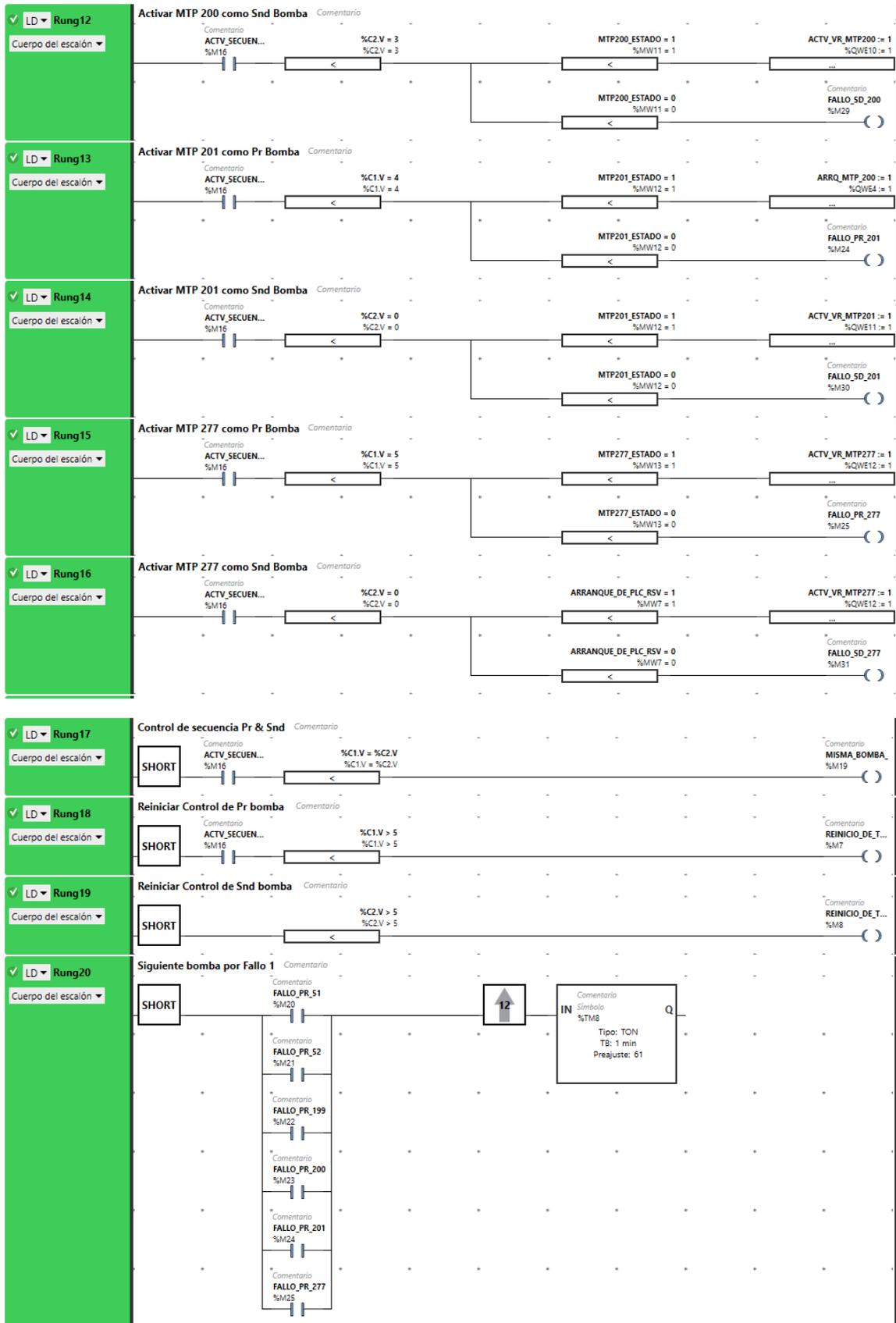
Apéndice A.21 Programación ETR de secuencia de activación de bombas de los pozos

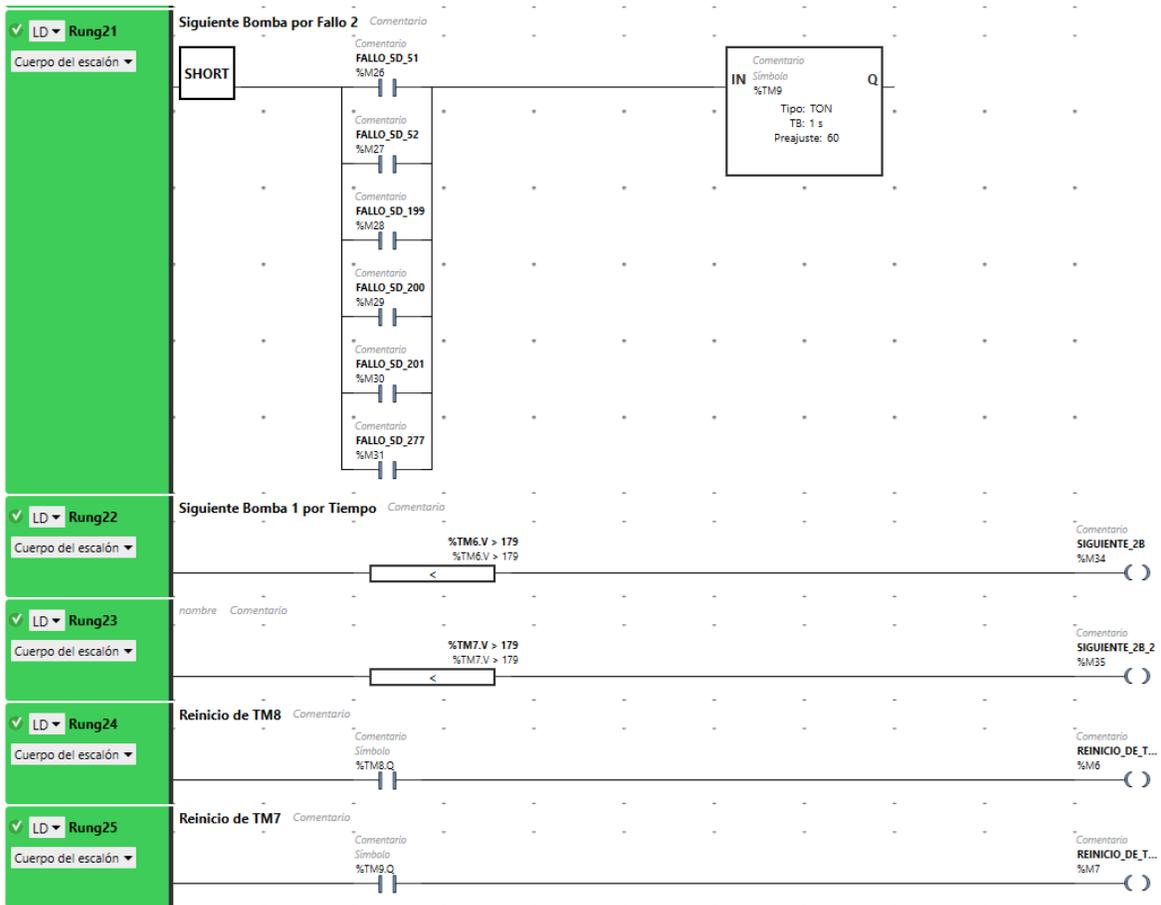


Tarea SR2



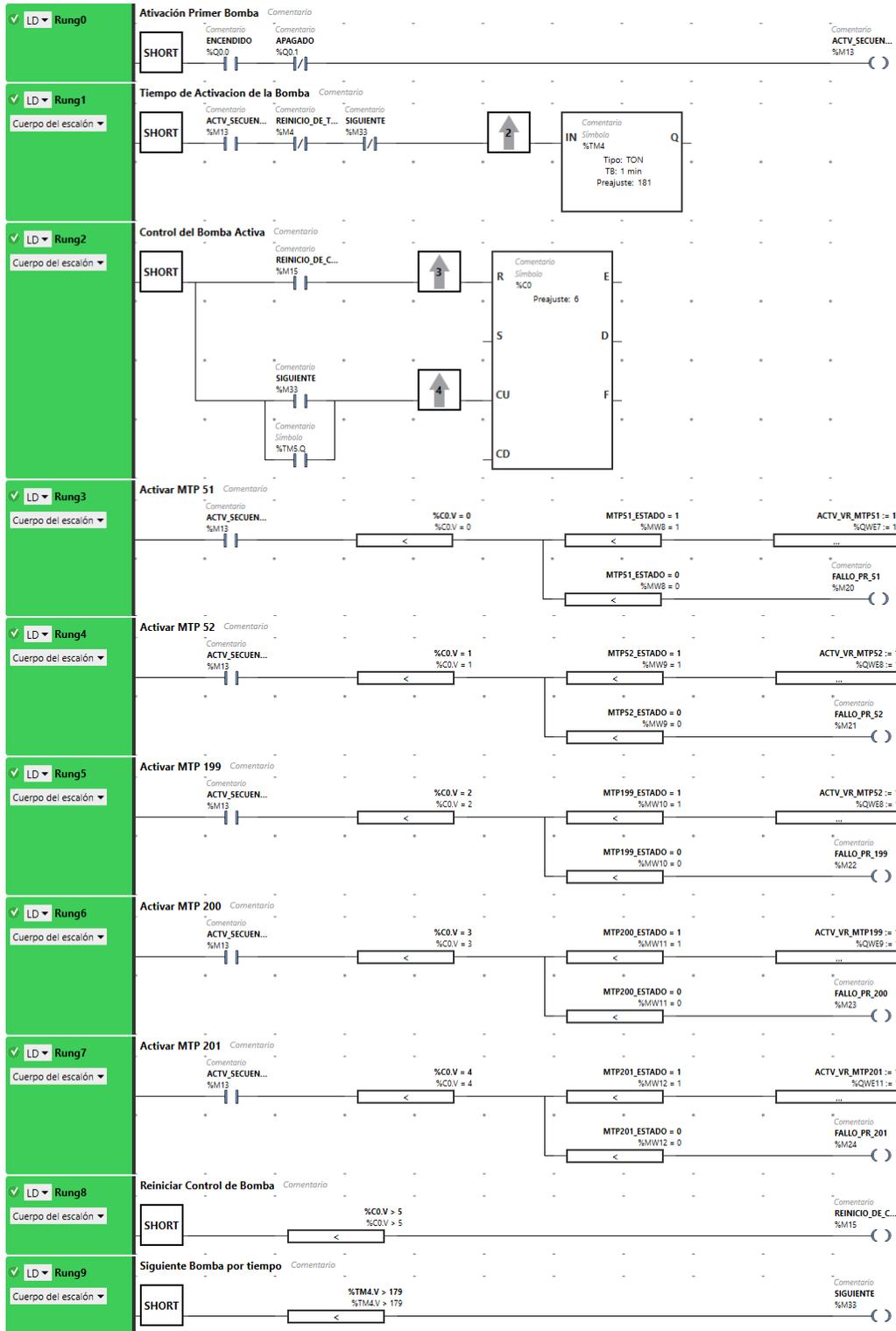


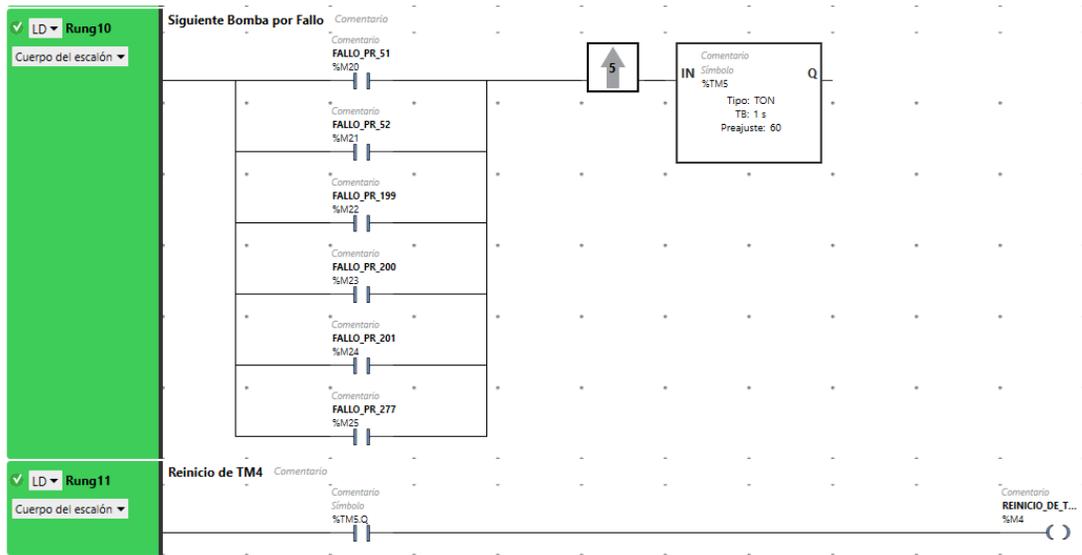




Apéndice A.22

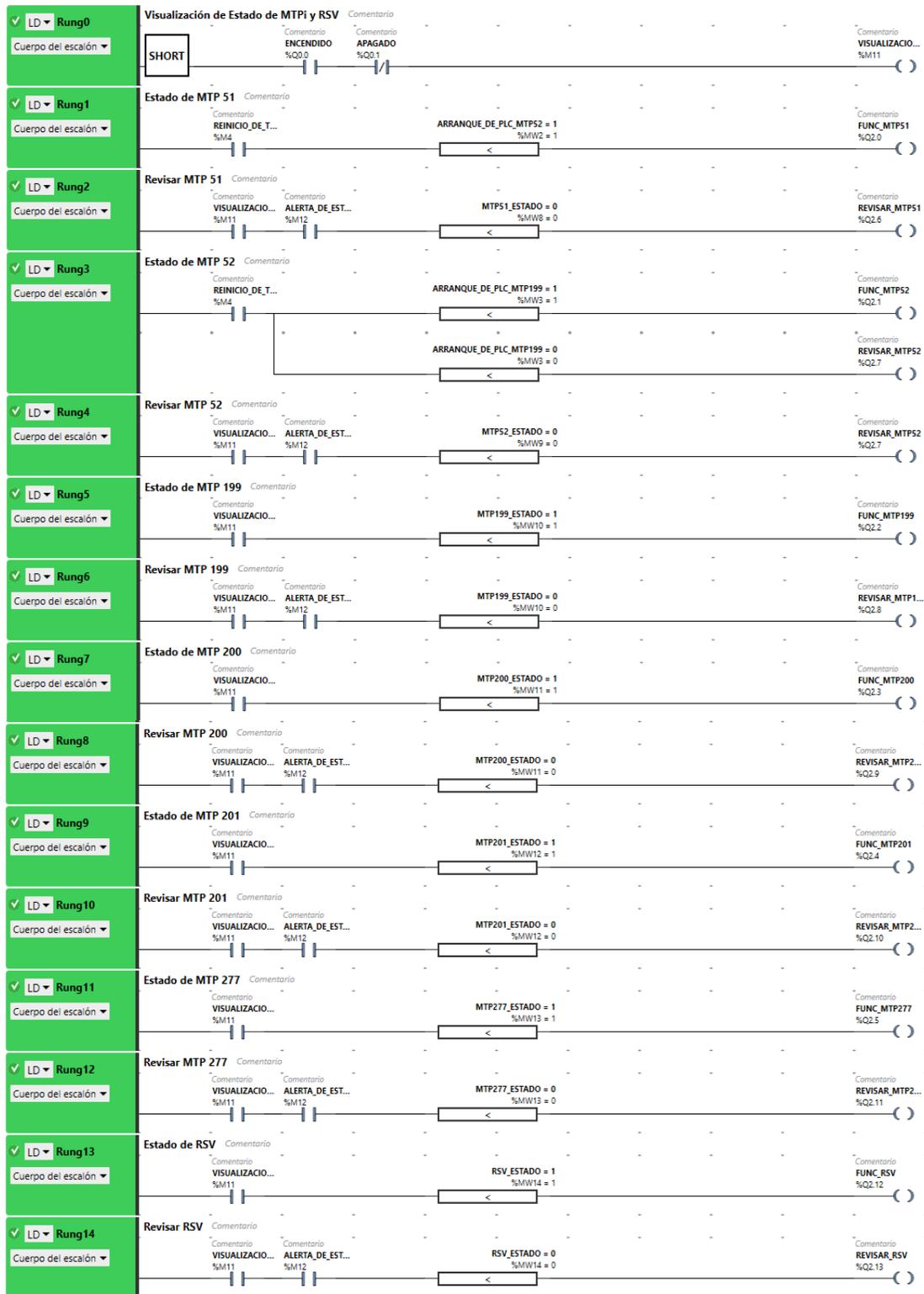
Programación ETR de Tarea SR4 para secuencia de activación de pozos

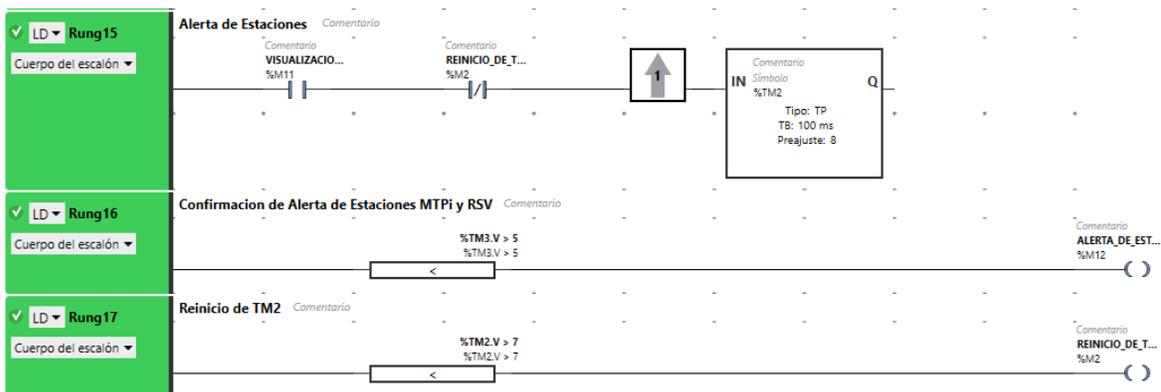




Apéndice A.23

Programación ETR de visualización de estaciones funcionando



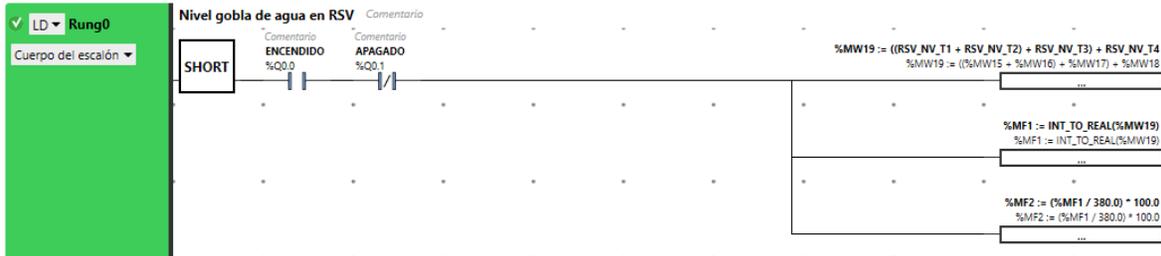


Apéndice A.24

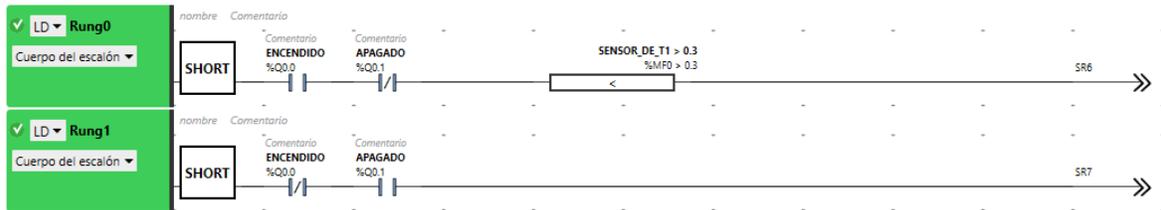
Programación ETR de revisión del nivel global de agua en

RSV y activación de VR de la estación de bombeo

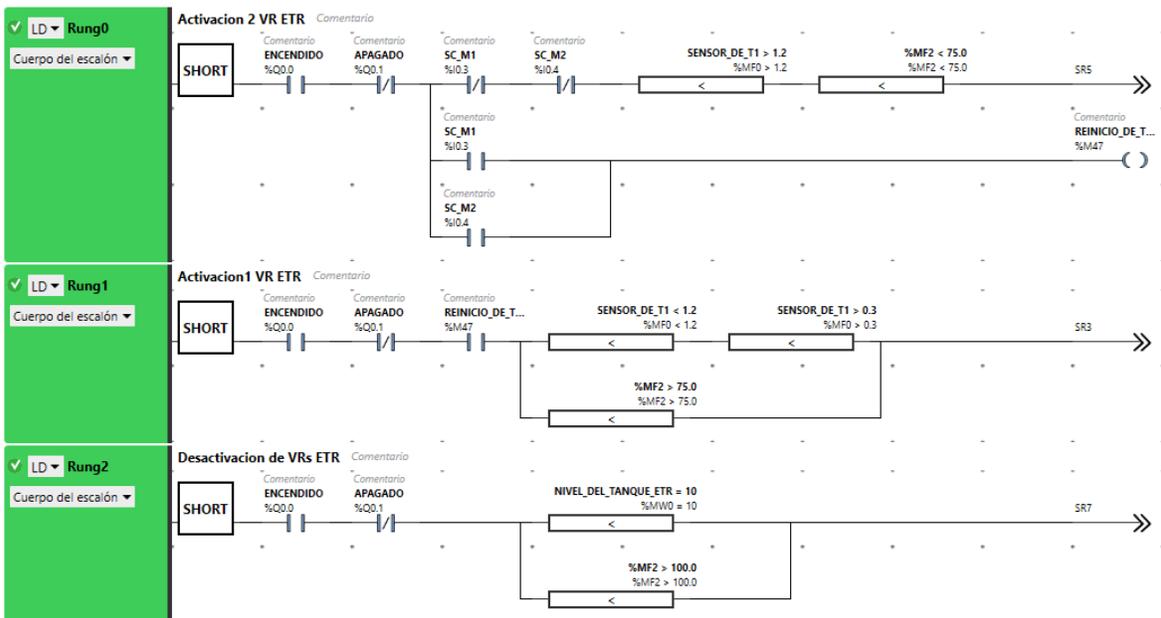
Revisión de nivel global de agua



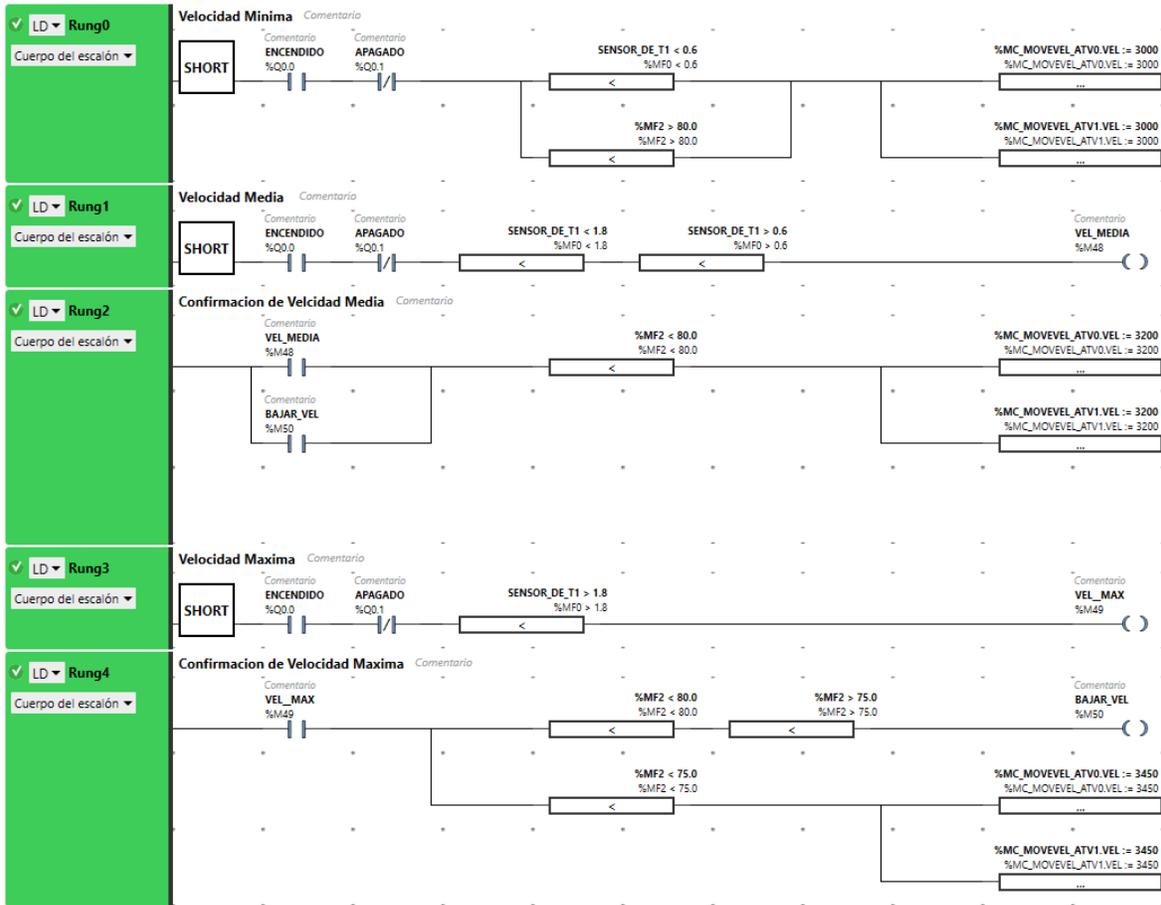
Encendido de los variadores



Activación de uno o dos variadores



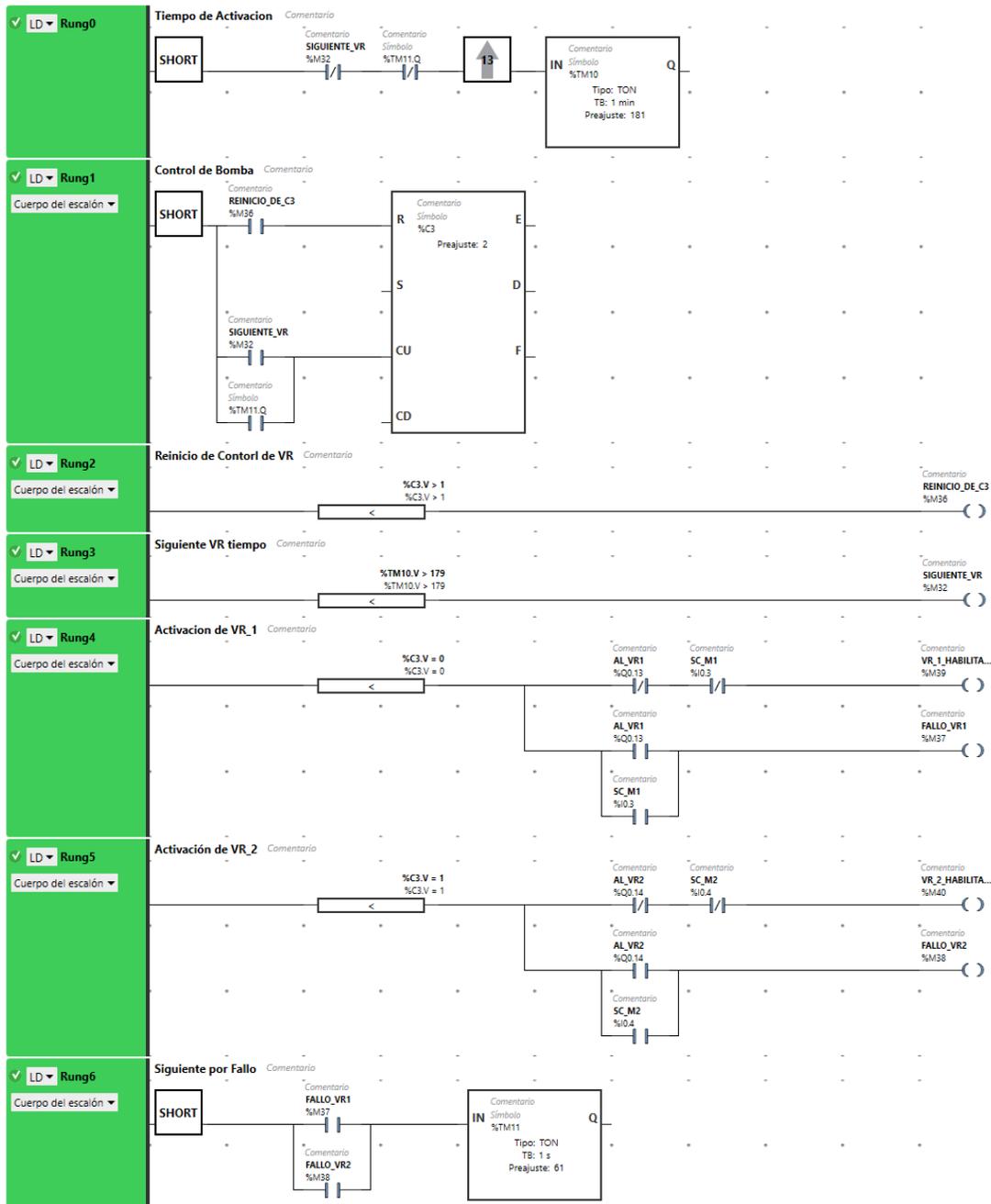
Apéndice A.25 Programación ETR de velocidades de los variadores de la estación de rebombeo



Apéndice A.26

Programación ETR de activación de un solo variador en la estación de rebombeo

Un solo variador en operación

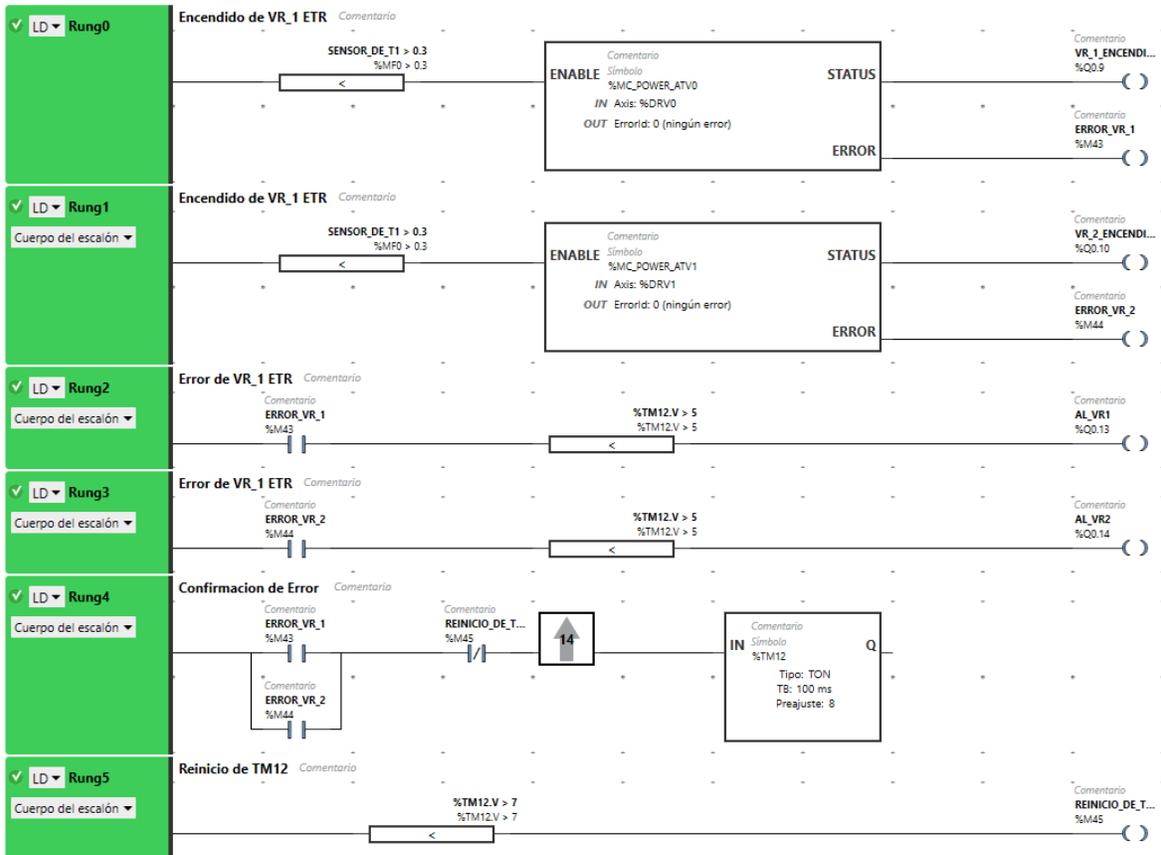


Dos variadores en operación la estación de rebombeo



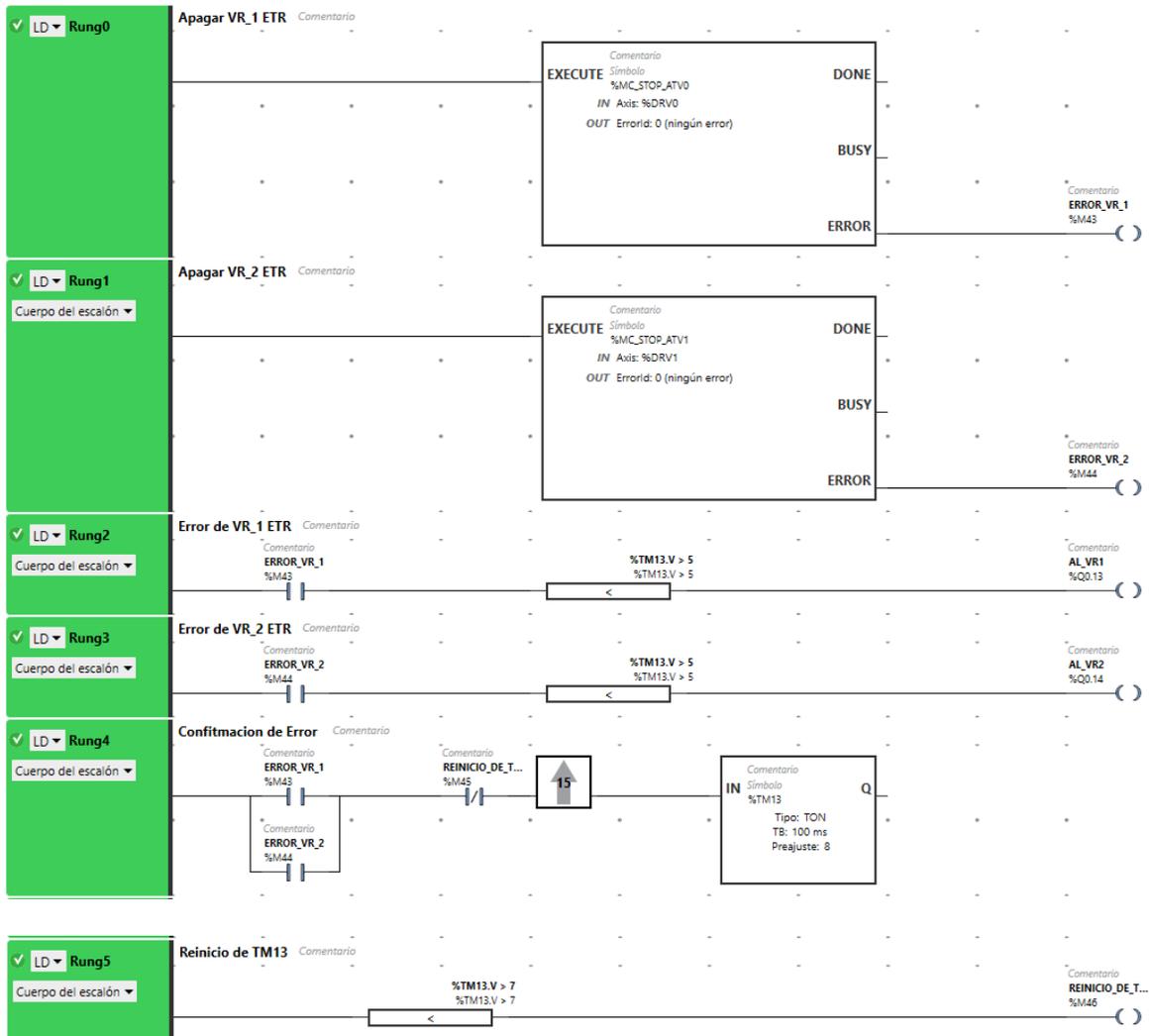
Apéndice A.27

Programación ETR de encendido de los variadores de ETR



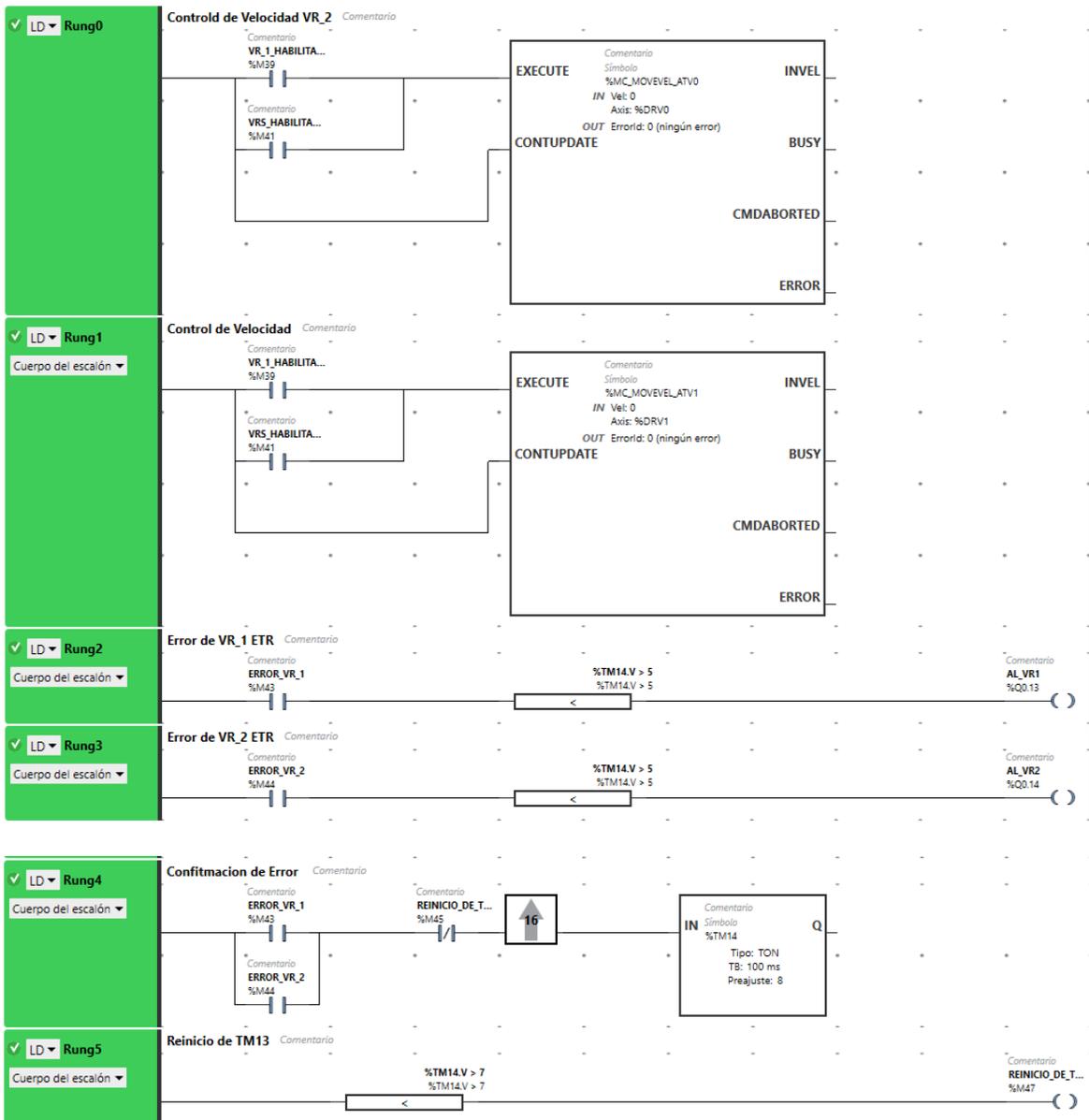
Apéndice A.28

Programación ETR de apagado de los variadores ETR

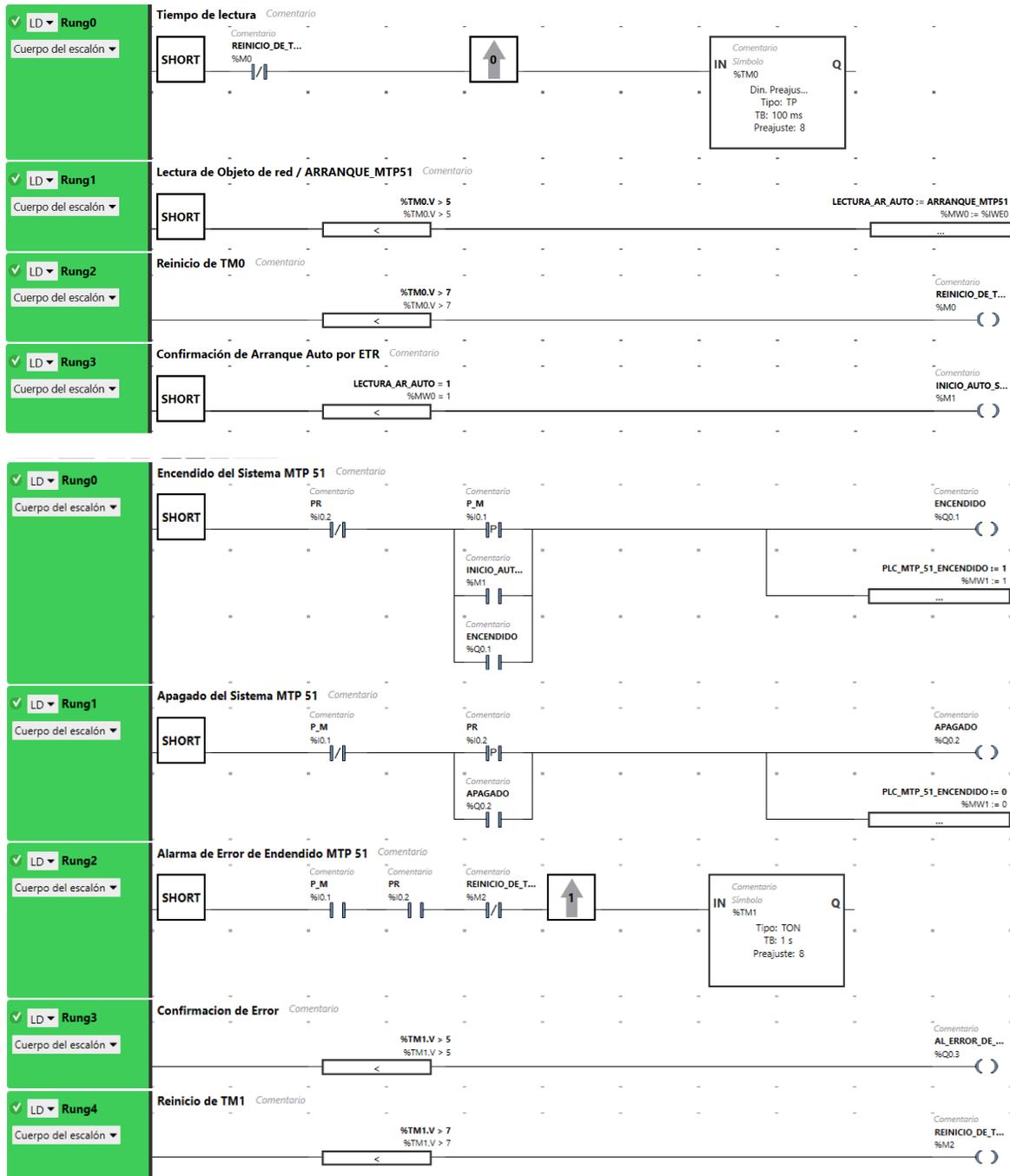


Apéndice A.29

Programación ETR de control de velocidad

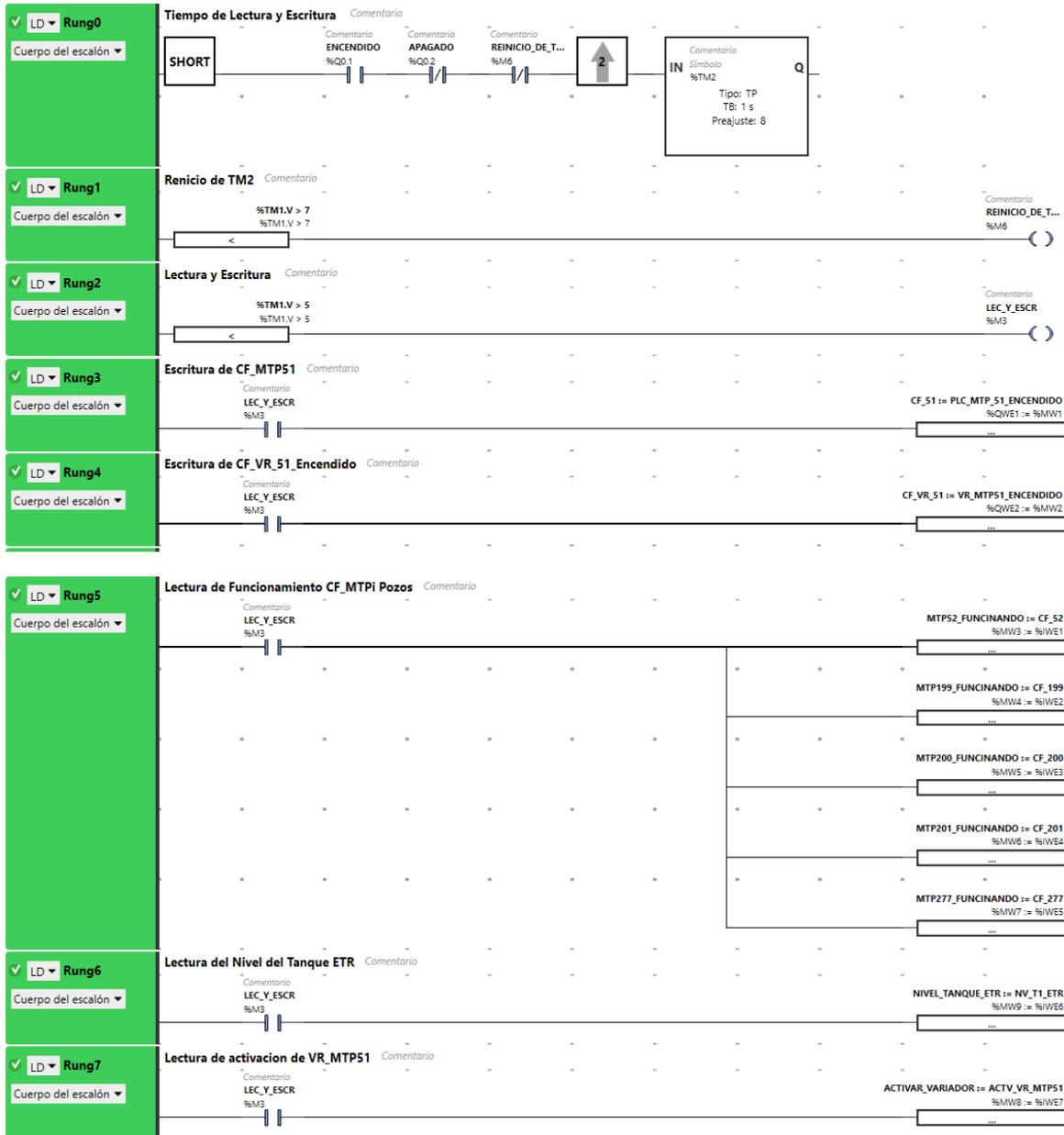


Apéndice A.30 Programación MTP 51 de arranque del PLC TM221CE16T



Apéndice A.31

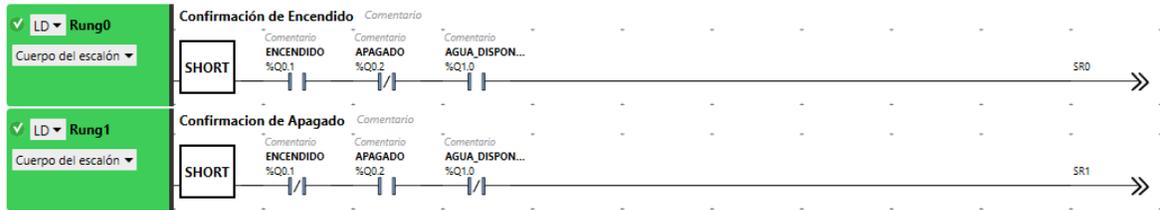
Programación MTP 51 de comunicación con las estaciones



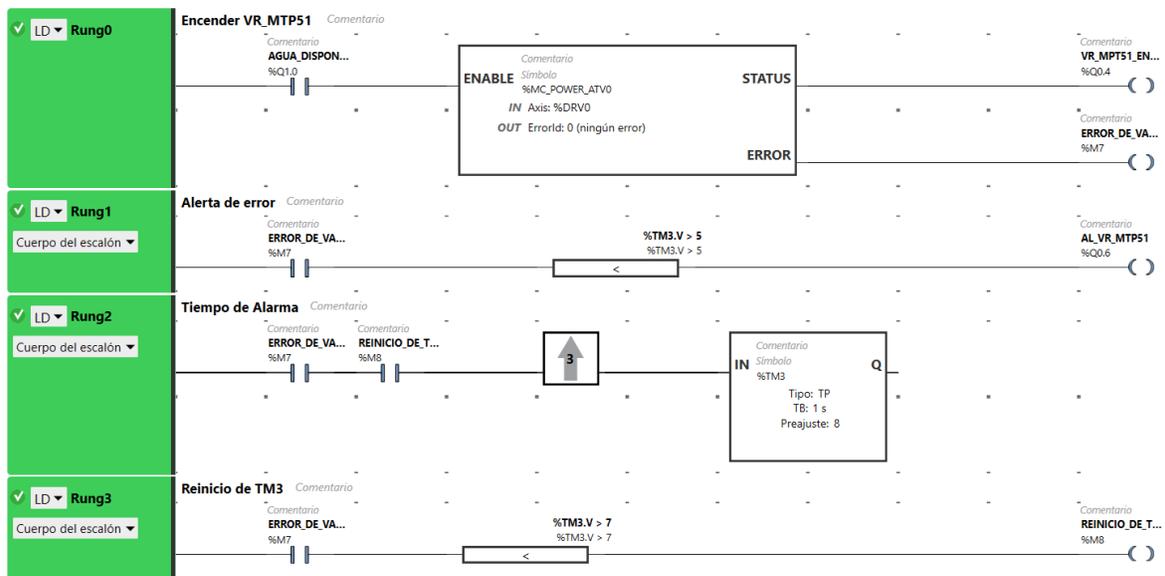
Apéndice A.32

Programación MTP 51 de encendido del variador

VR_MTP51



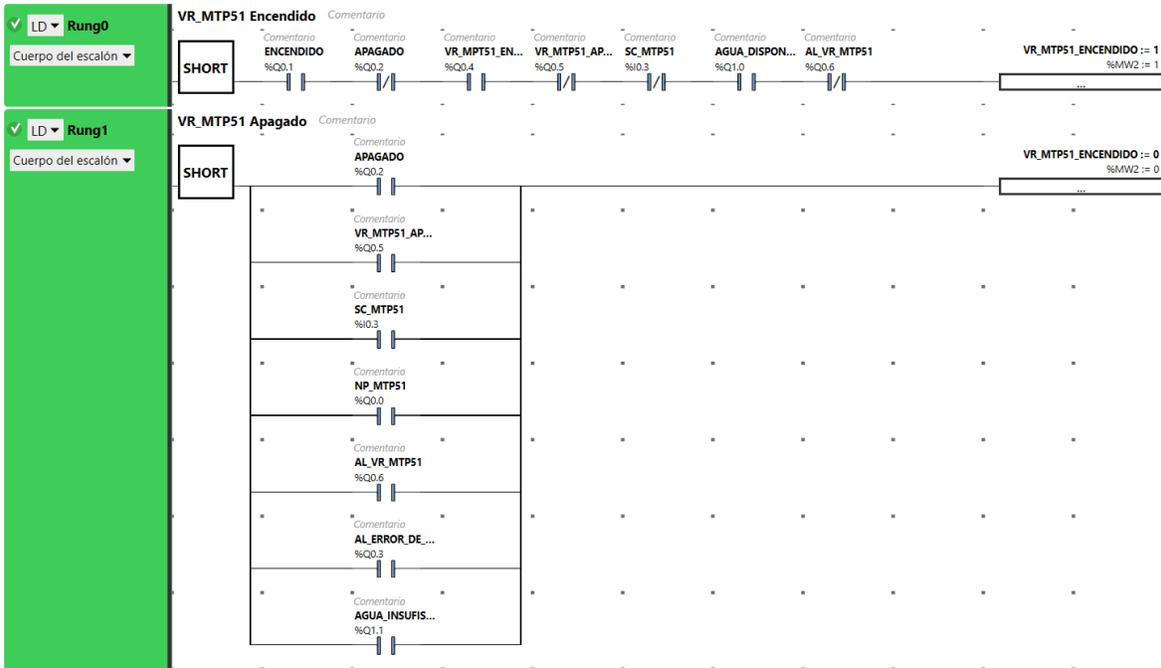
Tarea SR0



Apéndice A.33

Programación MTP 51 confirmación de VR_MTP 51

funcionando

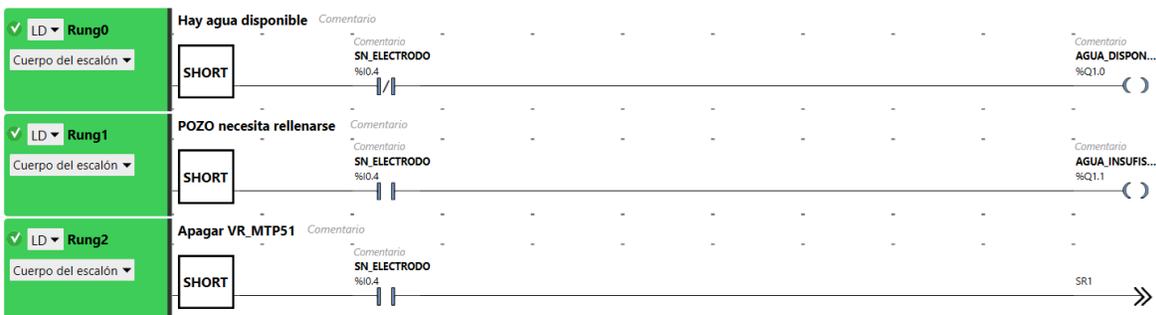


Apéndice A.34

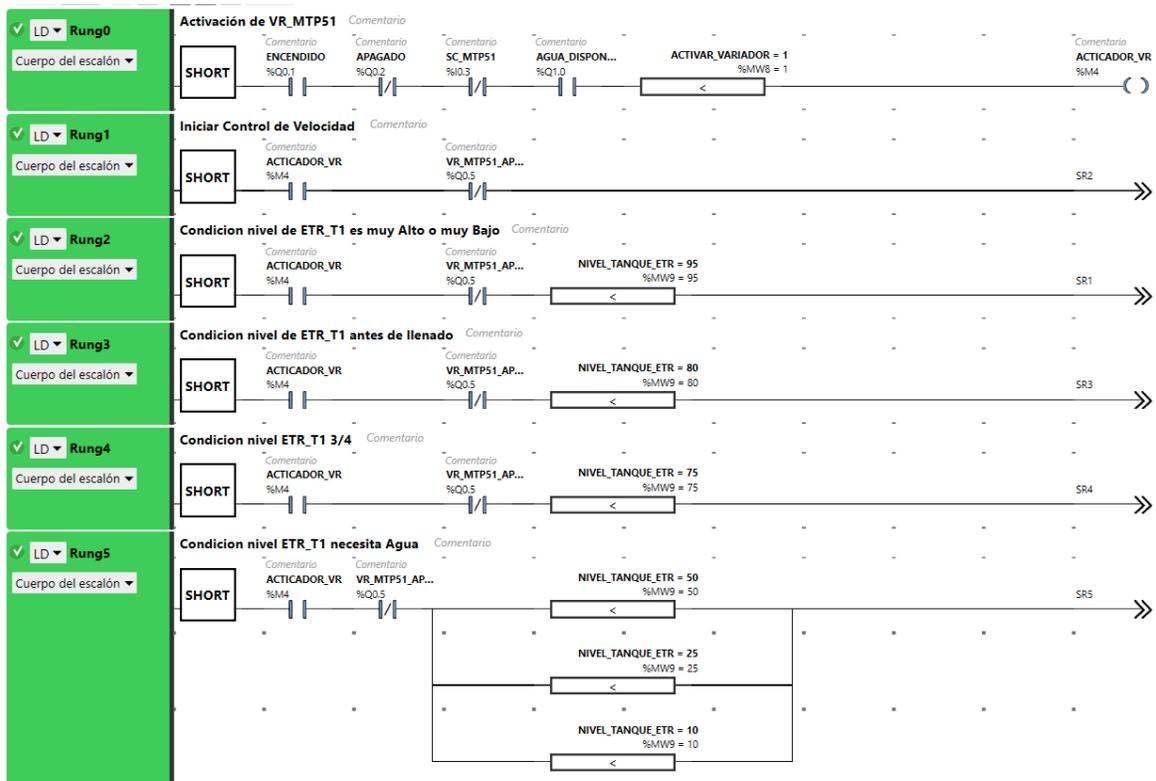
Programación MTR 51 nivel de agua en el pozo y

activación de VR_MTP51

Nivel del agua en el pozo



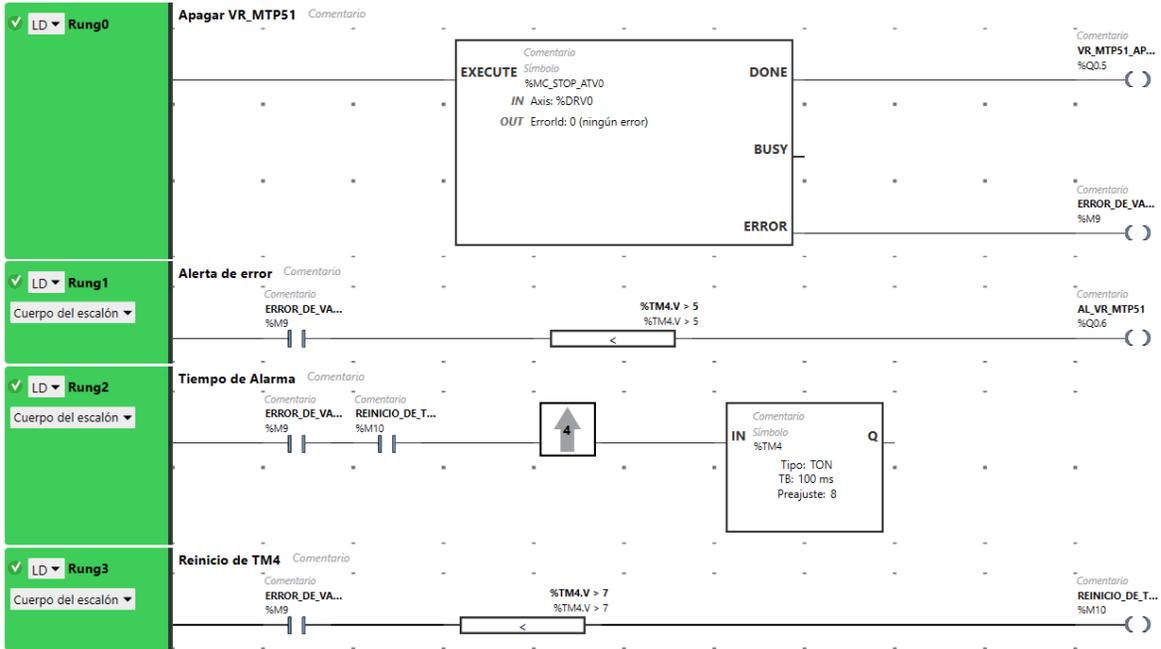
Activación del variador VR_MTP51



Apéndice A.35

Programación MTP 51 de apagado de VR_MTP51

Tarea SR1

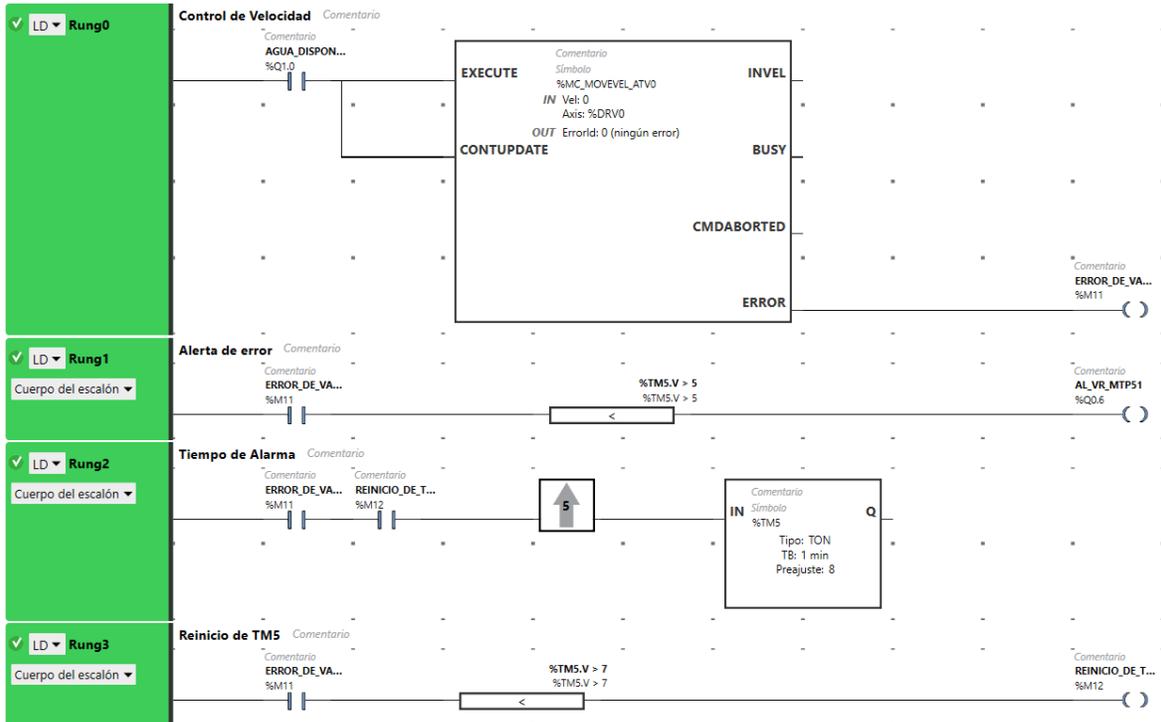


Apéndice A.36

Programación MTP 51 de control de velocidad de

VR_MTP51

Tarea SR2 Control de velocidad boque de funciones



Tarea SR3 Velocidad mínima



Tarea SR4 Velocidad media



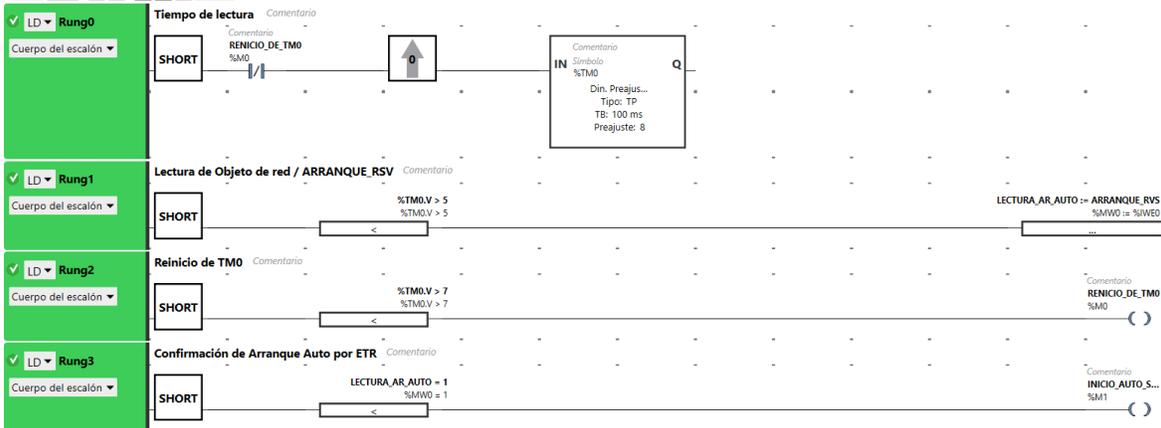
Tarea SR5 Velocidad máxima



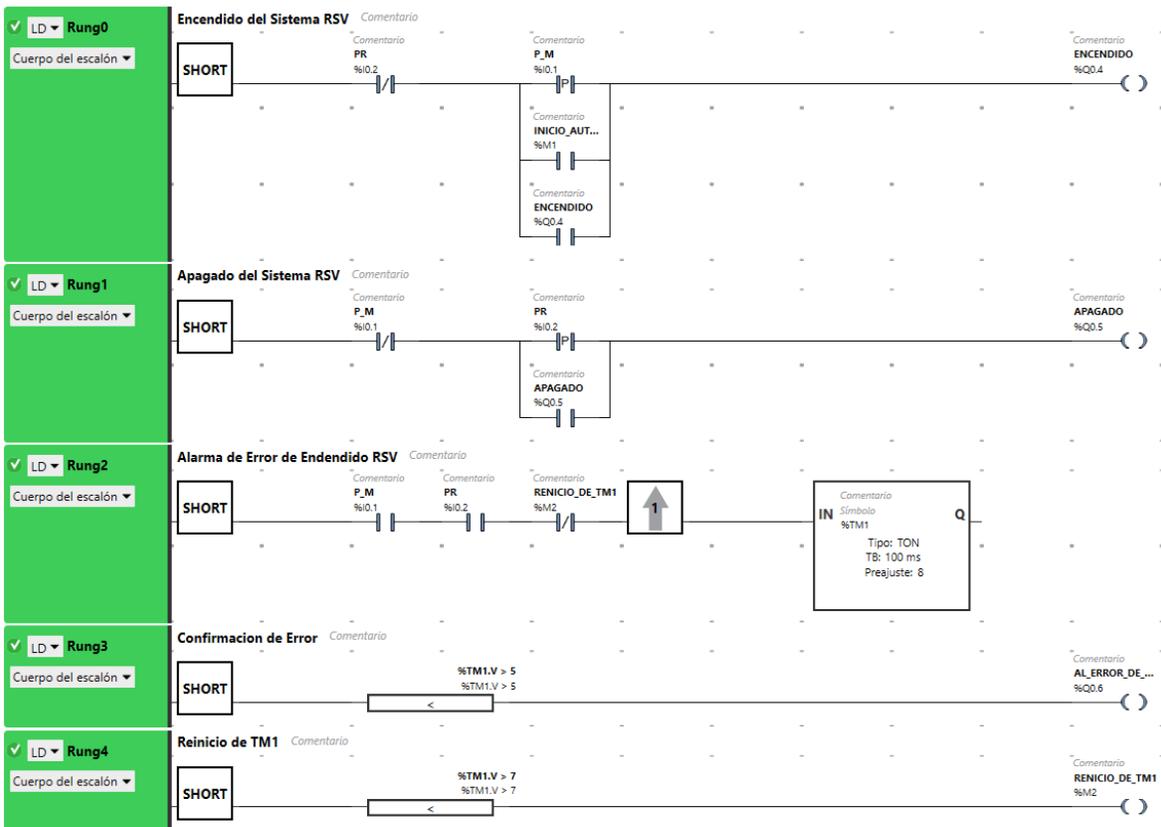
Apéndice A.37

Programación RSV de arranque del PLC TM221CE16T

Inicio de sistema



Puesta en marcha



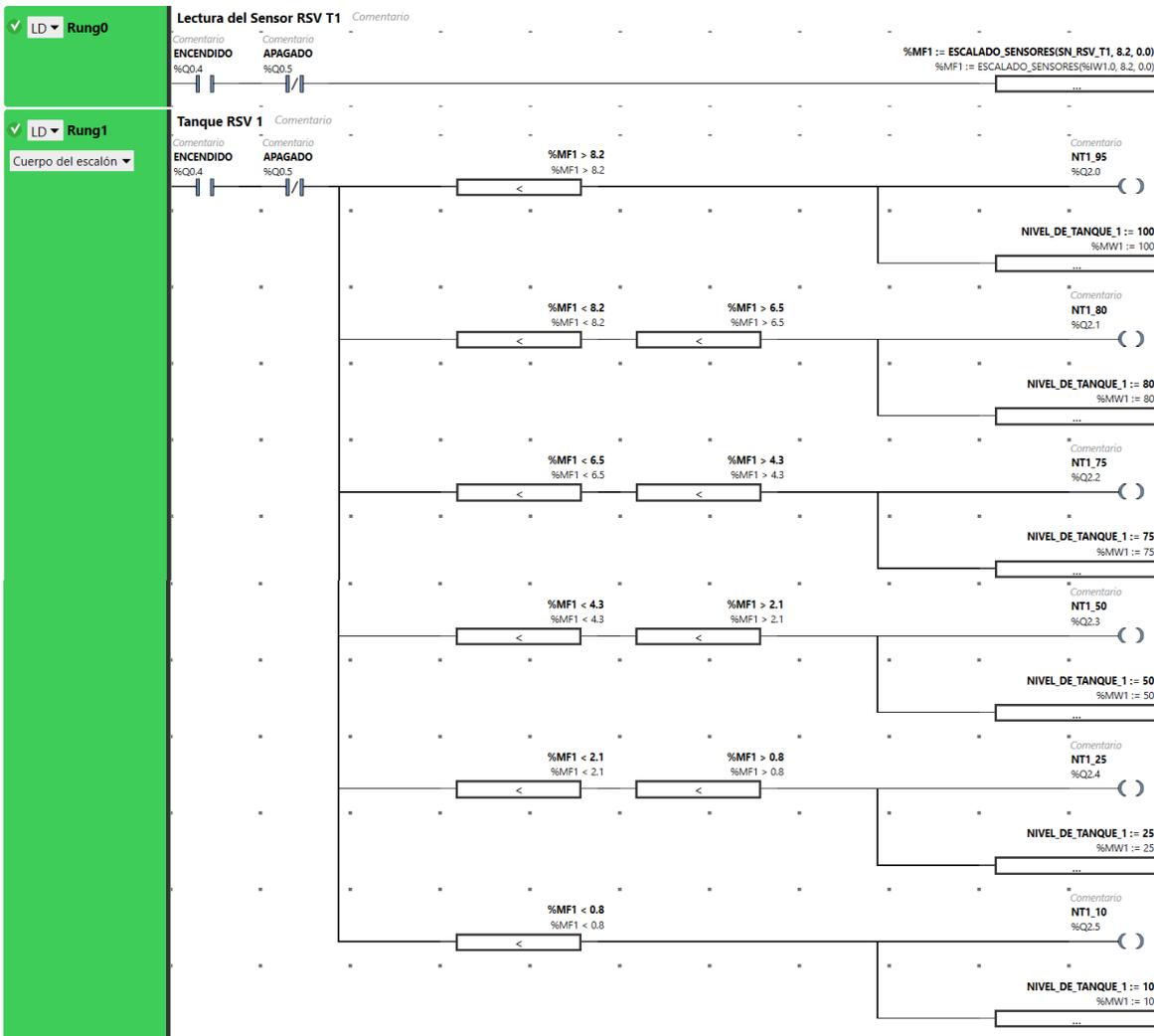
Apéndice A.38

Programación RSV de inicio de lectura de sensores



Tarea SR0

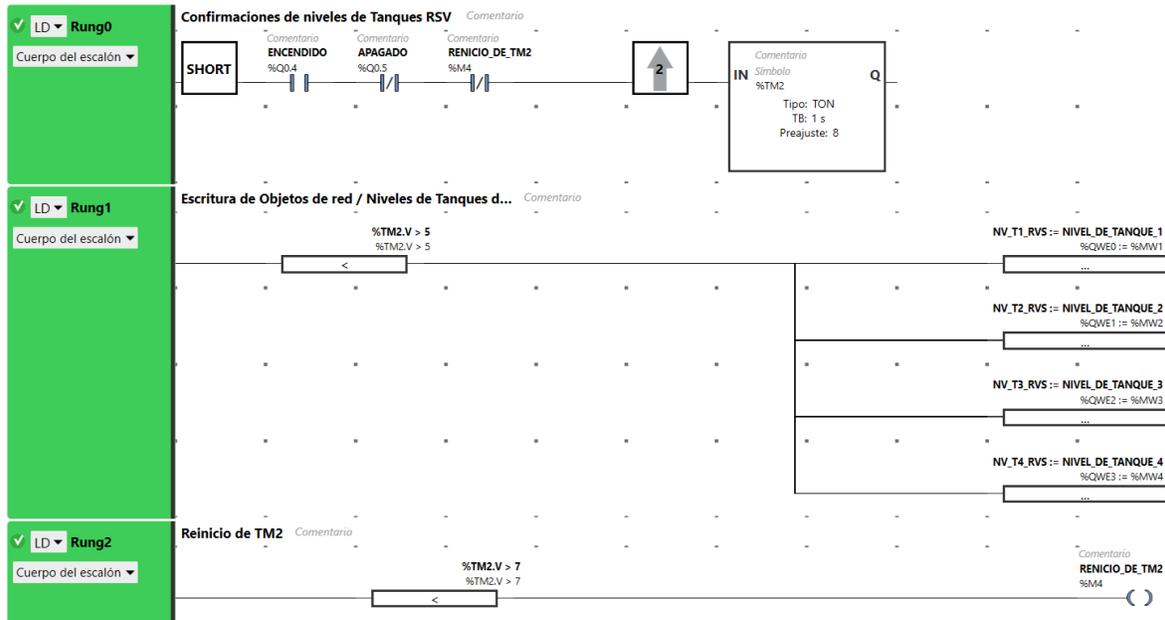
Nota: Se ejecutan las tareas similares, que tienen la misma topología, por lo que solo se mostrara la programación del tanque 1.



Apéndice A.39

Programación RVS de la comunicación con la estación

ETR

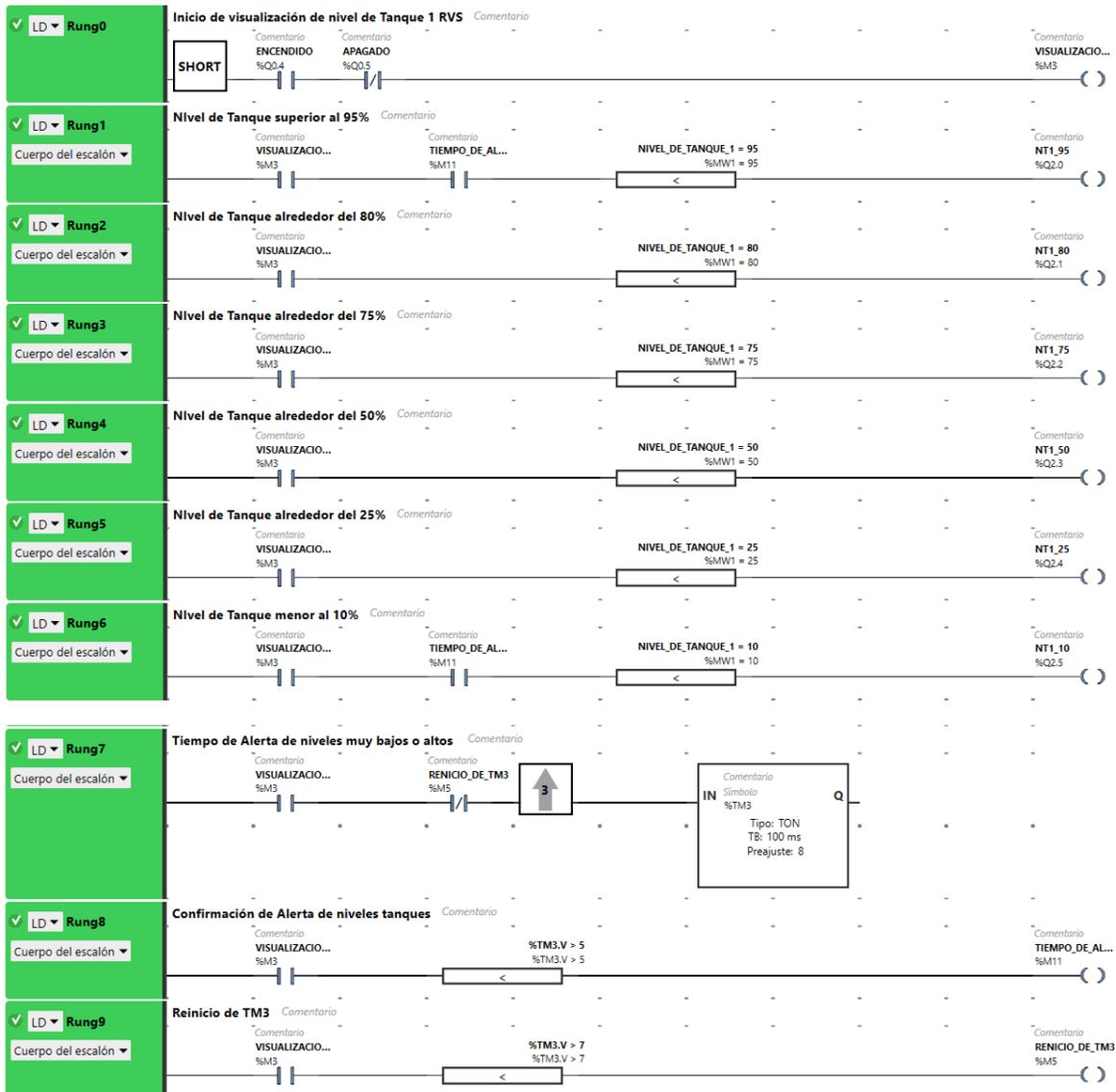


Apéndice A.40

Programación RSV de visualización de niveles de tanques

Tarea SR4

Nota: Se ejecutan las tareas similares, que tienen la misma topología, por lo que solo se mostrara la programación del tanque 1.



Apéndice A.41 Accionamiento de los variadores según el nivel del agua en los pozos en ETR

El accionamiento de los variadores de frecuencia de la ETR con respecto a nivel del agua en el tanque de la ETR y los tanques del RSV

Nivel del agua en ETR	Nivel del agua en RSV	Accionamiento del Variador	Bombas activas
95%	95%	Apagado	Ninguna Bomba
	80%	Velocidad Mínima	Una Bomba
	75%	Velocidad Media	Dos Bombas
	50%	Velocidad Máxima	
	25%		
	10%		
80%	95%	Apagado	Ninguna Bomba
	80%	Velocidad Mínima	Una Bomba
	75%	Velocidad Media	Dos Bombas
	50%	Velocidad Máxima	
	25%		
	10%		
75%	95%	Apagado	Ninguna Bomba
	80%	Velocidad Mínima	Una Bomba
	75%	Velocidad Media	Dos Bombas
	50%	Velocidad Máxima	
	25%		
	10%		
50%	95%	Apagado	Ninguna Bomba
	80%	Velocidad Mínima	Una Bomba
	75%	Velocidad Media	Dos Bombas
	50%		
	25%		
	10%		
25%	95%	Apagado	Ninguna Bomba
	80%	Velocidad Minima	Una Bomba
	75%		
	50%		
	25%		
	10%		
10%	95%	Apagado	Ninguna Bomba
	80%		
	75%		
	50%		
	25%		
	10%		

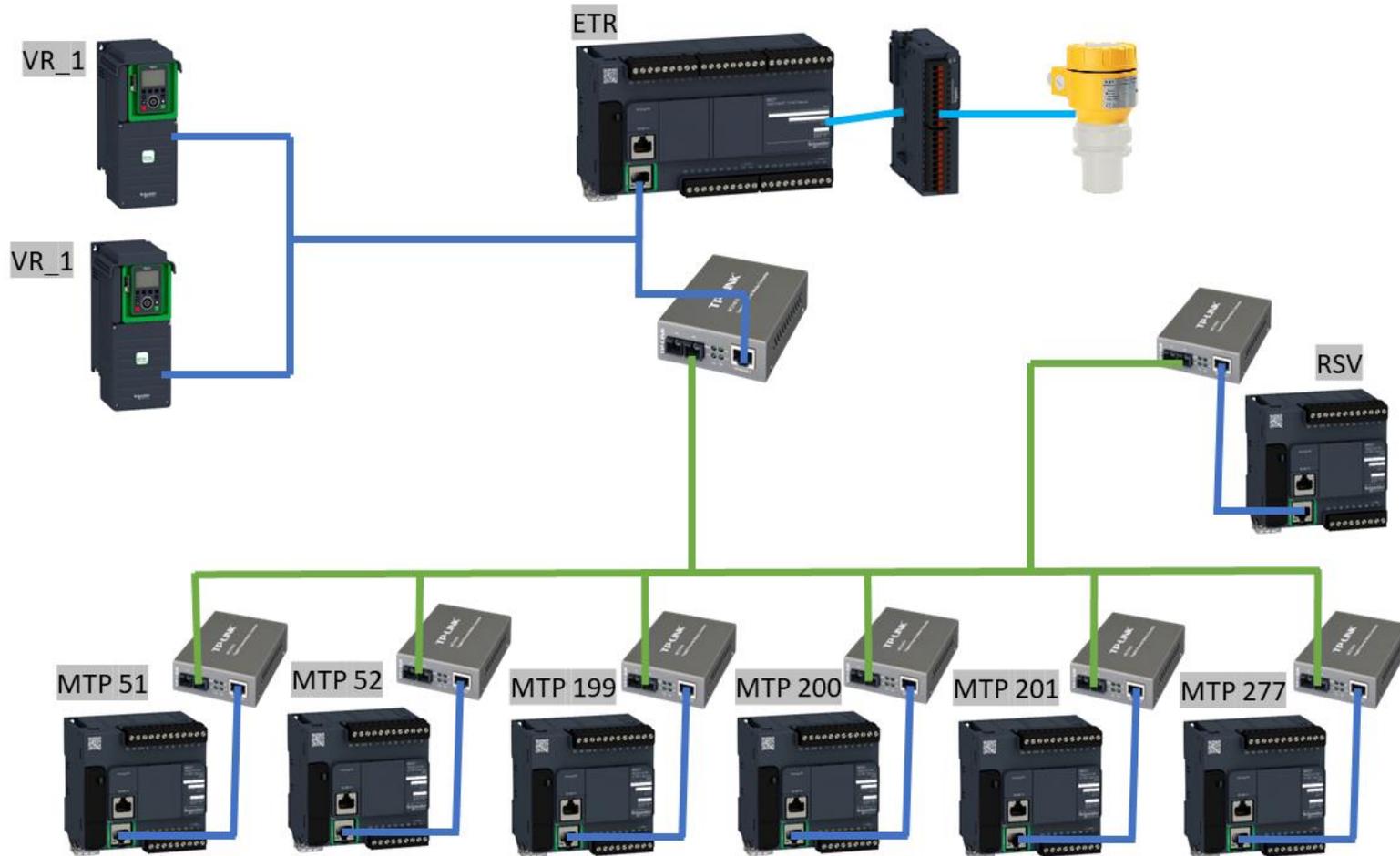
Apéndice A.42 Accionamiento de los variadores según el nivel del agua en la estación de rebombeo

El accionamiento de los variadores de frecuencia de los pozos con respecto a nivel del agua en el tanque de la ETR

Nivel del agua en ETR	Accionamiento del Variador	Bombas activas
95%	Apagado	Ninguna Bomba
80%	Velocidad Mínima	Una Bomba
75%	Velocidad Media	Dos bombas
50%	Velocidad Máxima	Dos bombas
25%	Velocidad Máxima	Dos bombas
10%	Velocidad Máxima	Dos bombas

Apéndice A.43

Diagrama de conexión para el PLC de ETR



Diseño de una ampliación para el sistema de suministro de agua potable para el complejo hotelero Las Catalinas en Guanacaste tiene licencia CC BY por Ansony Benavides Chavarría



Diagramas de los pozos

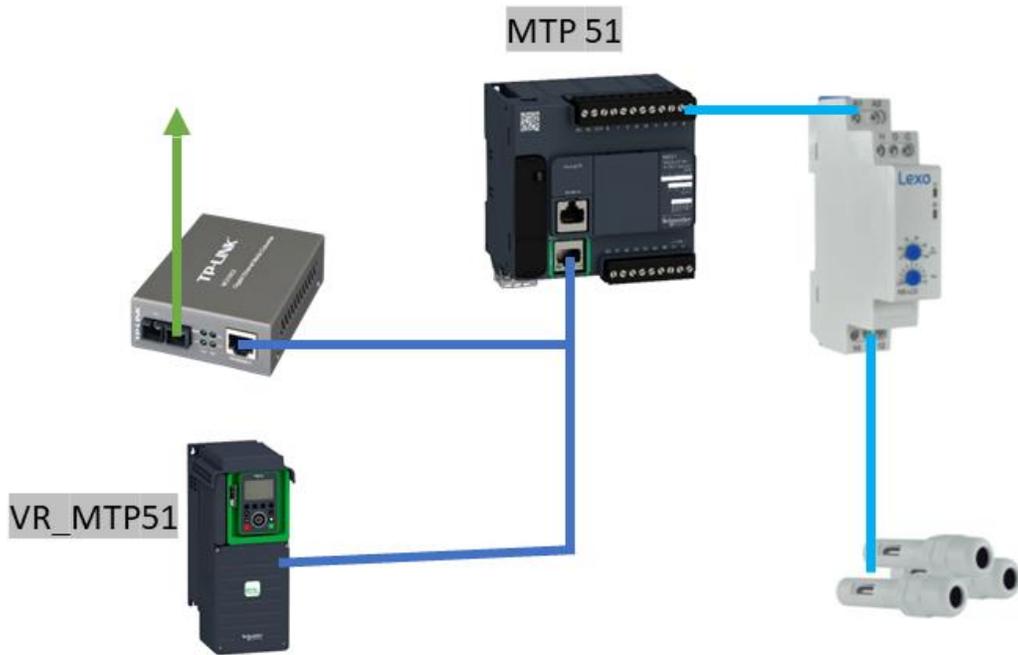
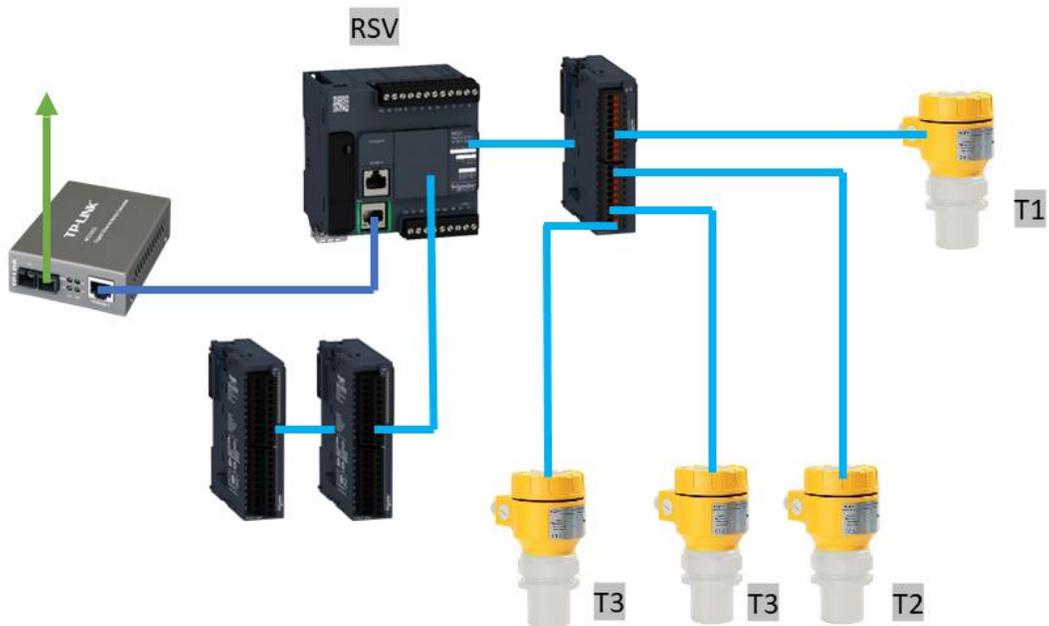


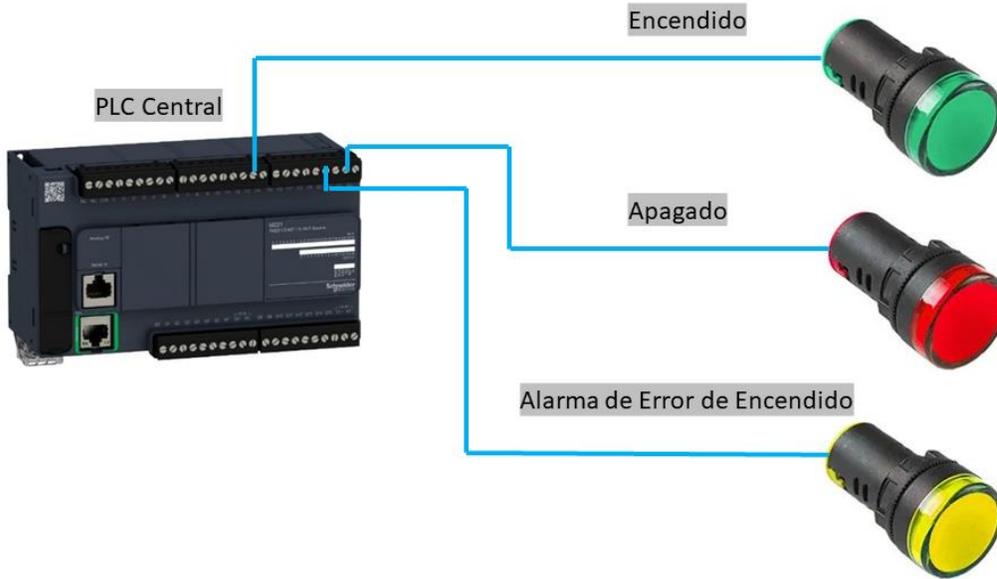
Diagrama del reservorio



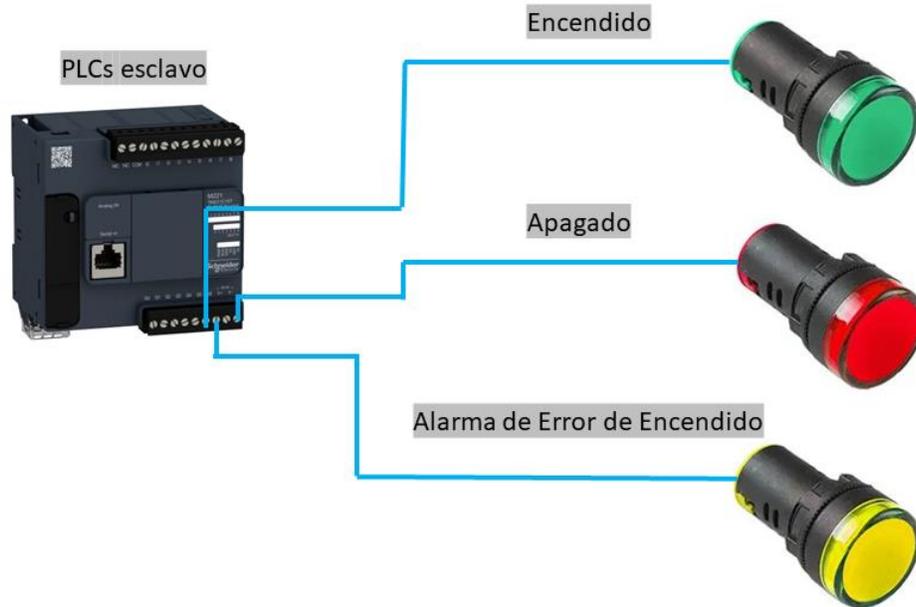
Apéndice A.45

Diagramas de indicadores de inicio del sistema

Para el PLC maestro

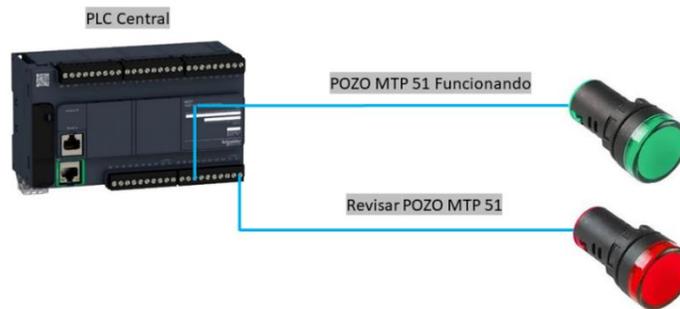


Para los PLC de los pozos y RSV



Apéndice A.46 Diagrama de indicadores de funcionamiento de los pozos

Para la visualización desde la estación de bombeo donde el lugar central, sin tener que movilizarse hasta los pozos para ver la condición actual de estos, es el mismo diagrama de luces para los pozos. La alarma de revisar el pozo puede encenderse por falla en la bomba o agua insuficiente.



De igual manera, indicadores de luces en las estaciones para saber si la bomba está funcionando.



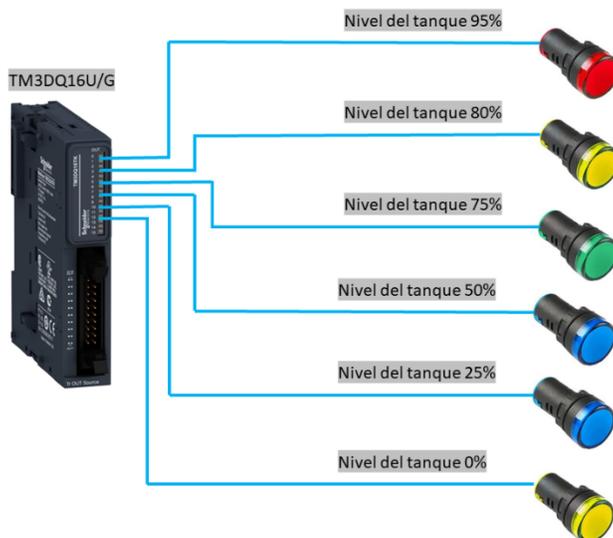
O bien por el nivel del agua de los pozos:



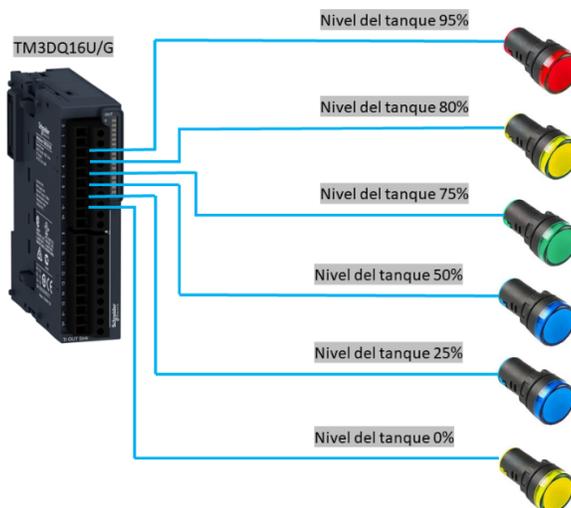
Apéndice A.47

Diagrama de indicadores de niveles de los tanques en ETR y RSV

Para el tanque de ETR se tiene que los indicadores salen del módulo TM3DQ16TK.



Para los tanques de RSV se tiene que los indicadores salen del módulo TM3DQ16U/G. Aquí se muestra solo el diagrama para un tanque, pero otros 3 son idénticos en la topología de conexión.

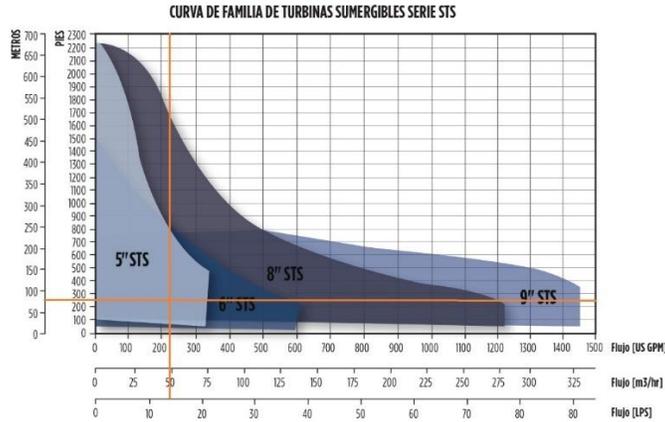


Apéndice A.48

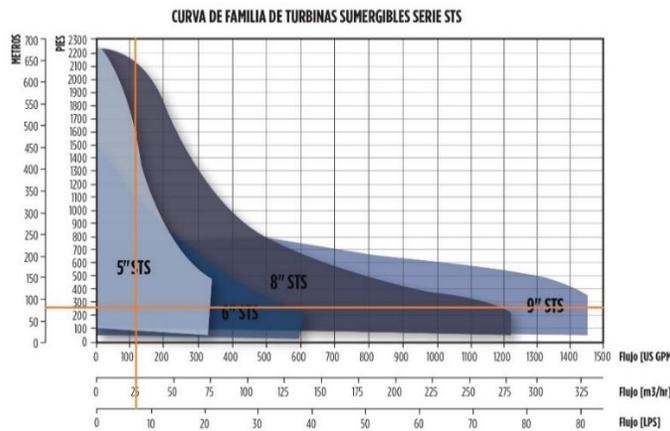
Identificación de la serie de bombas que más se ajusta

para las estaciones MTP 52, MTP 199 y MTP 200

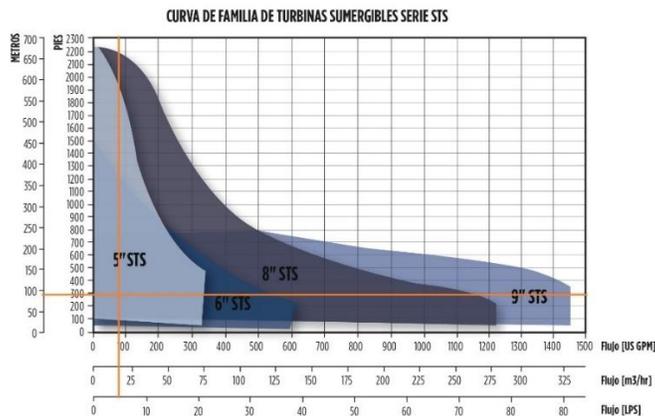
Para determinación de serie de bomba de la familia STS para MTP 52:



Para determinación de serie de bomba de la familia STS para MTP 199:



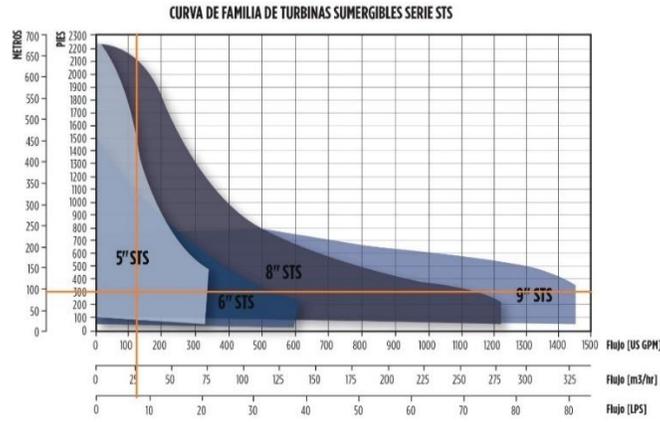
Para determinación de serie de bomba de la familia STS para MTP 200:



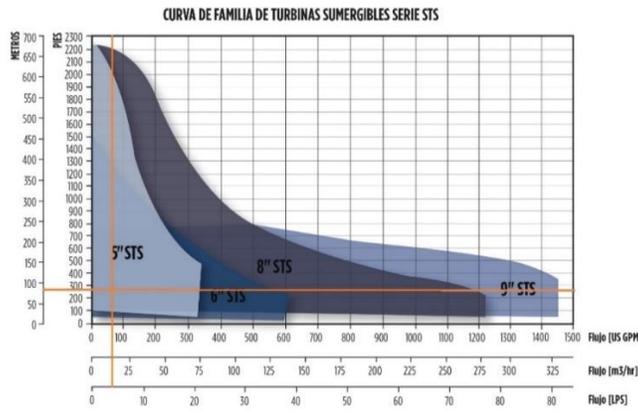
Apéndice A.49

Identificación de la serie de bombas que más se ajusta para las estaciones MTP 201, MTP 277 y ETR

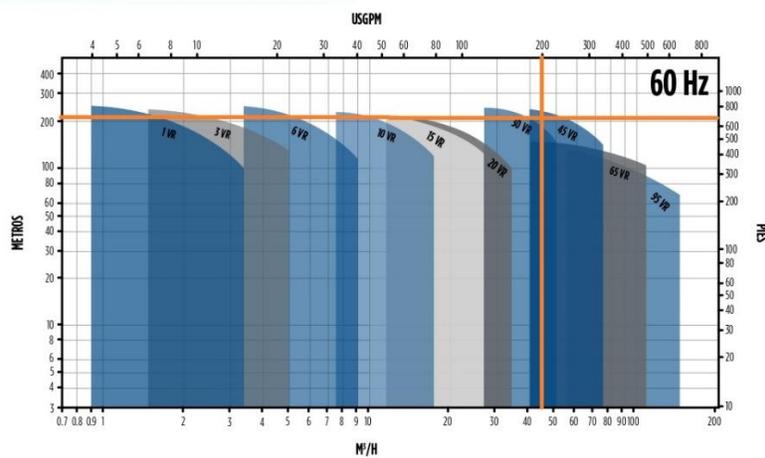
Para determinación de serie de bomba de la familia STS para MTP 201:



Para determinación de serie de bomba de la familia STS para MTP 277:



Para determinación de serie de bomba de la familia VR para ETR:

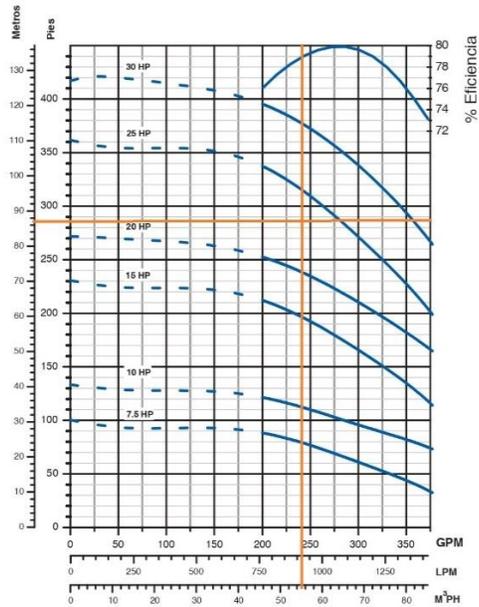


Apéndice A.50

Selección de bomba según la curva característica para las estaciones MTP 52 y MTP 199

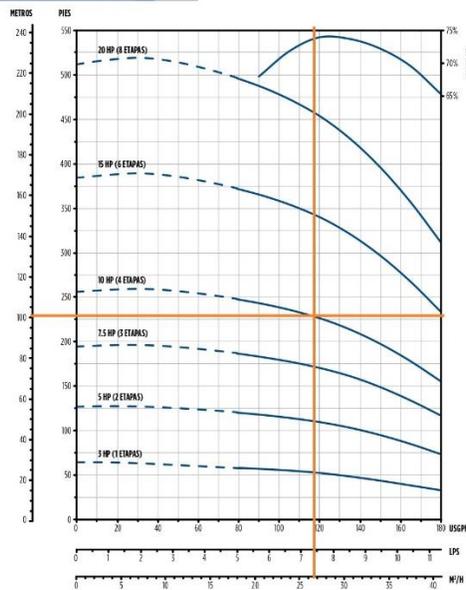
Selección de la bomba para la MTP 199 de la serie STS 8”

Rendimiento del Modelo 275STS8



Selección de la bomba para la MTP 199 de la serie STS 5”

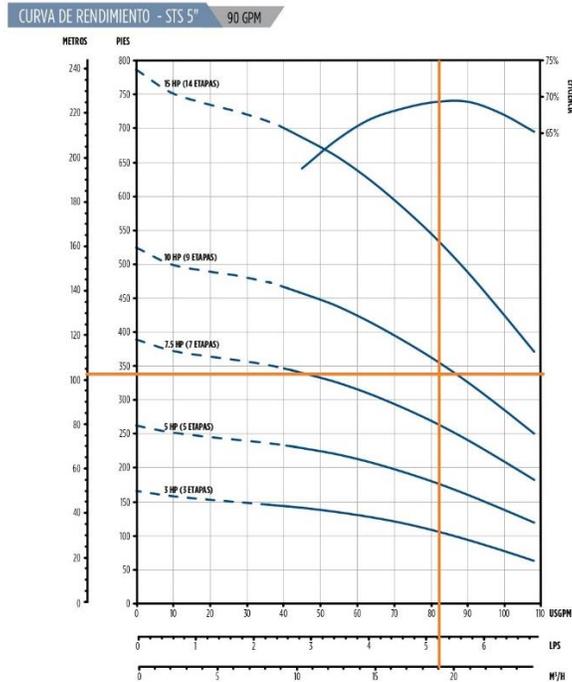
CURVA DE RENDIMIENTO - STS 5” 150 GPM



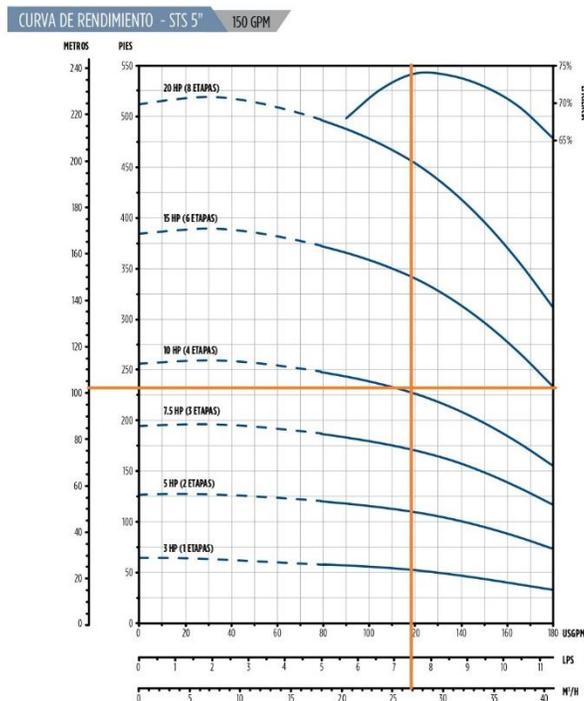
Apéndice A.51

Selección de bomba según la curva característica para las estaciones MTP 200 y MTP 201

Selección de la bomba para la MTP 200 de la serie STS 5''



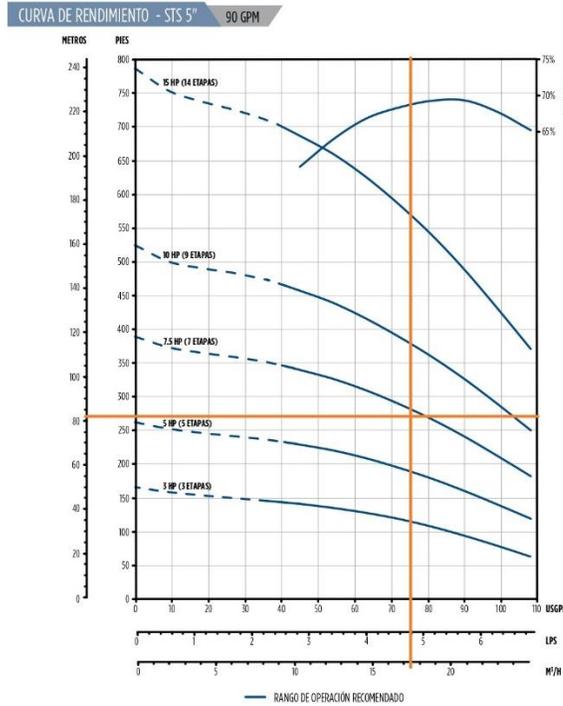
Selección de la bomba para la MTP 201 de la serie STS 5''



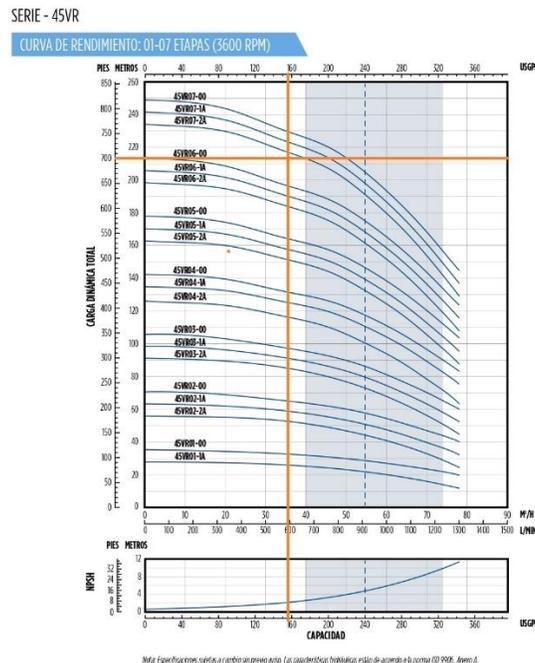
Apéndice A.52

Selección de bomba según la curva característica para las estaciones MTP 277 y ETR

Selección de la bomba para la MTP 201 de la serie STS 5”



Selección de la bomba para la ETR de la serie 45VR”



Apéndice A.53

Datos para la selección sugerida por software FE Select

de Franklin Electric para las estaciones MTP 52, MTP 199

Para el pozo MTP 52

Para el pozo MTP 199

Entradas Encontrar Selección >

Caudal 237.75 USqpm	Altura 87.12 m
Calculadora principal >	
Aplicar perfil de carga Commercial Buildings (IPLV)	Frecuencia de suministro del centro 60 Hz
Ver >	
Bombas en paralelo 1	
Criterio de búsqueda Todas las velocidades idóneas	
Menos	
NPSH disponible Amplio m	Motor Tipo Motor NEMA
Margen sobre el criterio de potencia Potencia nominal	
Líquido Aqua	Temperatura 32.00 C
<input checked="" type="checkbox"/> Anular propiedades	
Densidad de fluido 0.996 Peso esp.	Viscosidad 0.78 cP

Entradas Encontrar Selección >

Caudal 117.61 USqpm	Altura 103.32 m
Calculadora principal >	
Aplicar perfil de carga Commercial Buildings (IPLV)	Frecuencia de suministro del centro 60 Hz
Ver >	
Bombas en paralelo 1	
Criterio de búsqueda Todas las velocidades idóneas	
Menos	
NPSH disponible Amplio m	Motor Tipo Motor NEMA
Margen sobre el criterio de potencia Potencia nominal	
Líquido Aqua	Temperatura 32.00 C
<input checked="" type="checkbox"/> Anular propiedades	
Densidad de fluido 0.996 Peso esp.	Viscosidad 0.78 cP

Para el pozo MTP 200

Entradas Encontrar Selección >

Caudal 82.74 USqpm	Altura 105.59 m
Calculadora principal >	
Aplicar perfil de carga Commercial Buildings (IPLV)	Frecuencia de suministro del centro 60 Hz
Ver >	
Bombas en paralelo 1	
Criterio de búsqueda Todas las velocidades idóneas	
Menos	
NPSH disponible Amplio m	Motor Tipo Motor NEMA
Margen sobre el criterio de potencia Potencia nominal	
Líquido Aqua	Temperatura 32.00 C
<input checked="" type="checkbox"/> Anular propiedades	
Densidad de fluido 0.996 Peso esp.	Viscosidad 0.78 cP

Apéndice A.54

Datos para la selección sugerida por software FE Select

de Franklin Electric para las estaciones MTP 52, MTP 199

Para el pozo MTP 201

Para el pozo MTP 277

Entradas Encontrar Selección >

Caudal 119.03 USqpm	Altura 104.52 m
Calculadora principal >	
Aplicar perfil de carga Commercial Buildings (IPLV)	Frecuencia de suministro del centro 60 Hz
Ver >	
Bombas en paralelo 1	
Criterio de búsqueda Todas las velocidades idóneas	
Menos	
NPSH disponible Amplio m	Motor Tipo Motor NEMA
Margen sobre el criterio de potencia Potencia nominal	
Líquido Aqua	Temperatura 32.00 C
<input type="checkbox"/> Anular propiedades	
Densidad de fluido 0.996 Peso esp.	Viscosidad 0.78 cP

Entradas Encontrar Selección >

Caudal 75.45 USqpm	Altura 82.89 m
Calculadora principal >	
Aplicar perfil de carga Commercial Buildings (IPLV)	Frecuencia de suministro del centro 60 Hz
Ver >	
Bombas en paralelo 1	
Criterio de búsqueda Todas las velocidades idóneas	
Menos	
NPSH disponible Amplio m	Motor Tipo Motor NEMA
Margen sobre el criterio de potencia Potencia nominal	
Líquido Aqua	Temperatura 32.00 C
<input type="checkbox"/> Anular propiedades	
Densidad de fluido 0.996 Peso esp.	Viscosidad 0.78 cP

Para la estación ETR

Entradas Encontrar Selección >

Caudal 158.50 USqpm	Altura 227.09 m
Calculadora principal >	
Aplicar perfil de carga Commercial Buildings (IPLV)	Frecuencia de suministro del centro 60 Hz
Ver >	
Bombas en paralelo 1	
Criterio de búsqueda Todas las velocidades idóneas	
Menos	
NPSH disponible Amplio m	Motor Tipo Motor NEMA
Margen sobre el criterio de potencia Potencia nominal	
Líquido Aqua	Temperatura 32.00 C
<input type="checkbox"/> Anular propiedades	
Densidad de fluido 0.996 Peso esp.	Viscosidad 0.78 cP

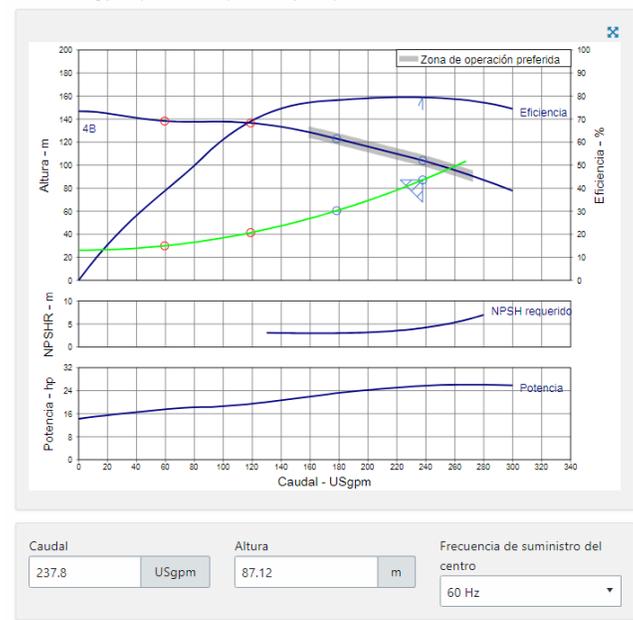
Apéndice A.55

Curva característica sugerida por el software FE Select

para las bombas de las estaciones MTP 52 y MTP 199

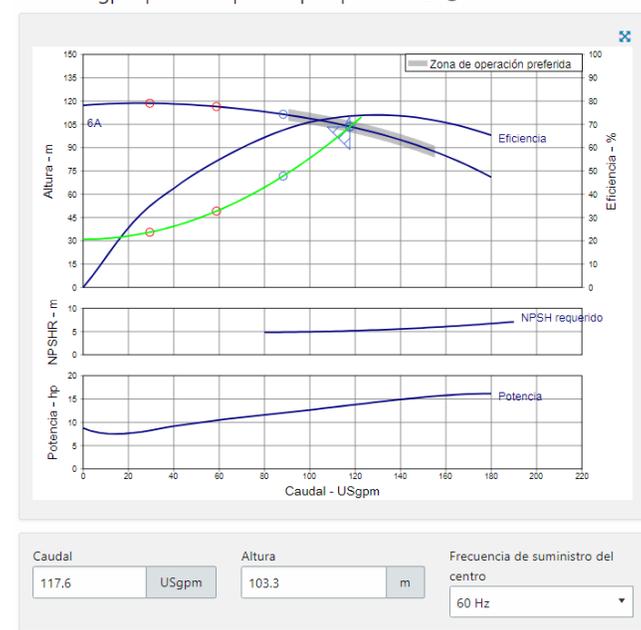
Para el pozo MTP 52 la bomba sugerida:

225 GPM 8" 25 HP STS Sub-Turbine 6" Motor Bracket
 237.8 USgpm | 87.12 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



Para el pozo MTP 199 la bomba sugerida:

150 GPM 5" 15 HP STS Sub-Turbine
 117.6 USgpm | 103.3 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ

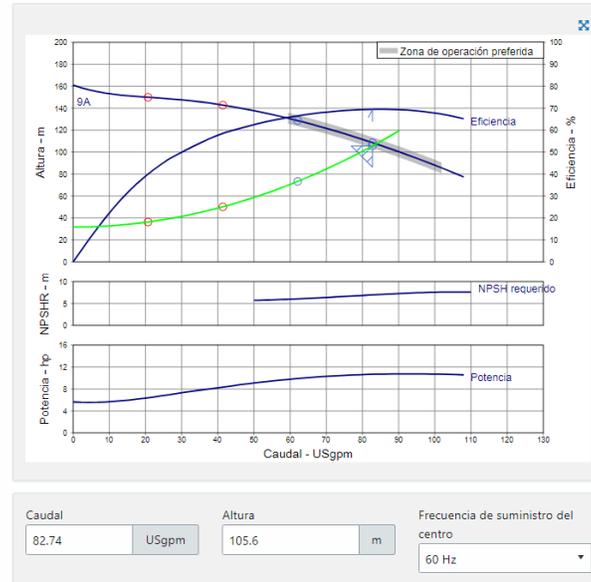


Apéndice A.56 Curva característica sugerida por el software FE Select para las bombas de las estaciones MTP 200 y MTP 201

Para el pozo MTP 200 la bomba sugerida:

90 GPM 5" 10 HP STS Sub-Turbine

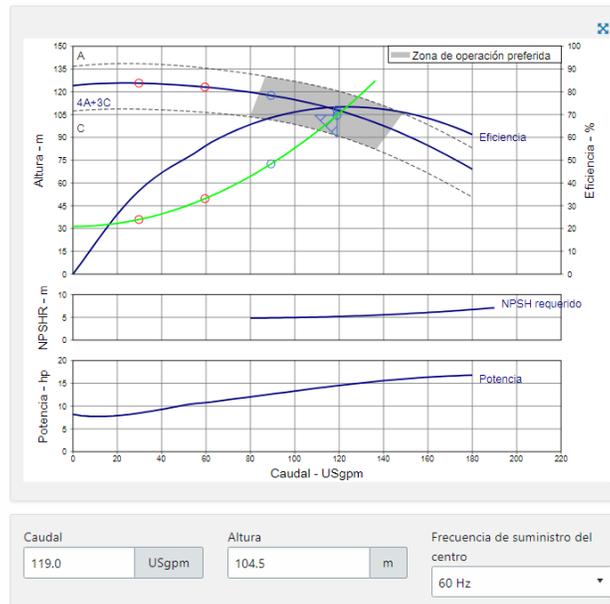
82.74 USgpm | 105.6 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



Para el pozo MTP 201 la bomba sugerida:

150 GPM 5" STS Sub-Turbine (Build Center)

119.0 USgpm | 104.5 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



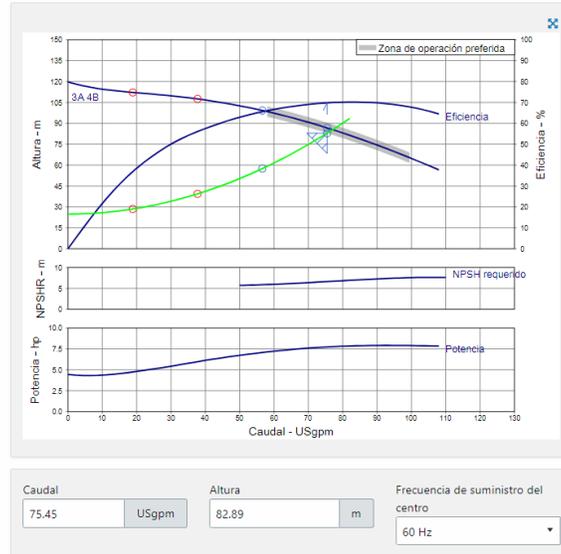
Apéndice A.57

Curva característica sugerida por el software FE Select

para las bombas de las estaciones MTP 277 y ETR

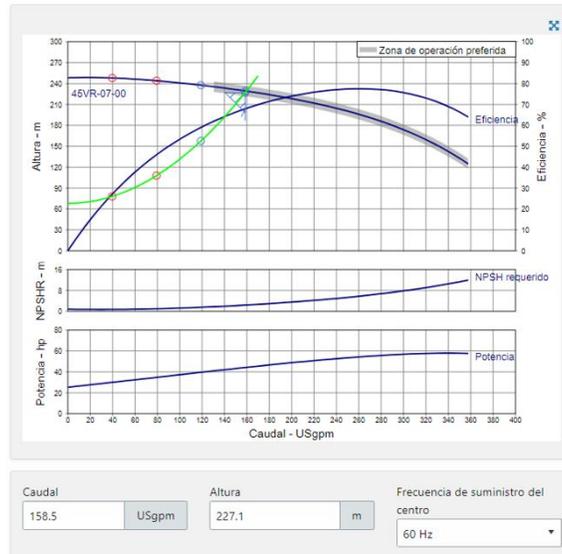
Para el pozo MTP 277 la bomba sugerida:

90 GPM 5" 7.5 HP STS Sub-Turbine
 75.45 USgpm | 82.89 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



Para la estación ETR la bomba sugerida:

45VR-07-00stg-60HP Vertical Multi-Stage
 158.5 USgpm | 227.1 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



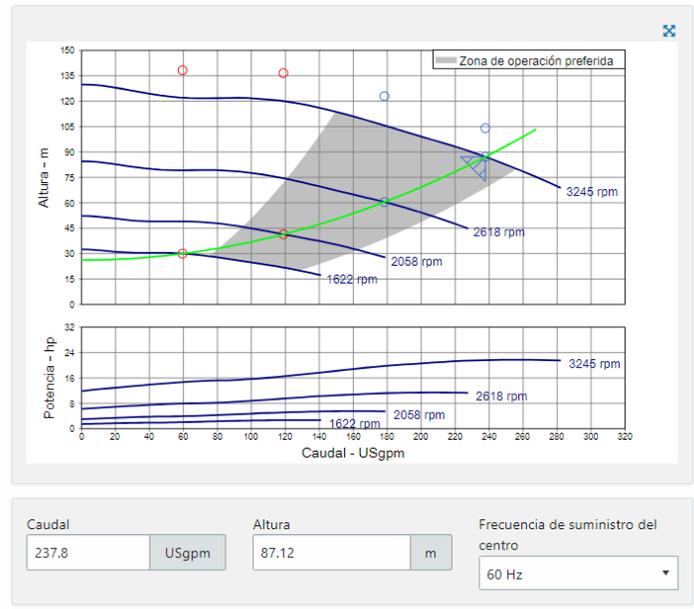
Apéndice A.58

Gráfica de velocidad de las estaciones de MTP 52 y MTP

199

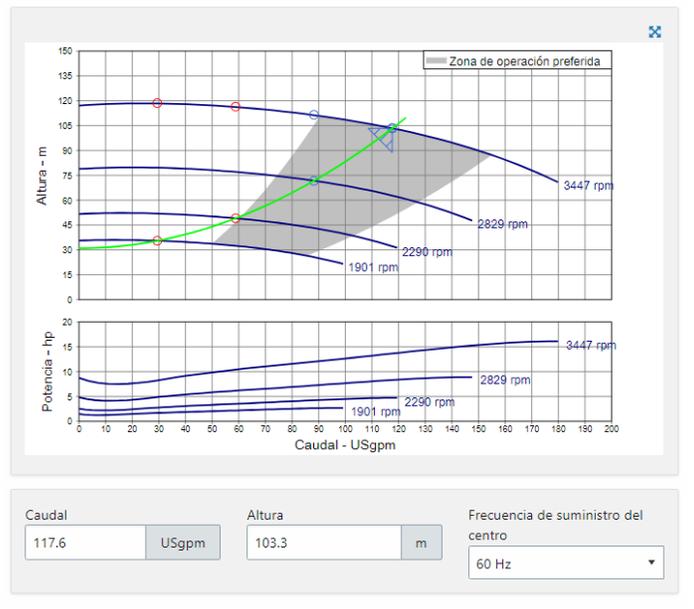
La curva de velocidad para MTP 52

225 GPM 8" 25 HP STS Sub-Turbine 6" Motor Bracket
 237.8 USgpm | 87.12 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



La curva de velocidad para MTP 199

150 GPM 5" 15 HP STS Sub-Turbine
 117.6 USgpm | 103.3 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



Apéndice A.59

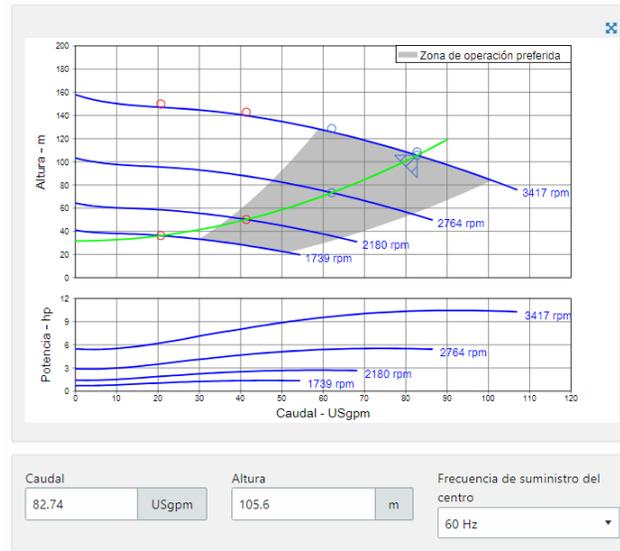
Gráfica de velocidad de las estaciones de MTP 200 y MTP

201

La curva de velocidad para MTP 200

90 GPM 5" 10 HP STS Sub-Turbine

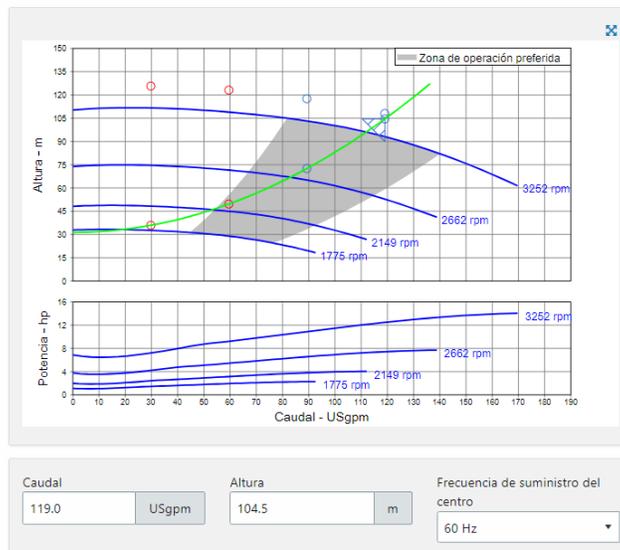
82.74 USgpm | 105.6 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



La curva de velocidad para MTP 201

150 GPM 5" STS Sub-Turbine (Build Center)

119.0 USgpm | 104.5 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



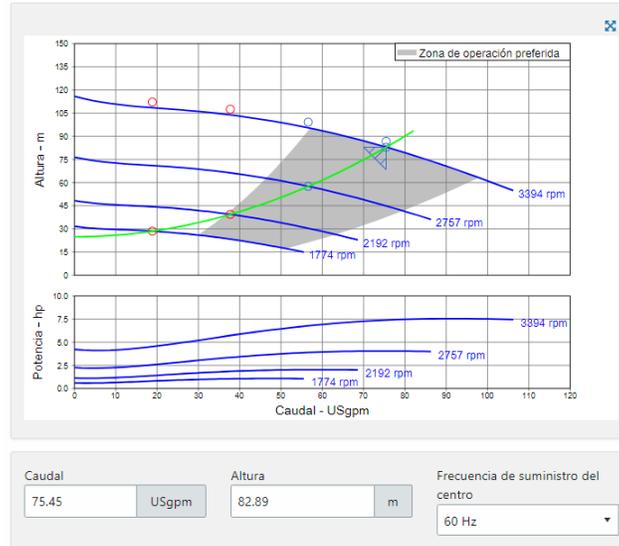
Apéndice A.60

Gráfica de velocidad las estaciones de MTP 277 y ETR

La curva de velocidad para MTP 200

90 GPM 5" 7.5 HP STS Sub-Turbine

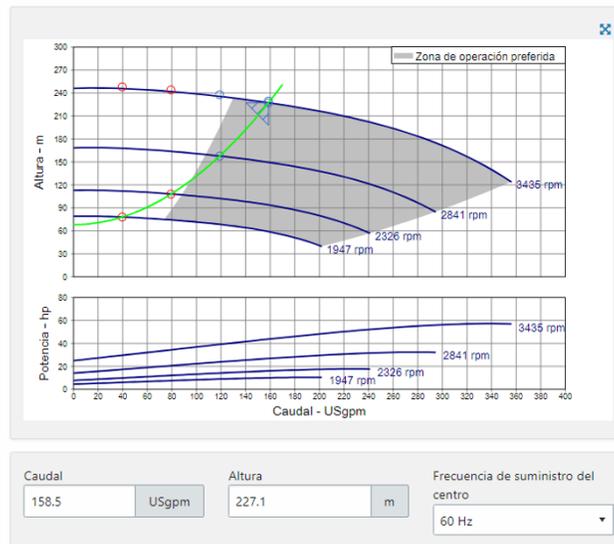
75.45 USgpm | 82.89 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



La curva de velocidad para ETR

45VR-07-00stg-60HP Vertical Multi-Stage

158.5 USgpm | 227.1 m | 3450 rpm | - % TWE ⓘ



Apéndice A.61 Cálculo de cargas sociales patronales para un técnico en educación superior

Ingrese el total de salarios

Posible total por facturar: **₡191,065**

Caja Costarricense de Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
SEM	9,25%	5,50%	₡75,474
IVM	5,42%	4,17%	₡49,071
TOTAL CCSS	14,67%	9,67%	₡124,545
Recaudación Otras Instituciones			
Institución	Patrono	Trabajador	Monto
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	-	₡1,279
Asignaciones Familiares	5,00%	-	₡25,584
IMAS	0,50%	-	₡2,558
INA	1,50%	-	₡7,675
TOTAL OTRAS INSTITUCIONES	7,25%	-	₡37,097
Ley de Protección al Trabajador (LPT)			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	-	₡1,279
Fondo de Capitalización Laboral	1,50%	-	₡7,675
Fondo de Pensiones Complementarias	2,00%	-	₡10,234
Aporte Trabajador Banco Popular	-	1,00%	₡5,117
INS	1,00%	-	₡5,117
TOTAL LPT	4,75%	1,00%	₡29,422
Total			
	Patrono	Trabajador	Total
PORCENTAJES TOTALES	26,67%	10,67%	37,34%
MONTOS TOTALES	₡136,468	₡54,597	₡191,065

Apéndice A.62

Cálculo de cargas sociales patronales para un trabajador en ocupación no calificada

Ingrese el total de salarios:

Posible total por facturar: **₡131,498**

Caja Costarricense de Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
SEM	9,25%	5,50%	₡51,944
IVM	5,42%	4,17%	₡33,773
TOTALCCSS	14,67%	9,67%	₡85,717
Recaudación Otras Instituciones			
Institución	Patrono	Trabajador	Monto
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	-	₡880
Asignaciones Familiares	5,00%	-	₡17,608
IMAS	0,50%	-	₡1,761
INA	1,50%	-	₡5,282
TOTALOTRAS INSTITUCIONES	7,25%	-	₡25,532
Ley de Protección al Trabajador (LPT)			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	-	₡880
Fondo de Capitalización Laboral	1,50%	-	₡5,282
Fondo de Pensiones Complementarias	2,00%	-	₡7,043
Aporte Trabajador Banco Popular	-	1,00%	₡3,522
INS	1,00%	-	₡3,522
TOTAL LPT	4,75%	1,00%	₡20,249
Total			
	Patrono	Trabajador	Total
PORCENTAJES TOTALES	26,67%	10,67%	37,34%
MONTOS TOTALES	₡93,922	₡37,576	₡131,498

Apéndice A.63 Cálculo de póliza de la obra

1- Calcule el costo de su seguro:

Ingrese el valor de la obra (en colones) que se muestra en la [boleta del CFIA](#):

¿El proyecto cuenta con declaratoria de interés social del BANHVI?

Sí

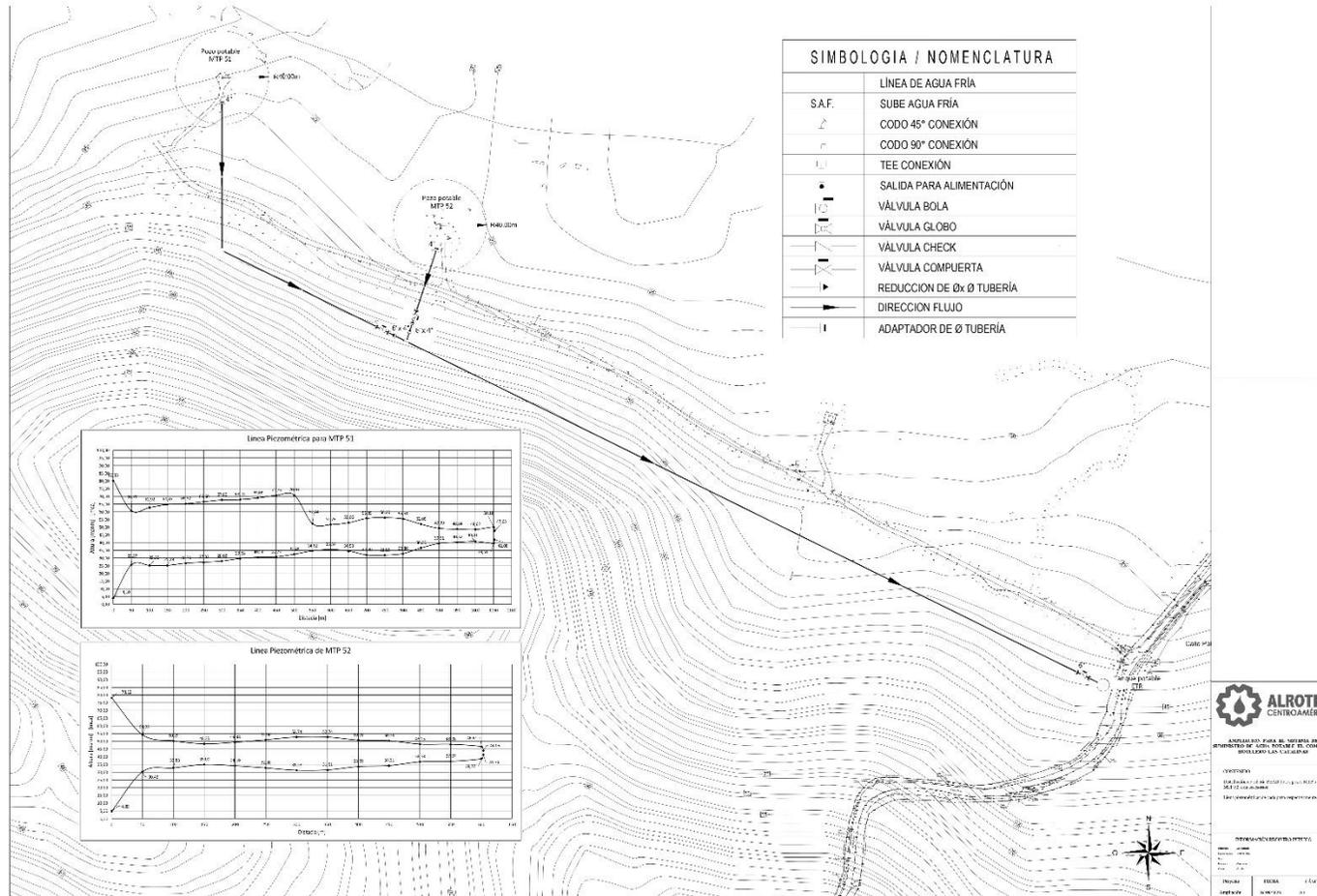
No

 Total: € 2 452 788

Apéndice A.64

Plano de distribución de tubería de los pozos MTP 51 y MTP 52

([documento en pdf](#))

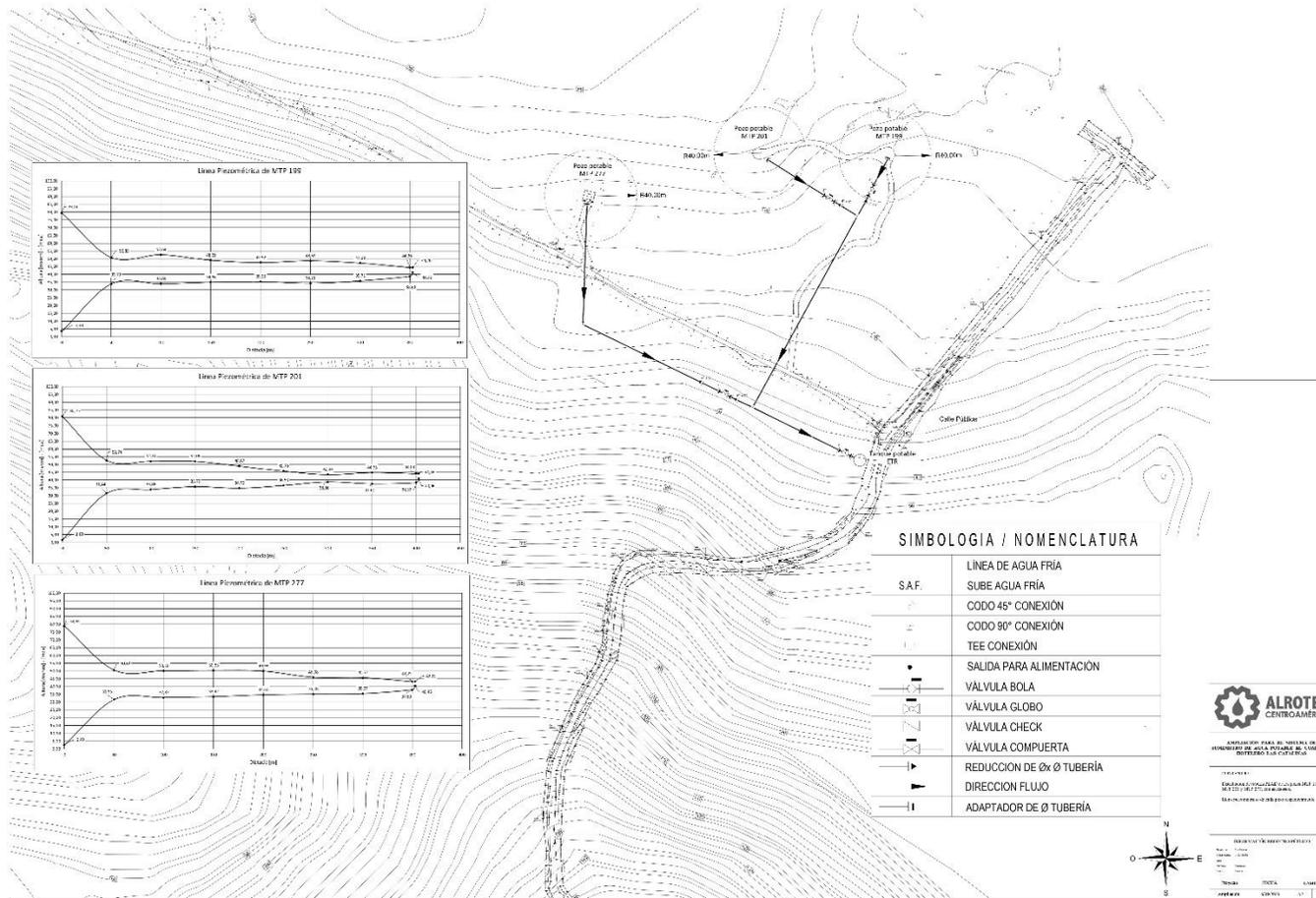


Diseño de una ampliación para el sistema de suministro de agua potable para el complejo hotelero Las Catalinas en Guanacaste
 tiene licencia CC BY por Ansony Benavides Chavarría

Apéndice A.65

Plano de distribución de tubería de los pozos MTP 199, MTP 201 y MTP 277

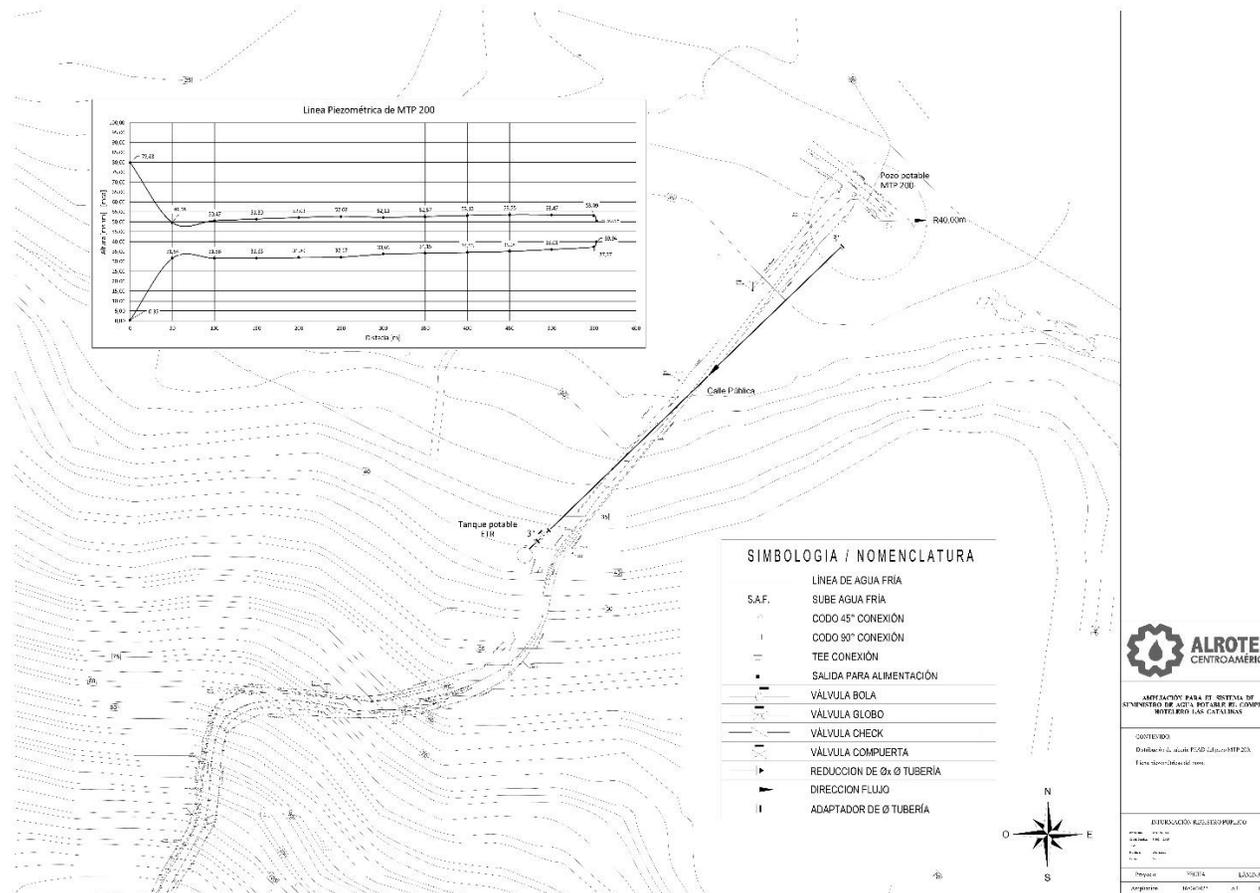
([documento en pdf](#))



Apéndice A.66

Plano de distribución de la tubería del pozo MTP 200

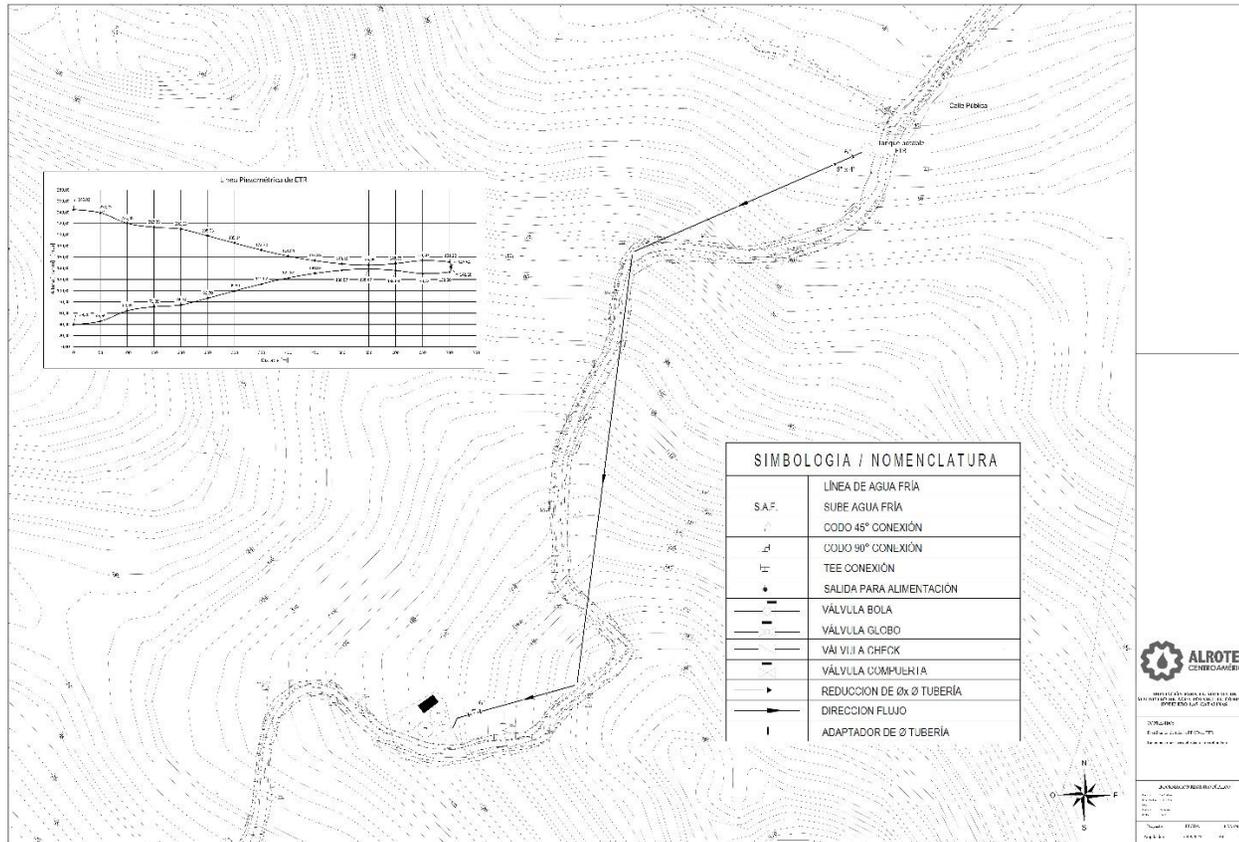
([documento en pdf](#))



Apéndice A.67

Plano de distribución de tubería de la estación de rebombeo

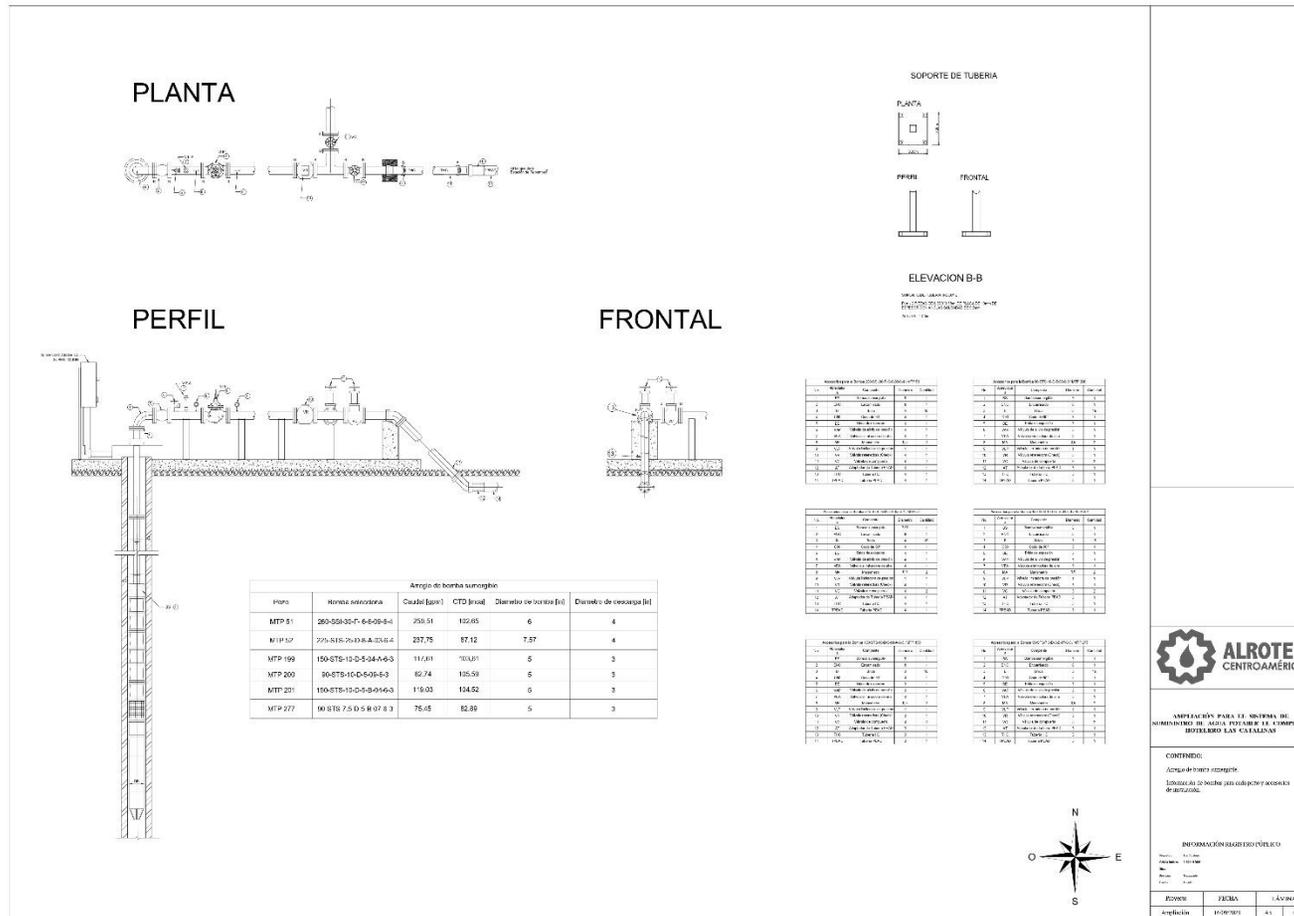
([documento en pdf](#))



Apéndice A.69

Plano de arreglo de bombas sumergibles

([documento en pdf](#))



Apéndice A.70

Recomendación cotización de HDMI y sensor de ultrasonido y presión para flujo en tubería



ALROTEK DE CENTROAMERICA S.A.
 Ced. Jurídica 3 – 101 – 346854
 Tel. (+506) 2452 – 1046
 Palmares, Alajuela
www.alrotek.com

Fecha: 20 de septiembre 2023
 Cotización: LR 0323-3140

Cod Cliente:

No. 0004560129



Item	Proveedor	Elemento	Marca	Descripción	U.M	P. Unitario	P. Total
Accesorios							
1	Agua Works	Sensor ultrasonico y de presión	Mexichem	Modelo DN300 A2, Características: Maxima presión de trabajo 1.6Mpa Comunicación RS485 Conexión Modbus-RTU Cuerpo de Metal 304 Garantía: 10 años Certificación: ISO 4064, IP68	6	€ 1419 712,02	€ 8 518 272,12
2	Mouser Electronic	Pantalla HDMI	Mexichem	Modelo eXP60-TTA, Características: Tamaño TFT 10.2" Color LCD Resolución 800 x 480 WVGA Brillo 200 /cd/m ² Alimentación 24V CC Consumo 23.1W	8	€ 454 200,88	€ 3 633 607,04
Total							€ 12 151 879,16

Datos de la empresa:

Nombre de la empresa	Alrotek de Centroamérica, S.A.
Numero de cedula jurídica	3-101-346854
Fede constitución de la sociedad	26/05/2003
Nombre de representante legal	José Anibal Chaves Vargas
Numero de cedula	2-0361-0720
Dirección de la empresa	Costa Rica 25 noreste de la intersección carretera Bernardo Soto, Buenos Aire, Palmares, Alajuela. Edificio de plantas color gris.
Comunicaciones	Ing. Luis Javier Rojas Tel: (+506) 2452-1046, (+506) 8987 9756 o Correo: lrojas@alrotek.com

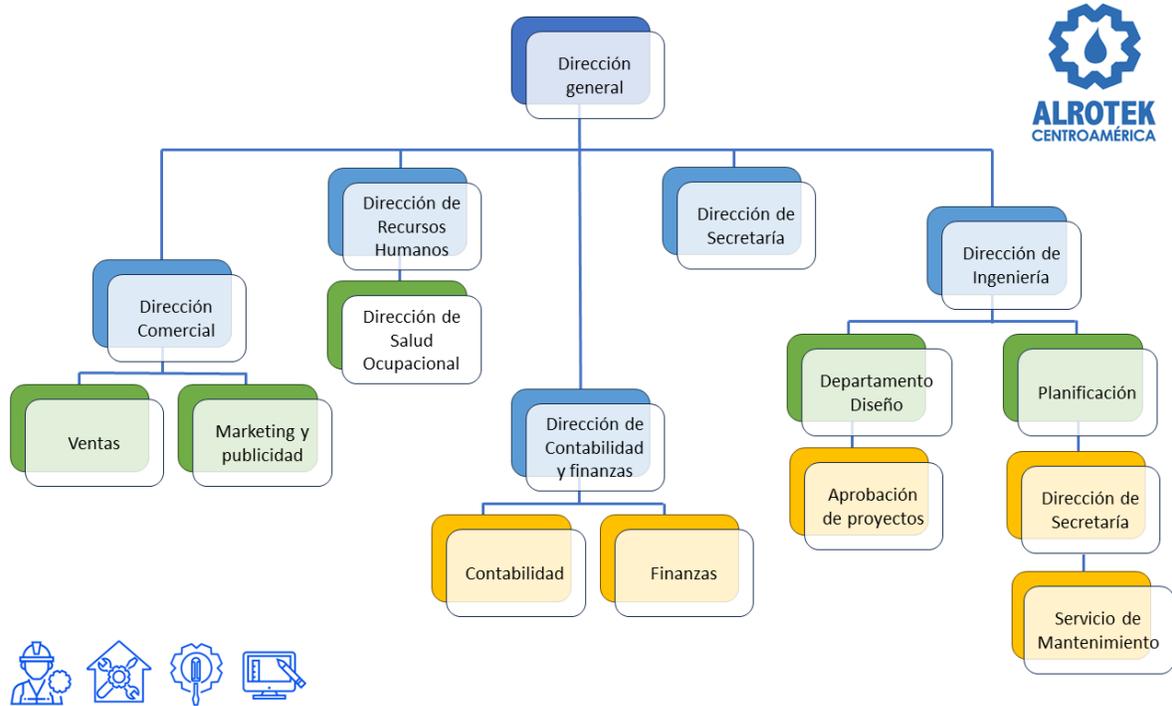


Diseño de una ampliación para el sistema de suministro de agua potable para el complejo hotelero Las Catalinas en Guanacaste tiene licencia [CC BY-ND 4.0.2023](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/) por Ansony Benavides Chavarría



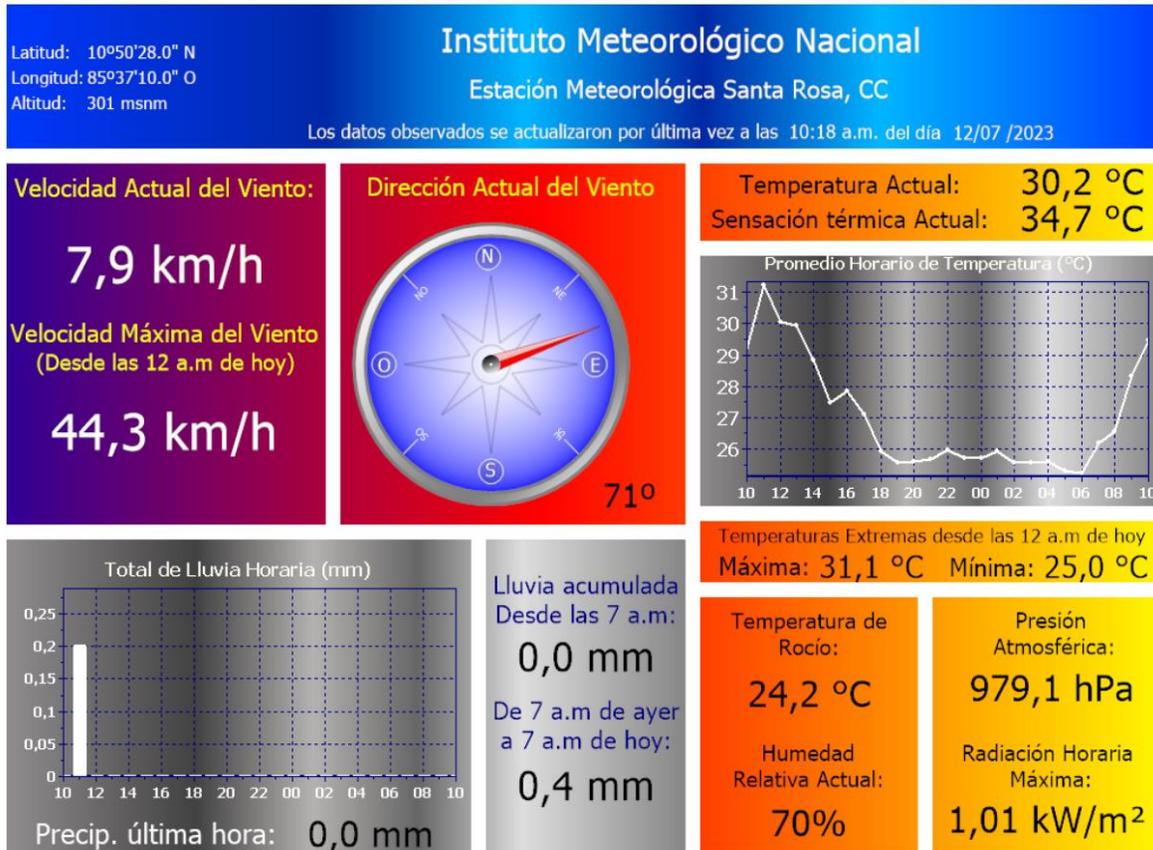
Anexo 2

Estructura organizacional de Alrotek



Anexo 3 Temperatura ambiente en el sector de Las Catalinas, Carrillo

Temperatura proporcionada por el Instituto Meteorológico Nacional, datos tomados el día 12 de julio de 2023. Del sitio web <https://www.imn.ac.cr/especial/estacionstarosa.html>



Anexo 4

Tabla de viscosidad y densidad del agua

TABLA A.1 Unidades del SI
[101 kPa (abs)].

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kN/m ³)	Densidad ρ (kg/m ³)	Viscosidad dinámica η (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}

Anexo 5 Aceleración de la gravedad en Costa Rica.

Cálculo para Costa Rica de la aceleración de la gravedad y su incertidumbre, aplicando el método de Monte Carlo a la fórmula internacional de la gravedad por [Carlos Paniagua](#) [Vásquez](#)

16

Ingeniería 17 (2): 00-00, ISSN: 1409-2441; 2007. San José, Costa Rica

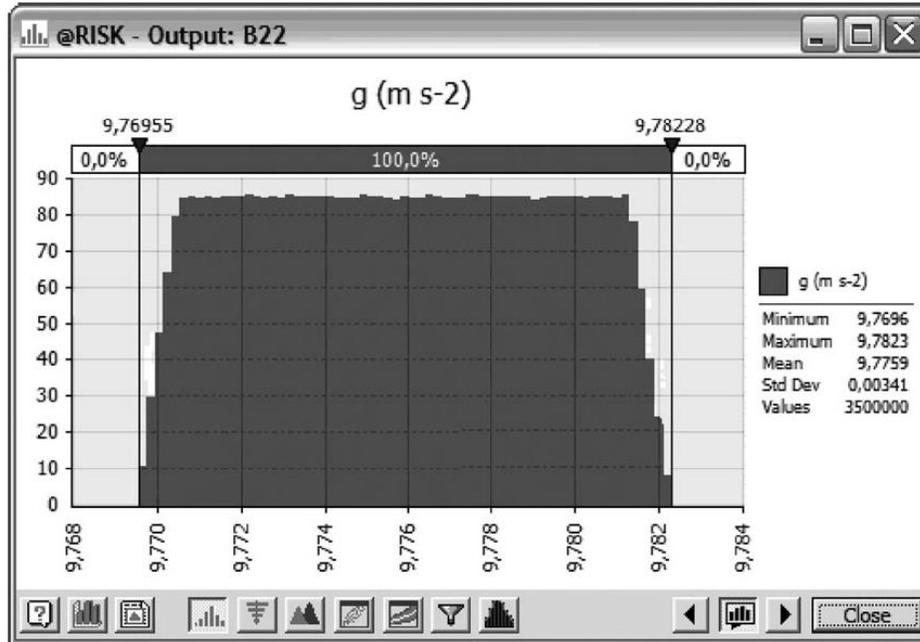


Figura 3. Predicho g ($m \cdot s^{-2}$), altura sobre nivel del mar, H_p ($0 m \leq H_p \leq 3\ 819 m$) y latitud, ϕ ($8,04^\circ \leq \phi \leq 11,22^\circ$).
Fuente: (xxxx)

Cuadro 4. Información proporcionada por @Risk 5.0.

Name	g ($m \cdot s^{-2}$)	Altura sobre el nivel del mar, H_p (m)	Latitud, Fi ($^\circ$)
Description	Output	Risk Uniform (B17; B18; RiskName ("Altura sobre el nivel del mar, H_p (m)"))	Risk Uniform (B15; B16; Risk Name ("Latitud, Fi ($^\circ$)"))
Cell	B22	B25	B26
Minimum	9,769554	2,78E-03	8,040561
Maximum	9,782277	3818,998	11,22
Mean	9,775891	1909,5	9,63028
Std Deviation	3,41E-03	1102,451	0,9178257
Variance	1,16E-05	1215398	0,8424041
Skewness	1,08E-04	-1,49E-09	-8,01E-10
	Estadístico		Valor predicho
	Número de iteraciones		10 000 000
	Promedio ($m \cdot s^{-2}$)		9,775 891
	Desviación estándar ($m \cdot s^{-2}$)		0,003 413

Fuente: (@Risk 5.0)

Anexo 6

Tabla de coeficiente de Hazen Williams

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000300041

Tabla 1 Coeficiente de Hazen-Williams para diferentes materiales

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Anexo 7 Diámetros para tubería de polietileno



TUBOS PARA CONDUCCION DE FLUIDOS PE-4710

DESCRIPCION:

El sistema de tuberías, por sus características, se puede utilizar en diversos campos como: agua, drenaje, riego, industria, minería, dragado, aguas residuales, procesos químicos y desechos industriales. Debido a su avanzada tecnología y bajo costo, la tubería de polietileno ofrece la mejor alternativa para la conducción de fluidos, ya que tiene características que superan ampliamente a las tuberías tradicionales. Fabricada bajo la norma NMX E018 CNCP

DIMENSIONES:

Diam		7	7.3	RD 9	RD 11	RD 13.5	RD 17	RD 21	RD 26	RD 32.5	RD 41
	Pres. de trab	23kg/cm2	22kg/cm2	17kg/cm2	14kg/cm2	11kg/cm2	9kg/cm2	7kg/cm2	6kg/cm2	4kg/cm2	3kg/cm2
Pulg	Diam. Ext. Esp.	ESPOSOR DE PARED (PULG)									
1/2"	0.840"	0.120	0.115	0.093							
3/4"	1.050"	0.150	0.145	0.117							
1"	1.315"	0.188	0.181	0.146	0.120						
1 1/2"	1.660"	0.237	0.228	0.184	0.151						
1 1/2"	1.900"	0.271	0.260	0.211	0.173						
2"	2.375"	0.339	0.326	0.264	0.216	0.176	0.140	0.113			
2 1/2"	2.875"	0.410	0.394	0.319	0.261	0.213	0.169	0.137			
3"	3.500"	0.500	0.479	0.389	0.318	0.259	0.206	0.167			
4"	4.500"	0.643	0.616	0.500	0.409	0.333	0.265	0.214	0.173		
6"	6.625"	0.946	0.907	0.736"	0.602	0.491	0.390	0.315	0.255	0.204	
8"	8.625"	1.232	1.181	0.958	0.784	0.639	0.507	0.411	0.332	0.265	
10"	10.750"	1.536	1.472	1.194	0.977	0.796	0.632	0.512	0.413	0.331	
12"	12.750"	1.821	1.747	1.417	1.159	0.944	0.750	0.607	0.490	0.392	
14"	14.000"	2.000	1.917	1.556	1.273	1.037	0.824	0.667	0.538	0.431	0.341
16"	16.000"	2.286	2.192	1.778	1.455	1.185	0.941	0.762	0.615	0.492	0.390
18"	18.000"	2.571	2.465	2.000	1.636	1.333	1.059	0.857	0.692	0.554	0.439
20"	20.000"	2.857	2.744	2.222	1.818	1.481	1.176	0.952	0.769	0.615	0.488
22"	22.000"	3.143	3.015	2.444	2.000	1.630	1.294	1.048	0.846	0.677	0.537
24"	24.000"	3.429	3.287	2.667	2.182	1.778	1.412	1.143	0.923	0.738	0.585

OPCIONES DE SUMINISTRO:

- Diámetros de 1 1/4" a 12"
- Color naranja o rojo
- Marcas longitudinales impresas secuencialmente

PROPIEDADES:

CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES			
Propiedad	Método de Prueba	Valor de Referencia	Valor Dura-Line
RESINA			
Resistencia a la fractura Lenta (SCGR)	F1473	500 horas	5,000 horas
TUBO			
Densidad	D792	0.947-0.955 g/10 min	0.949 g/cm³
Fluidez	D1238	Hasta 0.4 g/10 min	0.08 g/10 min
Rigidez	D790	80,000 A 160,000 psi	150,000 psi
Resistencia a la Tensión	D638	3,000 a 4,000 psi	3,500 psi

EMPAQUE:

Tamaño	Presentación	Longitud
1/2" a 3"	Bobina	150 m
4" a 24"	Tramo	6, 12, 14 y 14.60m

BOBINAS



TRAMOS

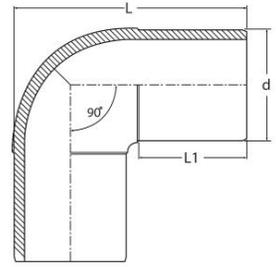


Anexo 8 Codo de 90° para tubería de polietileno



SDR 7 90° ELBOWS

- Water** - 355 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure
- Gas** - 125 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure
- Suitable for *WATER*, Fluids & Slurries
- Engineered for PE100 HDPE Pipe Systems



Nominal Pipe Size (d)	Base Norm	L	L1	Unit Weight in lbs	Part Number
2"	IPS	5.63	2.64	0.88	02-BFX-2608548
3"	IPS	7.44	3.46	1.98	02-BFX-2608549
4"	IPS	8.39	3.54	4.62	02-BFX-2608550
6"	IPS	12.01	4.37	11.66	02-BFX-2608551
8"	IPS	15.35	5.12	21.34	02-BFX-2608552
10"	IPS	18.50	5.91	42.32	02-BFX-2608553
12"	IPS	20.69	6.30	70.40	02-BFX-2608554
4"	DIPS	8.98	3.66	4.62	02-BFX-2608556
6"	DIPS	12.01	4.37	11.88	02-BFX-2608557
8"	DIPS	15.75	5.12	21.78	02-BFX-2608558
10"	DIPS	18.50	5.91	45.54	02-BFX-2608559
12"	DIPS	21.67	6.89	71.94	02-BFX-2608560

All dimensions are approximated and listed in inches

Anexo 9

Codo de 45° para tubería de polietileno

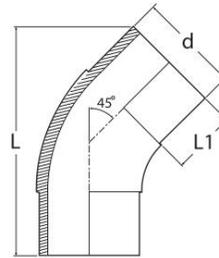


SDR 7 45° ELBOWS

Water - 355 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure

Gas - 125 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure

- Suitable for *WATER*, Fluids & Slurries
- Engineered for PE100 HDPE Pipe Systems



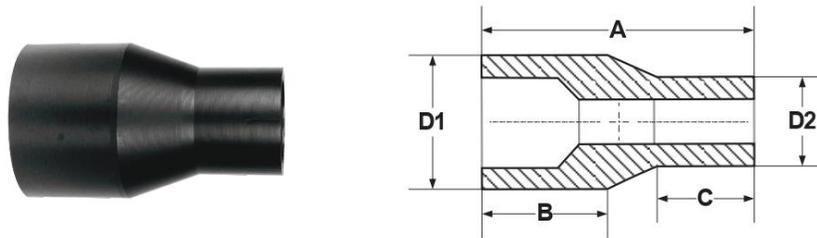
Nominal Pipe Size (d)	Base Norm	L	L1	Unit Weight in lbs	Part Number
2"	IPS	6.32	2.52	0.66	02-BFE-2607049
3"	IPS	8.72	3.50	1.76	02-BFE-2607050
4"	IPS	10.38	3.54	3.52	02-BFE-2607051
6"	IPS	13.01	4.33	8.58	02-BFE-2607052
8"	IPS	16.24	5.12	17.38	02-BFE-2607053
10"	IPS	19.17	5.91	32.56	02-BFE-2607054
12"	IPS	21.19	6.30	46.86	02-BFE-2607055
4"	DIPS	11.23	3.94	3.74	02-BFE-2607056
6"	DIPS	13.10	4.33	9.02	02-BFE-2607057
8"	DIPS	16.53	5.12	18.04	02-BFE-2607058
10"	DIPS	19.29	5.91	33.22	02-BFE-2607059
12"	DIPS	22.50	6.89	49.72	02-BFE-2607060

All dimensions are approximated and listed in inches

Anexo 10 Reducción para tubería de polietileno

HDPE MOLDED FITTINGS **STRONGBRIDGE**

SDR 7 REDUCERS IPS
Water - 335 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure
 • Suitable for *WATER*, Fluids & Slurries
 • Engineered for PE100 HDPE Pipe Sytems



Nominal IPS Pipe Size	A	B	C	D1	D2	Unit Weight in lbs.	Part Number
2" x 1"	6.15	3.00	1.53	2.38	1.32	0.42	03-BFR-2707002
2" x 1 1/2"	6.23	2.98	2.28	2.38	1.66	-	03-BFR-2707073 *
2" x 1 1/4"	7.20	3.13	2.80	2.38	1.90	-	03-BFR-2707077 *
3" x 2"	6.90	3.18	2.53	3.50	2.38	1.16	03-BFR-2707078 *
4" x 2"	8.00	3.00	2.40	4.50	2.38	1.95	03-BFR-2707022
4" x 3"	7.58	3.00	3.00	4.50	3.50	1.96	03-BFR-2707079 *
6" x 4"	3.80	1.83	1.46	6.63	4.50	6.04	03-BFR-2707041
8" x 6"	4.00	1.75	1.35	8.63	6.63	11.57	03-BFR-2707055
10" x 8"	4.00	2.08	1.00	10.75	8.63	-	03-BFR-2707082 *
12" x 10"	4.33	2.25	0.90	12.75	10.75	-	03-BFR-2707083 *
14" x 12"	4.90	2.00	2.00	14.00	12.75	-	03-BFR-2707084 *
16" x 14"	4.65	1.83	2.59	16.00	14.00	-	03-BFR-2707085 *

* Special Order Item

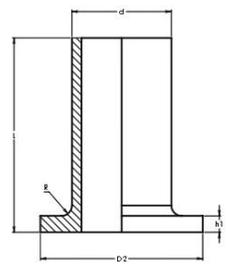
All dimensions are approximated and listed in inches

Anexo 11 Adaptador para tubería de polietileno



SDR 7 FLANGE ADAPTERS

- Water** - 355 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure
- Gas** - 125 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure
- Suitable for *WATER*, Fluids & Slurries
- Engineered for PE100 HDPE Pipe Systems



Nominal Pipe Size (d)	Base Norm	D2	L	h1	R	Unit Weight in lbs	Part Number
2"	IPS	3.88	4.69	0.44	0.25	0.48	02-BFA-26111194
3"	IPS	5.00	5.13	0.63	0.25	1.09	02-BFA-26111157
4"	IPS	6.63	6.26	0.88	0.38	2.33	02-BFA-26111158
6"	IPS	8.50	7.94	1.19	0.38	5.77	02-BFA-26111159
8"	IPS	10.63	8.13	1.63	0.38	10.11	02-BFA-26111160
10"	IPS	12.75	8.50	2.00	0.38	16.22	02-BFA-26111161
12"	IPS	15.75	9.66	2.81	0.38	27.12	02-BFA-26111162
14"	IPS	17.38	10.63	2.50	0.50	36.17	02-BFA-26111163
16"	IPS	19.75	11.32	2.88	0.50	50.74	02-BFA-26111164
18"	IPS	21.13	11.75	3.25	0.50	63.72	02-BFA-26111165
20"	IPS	23.38	12.57	3.63	0.50	84.27	02-BFA-26111166
22"	IPS	25.50	12.97	3.94	0.50	104.96	02-BFA-26111167
24"	IPS	27.75	13.78	4.28	0.50	132.80	02-BFA-26111168
26"	IPS	30.00	15.01	4.63	0.50	168.99	02-BFA-26111169
28"	IPS	32.25	15.63	5.00	0.50	204.92	02-BFA-26111170
30"	IPS	34.25	16.26	5.38	0.50	243.00	02-BFA-26111171
32"	IPS	36.75	16.88	5.75	0.50	290.98	02-BFA-26111172
34"	IPS	38.50	18.26	6.13	0.50	347.28	02-BFA-26111173
36"	IPS	40.75	19.63	6.50	0.50	417.58	02-BFA-26111174
40"	IPS	45.13	-	-	0.50	-	02-BFA-26111175
42"	IPS	47.38	-	-	0.50	-	02-BFA-26111176
48"	IPS	53.75	-	-	0.75	-	02-BFA-26111177

All dimensions are approximated and listed in inches

Anexo 12 Unión tipo T para tubería de polietileno

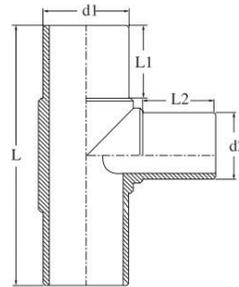


SDR 7 EQUAL TEES IPS

Water - 355 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure

Gas - 125 PSI at 73 Deg F Sustainable Maximum Operating Pressure

- Suitable for *WATER*, Fluids & Slurries
- Engineered for PE100 HDPE Pipe Sytems



Nominal IPS Pipe Size	OD (Nominal) d	L1	L	Unit Weight in lbs	Part Number
2"	2.38	2.67	9.67	1.15	02-BET-2600051
3"	3.50	3.31	11.97	2.99	02-BET-2600052
4"	4.50	3.42	14.16	5.71	02-BET-2600053
6"	6.63	4.05	17.70	15.04	02-BET-2600054
8"	8.63	4.61	20.08	29.29	02-BET-2600055
10"	10.75	5.70	25.98	63.43	02-BET-2600056
12"	12.75	6.49	29.72	100.80	02-BET-2600057

All dimensions are approximated and listed in inches

Anexo 13 Válvula de compuerta

**UL-FM 350 PSI RESILIENT WEDGE GATE VALVE,
FIGURE 5000'S, KS-RWHP, KS-FWHP**

OS&Y: 2½"–12"

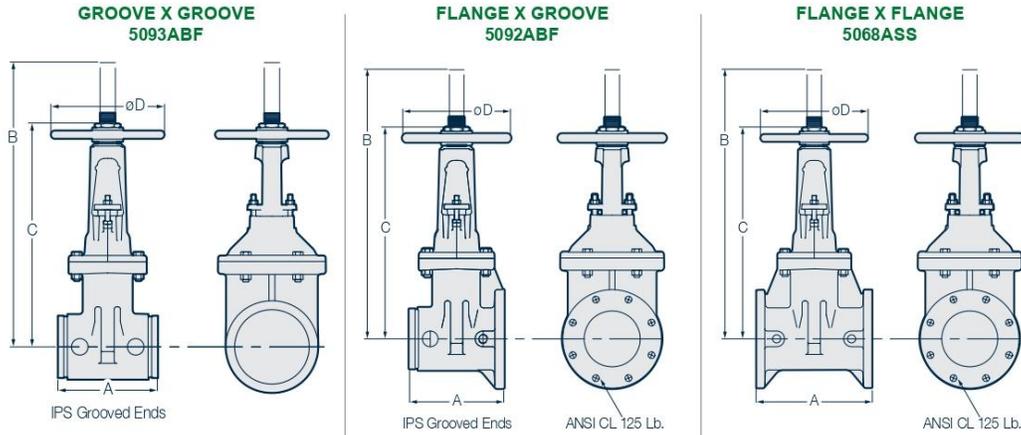


Figure 4

DIMENSIONS, WEIGHT, AND OPERATIONAL DATA - FIG. 5093ABF, FIG. 5092ABF, FIG. 5068ASS

Size	Nominal Dimensions				No. of Bolts and Bolt Size per Flange	Turns to Operate	Weights in Pounds			Cv Full Open
	A	B	C	ØD			G x G	G x F	F x F	
2½"	7½"	16¾"	13½"	7½"	4 (¾")	8	37	40	52	500
3"	8"	18¾"	15½"	10"	4 (¾")	10	48	57	67	800
4"	9"	22¾"	18¾"	10"	8 (¾")	13½	74	77	92	1500
6"	10½"	30¾"	23¾"	12"	8 (¾")	19½	103	115	141	3600
8"	11½"	37¾"	30"	14"	8 (¾")	25½	139	171	213	6700
10"	13"	45¾"	35½"	18"	12 (¾")	31½	294	N/A	369	10,500
12"	14"	53¾"	40½"	18"	12 (¾")	37¾	326	N/A	479	15,000

DIMENSIONS, WEIGHT, AND OPERATIONAL DATA - ANSI CL 250 RF FLANGED OS&Y - FIG. 5168

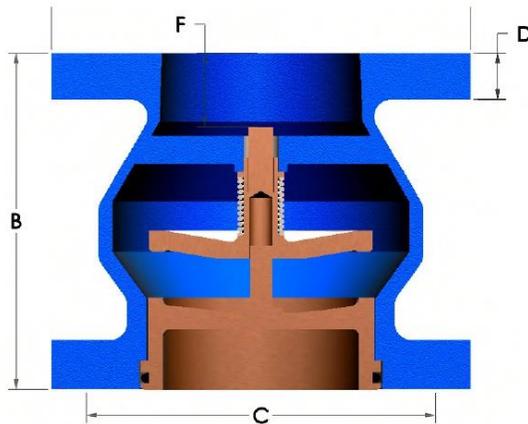
Size	Nominal Dimensions				No. of Bolts (size per flange)	Turns to Operate	Weights in Pounds		Cv Full Open
	A	B	C	ØD			F x F		
2½"	8¾"	17¾"	13¾"	7½"	8 (¾")	10	81		500
3"	8¾"	18¾"	15½"	10"	8 (¾")	10	81		800
4"	11¾"	22¾"	18¾"	10"	8 (¾")	13	116		1500
6"	13¾"	30¾"	23¾"	12"	12 (¾")	19	165		3600
8"	14¾"	37¾"	30"	14"	12 (¾")	25	275		6700
10"	14¾"	45¾"	35½"	18"	16 (1")	31½	447		10,500
12"	15¾"	53¾"	40½"	18"	16 (1")	37¾	580		15,000

Anexo 14 Válvula *check* Flomatic

MATERIALS OF CONSTRUCTION

SERIES 402 OPTIONS					
MODEL	SIZES	TYPE	BODY MATERIAL	SEAT TRIM	SEAT
402BTR*	2" - 24"	OPTIONAL	DUCTILE IRON ASTM A536	UNLEADED BRONZE C87800	EPDM
402BT*	2" - 24"	STANDARD	DUCTILE IRON ASTM A536	UNLEADED BRONZE C87800	METAL
402STR*	2" - 24**	OPTIONAL	DUCTILE IRON ASTM A536	316 SS ASTM CF8M	EPDM
402ST*	2" - 24**	OPTIONAL	DUCTILE IRON ASTM A536	316 SS ASTM CF8M	METAL
402S6R	2" - 12**	STANDARD	316 SS ASTM CF8M	316 SS ASTM CF8M	EPDM
402S6	2" - 12**	OPTIONAL	316 SS ASTM CF8M	316 SS ASTM CF8M	METAL

* 14" & 18" sizes are cast iron
 ** 10" SS trim inquire with factory



DIMENSIONS

SIZE ØA		PART #	ØA		B		ØC		D		F (OPEN)		WEIGHT		BOLT SIZE	#OF BOLTS
INCH	MM		INCH	MM	INCH	MM	INCH	MM	INCH	MM	INCH	MM	LBS	KG		
2"	50	2239BT	6"	152	5 1/4"	133	4 3/4"	121	5/8"	16	1 19/64"	33	13	6	5/8"	4
2 1/2"	65	2240BT	7"	178	5 1/2"	140	5 1/2"	140	11/16"	18	1 1/16"	27	18	8	5/8"	4
3"	80	2241BT	7 1/2"	191	6"	152	6"	152	3/4"	19	1 3/8"	35	23	10	5/8"	4
4"	100	2242BT	9"	229	7 1/4"	184	7 1/2"	191	15/16"	24	1 19/32"	41	40	18	5/8"	8
5"	125	2243BT	10"	245	8 1/2"	216	8 1/2"	216	15/16"	24	2"	51	51	23	3/4"	8
6"	150	2244BT	11"	279	9 3/4"	248	9 1/2"	241	1"	25	2 7/16"	62	75	34	3/4"	8
8"	200	2245BT	13 1/2"	343	12 9/16"	319	11 3/4"	299	1 1/8"	29	3 1/4"	83	116	53	3/4"	8
10"	250	2247BT	18"	457	15 1/2"	394	14 1/4"	362	1 3/16"	30	4 1/4"	108	194	88	7/8"	12
12"	300	2248BT	19"	483	14 1/2"	368	17"	432	1 1/4"	32	13/16"	21	306	139	7/8"	12
14"	350	2249BT	21"	533	15 3/4"	400	18 3/4"	476	1 3/8"	35	1 7/16"	37	380	172	1"	12
16"	400	2250STR	23 1/2"	597	17 5/8"	448	21 1/4"	540	1 7/16"	37	2 1/4"	57	500	227	1"	16
18"	450	2251BT	25"	635	18 3/4"	476	22 3/4"	578	1 9/16"	40	2 1/4"	57	724	328	1 1/8"	16
20"	500	2252STR	27 1/2"	699	20 5/8"	524	25	635	1 11/16"	43	2 15/16"	75	890	404	1 1/8"	20
24"	600	225STR	32"	813	24"	610	29 1/2"	749	1 7/8"	48	3 5/8"	92	1220	553	1 1/4"	20

AIS MODELS AVAILABLE. CONSULT WITH FACTORY

FOR REFERENCE USE ONLY, SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

Diseño de una ampliación para el sistema de suministro de agua potable para el complejo hotelero Las Catalinas en Guanacaste tiene licencia [CC BY-ND 4.0, 2023](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/) por Ansony Benavides Chavarría



Anexo 15 Consideraciones para válvula eliminadora de sobretensión

Pressure Rating

Pressure Class							
ANSI Standard B16.1				British Standard BS4504			
Ductile Iron Grade	150 lb	300lb	NPT Threaded	Ductile Iron Grade	PN10/16	PN 25	BSPP Threaded
ASTM A536	250	400	400	BS 2789	250	400	400

Standard Materials

Component	Material		
	Sizes 1 1/4" - 4"	Sizes 6" - 10"	Sizes 12" - 36"
Body & Cover	Ductile Iron	Ductile Iron	Ductile Iron
Intermediate Chamber	Ductile Iron	Ductile Iron	Ductile Iron
Coating	Fusion Epoxy	Fusion Epoxy	Fusion Epoxy
Spool & Diaphragm Plate	Unleaded Bronze	Ductile Iron	Ductile Iron
Seat Ring & Seat Plate	Unleaded Bronze	Unleaded Bronze	Stainless Steel
Cover Bushing	Bronze	Bronze	Bronze
Disc Seal	Buna-N	Buna-N	Buna-N
Diaphragm	Nitrile Nylon	Nitrile Nylon	Nitrile Nylon
Stem, Nuts & Spring	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel

Options

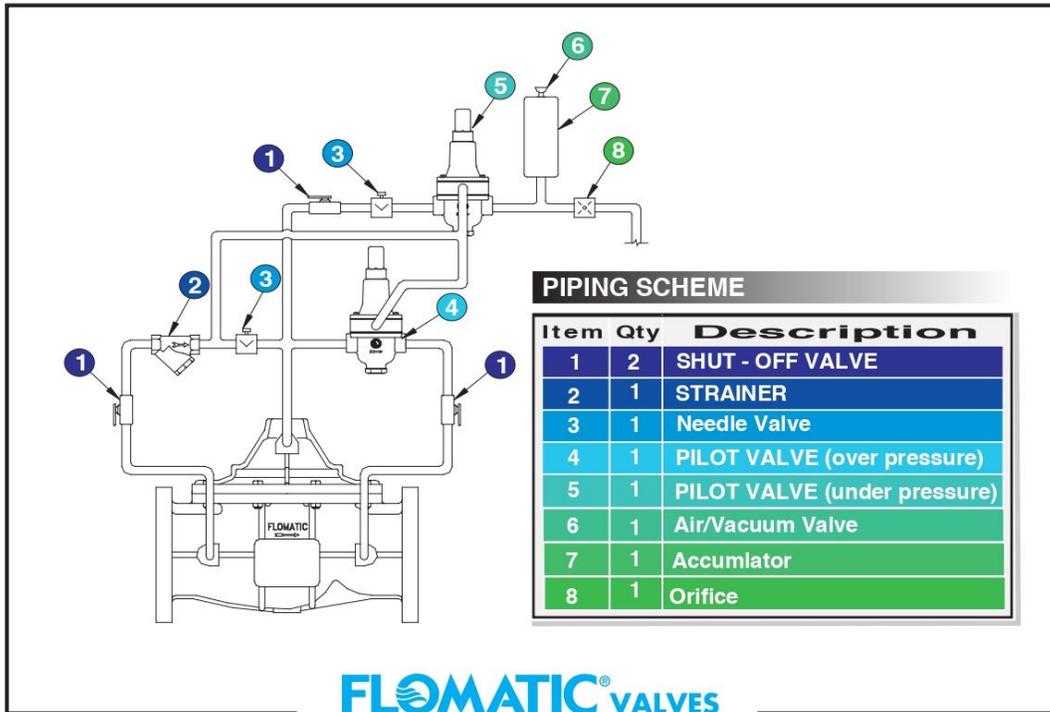
- Stainless Steel Seat Trim (Standard 12" and larger sizes)
- Heavy Spring for Vertical Installation
- Viton Disc Seal
- Stainless Steel Stem Bushing
- Indicator Rod Sizes 1 1/2" thru 4" (Standard 6" and larger sizes)

WARRANTY

LIMITED THREE YEAR WARRANTY: Flomatic Valves warrants that its Automatic Hydraulic Control Valves are free from defects in material and workmanship for a period of three (3) years after shipment. Flomatic Valves will repair or replace any parts or components found to be defective within three years from the date of shipment. All removal and installation of equipment or parts shall be at buyer's expense. Flomatic Valves shall not under any circumstances be liable for special or consequential damages. This warranty will be void if the valve or its controls have been modified without factory authorization or if it is subjected to unusual operating conditions which were not described or specified at the time of purchase.

Anexo 16 Accesorios de válvula eliminadora de sobretensiones

Valve Body Type (S Size)	Flow	1.5"	2"	2.5"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	30"	36"
Model C & CA Full Ported	Min	2.5	4	7	11	20	40	80	120	180	240	300	400	500	700	1,000	-
	Max	90	160	230	340	600	1,300	2,400	3,700	5,200	7,200	9,500	12,000	14,000	21,000	32,000	-
Model CF & CFA Reduced Ported	Min	-	-	-	7	11	30	40	80	120	180	240	300	400	500	700	900
	Max	-	-	-	160	340	600	1,300	2,400	3,700	5,200	7,200	9,500	12,000	14,000	21,000	32,000
Model CI Diaphragm	Min	-	2	2	2	5	8	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Max	-	110	132	132	264	1,020	1,790	-	-	-	-	-	-	-	-	-

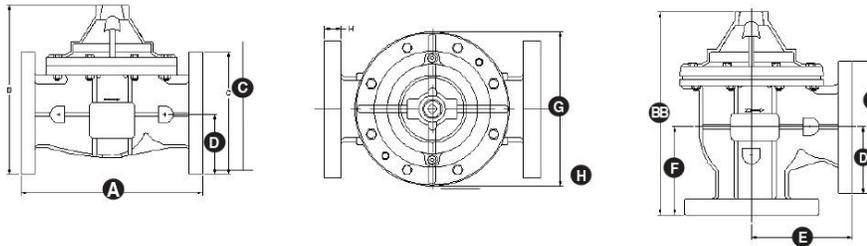


Anexo 17 Válvula eliminadora de sobretensión diámetros



Model C501 / CA501 Full Ported Valves

SIZE	1.5"	2"	2.5"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	20"	24"	30"	
A	150	8.5	9.375	11	12	15	20	25.375	29.75	34	39	41.375	43.3125	61.5	63.75
	300	9	10	11.625	13.25	15.625	21	26.375	31.125	35.5	40.5	43.5	44.75	63.25	65.5
B	150	8	7.5	9.75	10.0312	12.1875	15.6875	23.2812	24.6875	28.9687	36.375	41	51.25	61.5	69.25
	300	8.5625	7.8125	9.875	10.25	12.75	16.375	24.1562	26.5	30.375	37.375	42	52.75	63.5	73.625
BB	150	7.9687	7.9867	10.375	10.4062	12.625	16.5	22.1562	25.75	33.3437	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	300	8.25	8.2187	N/A	10.7656	21.9375	16.9375	22.6562	26.4375	34.0937	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
C	150	5	6	7	7.5	9	11	13.5	16	19	23	27.5	32	38.875	
	300	6.125	6.5	7.5	8.25	10	12.5	15	17.5	20.5	23	25.5	30.5	36	
D	150	2.375	2.8125	3.375	3.625	5.125	6.25	7.5625	9.375	10.375	11.7812	14	15.5	18.25	21.75
	300	2.875	3.125	3.5	3.875	4.8125	5.825	7.125	8.5	9.375	11.625	12.7812	15.5	18.25	21.75
E	150	4	4.75	5.5	6	7.5	10	12.75	14.875	17	N/A	N/A	N/A	N/A	
	300	4.25	5	5.375	7.875	10.5	15.5625	17.75	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
F	150	4	3.25	4	4	5	6	8	8.625	13.75	N/A	N/A	N/A	N/A	
	300	4.25	3.5	4.3125	5.375	6.5	8.5	9.3125	14.5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
G	150	6.8675	6.8675	8.125	8.125	11	14.25	19	22.5	27.25	34	36	42	54	62
	300	6.8675	6.8675	8.125	8.125	11	14.25	19	22.5	27.25	34	36	45	54	62
H	150	.5625	.375	.6875	.75	.9375	1	1.125	1.1875	1.25	1.375	1.4375	1.6875	1.875	2.125
	300	.8125	.875	1.125	1.125	1.25	1.4375	1.625	1.875	2	2.125	2.25	2.5	2.75	3
APROX WEIGHT															



Model CF501 / CFA501 Reduced Ported Valves

SIZE	2.5"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	20"	24"	30"	36"	
A	150	10.75	10.875	11.9375	16.3437	20.5625	26	30	39	35	48	48	63.25	76
	300	N/A	11.625	12.5	17.25	21.5625	27.375	31.5	40.5	36.625	49.625	49.75	65	78
B	150	8.1875	8.25	10.75	13.0625	16.9531	21.8125	26.4062	34	37.5	43	53.5	65	73.75
	300	N/A	8.6562	11.2812	13.875	17.8125	22.8125	27.9062	34	38.5	44.5	55.5	67.3125	44.25
BB	150	8.5156	8.5625	11.375	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	300	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
C	150	7	7.5	7.5	10.625	13.125	15.5	19	21	23.5	27.5	32	38.875	46
	300	N/A	8.0468	9.8437	12.1875	14.75	17.25	20.5	23	25.5	30.5	36	43.25	50
D	150	3.5	3.75	4.5	5.125	6.4062	7.5	9.25	10.375	11.5	13.7812	17	21	24
	300	N/A	3.9843	4.8906	5.9375	7.2812	8.5	1	11.375		15.2812	19	23.125	25.5
E	150	5.5	5.5625	6.75	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	300	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
F	150	3.7968	3.8437	5	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	300	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
G	150	6.6875	6.6875	8.125	11	14.25	19	22.5	27.25	34	36	45	54	62
	300	N/A	6.6875	8.125	11	14.25	19	22.5	29.25	34	36	45	54	62
H	150	.6875	.75	.9375	1	1.125	3.1875	1.25	1.375	1.4375	1.6875	1.875	2.125	2.375
	300	N/A	1.125	1.25	1.4375	1.625	1.875	2	2.125	2.25	2.5	2.75	3	3.375
APROX WEIGHT														

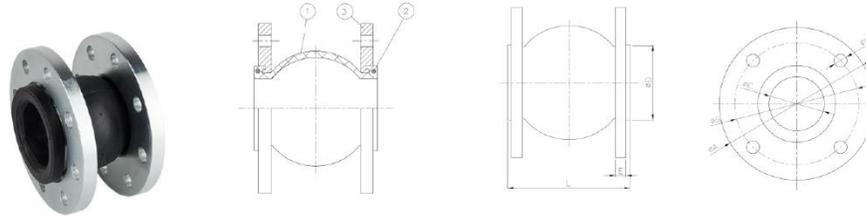
Bulletin No: C501/CF501 11.21.05

Anexo 18 Junta de expansión de EPDM extremos bridados

ARTICULO: 2831A
Junta de expansión de EPDM extremos Bridados ANSI
Rubber Expansion Joint, ANSI Flanged ends

Características
1. Junta de expansión.
2. Reducción de Ruidos.
3. Absorción de Vibraciones.
4. Compensación de dilataciones.
5. Facil instalación.
6. Cuerpo de EPDM, Extremos acero carbono.
7. Extremos para montar entre bridas ANSI 150 B 16.5.
8. Presión de trabajo máxima: 16 bar (medidas 1 ¼" a 12") 10 bar (medidas 14" a 20")
9. Temperatura de Trabajo – 10 °C + 105 °C.
10. Presión de Ruptura 30 bar.
11. Depresión máxima (vacío) 400 mbar.

Features
1. Expansion Joint.
2. Reduction of Noise.
3. Absorption of vibration.
4. Allows axial and lateral movement.
5. Easy to install.
6. Body made of EPDM, Ends of carbon steel.
7. Ends connecting with flanges ANSI 150 B 16.5.
8. Maximum working pressure: 16 bar (sizes 1 ¼" to 12") 10 bar (sizes 14" to 20")
9. Working temperature – 10 °C + 105 °C.
10. Burst Pressure 30 bar.
11. Max. Working Vacuum 400 mbar.



Nº	Denominación / Name	Material	Acabado Superficial / Surface Treatment
1	Cuerpo / Body	EPDM + Nylon	-----
2	Aro / Ring	Acero Carbono / Carbon steel	Cincado / Zinc plated.
3	Brida / Flange	Acero Carbono / Carbon steel	Cincado / Zinc plated.

DIMENSIONES GENERALES / GENERAL DIMENSIONS

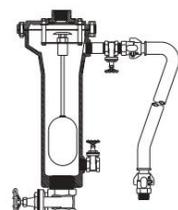
Ref	Medida / Size	DN	PN	Dimensiones / Dimensions (mm)							Peso / Weight (Kg)
				ØA	ØB	ØC	ØD	n x ØH	L	E	
2831A 07	1 1/4"	32	16	117.5	88.9	32	69	4 x 16	95	16	2.46
2831A 08	1 1/2"	40	16	127	98.4	40	69	4 x 16	95	16	2.80
2831A 09	2"	50	16	152.4	120.6	52	86	4 x 19	105	16	3.90
2831A 10	2 1/2"	65	16	177.8	139.7	68	106	4 x 19	115	16	4.77
2831A 11	3"	80	16	190.5	152.4	76	126	4 x 19	130	18	5.92
2831A 12	4"	100	16	228.6	190.5	103	150	8 x 19	135	18	7.26
2831A 13	5"	125	16	254	215.9	128	180	8 x 22	170	20	9.20
2831A 14	6"	150	16	279.4	241.3	152	209	8 x 22	180	22	11.78
2831A 16	8"	200	16	342.9	298.5	194	260	8 x 22	200	22	17.40
2831A 18	10"	250	16	406.4	361.9	250	320	12 x 25.4	240	24	24.76
2831A 20	12"	300	16	482.6	431.8	300	367	12 x 25.4	260	24	33.70
2831A 22	14"	350	10	533.4	476.2	320	408	12 x 28.6	265	26	45.90
2831A 24	16"	400	10	596.9	539.7	372	472	16 x 28.6	265	26	53.00
2831A 26	18"	450	10	635	577.8	415	522	16 x 31.7	265	26	55.42
2831A 28	20"	500	10	698.5	635	454	570	20 x 31.7	265	28	68.80

Anexo 19 Tipos de válvula eliminadora de aire

SEWAIR® MAXI AIR AND VACUUM SEWAGE VALVES

- Vents large quantities of air when filling pipelines.
- Allows air to re-enter pipeline preventing a vacuum.
- Long body design to prevent solids from coming in contact with working parts.
- Backflushing attachment for cleaning valves available.
- 2" thru 8".
- Cast Iron Body with Stainless Steel Trim. BUNA-N Seat.
- Install on high points of pipelines and changes in grade.

PART NO.	INLET	OUTLET
6620	2"	1"
6621	2"	2"
6622	3"	3"
6623	4"	4"
6624	6"	6"

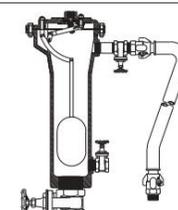


SEWAIR® AIR/VACUUM VALVE SHOWN WITH OPTIONAL BACKFLUSH ATTACHED

SEWAIR® MINI PRESSURE SEWAGE AIR RELEASE VALVES

- Vents accumulating air and gases while system is under pressure. Improves flow and pump efficiency.
- Long body design prevents solids from coming in contact with working parts.
- Backflushing attachment for cleaning value available.
- 2" thru 6"
- Cast Iron Body with Stainless Steel Trim. BUNA-N Seat.
- Install on high points of pipeline and every 2000 feet of horizontal segments of pipe.

PART NO.	INLET	OUTLET
6600	2"	1/2"
6601	3"	1/2"

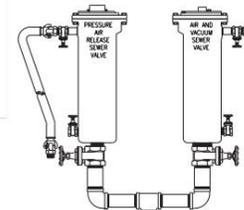


SEWAIR® PRESSURE AIR RELEASE VALVE SHOWN WITH OPTIONAL BACKFLUSH ATTACHED

SEWAIR® DUAL COMBINATION AIR RELEASE/VACUUM SEWAGE VALVES - DUAL ORIFICE -

- Air/Vacuum and Pressure Air Release Valves shown above piped together to provide air release and vacuum protection at high point of pipeline.
- 2" thru 8"
- Install on high points of pipeline.

PART NO.	INLET	OUTLET
6640	2"	1"
6641	2"	2"

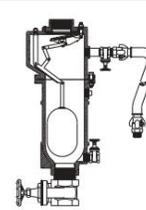


SHOWN WITH OPTIONAL BACKFLUSH ATTACHED

SEWAIR® COMBO SEWAGE AIR VALVES - DUAL ORIFICE -

- Performs function of both air and Vacuum and Pressure Air Release in one valve body.
- Backflushing attachment for cleaning valve available
- 2" thru 4"
- Cast Iron Body 2" with Stainless Steel Trim. 3" and 4" with Bronze Trim and Stainless Steel Float.
- Install on high points of pipeline.

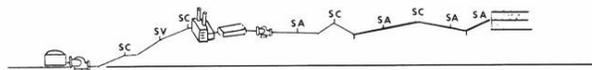
PART NO.	INLET	OUTLET
6650	2"	1"
6651	2"	2"
6652	3"	3"



COMBO SEWAIR® SHOWN WITH OPTIONAL BACKFLUSH ATTACHED

TYPICAL VALVE PLACEMENT IN A SEWAGE FORCE MAIN For Particular Applications Consult Factory

SA-AIR RELEASE
SV-AIR VACUUM
SC-COMBINATION



Anexo 20 Dimensiones de válvula eliminadora de aire

AIR AND VACUUM VALVE SIZING

- Determine liquid flow capacity in the pipe line.
- Determine rate which air will exhaust in CFM.

$$CFM = \frac{Q}{7.48}$$

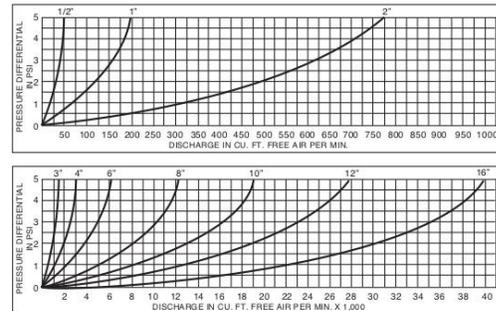
Q = Flow in gallons per minute
CFM = Cubic feet per minute of exhaust air

$$CFM = \frac{C}{21.27} \sqrt{SD^5}$$

Flow due to gravity
C = Chezy's coef. = 110
S = Slope (decimal)
D = Dia. in inches
- Enter chart with the air discharge rate and use a pressure differential no greater than 2 PSI. Pick off valve size.
- If there is a risk of pipe collapse from vacuum, the maximum tolerable pressure differential must be determined.

$$P = 16,250,000 \left(\frac{T}{D}\right)^3$$

P = Collapse Pressure (psi)
T = Pipe Wall thickness in inches.
D = Pipe diameter in inches.
- Use this maximum pressure differential or 5 PSI whichever is lower and enter the chart with the differential or 5 PSI whichever is lower and enter the chart with the differential pressure and CFM during draining. Pick off valve size.
- Use the larger of the two vales determined for this system.



NOTE: Consider each change in grade independently.

PRESSURE AIR RELEASE VALVE SIZING

The sizing of an air release valve is primarily a judgmental selection based upon experience and knowledge of air discharge rates which can be expected under certain field parameters.

As a rule of thumb, the following percentages of flow volume may be considered the expected air accumulation rate for sizing the pressure air release valve.

0 - 1000 GPM. + 7.48 gal/cu. ft. x 6% = cfm.
 1000- 2000 GPM. + 7.48 gal/cu. ft. x 5% = cfm.
 2000- 5000 GPM. + 7.48 gal/cu. ft. x 2% = cfm.
 5000-50000 GPM. + 7.48 gal/cu. ft. x 1.5% = cfm.
 50000 and greater + 7.48 gal/cu. ft. x 1.2% = cfm.

Required orifice size is determined from the chart at the operating pressure and anticipated air volume accumulation rate.

Once the orifice size has been determined the appropriate valve should be selected from the table according to orifice size and operating pressure. Where greater air accumulations are expected or field conditions dictate, larger valve body sizes should be used.

When operating pressure and discharge capacity dictate the necessary orifice size as being smaller than the standard, use the standard orifice.

Valves may be grouped in clusters to accommodate an excessive air discharge requirement at high pressures.

ORIFICE SIZE FOR VARIOUS PRESSURE RANGES

Valve Size	OPERATING PRESSURE IN LBS.					
	0 to 50	0 to 100	0 to 150	0 to 200	0 to 250	0 to 300
3/8", 1/2", 3/4"	1/8"	1/16"	1/16"	3/64"	1/32"	1/32"
1"	5/16"	5/16"	1/4"	3/16"	5/32"	1/8"
2"	3/8"	3/8"	5/16"	1/4"	3/16"	5/32"
2 1/2"	5/8"	1/2"	7/16"	3/8"	5/16"	1/4"
3"	3/4"	5/8"	1/2"	7/16"	5/16"	1/4"
4"	1"	3/4"	5/8"	1/2"	7/16"	3/8"

PRESSURE SEWAGE VALVE

Standard orifice is 1/4" for working pressure 0-175 PSI.
For other working pressures consult factory.

Refer to Individual Valve Specification Sheets for Detailed Dimensions

Discharge in Cubic Feet of Free Air Per Minute

Operating Pressure psig	Orifice Size In Inches								
	1/32"	3/64"	1/16"	5/64"	3/32"	7/64"	1/8"	9/64"	5/32"
50	.6	1.3	2.4	3.7	5.3	7.3	9.6	12.1	14.9
100	1.1	2.4	4.2	6.6	9.5	12.9	16.9	21.3	26.3
150	1.5	3.4	6.1	9.6	13.8	18.6	24.4	30.8	37.9
200	2.0	4.5	8.1	12.4	17.9	24.4	31.9	40.3	49.5
250	2.5	5.5	9.9	15.3	22.1	30.0	39.2	49.5	61.1
300	3.2	7.1	11.8	18.4	26.4	35.8	46.7	58.9	73

Operating Pressure psig	Orifice Size In Inches								
	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
50	21.4	38.1	59	86	117	153	237	343	610
100	37.7	68	105	152	205	270	422	607	1080
150	54.6	98	152	220	298	390	592	855	1520
200	72	127	198	287	390	510	796	1147	2038
250	88	157	244	352	480	627	980	1410	2506
300	105	187	290	420	572	746	1167	1679	2985



Flomatic Corporation
15 Pruy'n's Island Drive
Glens Falls, NY 12801-4421

Telephone: 1-(800)-833-2040
Fax: 1-(800)-314-3155
www.flomatic.com

Direct Telephone: 1-(518)-761-9797
Direct Fax: 1-(518)-761-9798

Flomatic Valves
High Quality Valves Built to Last...

© Copyright 2014 by Flomatic

Rev. 2/14

Anexo 21 Válvula de eliminación de exceso de presión

ZURN Model P1000AXL, TP1100A, TP220, TP3000
Temperature & Pressure and Pressure Relief Valves

Application

Designed for installation on water heating storage vessels to protect against over-temperature or excessive pressure. (Not for steam service)

Standards Compliance

- (See below for applicable models and pressure settings)
- CSA Compliance to ANSI Z21.22/CSA 4.4
- Certified to ASME Section IV by National Board

Materials

Main valve body Cast Brass or Bronze, ASTM B 584
 Internals Stainless Steel, 300 Series
 Brass, ASTM B 36 and B 16
 EP, Silicone
 Springs Stainless Steel, ASTM A 313
 Probes Epoxy Coated copper tube, FDA approved

Features (T&P valve)

Probe sizes: 2", 3", 4", 5", 8"

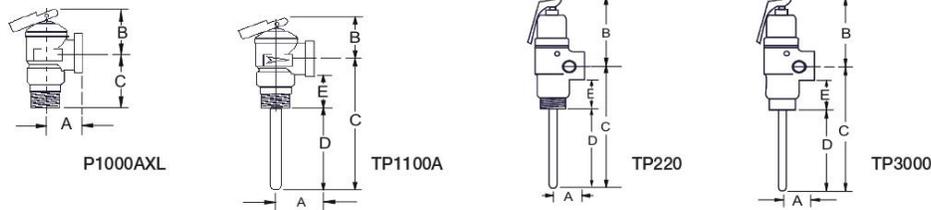


Options

- E - Model TP1100AE extended body (2.1 in shank)
- EE - Model TP1100AEE extended body (3.3 in shank)

Accessories

- Expansion tank (Model XT)
- Water pressure reducing valve (Model NR3XL)
- Vacuum Relief Valve (Model VR10XL)
- Expansion control ball valve (Model BVECL)



Dimensions & Weights (do not include pkg.)

MODEL NUMBER	DISCHARGE RATES				RELIEF TEMP	INLET	OUTLET	DIMENSIONS									
	PRESS. RELIEF SETTING	ANSI Z21.22/CSA 4.4	ASME SECTION IV	F				A		B		C		D		E (shank)	
								in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm
P1000AXL-30C	30	-	500,000	N/A	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	1-13/16	46	n/a	-	1-3/16	30	
P1000AXL-75C	75	-	900,000	N/A	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	1-13/16	46	n/a	-	1-3/16	30	
P1000AXL-125C	125	200,000	500,000	N/A	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	1-13/16	46	n/a	-	1-3/16	30	
P1000AXL-150C	150	200,000	500,000	N/A	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	1-13/16	46	n/a	-	1-3/16	30	
TP1100A-2C-150C	150	95,000	500,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	3-3/16	81	1-5/16	33	1-3/16	30	
TP1100A-4C-75C	75	105,000	300,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	4-7/8	124	3-3/32	79	1-3/16	30	
TP1100A-4C-125C	125	105,000	500,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	4-7/8	124	3-3/32	79	1-3/16	30	
TP1100A-4C-150C	150	105,000	500,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	4-7/8	124	3-3/32	79	1-3/16	30	
TP1100A-4C-175C	175	95,000	-	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	4-7/8	124	3-3/32	79	1-3/16	30	
TP1100A-8C-150C	150	105,000	500,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	9-3/4	248	7-7/8	200	1-3/16	30	
TP1100AE-3C-150C	150	105,000	500,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	4-7/8	124	2-1/8	54	2-3/32	53	
TP1100AEE-3C-150C	150	105,000	500,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/4	32	1-5/8	41	4-7/8	124	1-3/32	28	3-5/16	84	
TP220-5C-125C	125	205,000	1,619,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/2	38	3-15/32	88	6-7/8	175	4-7/16	113	1-3/4	45	
TP220-5C-150C	150	205,000	1,912,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/2	38	3-15/32	88	6-7/8	175	4-7/16	113	1-3/4	45	
TP220-8C-150C	150	205,000	1,912,000	210	3/4 MNPT	3/4 FNPT	1-1/2	38	3-15/32	88	10-1/8	257	7-11/16	196	1-3/4	45	
TP3000-5C-75C	75	500,000	1,165,000	210	1 FNPT	1 FNPT	1-9/16	40	3-1/2	89	6-7/8	175	4-3/4	121	1-5/16	34	
TP3000-5C-100C	100	500,000	1,495,000	210	1 FNPT	1 FNPT	1-9/16	40	3-1/2	89	6-7/8	175	4-3/4	121	1-5/16	34	
TP3000-5C-125C	125	500,000	1,825,000	210	1 FNPT	1 FNPT	1-9/16	40	3-1/2	89	6-7/8	175	4-3/4	121	1-5/16	34	
TP3000-5C-150C	150	500,000	2,155,000	210	1 FNPT	1 FNPT	1-9/16	40	3-1/2	89	6-7/8	175	4-3/4	121	1-5/16	34	
TP3000-8C-150C	150	750,000	3,625,000	210	1 FNPT	1 FNPT	1-3/4	44	4-3/8	111	9-1/4	235	8-5/32	207	5/16	8	

Zurn Industries, LLC | Wilkins
 1747 Commerce Way, Paso Robles, CA U.S.A. 93446 Ph. 855-663-9876, Fax 805-238-5766
 In Canada | Zurn Industries Limited
 7900 Goreway Drive, Unit 10, Brampton, Ontario L6T 5W6, 877-892-5216
www.zurn.com

Rev. D
 Date: 5/21
 Document No. TP-TP&P-C
 Product No. Model P1000AXL, TP1100A, TP220 & TP3000
 Page 1 of 2

Anexo 22 Manómetro Winters Instruments

PFQ, PFQ-LF **Stainless Steel Liquid Filled Gauge, Lead Free Stainless Steel Liquid Filled Gauge**

Industrial



- Description & Features:**
- Pulsation resistant, liquid filled stainless steel case
 - Glycerin filled standard
 - Brass or lead free brass and stainless steel internals
 - Restricted orifice standard on dual scale
 - Crimp-On bezel
 - Single (psi) or dual scale (psi/kPa)/(psi/bar) available
 - Optional U-Clamps and front flanges
 - Dry case available
 - ASME B40.100 compliant (EN837-1 available on 2" (50mm) dial and up)
 - CRN registered
 - 5 year warranty

- Applications:**
- Ideal for pumps, compressors, hydraulic presses, machinery, pneumatic equipment and motors in harsh environments

1. Optional U-Clamp
2. Optional Front Flange



Note, RoHS applies SS internals only

Specifications	
Dial	1.5" (40mm), 2" (50mm), 2.5" (63mm), 4" (100mm), white aluminum with black and red markings
Case	AISI 304 SS
Lens	1.5" (40mm), 2" (50mm): Acrylic 2.5" (63mm), 4" (100mm): Polycarbonate
Ring	AISI 304 SS, Crimp-On
Socket	PFQ: OT 58 brass or AISI 316 SS PFQ-LF: Lead free brass
Connection	1/8", 1/4" or 1/2" NPT or 7/16-20 SAE standard with restricted orifice
Fill Liquid	Glycerin
Bourdon Tube	1.5" (40mm), 2" (50mm): Phosphor bronze C or coil shaped for brass socket SS C or coil shaped for 316 SS socket 2.5" (63mm), 4" (100mm): Phosphor bronze or lead free phosphor bronze C or coil shaped for brass socket, AISI 316 SS C or coil shaped for 316 SS socket
Movement	OT 59 brass or SS
Pointer	Aluminum, anodized black
Welding	Brass: Silver alloy, 316SS: TIG
Over-pressure Limit	25% for pressures up to 1,450 psi (9,998 kPa), 15% for pressures over 1,450 psi (9,998 kPa)
Socket Gasket	Buna N for two-piece internal socket seal
Fill Plug	Buna N
Lens Ring Gasket	Silicone rubber
Working Pressure	Maximum 75% of full scale value
Ambient/Process Temperature	Dry: -40°F to 200°F (-40°C to 93°C) Glycerin Filled: -4°F to 150°F (-20°C to 65°C)
Accuracy	1.5" (40mm), 2" (50mm): ±2.5% of full scale value 2.5" (63mm), 4" (100mm): ±1.5% of full scale value
Enclosure Rating	IP65

Anexo 23 Objetos de memoria

Objetos de memoria



Propiedades de bits de memoria

En esta tabla se describen todos los parámetros de la pantalla Bits de memoria:

Parámetro	Editable	Valor	Valor predeterminado	Descripción
Utilizado	No	Verdadero/falso	Falso	Indica si el bit de memoria se está utilizando actualmente en un programa.
Dirección	No	Consulte Objetos de bit	N/D	Muestra la dirección del bit de memoria, donde x es el número de bits de memoria que admite el controlador lógico.
Símbolo	Sí	Un símbolo válido	Ninguno	Permite asociar un símbolo con este bit de memoria.
Valor	Sí	Consulte Objetos de bit	0	El valor de este bit de memoria.
Comentario	Sí	Un comentario válido	Ninguno	Permite asociar un comentario con este bit de memoria

Propiedades de la palabra de memoria

Propiedades de la palabra de memoria %MW %MD %MF

En primer lugar, elija el tipo de palabra de memoria para visualizar sus propiedades:

- %MW. Palabras de memoria
- %MD. Palabras dobles
- %MF. Palabras de punto flotante

En esta tabla se describen las propiedades de **Palabras de memoria**:

Parámetro	Editable	Valor	Valor predeterminado	Descripción
Utilizado	No	Verdadero/falso	Falso	Indica si la palabra de memoria se está utilizando actualmente en un programa.
Equivalente utilizado	No	Verdadero/falso	Falso	Equivalente utilizado. Indica si actualmente se está utilizando parte del área de memoria de la palabra de memoria. Consulte Posibilidad de solapamiento entre objetos .
Dirección	No	Consulte Objetos de palabra	N/D	Muestra la dirección de la palabra de memoria.
Símbolo	Sí	Un símbolo válido	Ninguno	Permite asociar un símbolo con esta palabra de memoria.
Valor	Sí	Consulte Objetos de palabra	0	El valor de esta palabra de memoria.

Propiedades de la palabra constante

Propiedades de la palabra constante %KW %KD %KF

En primer lugar, elija el tipo de palabra constante para visualizar sus propiedades:

- %KW. Palabras constantes.
- %KD. Palabras constantes dobles.
- %KF. Palabras constantes de punto flotante.

En esta tabla se describen todos los parámetros de la pantalla **Palabras constantes**:

Parámetro	Editable	Valor	Valor predeterminado	Descripción
Utilizado	No	Verdadero/falso	Falso	Indica si la palabra constante se está utilizando actualmente en un programa.
Equivalente utilizado	No	Verdadero/falso	Falso	Equivalente utilizado. Indica si actualmente se está utilizando parte del área de memoria de la palabra constante. Consulte Posibilidad de solapamiento entre objetos .
Dirección	No	Consulte Objetos de palabra	N/D	Muestra la dirección de la palabra constante.
Símbolo	Sí	Un símbolo válido	Ninguno	Permite asociar un símbolo con esta palabra constante.
Decimal	Sí	Representación decimal del valor. Consulte Objetos de palabra	0	El valor decimal de esta palabra constante.
Binario	Sí	Representación binaria del valor. Consulte Objetos de palabra	2#0000000000000000	El valor binario de esta palabra constante.
Hexadecimal	Sí	Representación hexadecimal del valor. Consulte Objetos de palabra	16#0000	El valor hexadecimal de esta palabra constante.
ASCII	Sí	Representación ASCII del valor. Consulte Objetos de palabra	Sin significado	El valor ASCII de esta palabra constante.

Anexo 24 Objetos de red

Objetos de red



Presentación

Los objetos de red se utilizan para la comunicación a través de EtherNet/IP, Modbus TCP o IOScanner serie Modbus.

Hay dos tipos de objeto de red para la comunicación EtherNet/IP:

- %QWE: Input Assembly
- %IWE: Output Assembly

Hay dos tipos de objeto de red para la comunicación Modbus TCP:

- %QWM: registros de entrada
- %IWM: registros de salida

Para IOScanner serie Modbus, se utilizan los siguientes tipos de objetos de red:

- %IN: entradas digitales (IOScanner)
- %QN: salidas digitales (IOScanner)
- %IWN: registros de entrada (IOScanner)
- %QWN: registros de salida (IOScanner)
- %IWS: códigos de diagnóstico de red de IOScanner

NOTA: Las referencias a entradas y salidas se realizan desde el punto de vista del maestro EtherNet/IP o cliente Modbus TCP.

Para obtener más información sobre cómo configurar objetos de red, consulte la guía de programación del logic controller.

Anexo 25

Comandos de tareas

Elementos gráficos del diagrama de contactos



Otros elementos del diagrama de contactos

El icono  del menú **Otros objetos del diagrama de contactos** agrupa diferentes tipos de instrucciones.

Las instrucciones *OPEN* y *SHORT* proporcionan un método apropiado para depurar y solucionar problemas en los programas de diagramas de contactos. Estas instrucciones especiales alteran la lógica de un escalón, ya sea acortando o abriendo la continuidad de un escalón, tal como se explica en la tabla siguiente.

Los elementos gráficos *END/JUMP* se sitúan en el área de acción y ocupan 1 celda (1 fila de altura y 1 columna de ancho).

Elemento gráfico	Nombre	Operador	Función
	flanco ascendente	RISING $n^{(1)}$	Evalúa el flanco ascendente de la expresión. NOTA: Esta es una variable global. No utilice un flanco ascendente en un bloque de funciones definido por el usuario si se pueden ejecutar dos o más instancias del bloque de funciones definido por el usuario de forma simultánea.
	Flanco descendente	FALLING $n^{(1)}$	Evalúa el flanco descendente de la expresión. NOTA: Esta es una variable global. No utilice un flanco descendente en un bloque de funciones definido por el usuario si se pueden ejecutar dos o más instancias del bloque de funciones definido por el usuario de forma simultánea.
	NOT lógico	<i>N</i>	Pasa el valor inverso de su operando.
	OPEN	LD 0 AND 0	Al principio del escalón. En un escalón: establece una interrupción en la continuidad de un escalón del diagrama de contactos sin tener en cuenta los resultados de la última operación lógica.
	SHORT	LD 1 OR 1	Al principio del escalón. En un escalón: permite la continuidad a través del escalón sin tener en cuenta los resultados de la última operación lógica.
	Detener programa	<i>END</i>	Define el final del programa.
	Detención condicional del programa	<i>ENDCN</i>	Define un fin condicional del programa.
	Llamada de subrutina o salto	<i>JMP</i>	Conecta a un escalón etiquetado ascendente o descendente. NOTA: Al programar en IL, la conexión se realiza en una instrucción etiquetada ascendente o descendente.
	Llamada de subrutina o salto condicional	<i>JMPCN</i>	Conecta de forma condicional un escalón etiquetado ascendente o descendente. NOTA: Al programar en IL, la conexión se realiza en una instrucción etiquetada ascendente o descendente.
	Elementos condicionales	<i>IF</i> <i>ELSE</i> <i>ENDIF</i>	Ejecuta de forma condicional un grupo de instrucciones, en función del valor de una expresión.
	Elementos de bucle	<i>FOR</i> <i>ENDFOR</i>	Repite un grupo de instrucciones.

⁽¹⁾ *n* es un valor entero que se incrementa cada vez que se inserta un flanco ascendente o descendente.

Anexo 26 Configuración Ethernet/IP - logic controller

Configuración de EtherNet/IP



[Acerca de nosotros](#)

Propiedades del adaptador EtherNet/IP

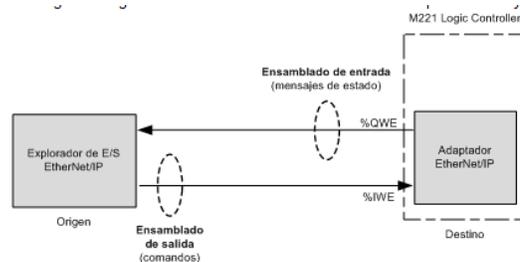
En esta tabla se describen todos los parámetros de configuración del EtherNet/IP Adapter:

Parámetro	Editable	Valor	Valor predeterminado	Descripción
Habilitado	Sí	TRUE/FALSE	FALSE	Seleccione este valor para habilitar la configuración del EtherNet/IP Adapter. NOTA: Si deselecciona la casilla de verificación Habilitado y ha utilizado variables de red en el programa, estas dejan de ser válidas y el programa ya no puede compilarse. Si desea deshabilitar temporalmente los servicios del EtherNet/IP Adapter sin invalidar el uso de las variables de red, puede desactivar los Parámetros de seguridad del protocolo en la ventana Propiedades Ethernet . Si se ha deshabilitado, al desmarcar la casilla Habilitado , se pierden los valores de retorno de los objetos %QWE, así como los símbolos y los comentarios.
Input assembly (destino → origen, %QWE)				
Instancia	Sí	De 1 a 255	100	Identificador del Input assembly.
Tamaño (palabras)	Sí	1...20	20	Tamaño del Input assembly.
Output assembly (origen → destino, %IWE)				
Instancia	Sí	De 1 a 255	150	Identificador del Output assembly.
Tamaño (palabras)	Sí	1...20	20	Tamaño del Output assembly.

NOTA: Salida significa salida del controlador del explorador (%IWE para el adaptador).

Entrada significa entrada del controlador del explorador (%QWE para el adaptador).

En el gráfico siguiente se muestra la direccionalidad del Input assembly y Output assembly en las comunicaciones EtherNet/IP:



Archivo EDS

Se proporciona un archivo de hoja de datos electrónica (EDS) tipo plantilla, **M221_EDS_Model.eds**, en la *carpeta de instalación de EcoStructure Machine Expert - Basic\Firmwares & PostConfiguration*.

Anexo 29 Configuración de Modbus TCP

Configuración de Modbus TCP o Modbus TCP IOScanner



En esta tabla se describen todos los parámetros de configuración de la **asignación de Modbus**:

Parámetro	Editable ⁽¹⁾	Valor	Valor predeterminado	Descripción
Habilitado	Sí	TRUE/FALSE	FALSE	Seleccione para habilitar la asignación de Modbus . NOTA: Si deselecciona la casilla de verificación Habilitado y ha utilizado variables de red en el programa, estas dejan de ser válidas y el programa ya no puede compilarse. Si desea deshabilitar temporalmente los servicios Modbus TCP/IP sin invalidar el uso de las variables de red, puede desactivar los Parámetros de seguridad del protocolo en la ventana Propiedades Ethernet .
ID de unidad	Sí	1-247	-	Especifique el ID de unidad del servidor local. Las peticiones Modbus TCP procedentes de un dispositivo con el mismo ID de unidad se envían a la tabla de asignaciones Modbus en lugar de al servidor Modbus normal.
Registros de salida (%IWM)	Sí	1-20	10	El número de registros de salida disponibles. Los registros de salida se utilizan para almacenar los valores de los objetos Modbus TCP (%IWM) .
Registros de entrada (%QWM)	Sí	1-20	10	El número de registros de entrada disponibles. Los registros de entrada se utilizan para almacenar los valores de los objetos Modbus TCP (%QWM) .
⁽¹⁾ Solo si se ha seleccionado la opción Servidor Modbus habilitado en la sección Parámetros de seguridad de la ventana Propiedades Ethernet .				

Tabla de asignaciones de E/S de dispositivos Modbus TCP esclavos

Quando se ha configurado el dispositivo Modbus TCP esclavo, los comandos Modbus enviados a su ID de unidad (dirección Modbus) acceden a los objetos de red (%IWM y %QWM) del controlador en lugar de a las palabras Modbus normales accesibles cuando el ID de unidad es 255. De este modo se facilitan las operaciones de lectura/escritura mediante una aplicación de explorador de E/S del maestro Modbus.

Si el ID de unidad seleccionado en el maestro no es el que está configurado en el esclavo M221 (o viceversa), los datos se leen o se escriben en palabras Modbus convencionales %Mwx en lugar de en los objetos de red %IWMx y %QWMx. No se devuelve ningún error de Modbus.

El acceso a la tabla de asignaciones de E/S de esclavo Modbus TCP (%IWM/%QWM) se realiza con la misma prioridad que el acceso a las palabras Modbus convencionales (%Mw).

El dispositivo esclavo Modbus TCP responde a un subconjunto de códigos de función Modbus, pero lo hace de manera distinta a los estándares Modbus, con el objetivo de intercambiar datos con el explorador de E/S externo. Los siguientes códigos de función Modbus son compatibles con el dispositivo esclavo Modbus TCP:

Decimal de código de función (Hex)	Función	Comentario
3 (3 hex)	Leer registro de salida	Permite que el explorador de E/S maestro lea el objeto de red %QWM del dispositivo.
4 (4 hex)	Leer registros de entrada	Permite que el explorador de E/S maestro lea el objeto de red %IWM del dispositivo.
6 (6 hex)	Escribir registro único	Permite que el explorador de E/S maestro escriba un objeto de red único %IWM del dispositivo.
16 (10 hex)	Escribir registros múltiples	Permite que el explorador de E/S maestro escriba varios objetos de red %IWM del dispositivo.
23 (17 hex)	Leer/escribir varios registros	Permite que el maestro de E/S maestro lea objetos de red %QWM y escriba objetos de red %IWM del dispositivo.

Anexo 27 Asignación de dispositivos remotos TCP por IPV4

Adición de dispositivos remotos

En la siguiente tabla se describen los parámetros de **Modalidad de cliente: tabla de dispositivos remotos (máx. 16)** para añadir un dispositivo:

Parámetro	Editable ⁽¹⁾	Valor	Valor predeterminado	Descripción
Dirección IP	Sí	w.x.y.z ⁽²⁾	–	Permite especificar la dirección IP del dispositivo que se va a añadir. Consulte también Adición de dispositivos remotos.
Genérico Accionamiento Predefinido	Sí	Selección	Genérico	Permite seleccionar el tipo de dispositivo que se va a añadir. Accionamiento y Predefinido están disponibles si Modbus TCP IOScanner está habilitado. NOTA: Los acopladores de bus TM3 son parte de Predefinido .

⁽¹⁾ Solo si se ha seleccionado la opción **Servidor Modbus habilitado** en la sección **Parámetros de seguridad** de la [ventana Propiedades Ethernet](#).

⁽²⁾ w, x, y y z son los bytes que almacenan la dirección, y cada byte puede almacenar un valor del intervalo.

En esta tabla se describe cómo añadir un dispositivo remoto:

Paso	Acción																										
1	Introduzca la dirección IP en el campo Dirección IP .																										
2	Seleccione Genérico , Accionamiento o Predefinido . Accionamiento y Predefinido solo se habilitan si se ha seleccionado Habilitar Modbus TCP IOScanner .																										
3	Haga clic en el botón Añadir . El botón Añadir está deshabilitado si: <ul style="list-style-type: none"> Ya se ha configurado el número máximo de 16 dispositivos. La dirección IP tiene un formato incorrecto. Resultado: en la pantalla aparece una lista de los dispositivos remotos que ha añadido. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>Nombre</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Índice</th> <th>Dirección IP</th> <th>Respuesta</th> <th>Restricción variable</th> <th>Exporaco</th> <th>Petición inic.</th> <th>Petiones i/c.</th> <th>Canal...</th> <th>Can...</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Dispositivo1</td> <td></td> <td>Dispositivo genérico</td> <td>1</td> <td>192.108.56.3</td> <td>10</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>255</td> <td><input type="text"/></td> <td>255</td> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table>	ID	Nombre	Dirección	Tipo	Índice	Dirección IP	Respuesta	Restricción variable	Exporaco	Petición inic.	Petiones i/c.	Canal...	Can...	0	Dispositivo1		Dispositivo genérico	1	192.108.56.3	10	<input type="checkbox"/>	255	<input type="text"/>	255	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ID	Nombre	Dirección	Tipo	Índice	Dirección IP	Respuesta	Restricción variable	Exporaco	Petición inic.	Petiones i/c.	Canal...	Can...															
0	Dispositivo1		Dispositivo genérico	1	192.108.56.3	10	<input type="checkbox"/>	255	<input type="text"/>	255	<input type="text"/>	<input type="text"/>															
4	Haga clic en Aplicar .																										

Anexo 28 Temporizador de retraso de conexión

TON: Temporizador de retardo de conexión



Introducción

Utilice el temporizador de tipo TON (*On-Delay Timer*) para controlar las acciones de retardo de conexión. Este retardo se puede programar mediante el software.

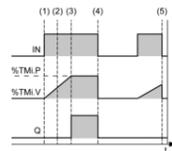
Casos especiales

La tabla siguiente incluye una lista de casos especiales para programar el bloque de funciones de temporizador:

Caso especial	Descripción
Efecto de un reinicio en frío (%S0%=1)	Fuerza el valor a 0. Establece el $\%TMI.Q$ de salida en 0. El valor preestablecido se restablece al valor definido durante la configuración.
Efecto de un reinicio en caliente (%S1=1)	No tiene ningún efecto en el valor del temporizador ni en su valor preestablecido. El valor del temporizador no cambia durante un corte de alimentación.
Efecto de una detención del controlador	La detención del controlador no inmoviliza el valor.
Efecto de un salto del programa	Un salto sobre el bloque del temporizador no inmoviliza el temporizador. El temporizador continúa aumentando hasta que alcanza el valor preestablecido ($\%TMI.P$). En este punto, el bit de Done ($\%TMI.Q$) asignado a la salida Q del bloque del temporizador cambia de estado. Sin embargo, la salida asociada conectada directamente a la salida del bloque no se activa y el autómatas no la explora.
Comprobación por bit $\%TMI.Q$ (bit Done)	Permite probar el bit $\%TMI.Q$ una sola vez en el programa.
Efecto de modificar el preajuste $\%TMI.P$	El efecto de modificar el valor predefinido mediante una instrucción o ajustando el valor con una tabla de animación depende de la configuración del parámetro Preajuste dinámico . Consulte la sección Parámetro Preajuste dinámico para obtener más información.

Diagrama de tiempos

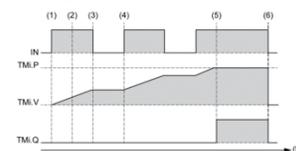
En este diagrama se muestra el funcionamiento del tipo TON *Timer*.



- (1) El *Timer* comienza en el flanco ascendente de la entrada IN.
- (2) El valor $\%TMI.V$ aumenta de 0 a $\%TMI.P$ en incrementos de 1 unidad para cada pulso del parámetro de la base de tiempo TB.
- (3) El bit de salida $\%TMI.Q$ se define en 1 cuando el valor ha alcanzado el valor preestablecido $\%TMI.P$.
- (4) El bit de salida $\%TMI.Q$ permanece en 1 mientras que la entrada IN está en 1.
- (5) Si se detecta un flanco descendente en la entrada IN, se detiene el *Timer*, incluso si el *Timer* no ha alcanzado $\%TMI.P$. El valor $\%TMI.V$ se define en 0.

Diagrama de tiempos con la casilla Retentivo seleccionada

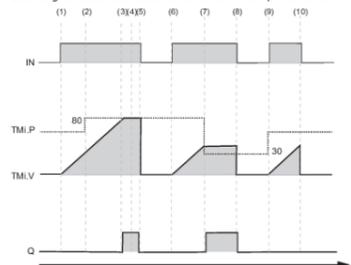
En este diagrama se muestra el funcionamiento del temporizador (*Timer*) de tipo TON si se ha seleccionado la casilla **Retentivo**.



- (1) El *Timer* comienza en el flanco ascendente de la entrada IN.
- (2) El valor $\%TMI.V$ aumenta de 0 a $\%TMI.P$ en incrementos de 1 unidad para cada pulso del parámetro de la base de tiempo TB.
- (3) En el flanco descendente de la entrada IN, el *Timer* se detiene y permanece sin cambios a la espera del siguiente flanco ascendente de la entrada IN.
- (4) En el flanco ascendente de la entrada IN, el *Timer* vuelve a comenzar a partir del valor en el que se detuvo.
- (5) El bit de salida $\%TMI.Q$ se define en 1 cuando el valor alcanza el valor preestablecido $\%TMI.P$.
- (6) Cuando se detecta un flanco descendente en la entrada IN, si el *Timer* ha alcanzado el valor preestablecido $\%TMI.P$, el valor $\%TMI.V$ se establece en 0.

Diagrama de tiempo con la casilla de verificación de preajuste dinámico seleccionada

Este diagrama ilustra el funcionamiento del *Timer* tipo TON si se ha seleccionado la casilla de verificación **Preajuste dinámico**.



- (1) El *Timer* comienza en el flanco ascendente de la entrada IN.
- (2) El valor $\%TMI.P$ se cambia a 80. Dado que $\%TMI.V$ es menor que el nuevo valor $\%TMI.P$, el valor de bit de salida $\%TMI.Q$ no se modifica y $\%TMI.V$ sigue aumentando con cada pulso del parámetro *Time Base* TB.
- (3) El bit de salida $\%TMI.Q$ se define en 1 cuando $\%TMI.V$ alcanza el nuevo valor preestablecido $\%TMI.P$.
- (4) El bit de salida $\%TMI.Q$ permanece en 1 mientras que la entrada IN está en 1.
- (5) El *Timer* se detiene en un flanco descendente de la entrada IN. $\%TMI.V$ se establece en 0.
- (6) El *Timer* comienza en el flanco ascendente de la entrada IN.
- (7) El valor $\%TMI.P$ se cambia a 30. El nuevo valor $\%TMI.P$ se tendrá en cuenta en la próxima actualización del valor del parámetro *Time Base*. Debido a que $\%TMI.V$ es mayor que el nuevo valor $\%TMI.P$, el bit de salida $\%TMI.Q$ se define en 1.

Anexo 29 Temporizador de retraso de desconexión

TOF: Temporizador de retardo en la desconexión

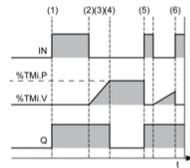


Introducción

Utilice el tipo TOF (*Off-Delay Timer*) de *Timer* para controlar las acciones de retardo de desconexión. Este retardo se puede programar mediante el software.

Diagrama de tiempos

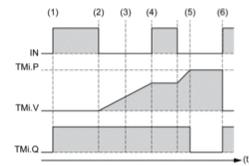
En este diagrama se muestra el funcionamiento del tipo TOF *Timer*.



- (1) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.Q$ se establece en 1.
- (2) El *Timer* se inicia en el flanco descendente de la entrada *IN*.
- (3) El valor $\%TMI.V$ aumenta hasta el valor preestablecido $\%TMI.P$ en incrementos de 1 unidad por cada pulso del parámetro de la base de tiempo *TB*.
- (4) El bit de salida $\%TMI.Q$ se restablece en 0 cuando el valor alcanza el valor preestablecido $\%TMI.P$.
- (5) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.V$ se establece en 0.
- (6) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.V$ se establece en 0, aunque no se alcance el valor preestablecido.

Diagrama de tiempos con la casilla Retentivo seleccionada

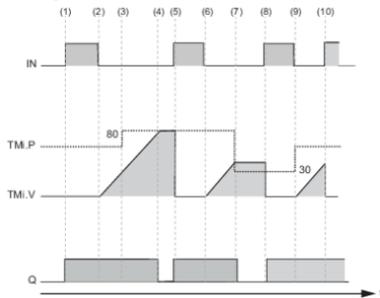
En este diagrama se muestra el funcionamiento del temporizador (*Timer*) de tipo TOF si se ha seleccionado la casilla **Retentivo**.



- (1) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.Q$ se establece en 1.
- (2) El *Timer* se inicia en el flanco descendente de la entrada *IN*.
- (3) El valor $\%TMI.V$ aumenta hasta el valor preestablecido $\%TMI.P$ en incrementos de 1 unidad por cada pulso del parámetro de la base de tiempo *TB*.
- (4) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, el temporizador se detiene y permanece sin cambios a la espera del siguiente flanco descendente de la entrada *IN*.
- (5) El bit de salida $\%TMI.Q$ se restablece en 0 cuando el valor alcanza el valor preestablecido $\%TMI.P$.
- (6) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.V$ se establece en 0 y $\%TMI.Q$ se establece en 1.

Diagrama de tiempo con la casilla de verificación de preajuste dinámico seleccionada

Este diagrama ilustra el funcionamiento del *Timer* tipo TOF si se ha seleccionado la casilla de verificación **Preajuste dinámico**.



- (1) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.Q$ se establece en 1.
- (2) El *Timer* se inicia en el flanco descendente de la entrada *IN*.
- (3) El valor $\%TMI.P$ se cambia a 80. Dado que $\%TMI.V$ es menor que el nuevo valor $\%TMI.P$, el valor de bit de salida $\%TMI.Q$ no se modifica y $\%TMI.V$ sigue aumentando con cada pulso del parámetro *Time BaseTB*.
- (4) El bit de salida $\%TMI.Q$ se restablece en 0 cuando $\%TMI.V$ alcanza el valor preestablecido $\%TMI.P$.
- (5) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.V$ se establece en 0.
- (6) El *Timer* se inicia en el flanco descendente de la entrada *IN*.
- (7) El valor $\%TMI.P$ se cambia a 30. El nuevo valor $\%TMI.P$ se tendrá en cuenta en la próxima actualización del valor del parámetro *Time Base*. El nuevo valor $\%TMI.P$ se tendrá en cuenta en la próxima actualización del valor del parámetro *Time Base*. Debido a que $\%TMI.V$ es mayor que el nuevo valor $\%TMI.P$, el bit de salida $\%TMI.Q$ se restablece en 0.
- (8) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.V$ se establece en 0.
- (9) El *Timer* se inicia en el flanco descendente de la entrada *IN*.
- (10) En un flanco ascendente de la entrada *IN*, $\%TMI.V$ se establece en 0, aunque no se haya alcanzado el valor preestablecido $\%TMI.P$.

Anexo 30 Temporizador de pulso

TP: Temporizador de pulso

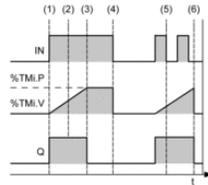


Introducción

El *Timer* de tipo TP (temporizador de pulso) se emplea para generar pulsos de una duración determinada. Este retardo se puede programar mediante el software.

Diagrama de tiempos

En este diagrama se muestra el funcionamiento del *Timer* de tipo TP.



(1) El *Timer* comienza en el flanco ascendente de la entrada *IN*. El valor actual $\%TM1.V$ se establece en 0 si el *Timer* aún no se ha iniciado y $\%TM1.Q$ se establece en 1 cuando se inicia el *Timer*.

(2) El valor actual $\%TM1.V$ del *Timer* aumenta de 0 al valor preestablecido $\%TM1.P$ en incrementos de una unidad por pulso del parámetro de la base de tiempo *TB*.

(3) El bit de salida $\%TM1.Q$ se define en 0 cuando el valor actual ha alcanzado el valor preestablecido $\%TM1.P$.

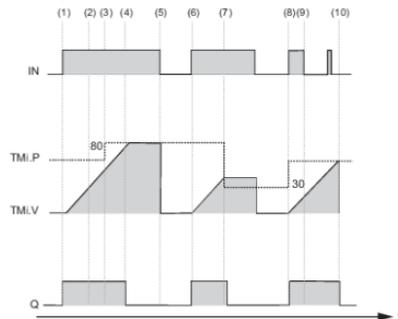
(4) El valor actual $\%TM1.V$ se establece en 0 cuando $\%TM1.V$ es igual a $\%TM1.P$ y la entrada *IN* vuelve a ser 0.

(5) Este *Timer* no se puede restablecer.

(6) Cuando $\%TM1.V$ es igual a $\%TM1.P$ y la entrada *IN* es 0, $\%TM1.Q$ se establece en 0.

Diagrama de tiempo con la casilla de verificación de preajuste dinámico seleccionada

Este diagrama ilustra el funcionamiento del *Timer* tipo TP si se ha seleccionado la casilla de verificación *Preajuste dinámico*.



(1) El temporizador se inicia en un flanco ascendente de la entrada *IN*. $\%TM1.V$ se establece en 0 si el temporizador aún no se ha iniciado. El valor de bit de salida $\%TM1.Q$ se establece en 1 cuando se inicia el temporizador.

(2) El valor actual $\%TM1.V$ del *Timer* aumenta de 0 al valor preestablecido $\%TM1.P$ en incrementos de una unidad por pulso del parámetro *Time Base TB*.

(3) El valor $\%TM1.P$ se cambia a 80. Dado que $\%TM1.V$ es menor que el nuevo valor $\%TM1.P$, el valor $\%TM1.Q$ no se modifica y $\%TM1.V$ sigue aumentando con cada pulso del parámetro *Time Base TB*.

(4) El bit de salida $\%TM1.Q$ se restablece en 0 cuando $\%TM1.V$ alcanza el valor del parámetro preestablecido $\%TM1.P$.

(5) El valor actual $\%TM1.V$ se establece en 0 cuando $\%TM1.V$ es igual a $\%TM1.P$ y la entrada *IN* se restablece en 0.

(6) El temporizador se inicia en un flanco ascendente de la entrada *IN*. El valor actual $\%TM1.V$ se establece en 0 si el temporizador aún no se ha iniciado y $\%TM1.Q$ se establece en 1 cuando se inicia el temporizador.

(7) El valor $\%TM1.P$ se cambia a 30. El nuevo valor $\%TM1.P$ se tendrá en cuenta en la próxima actualización del valor del parámetro *Time Base*. Debido a que $\%TM1.V$ es mayor que el nuevo valor $\%TM1.P$, el bit de salida $\%TM1.Q$ se restablece en 0.

(8) El *Timer* se inicia en un flanco ascendente de la entrada *IN*. El valor actual $\%TM1.V$ se establece en 0 si el temporizador aún no se ha iniciado y $\%TM1.Q$ se establece en 1 cuando se inicia el temporizador.

(9) Este tipo de temporizador no se puede restablecer.

(10) Cuando $\%TM1.V$ es igual a $\%TM1.P$ y la entrada *IN* es 0, $\%TM1.Q$ se establece en 0.

Anexo 31 Bloques de comparadores

Bloques de comparación



Inserción de expresiones de comparación de IL en diagramas de contactos

Puede utilizar el símbolo gráfico del **Bloque de comparación** para insertar expresiones de comparación de listas de instrucciones en escalones de diagrama de contactos:



Los operandos deben corresponder a los mismos tipos de objeto: palabras con palabras, flotante con flotante, etc.

Siga estas instrucciones:

Paso	Acción
1	Haga clic en el botón Bloque de comparación  en la barra de herramientas.
2	Haga clic en algún lugar del escalón para insertar el Bloque de comparación .
3	Haga doble clic en la línea Expresión de comparación .
4	Escriba una operación de comparación de listas de instrucciones válida y pulse INTRO. Puede modificar la expresión en modalidad online. Consulte Modificaciones online .

NOTA: Si la aplicación se configura con un [nivel funcional](#) de, como mínimo, **Nivel 6.0**:

- o Puede utilizar hasta cinco operandos y tres niveles de paréntesis en un bloque de comparación.
- o Debe haber 20 palabras de memoria (3MW) disponibles para usar varios operandos en la tarea maestra. Si también se utilizan varios operandos en una tarea periódica, deberá haber 20 palabras de memoria adicionales disponibles.

NOTA: Las expresiones de varios operandos no se pueden utilizar en tareas de evento.

Obtener ayuda con la sintaxis

Si la operación de comparación de listas de instrucciones es incorrecta, el borde del cuadro **Expresión de comparación** se vuelve de color rojo. Si necesita ayuda, haga lo siguiente:

- o Mueva el ratón sobre la línea **Expresión de comparación**, o bien
- o Seleccione **Herramientas > Mensajes de programa**.

Anexo 32 Bloques de operación

Bloques de operación



Inserción de operaciones IL e instrucciones de asignación en diagramas de contactos

Puede utilizar el símbolo gráfico del **Bloque de operación** para insertar operaciones de listas de instrucciones e instrucciones de asignación en escalones de diagrama de contactos:



El símbolo gráfico **Bloque de operación** se puede insertar en cualquier lugar de un escalón de diagrama de contactos, excepto la primera columna, ya que no se puede utilizar como el primer contacto de un escalón.

Si se utiliza más de un símbolo gráfico **Bloque de operación** en un escalón de diagrama de contactos, se deberán colocar en serie. Las instrucciones de **Bloque de operación** no se pueden utilizar en paralelo.

NOTA: Si la aplicación se configura con un [nivel funcional](#) de, como mínimo, **Nivel 5.0**:

- Puede utilizar hasta cinco operandos y tres niveles de paréntesis en un bloque de operación. Los operandos deben corresponder a los mismos tipos de objeto: palabras con palabras, flotante con flotante, etc.
- Debe haber 20 palabras de memoria (§MF) disponibles para usar varios operandos en la tarea maestra. Si también se utilizan varios operandos en una tarea periódica, deberá haber 20 palabras de memoria adicionales disponibles.

Para insertar un símbolo gráfico de bloque de operación en un escalón de diagrama de contactos:

Paso	Acción
1	Haga clic en el botón Bloque de operación  de la barra de herramientas.
2	Haga clic en algún lugar del escalón para insertar el Bloque de operación .
3	Haga clic en el botón Modalidad de selección  de la barra de herramientas.
4	Haga doble clic en la línea de expresión de operación . El botón Codificación inteligente aparece al final de la línea. Haga clic en este botón para obtener ayuda sobre la selección de una función y la sintaxis de la instrucción.
5	Escriba una operación de lista de instrucciones válida o una instrucción de asignación y pulse INTRO. Por ejemplo: §MF10 := ((SIN(§MF12 + 60.0) + COS(§MF13)) + §MF10) + 1.2 Puede modificar la expresión en modalidad online. Consulte Modificaciones online .

NOTA: Las expresiones de varios operandos no se pueden utilizar en tareas de evento.

Sintaxis de instrucción OPER

La instrucción **OPER** corresponde a un bloque de operación colocado en algún lugar de un escalón.

La instrucción **OPER** equivalente se puede utilizar directamente en escalones de lista de instrucciones.

OPER [*expresión*] en el que *expresión* es cualquier expresión válida, que contiene hasta cinco operandos y tres niveles de paréntesis. Ejemplo:

```
OPER [ §MF10 := ((SIN( §MF12 + 60.0 ) + COS( §MF13 )) + §MF10 ) + 1.2]
```

Información sobre herramientas de codificación inteligente en diagramas de diagrama de contactos

Para facilitar la selección de funciones, EcoStruxure Machine Expert - Basic muestra información sobre herramientas cuando se escriben nombres de función en los bloques de operación.

Hay dos tipos de información sobre herramientas:

- Una lista de nombres de función, que se actualiza de forma dinámica con los nombres de función que empiezan por los caracteres escritos. Por ejemplo, al escribir "AS" se muestra *ASCII_TO_FLOAT*, *ASCII_TO_INT* y *ASIN*.
- Ayuda sobre la sintaxis de una función, que se muestra al escribir un paréntesis de apertura. Por ejemplo, al escribir "ABS (" se muestra:

Valor absoluto de un operando

Doble := ABS(Doble)

Flotante := ABS(Flotante)

Anexo 33 Funciones definidas

Creación de una función definida por el usuario



Presentación

En la ilustración siguiente se muestran las acciones que están disponibles en la vista **Propiedades** de la función definida por el usuario:



- 1 Eliminar el valor de retorno, un parámetro de entrada o una variable local
- 2 Añadir un valor de retorno, un parámetro de entrada o una variable local
- 3 También puede escribir una descripción del objetivo de la función definida por el usuario. Esta descripción se muestra en una información sobre herramientas cuando utiliza la función definida por el usuario en un **bloque de operación** o **bloque de comparación**.
- 4 Desvincular la vista de propiedades

Programación de una función definida por el usuario

Para programar una función definida por el usuario:

Paso	Acción
1	Añada una nueva función definida por el usuario. Consulte Adición de una función definida por el usuario .
2	Defina la interfaz de la función definida por el usuario definiendo el valor de retorno , los parámetros de entrada y las variables locales . Consulte Definición de la interfaz de una función definida por el usuario .
3	Haga clic en Aplicar .
4	Defina la funcionalidad de la función definida por el usuario en uno o varios escalones del diagrama de contactos/IL: 1. Inserte un elemento de estructura de diagrama de contactos. 2. Programe la función definida por el usuario. Ejemplo: 

Programación de una función definida por el usuario

Para programar una función definida por el usuario:

Paso	Acción
1	Añada una nueva función definida por el usuario. Consulte Adición de una función definida por el usuario .
2	Defina la interfaz de la función definida por el usuario definiendo el valor de retorno , los parámetros de entrada y las variables locales . Consulte Definición de la interfaz de una función definida por el usuario .
3	Haga clic en Aplicar .
4	Defina la funcionalidad de la función definida por el usuario en uno o varios escalones del diagrama de contactos/IL: 1. Inserte un elemento de estructura de diagrama de contactos. 2. Programe la función definida por el usuario. Ejemplo: 

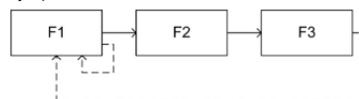
También puede programar directamente la función definida por el usuario en el editor IL:

Escalón	IL	Nombre	Comentario
0000	LD 1		Comentario
0001	[%VARO := %PARAMO + %PARAM1]		Comentario
0002	[%RETO := %VARO / 2]		Comentario

Puede llamar a otras funciones definidas por el usuario en los escalones que implementan una función definida por el usuario.

NOTA: Las funciones definidas por el usuario no pueden ser recursivas: una función definida por el usuario no puede llamarse a sí misma ni directa ni indirectamente.

Ejemplo:



--- No se admite

Una función definida por el usuario no puede llamar a una subrutina, pero una subrutina puede llamar a una función definida por el usuario.

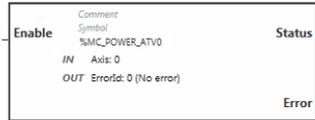
Anexo 34 Encendido de un variador de frecuencia

MC_Power_ATV: habilitar/deshabilitar la fase de arranque



[Acerca de nosotros](#)

Representación gráfica



Entradas

En esta tabla se describen las entradas del bloque de funciones:

Etiqueta	Objeto	Valor inicial	Descripción
Enable	-	0	Establézcalo en 1 para empezar a ejecutar el bloque de funciones y habilitar la fase de arranque. Establézcalo en 0 para detener la ejecución del bloque de funciones y deshabilitar la fase de arranque.
Axis	%MC_POWER_ATVi.AXIS donde i es un valor entre 0 y 15	-	Identificador del eje (%DRV0 a %DRV15) para el que se ejecutará el bloque de funciones.

Salidas

En esta tabla se describen las salidas del bloque de funciones:

Etiqueta	Objeto	Valor inicial	Rango
Status	%MC_POWER_ATVi.STATUS donde i es un valor entre 0 y 15	0	Valor predeterminado: 0 <ul style="list-style-type: none"> 0: fase de arranque deshabilitada. 1: fase de arranque habilitada. Establézcalo en 1 cuando la unidad ATV alcance el estado operativo (ETA = 16#xx37)
Error	%MC_POWER_ATVi.ERROR donde i es un valor entre 0 y 15	0	Establézcalo en 0 cuando no se detecte ningún error. Establézcalo en 1 si se produce un error durante la ejecución. La ejecución del bloque de funciones ha finalizado. El objeto de salida ErrorId indica la causa del error.
ErrorId	%MC_POWER_ATVi.ERRORID donde i es un valor entre 0 y 15	0 (ningún error)	Código de error devuelto por el bloque de funciones cuando la salida Error se establece en 1. Para obtener información detallada sobre los errores, consulte la sección Códigos de error . Rango: de 0 a 65535

Parámetros

Haga doble clic en el bloque de funciones para visualizar los parámetros del bloque de funciones.

El bloque de funciones MC_Power_ATV contiene los parámetros siguientes:

Parámetro	Valor	Descripción
Usado	Dirección utilizada	Si está seleccionada, esta dirección se está utilizando actualmente en un programa.
Dirección	%MC_Power_ATVi	El identificador de instancia, donde i va desde 0 hasta el número de objetos disponibles en este controlador lógico. Para saber el número máximo de objetos de Drive, consulte la tabla Número máximo de objetos .
Símbolo	Símbolo	El símbolo asociado con este objeto. Para obtener información detallada, consulte Definición y uso de los símbolos .
Eje	%DRVn, donde n oscila entre 0 y 15 Ninguno	Seleccione el eje (instancia de objeto de Drive) para el que se ejecutará el bloque de funciones. Es preciso haber configurado previamente el objeto de Drive en el Modbus TCP IOScanner o el IOScanner serie Modbus .
Comentario	Comentario	Se puede asociar un comentario opcional con este objeto. Haga doble clic en la columna Comentario y escriba un comentario.

Actualice los parámetros según sea necesario y haga clic en **Aplicar**.

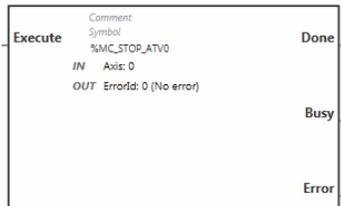
Anexo 35 Apagado de un variador de frecuencia

MC_Stop_ATV: detener movimiento



[Acerca de nosotros](#)

Representación gráfica



Entradas

En esta tabla se describen las entradas del bloque de funciones:

Entrada	Objeto	Valor inicial	Descripción
Execute	-	0	Establézcalo en 1 para iniciar la ejecución del bloque de funciones. No se puede ejecutar otro bloque de funciones de movimiento cuando la salida Busy está establecida en 1. En ese caso, el otro bloque de funciones devuelve un error.
Axis	%MC_STOP_ATVi.AXIS donde i es un valor entre 0 y 15	-	Identificador del eje (%DRV0 a %DRV15) para el que se ejecutará el bloque de funciones.

Salidas

En esta tabla se describen las salidas del bloque de funciones:

Salida	Objeto de salida	Valor inicial	Descripción
Done	%MC_STOP_ATVi.DONE	0	Establézcalo en 1 para indicar que se ha completado la ejecución del bloque de funciones.
Busy	%MC_STOP_ATVi.BUSY	0	Establézcalo en 1 cuando se inicie la ejecución del bloque de funciones.
Error	%MC_STOP_ATVi.ERROR	0	Establézcalo en 0 cuando no se detecte ningún error. Establézcalo en 1 si se produce un error durante la ejecución. La ejecución del bloque de funciones ha finalizado. El objeto de salida ErrorId indica la causa del error.
ErrorId	%MC_STOP_ATVi.ERRORID	0 (ningún error)	Código de error devuelto por el bloque de funciones cuando la salida Error se establece en 1. Para obtener información detallada sobre los errores, consulte la sección Códigos de error . Rango: de 0 a 65535

Parámetros

Haga doble clic en el bloque de funciones para visualizar los parámetros del bloque de funciones.

El bloque de funciones MC_Stop_ATV contiene los parámetros siguientes:

Parámetro	Valor	Descripción
Used	Dirección utilizada	Si está seleccionada, esta dirección se está utilizando actualmente en un programa.
Dirección	%MC_Stop_ATV1	El identificador de instancia, donde i va desde 0 hasta el número de objetos disponibles en este controlador lógico. Para saber el número máximo de objetos de Drive, consulte la tabla Número máximo de objetos .
Símbolo	Símbolo	El símbolo asociado con este objeto. Para obtener información detallada, consulte Definición y uso de los símbolos .
Eje	%DRVn, donde n oscila entre 0 y 15 Ninguno	Seleccione el eje (instancia de objeto de Drive) para el que se ejecutará el bloque de funciones. Es preciso haber configurado previamente el objeto de Drive en el Modbus TCP IOScanner o el IOScanner serie Modbus .
Comentario	Comentario	Se puede asociar un comentario opcional con este objeto. Haga doble clic en la columna Comentario y escriba un comentario.

Actualice los parámetros según sea necesario y haga clic en **Aplicar**.

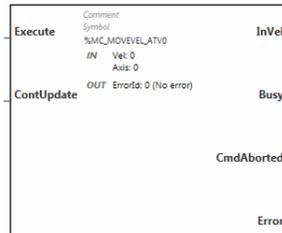
Anexo 36 Control de velocidad de un variador de frecuencia

MC_MoveVel_ATV: movimiento a una velocidad especificada



[Acerca de nosotros](#)

Representación gráfica



Entradas

En esta tabla se describen las entradas del bloque de funciones:

Entrada	Objeto	Valor inicial	Descripción
Execute	-	0	Establézcalo en 1 para iniciar la ejecución del bloque de funciones.
ContUpdate	-	0	Establézcalo en 1 antes de ejecutar el bloque de funciones para habilitar la actualización continua del valor de parámetro Ve1.
Vel	%MC_MOVEVEL_ATVi.VEL donde i es un valor entre 0 y 15	0	Velocidad de destino para la modalidad de funcionamiento, en unidades de revoluciones por minuto (rpm). Rango: de -32768 a 32767. Un valor negativo obliga al movimiento a seguir el sentido opuesto.
Axis	%MC_MOVEVEL_ATVi.AXIS donde i es un valor entre 0 y 15	-	Identificador del eje (%DRV0 a %DRV15) para el que se ejecutará el bloque de funciones. Primero debe declararse el eje en la ficha Configuración .

Salidas

En esta tabla se describen las salidas del bloque de funciones:

Salida	Objeto	Valor inicial	Descripción
InVel	%MC_MOVEVEL_ATVi.INVEL	0	0 indica que no se ha alcanzado la velocidad de destino (Ve1). Establézcalo en 1 cuando se alcance la velocidad de destino (Ve1).
Busy	%MC_MOVEVEL_ATVi.BUSY	0	Establézcalo en 1 cuando se ejecute el bloque de funciones. Permanece en 1 aunque se haya alcanzado la velocidad de destino. Restablézcalo en 0 cuando se detenga o se anule el bloque de funciones.
CmdAborted	%MC_MOVEVEL_ATVi.CMDABORTED	0	Establézcalo en 1 si la ejecución del bloque de funciones termina porque se está ejecutando otro comando.
Error	%MC_MOVEVEL_ATVi.ERROR	0	Establézcalo en 0 cuando no se detecte ningún error. Establézcalo en 1 si se produce un error durante la ejecución. La ejecución del bloque de funciones ha finalizado. El objeto de salida ErrorId indica la causa del error.
ErrorId	%MC_MOVEVEL_ATVi.ERRORID	0 (ningún error)	Código de error devuelto por el bloque de funciones cuando la salida Error se establece en 1. Para obtener información detallada sobre los errores, consulte la sección Códigos de error . Rango: de 0 a 65535

NOTA: Cuando el comando de velocidad de la unidad ATV es bajo (< 10), puede que los parámetros InVel y ConstantVel no sean válidos debido a que es posible que el rango de velocidad de la misma unidad ATV sea inexacto.

Parámetros

Haga doble clic en el bloque de funciones para visualizar los parámetros del bloque de funciones.

El bloque de funciones MC_MoveVel_ATV contiene los parámetros siguientes:

Parámetro	Valor	Descripción
Used	Dirección utilizada	Si está seleccionada, esta dirección se está utilizando actualmente en un programa.
Dirección	%MC_MoveVel_ATVi	El identificador de instancia, donde i va desde 0 hasta el número de objetos disponibles en este controlador lógico. Para saber el número máximo de objetos de Drive, consulte la tabla Número máximo de objetos .
Símbolo	Símbolo	El símbolo asociado con este objeto. Para obtener información detallada, consulte Definición y uso de los símbolos .
Eje	%DRVn, donde n oscila entre 0 y 15 Ninguno	Seleccione el eje (instancia de objeto de Drive) para el que se ejecutará el bloque de funciones. Es preciso haber configurado previamente el objeto de Drive en el Modbus TCP IOScanner o el IOScanner serie Modbus .
Vel	Velocidad de destino	Especifique la velocidad de destino para la modalidad de funcionamiento y presione Entrar. Valor predeterminado: 0 Rango: de -32768 a 32767. Un valor negativo obliga al movimiento a seguir el sentido opuesto.
Comentario	Comentario	Se puede asociar un comentario opcional con este objeto. Haga doble clic en la columna Comentario y escriba un comentario.

Actualice los parámetros según sea necesario y haga clic en **Aplicar**.

Anexo 37 Configuración de la conexión del motor con el variador

Configuración de dos hilos y frecuencias

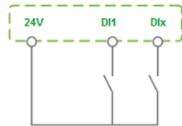
Simply Start — Start up your applications quickly —

"Simply Start" settings ensures the application operates correctly, obtain maximum motor performance and ensure motor protection.

Choose the control type

TCC 2 / 3 Wire control: 2 wires 3 wires

DI1: Forward
DIx: Reverse



Set the motor

BFR Basic frequency: 50Hz IEC 60Hz NEMA

IPL: Input Phase Loss assignment: **Freewheel stop**

NPR: Nominal motor power: 30 HP

UNS: Nominal motor voltage: 460 V

NCR: Nominal motor current: 41.7 A

FRS: Nominal motor frequency: 60 Hz

NSP: Nominal motor speed: 1771 rpm

ITH: Motor Thermal current: 41.7 A

— Autotune —
Autotune is used to optimize the application performance by fast and adapted adjustments.

TUN Perform Autotune:  TUS Autotune status: **Not done**

Configuración de tres hilos y frecuencias

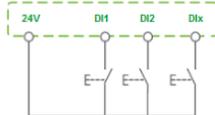
Simply Start — Start up your applications quickly —

"Simply Start" settings ensures the application operates correctly, obtain maximum motor performance and ensure motor protection.

Choose the control type

TCC 2 / 3 Wire control: 2 wires 3 wires

DI1: Stop
DI2: Forward
DIx: Reverse



Set the motor

BFR Basic frequency: 50Hz IEC 60Hz NEMA

IPL: Input Phase Loss assignment: **Freewheel stop**

NPR: Nominal motor power: 30 HP

UNS: Nominal motor voltage: 460 V

NCR: Nominal motor current: 41.7 A

FRS: Nominal motor frequency: 60 Hz

NSP: Nominal motor speed: 1771 rpm

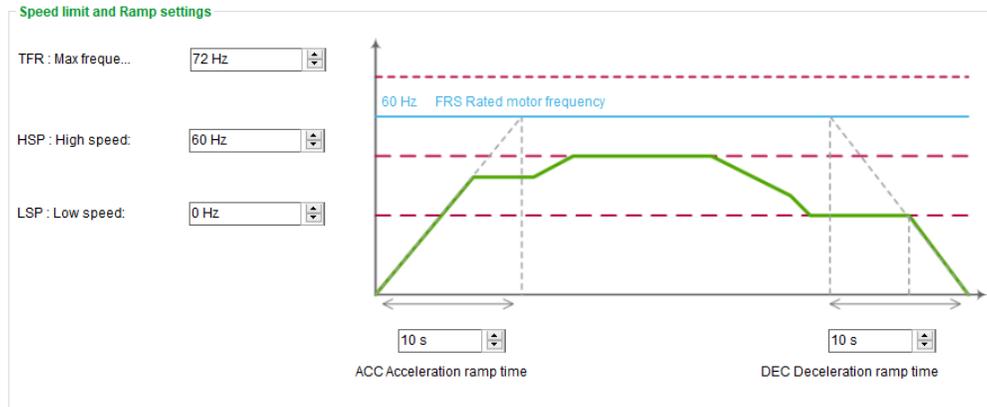
ITH: Motor Thermal current: 41.7 A

— Autotune —
Autotune is used to optimize the application performance by fast and adapted adjustments.

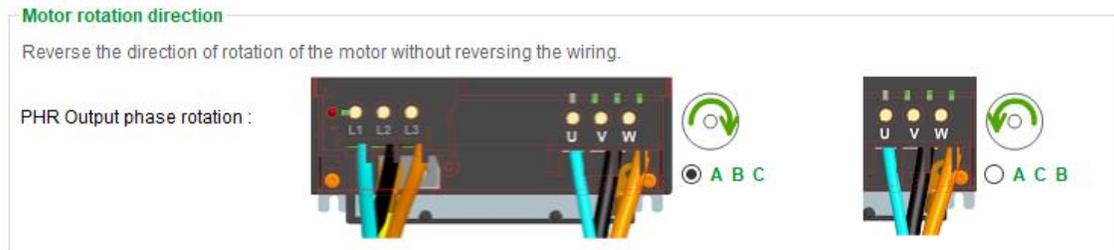
TUN Perform Autotune:  TUS Autotune status: **Not done**

Anexo 38 Diagrama de cambio de frecuencia y rotación

Diagrama de cambio de frecuencia, configurable el tiempo de cambio para subir y bajar las frecuencias.



Rotación del motor según la conexión que se realice



Anexo 39 Código de la familia de bombas SSI de Franklin Electric

BOMBAS SUMERGIBLES

SERIE SSI - ACERO INOXIDABLE

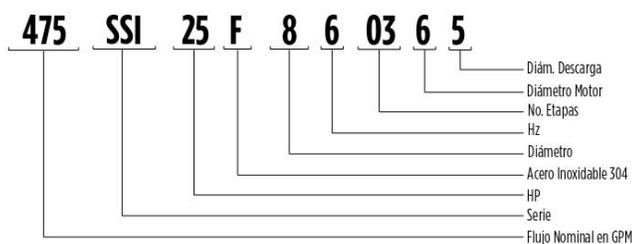
CARACTERÍSTICAS

- Impulsores de flujo mixto
 - Descarga estándar:
 - NPT 3" - SSI 6" 85-150 GPM
 - NPT 4" - SSI 6" 225-360 GPM
 - NPT 6" - SSI 8" 425-475 GPM*
 - NPT 6" - SSI 10" 550-1150 GPM
- *Descarga 5" NPT con acople incluido para ampliación a 6" NPT
- Brida NEMA 6, 8 & 10
 - Bomba construída completamente en acero inoxidable
 - Paso máximo de sólidos 2mm
 - Concentración máxima de sólidos 50 PPM o 50 g/m
 - Líquido bombeado: agua limpia

APLICACIONES

- Sistemas de Riego por Aspersión y por Pivote Central
- Drenado y Suministro de Agua en Aplicaciones de Minería
- Sistemas de Riego en Invernaderos
- Suministros y Transferencia de Agua en Municipalidades
- Limpieza de Establos y Llenado de Abrevaderos

NOMENCLATURA DE MODELO



CARACTERÍSTICAS DE DESEMPEÑO

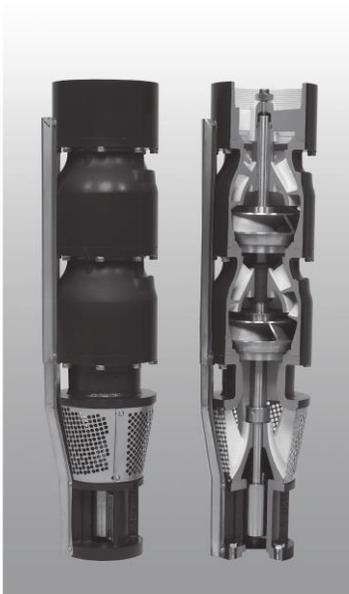
Rangos	SSI 6"	SSI 8"	SSI 10"
Altura (Metros)	422	277	285
Flujo (GPM)	460	590	1350



Anexo 40 Código de la familia de bombas STS de Franklin Electric

Bombas Turbina Sumergibles

Bombas Turbina Sumergible de 8"



Características:

- Fundición de hierro dúctil de primera calidad para una vida útil y resistir presiones más altas
- Bujes para soporte de motor y descarga más largos que incrementan la vida de la bomba
- Bujes intermedios de caucho con surcos en espiral, diseñados para ambientes abrasivos
- Eje de la bomba en acero inoxidable 416 esmerilado y pulido que maximiza la durabilidad
- Impulsores en fundición de acero inoxidable para una mayor resistencia a la abrasión
- Personalización de bombas disponible

Especificaciones

Diámetro Interno Mínimo del Pozo	8"
Sumergencia Mínima Arriba de la Succión	10'
Descarga	4" ó 6" NPT

Nota: Consulte los requerimientos de enfriamiento del motor en los datos del manual AIM de Franklin Electric.

Explicación del Número de Modelo

Ejemplo: 350STS10D8C-0264

- 350 = GPM
- STS = Turbina Sumergible
- 10 = HP
- D = Hierro Dúctil
- 8 = Bomba de 8"
- C = Recorte del Impulsor
- 02 = Número de Etapas
- 6 = Motor de 6"
- 4 = Descarga de 4"

Materiales de Construcción

Nombre de la Parte	Nombre Común del Material	Número de Espec. del Material
Soporte de Descarga	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Tazón Superior	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Tazón Intermedio	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Bujes, Descarga y Succión	Bronce	ASTM 8584 C89835
Impulsor	Acero Inoxidable 304	ASTM A743/A743M CF8
Eje de la Bomba	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Soporte de Succión	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Buje del Tazón	Caucho	Caucho
Collarín de Arena	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Rejilla de Succión	Acero Inoxidable 302	ASTM A240 S30200
Guarda Cable	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Acoplamiento del Eje	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Perno de Empuje	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Manguito Cónico de Fijación	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Pernos	Acero Inoxidable 300	ASTM A666

Nota: Opciones disponibles para buje del tazón y eje. Contacte a servicio al cliente para opciones disponibles.

Anexo 41 Código de la familia de bombas VR de Franklin Electric



SERIE VR

NOMENCLATURA DE MODELO

MODELO PARA SOLO BOMBA						MODELO PARA MOTOR						
30	VR	03	2A	G	F	I	A	M	K	6	E	3
<p>Voltaje (Fases) 1 = 115/230 (1-Fase) 3 = 230/460 (3-Fases) 5 = 575 only (3-Fases) 7 = 220 (3-Fases) 9 = 415 (3-Fases) B = 230/400 (3-Fases)</p>						<p>Voltaje (Fases) 2 = 230 only (1-Fase) 4 = 460 only (3-Fases) 6 = 220 (1-Fase) 8 = 380/415 (3-Fases) A = 190/280 (3-Fases) C = 400/690 (3-Fases)</p>						
<p>Eficiencia (Configuraciones) D = Premium (ODP) X = Premium (X-Proof)</p>						<p>Eficiencia (Configuraciones) E = Premium (TEFC)</p>						
<p>Revoluciones y Frecuencia (Hz) 5 = 3000 RPM (50 Hz) 7 = 1500 RPM (50 Hz)</p>						<p>Revoluciones y Frecuencia (Hz) 6 = 3600 RPM (60 Hz) 8 = 1800 RPM (60 Hz)</p>						
<p>Frame (Kw) Q = 56C 0.25 HP (0.25 Kw) B = 56C 0.75 HP (0.55 Kw) D = 56C 1.5 HP (1.1 Kw) Y = 180TC 2HP (1.5Kw) U = 180TC 3 HP (2.2 Kw) V = 180TC 7.5 HP (5.5 Kw) J = 250TC 10HP (7.5 Kw) K = 250TC 15 HP (11 Kw) X = 250TC 25 HP (18.5 Kw) N = 280TSC 30 HP (22 Kw) P = 320TSC 40 HP (30 Kw) S = 360TSC 60 HP (45 Kw)</p>						<p>Frame (Kw) A = 56C 0.5HP (0.37 Kw) C = 56C 1HP (0.75 Kw) E = 56C 2 HP (1.5 Kw) F = 56C 3 HP (2.2 Kw) G = 180TC 5HP (3.7 Kw) H = 180TC 7.5 HP (5.5 Kw) W = 250TC 15 HP (11 Kw) L = 250TC 20 HP (15 Kw) M = 280TSC 25 HP (18.5 Kw) Z = 280TSC 40 HP (30 Kw) R = 320TSC 50 HP (37 Kw) T = 360TSC 75 HP (55 Kw)</p>						
<p>Motor M = MARATHON W = WEG*</p>						<p>Nada = BALDOR</p>						
<p>Tipo de Motor A = NEMA</p>						<p>B = IEC</p>						
<p>Tipo de Sello 1 = G/gphite/SIC EPDM 3 = SIC/SIC FRM 5 = WC/WC EPDM</p>						<p>2 = SIC/SIC EPDM 4 = G/gphite/SIC FRM 6 = WC/WC FRM</p>						
<p>Tipo de conexión F = Brida Redonda V = Brida Ramada</p>						<p>T = Brida Ovalada</p>						
<p>Casting/Hydraulics G = C/316SS</p>						<p>N = 316SS/316SS</p>						
<p>Recorte del Impulsor 0 = Sin Recorte 2A = 2 Etapas</p>						<p>1A = 1 Etapa</p>						
<p>Etapas (siempre son 2 caracteres)</p>												
<p>Serie y Velocidad VR = Serie VR (2-Polos)</p>						<p>VRL = Serie VRL (4-Polos)</p>						
<p>BEP Flujo (GPH/2P) 1 = 10 GPM 6 = 32 GPM 15 = 90 GPM 30 = 160 GPM 65 = 360 GPM</p>						<p>3 = 16 GPM 10 = 60 GPM 20 = 110 GPM 45 = 240 GPM 95 = 450 GPM</p>						

Notas:
 *El flujo nominal está en función de la potencia en la operación de 4 polos (1800 RPM)
 **Motor WEG disponible solamente para Gubimix



Anexo 42 Tabla de selección bombas sumergibles Serie SSI 6"

BOMBAS SUMERGIBLES

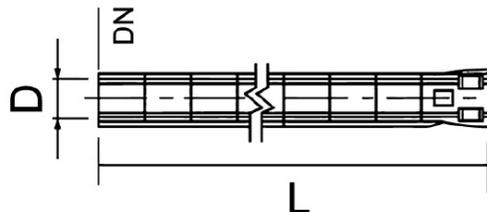
SERIE SSI - ACERO INOXIDABLE

TABLA DE SELECCIÓN SERIE SSI 6"

GPM	HP	ETAPAS	DIAM. MOTOR	DIAM. DESCARGA	VALVULA CERRADA (METROS)	LPM	881	916	951	986	1022	1057	1092	1127	1162	MODELO	NO. DE PARTE
						GPM	220	229	238	247	255	264	273	282	291		
260	7.5	2	6"	4" NPT	39	-	27	26	25	24	23	23	22	21	260SSI07F66-0264	616420202040082	
	10	3			59	-	41	40	39	38	37	35	35	33	32	260SSI10F66-0364	616420302040082
	15	4			79	-	54	53	52	51	49	47	46	44	42	260SSI15F66-0464	616420402040082
	20	5			99	-	68	67	65	64	61	59	58	56	53	260SSI20F66-0564	616420502040082
	25	6			119	-	81	80	78	76	74	71	69	67	63	260SSI25F66-0664	616420602040082
	30	7			139	-	95	93	90	89	86	83	81	78	74	260SSI30F66-0764	616420702040082
	35	8			158	-	109	107	103	102	98	94	92	89	84	260SSI35F66-0864	616420802040082
	40	9			178	-	122	120	116	114	110	106	104	100	95	260SSI40F66-0964	616420902040082
	45	10			198	-	136	133	129	127	123	118	115	111	105	260SSI45F66-1064	616421002040082
	50	11			218	-	149	146	142	140	135	130	127	122	116	260SSI50F66-1164	616421102040082
	55	12			238	-	163	160	155	153	147	142	139	133	126	260SSI55F66-1264	616421202040082
	60	13			257	-	176	173	168	165	159	153	150	145	137	260SSI60F66-1364	616421302040082
	65	14			277	-	190	186	181	178	172	165	162	156	147	260SSI65F66-1464	616421402040082
	70	15			297	-	203	200	194	191	184	177	173	167	158	260SSI70F66-1564	616421502040082
	75	16			317	-	217	213	207	203	196	189	185	178	168	260SSI75F66-1664	616421602040082
	80	17			337	-	231	226	220	216	208	201	196	189	179	260SSI80F66-1764	616421702040082
	85	18			356	-	244	240	233	229	221	212	208	200	189	260SSI85F66-1864	616421802040082
	90	19			376	-	258	253	245	242	233	224	219	211	200	260SSI90F66-1964	616421902040082
	95	20			396	-	271	266	258	254	245	236	231	222	210	260SSI95F66-2064	616422002040082

TABLA DE DIMENSIONES SERIE SSI 6"

GPM	HP	D DIAM. MOTOR	DN DESCARGA	ETAPAS	DIMENSIONES (IN)		PESO (KG)
					L - LARGO DE BOMBA 6"-6"	D - DIAMETRO DE BOMBA	
260	7.5	6"	4" NPT	2	19.6	5.7	10
	3			24.1	12		
	4			28.5	14		
	5			33	16		
	6			37.4	18		
	7			41.9	20		
	8			46.3	22		
	9			50.7	24		
	10			55.2	26		
	11			59.6	29		
	12			64.1	31		
	13			68.5	33		
	14			73	35		
	15			77.4	37		
	16			81.9	39		
	17			86.3	41		
	18			90.8	43		
	19			95.2	45		
	20			100.3	48		



Anexo 43 Tabla de selección de bombas sumergibles Serie STS 5" 90GMP

BOMBAS TURBINA SUMERGIBLES



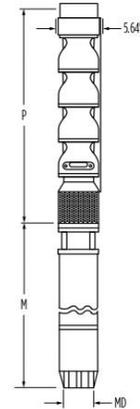
INFORMACIÓN DE PEDIDO 90 GPM

Potencia		Etapas	Recorte	Tamaño de Motor	Descarga	No. de Parte	Modelo	Peso	
HP	kW							lbs	kg
3	2.2	3	3B	4"	3" NPT	97050090003	90STS303B-0543	72	32.6
5	3.7	5	4B 1C	6"		97050090105	90STS505X-0563	89	40.4
5	3.7	5	4B 1C	4"		97050090005	90STS505X-0543	89	40.4
7.5	5.5	7	3A 4B	6"		97050090107	90STS705X-0763	107	48.5
7.5	5.5	7	3A 4B	4"		97500900007	90STS705X-0743	107	48.5
10	7.5	9	9A	6"		97050090109	90STS1005A-0963	126	57.2
10	7.5	9	9A	4"		97500900009	90STS1005A-0943	126	57.2
15	11	14	7A 7B	6"		97050090114	90STS1505X-1463	199	90.3
20	15	18	18A	6"		97050090118	90STS2005A-1863	243	110.2
25	18.5	22	22A	6"		97050090122	90STS2505A-2263	287	130.2
30	22	27	22A 5B	6"		97050090127	90STS3005X-2763	365	165.6
40	30	35	35A	6"		97050090135	90STS4005A-3563	433	196.4

DIMENSIONES

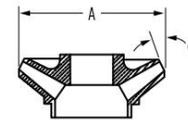
Potencia		Etapas	Recorte	Tamaño de Motor	Longitud Bomba		MD*		Peso Motor		Peso Bomba	
HP	kW				Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	lbs	kg	lbs	kg
3	2.2	3	3B	4"	32.9	835	3.75	95	41.0	18.6	57.7	26.1
5	3.7	5	4B 1C	6"	34.1	866	5.44	138	86.0	39.0	74.9	34.0
7.5	5.5	7	3A 4B	6"	42.1	1069	5.44	138	99.0	44.9	92.1	41.8
10	7.5	9	9A	6"	50.1	1273	5.44	138	103.4	46.9	109.3	49.6
15	11	14	7A 7B	6"	70.1	1781	5.44	138	114.0	51.7	152.3	69.1
20	15	18	18A	6"	86.1	2187	5.44	138	126.1	57.2	186.7	84.7
25	18.5	22	22A	6"	102.1	2593	5.44	138	140.0	63.5	221.1	100.3
30	22	27	22A 5B	6"	122.1	3101	5.44	138	154.1	69.9	264.1	119.8
40	30	35	35A	6"	154.1	3914	5.44	138	182.1	82.6	332.9	151.0

NOTA: *MD diámetro = Motor Franklin Electric, M = Longitud Máxima del Motor Franklin Electric



DIMENSIONES IMPULSOR

Recorte	"A" Diámetro	"C" Ángulo
A	4.055" / 103.0 mm	15.5°
B	3.866" / 98.2 mm	15.5°
C	3.681" / 93.5 mm	15.5°

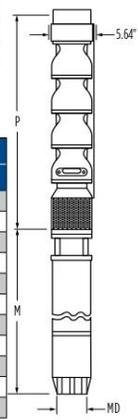


Anexo 44 **Tabla de selección de bombas sumergibles serie STS 5" 150GMP**

BOMBAS TURBINA SUMERGIBLES



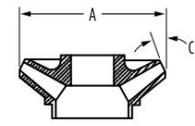
Potencia		Etapas	Recorte	Tamaño de Motor	Descargas	No. de Parte	Modelo	Peso	
HP	kW							lbs	kg
3	2.2	1	1A	4"	3" NPT	97050150001	150STS305A-0143	55.1	25
5	3.7	2	2A	6"		97050150102	150STS505A-0263	62	28.1
5	3.7	2	2A	4"		97050150002	150STS505A-0243	62	28.1
7.5	5.5	3	3A	6"		97050150103	150STS705A-0363	70	31.8
7.5	5.5	3	3A	4"		97050150003	150STS705A-0343	70	31.8
10	7.5	4	4A	6"		97050150104	150STS1005A-0463	79	35.8
10	7.5	4	4A	4"		97050150004	150STS1005A-0443	79	35.8
15	11	6	6A	6"		97050150106	150STS1505A-0663	98	44.5
20	15	8	8A	6"		97050150108	150STS2005A-0863	117	53.1
25	18.5	10	10A	6"		97050150110	150STS2505A-1063	136	61.7
30	22	12	12A	6"		97050150112	150STS3005A-1263	154	69.9
40	30	16	16A	6"		97050150116	150STS4005A-1663	226	102.5
50	37	20	20A	6"		97050150120	150STS5005A-2063	269	122
60	45	25	20A 5B	6"		97050150025	150STS6005X-2563	321	145.6



Potencia		Etapas	Recorte	Tamaño de Motor	Longitud Bomba		MD*		Peso Motor		Peso Bomba	
HP	kW				Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	lbs	kg	lbs	kg
3	2.2	1	1A	4"	16.9	429	3.75	95	41.0	18.6	40.5	18.3
5	3.7	2	2A	6"	22.1	561	5.44	138	86.0	39.0	49.1	22.3
7.5	5.5	3	3A	6"	26.1	663	5.44	138	99.0	44.9	57.7	26.2
10	7.5	4	4A	6"	30.1	765	5.44	138	103.4	46.9	66.3	30.1
15	11	6	6A	6"	38.1	968	5.44	138	114.0	51.7	83.5	37.9
20	15	8	8A	6"	46.1	1171	5.44	138	126.1	57.2	100.7	45.7
25	18.5	10	10A	6"	54.1	1374	5.44	138	140.0	63.5	117.9	53.5
30	22	12	12A	6"	62.1	1577	5.44	138	154.1	69.9	135.1	61.3
40	30	16	16A	6"	78.1	1984	5.44	138	182.1	82.6	169.5	76.9
50	37	20	20A	6"	94.1	2390	5.44	138	263.5	119.5	203.9	92.5
60	45	25	20A 5B	6"	114.1	2898	5.44	138	291.5	132.2	246.9	112.0

NOTA: *MD diámetro = Motor Franklin Electric, M = Longitud Máxima del Motor Franklin Electric

DIMENSIONES		IMPULSOR	
Recorte	"A" Diámetro	"C" Ángulo	
A	4.055" / 103.0 mm	15.5°	
B	3.866" / 98.2 mm	15.5°	
C	3.681" / 93.5 mm	15.5°	



Anexo 45 Tabla de selección bombas sumergibles serie STS 8”

Bombas Turbina Sumergibles

Rendimiento del Modelo 225STS8

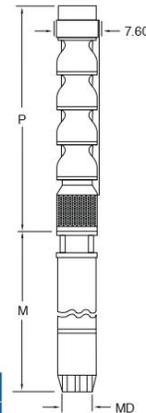
Información sobre Dimensiones

HP	Etapas	Recorte	Tam. de Motor	P	M*	MD*	Peso Motor	Peso Bomba
				(Pulg)	(Pulg)	(Pulg)	(Lbs)	(Lbs)
5	1	1C	6"	23.83	22.9	5.44	86	95
7.5	1	1A	6"	23.83	24.2	5.44	99	95
10	2	2C	6"	29.34	25.4	5.44	103	122
15	2	2A	6"	29.34	28.0	5.44	114	122
20	3	2A 1B	6"	34.85	30.6	5.44	126	150
25	4	4B	6"	40.37	33.1	5.44	140	177
30	5	1A 3B 1C	6"	45.88	35.7	5.44	154	204

Nota: *MD diámetro = Motor Franklin Electric, M = Longitud Máxima de Motor Franklin Electric

Información para Pedidos

Bombas Turbina Sumergible de 8"								
GPM	HP	Etapas	Tamaño de Recorte	Tam. de Montaje del Motor	Tamaño de Descarga	No. de Orden	No. Modelo	Peso (Lbs)
225	5	1	1C	6"	4" NPT	97080225001	225STS5D8C-0164	111
	5	1	1C	6"	6" NPT	97080225101	225STS5D8C-0166	111
	7.5	1	1A	6"	4" NPT	97080225201	225STS7D8A-0164	111
	7.5	1	1A	6"	6" NPT	97080225301	225STS7D8A-0166	111
	10	2	2C	6"	4" NPT	97080225002	225STS10D8C-0264	140
	10	2	2C	6"	6" NPT	97080225102	225STS10D8C-0266	140
	15	2	2A	6"	4" NPT	97080225202	225STS15D8A-0264	140
	15	2	2A	6"	6" NPT	97080225302	225STS15D8A-0266	140
	20	3	2A 1B	6"	4" NPT	97080225003	225STS20D8X-0364	171
	20	3	2A 1B	6"	6" NPT	97080225103	225STS20D8X-0366	171
	25	4	4B	6"	4" NPT	97080225004	225STS25D8B-0464	198
	25	4	4B	6"	6" NPT	97080225104	225STS25D8B-0466	198
	30	5	1A 3B 1C	6"	4" NPT	97080225005	225STS30D8X-0564	228
	30	5	1A 3B 1C	6"	6" NPT	97080225105	225STS30D8X-0566	228



Anexo 46 Tabla de selección bombas sumergibles serie 45VR

SERIE - 45VR

INFORMACIÓN DE PEDIDO MONOFÁSICO 3600RPM BRIDAS EN HIERRO VACIADO

HP	BRIDA DE MOTOR	ETAPAS	RECORTE	ELECTROBOMBA			SOLO BOMBA
				ACOPLADA A MOTOR BALDOR - TEFC		PAQUETE CON MOTOR WEG - TEFC	
				NO. DE PARTE Y/O MODELO	NO. PARTE COLOMBIA	MODELO	
7.5	213/5TC	01	1A	45VR01IAGF2A-V6E2	N.D.	45VR01IAGF2A-PE18	
7.5	213/5TC	01	00	45VR01IAGF2A-H6E2		45VR01IAGF2A-PE21	

NOTAS:

1. Succión/Descarga 3" x 3" y bridas Redondas tipo ANSI. Disponibles también bridas ovaladas y ranuradas
2. Sello mecánico Tipo 2. Carburo de Silicio/Carburo de Silicio EPDM. Otras opciones de sello mecánico disponibles.
3. Los números de parte 3XXXX90X corresponden a paquetes de Bomba y Motor ensamblados para México y Centroamérica. *En Colombia estos paquetes se entregan desensamblados
4. El motor contenido en paquetes para México y Centroamérica es marca Marathon Eficiencia Premium a partir de IHP 115/230V 3600 RPM.
5. El motor contenido en paquetes para Colombia es marca WEG Eficiencia Premium a partir de IHP 115/230V 3600 RPM.
6. Las bombas acopladas a motor Baldor Eficiencia Premium a partir de IHP 115/230V (*230V a partir de 5HP) 3600 RPM. Opciones disponibles en 575V.*

INFORMACIÓN DE PEDIDO TRIFÁSICO 3600RPM BRIDAS EN HIERRO VACIADO

HP	BRIDA DE MOTOR	ETAPAS	RECORTE	ELECTROBOMBA						SOLO BOMBA	
				MOTOR BALDOR - TEFC		MOTOR BALDOR - ODP		MOTOR MARATHON - TEFC			MOTOR WEG - TEFC
				NO. DE PARTE Y/O MODELO	NO. DE PARTE Y/O MODELO	NO. PARTE MX	NO. PARTE CA	MODELO	NO. PARTE CO		MODELO
7.5	182/4TC	01	1A	45VR01IAGF2A-V6E3	45VR01IAGF2A-V6D3	N.D.		N.D.		45VR01IAGF2A-PE18	
7.5	182/4TC	01	00	45VR0100GF2A-V6E3	45VR0100GF2A-V6D3	N.D.		N.D.		45VR0100GF2A-PE18	
7.5	213/5TC	01	00	45VR0100GF2A-H6E3	N.D.	307820901	313280901	45VR0100GF2A-MH6E3	312778901	45VR0100GF2A-WH6E3	45VR0100GF2A-PE21
15	213/5TC	02	2A	45VR022AGF2A-W6E3	45VR022AGF2A-W6D3	N.D.		N.D.		45VR022AGF2A-PE21	
15	254/6TC	02	2A	45VR022AGF2A-K6E3	N.D.	307821901	313284901	45VR022AGF2A-MK6E3	312779901	45VR022AGF2A-WK6E3	45VR022AGF2A-PE25
15	213/5TC	02	1A	45VR021AGF2A-W6E3	45VR021AGF2A-W6D3	N.D.		N.D.		45VR021AGF2A-PE21	
15	254/6TC	02	1A	45VR021AGF2A-K6E3	N.D.	307822901	313283901	45VR021AGF2A-MK6E3	312780901	45VR021AGF2A-WK6E3	45VR021AGF2A-PE25
15	213/5TC	02	00	45VR0200GF2A-W6E3	45VR0200GF2A-W6D3	N.D.		N.D.		45VR0200GF2A-PE21	
15	254/6TC	02	00	45VR0200GF2A-K6E3	N.D.	307823901	313282901	45VR0200GF2A-MK6E3	312781901	45VR0200GF2A-WK6E3	45VR0200GF2A-PE25
20	254/6TC	03	2A	45VR032AGF2A-L6E3	45VR032AGF2A-L6D3	307824901	313286901	45VR032AGF2A-ML6E3	312782901	45VR032AGF2A-WL6E3	45VR032AGF2A-PE25
20	254/6TC	03	1A	45VR031AGF2A-L6E3	45VR031AGF2A-L6D3	307825901	313285901	45VR031AGF2A-ML6E3	312783901	45VR031AGF2A-WL6E3	45VR031AGF2A-PE25
25	254/6TC	03	00	N.D.	45VR0300GF2A-L6D3	N.D.		N.D.		45VR0300GF2A-PE25	
25	284/6TSC	03	00	45VR0300GF2A-M6E3	N.D.	307826901	313287901	45VR0300GF2A-MM6E3	312784901	45VR0300GF2A-WM6E3	45VR0300GF2A-PE28
30	284/6TSC	04	2A	45VR042AGF2A-N6E3	45VR042AGF2A-N6D3	307827901	313289901	45VR042AGF2A-MN6E3	312785901	45VR042AGF2A-WN6E3	45VR042AGF2A-PE28
30	284/6TSC	04	1A	45VR041AGF2A-N6E3	45VR041AGF2A-N6D3	307828901	313288901	45VR041AGF2A-MN6E3	312786901	45VR041AGF2A-WN6E3	45VR041AGF2A-PE28
40	284/6TSC	04	00	N.D.	45VR0400GF2A-Z6D3	N.D.		N.D.		45VR0400GF2A-PE28	
40	324/6TSC	04	00	45VR0400GF2A-P6E3	N.D.	307829901	313290901	45VR0400GF2A-MP6E3	312787901	45VR0400GF2A-WP6E3	45VR0400GF2A-PE32
40	284/6TSC	05	2A	N.D.	45VR052AGF2A-Z6D3	N.D.		N.D.		45VR052AGF2A-PE28	
40	324/6TSC	05	2A	45VR052AGF2A-P6E3	N.D.	307830901	313293901	45VR052AGF2A-MP6E3	312788901	45VR052AGF2A-WP6E3	45VR052AGF2A-PE32
40	284/6TSC	05	1A	N.D.	45VR051AGF2A-Z6D3	N.D.		N.D.		45VR051AGF2A-PE28	
40	324/6TSC	05	1A	45VR051AGF2A-P6E3	N.D.	307831901	313292901	45VR051AGF2A-MP6E3	312789901	45VR051AGF2A-WP6E3	45VR051AGF2A-PE32
40	284/6TSC	05	00	N.D.	45VR0500GF2A-Z6D3	N.D.		N.D.		45VR0500GF2A-PE28	
40	324/6TSC	05	00	45VR0500GF2A-P6E3	N.D.	307832901	313291901	45VR0500GF2A-MP6E3	312790901	45VR0500GF2A-WP6E3	45VR0500GF2A-PE32
40	284/6TSC	06	2A	N.D.	45VR062AGF2A-Z6D3	N.D.		N.D.		45VR062AGF2A-PE28	
40	324/6TSC	06	2A	45VR062AGF2A-P6E3	N.D.	307833901	313294901	45VR062AGF2A-MP6E3	312791901	45VR062AGF2A-WP6E3	45VR062AGF2A-PE32
50	324/6TSC	06	1A	45VR061AGF2A-R6E3	45VR061AGF2A-R6D3	307834901	313296901	45VR061AGF2A-MR6E3	312792901	45VR061AGF2A-WR6E3	45VR061AGF2A-PE32
50	324/6TSC	06	00	45VR0600GF2A-R6E3	45VR0600GF2A-R6D3	307835901	313295901	45VR0600GF2A-MR6E3	312793901	45VR0600GF2A-WR6E3	45VR0600GF2A-PE32
50	324/6TSC	07	2A	45VR072AGF2A-R6E3	45VR072AGF2A-R6D3	307836901	313298901	45VR072AGF2A-MR6E3	312794901	45VR072AGF2A-WR6E3	45VR072AGF2A-PE32
50	324/6TSC	07	1A	45VR071AGF2A-R6E3	45VR071AGF2A-R6D3	307837901	313297901	45VR071AGF2A-MR6E3	312795901	45VR071AGF2A-WR6E3	45VR071AGF2A-PE32
60	364/5TSC	07	00	45VR0700GF2A-S6E3	45VR0700GF2A-S6D3	307838901	313299901	45VR0700GF2A-MS6E3	312796901	45VR0700GF2A-WS6E3	45VR0700GF2A-PE36

NOTAS:

1. Succión/Descarga 3" x 3" y bridas Redondas tipo ANSI. Disponibles también bridas ovaladas y ranuradas
2. Sello mecánico Tipo 2. Carburo de Silicio/Carburo de Silicio EPDM. Otras opciones de sello mecánico disponibles.
3. Los números de parte 3XXXX90X corresponden a paquetes de Bomba y Motor ensamblados para México y Centroamérica. *En Colombia estos paquetes se entregan desensamblados

SERIE - 45VR

TABLA DE DIMENSIONES 3600 RPM

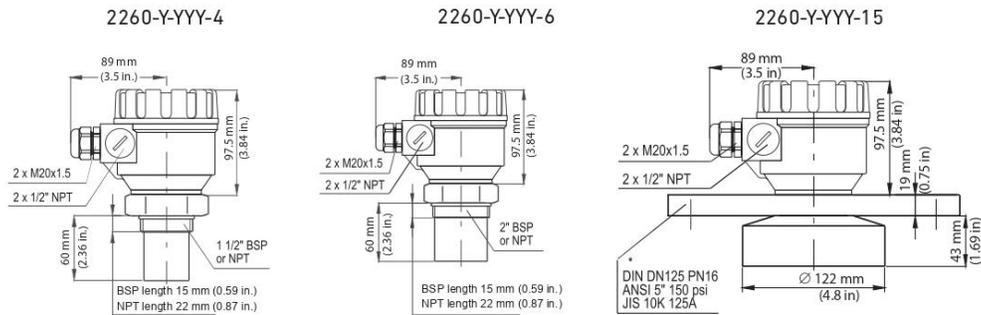
Modelo	No. de Etapas	Información del Motor				PE (Solo bomba) - Altura (in)		
		Potencia		Brida Baldor	Brida Marathon	L1 "F"	L3 "T"	L4 "V"
		HP	kW					
45VR01IA, 00	1	7.50	5.50	213-5TC	213/5TC	26.65	N.D.	N.D.
45VR022A, 1A, 00	2	15.00	11.00	254-6TC	254/6TC	30.67	N.D.	N.D.
45VR032A, 1A	3	20.00	15.00	254-6TC	254/6TC	33.90	N.D.	N.D.
45VR0300	3	25.00	18.50	284-6TSC	284/6TSC	33.90	N.D.	N.D.
45VR042A, 1A	4	30.00	22.00	284-6TSC	284/6TSC	37.13	N.D.	N.D.
45VR0400	4	40.00	30.00	324-6TSC	324/6TSC	37.32	N.D.	N.D.
45VR052A, 1A, 00	5	40.00	30.00	324-6TSC	324/6TSC	40.55	N.D.	N.D.
45VR062A	6	40.00	30.00	324-6TSC	324/6TSC	43.78	N.D.	N.D.
45VR061A, 00	6	50.00	37.50	324-6TSC	324/6TSC	43.78	N.D.	N.D.
45VR072A, 71A	7	50.00	37.50	324-6TSC	324/6TSC	47.01	N.D.	N.D.
45VR0700	7	60.00	40.00	364-5TSC	364/5TSC	47.01	N.D.	N.D.

Modelo	No. de Etapas	3600 RPM, Dimensiones del Motor (in)																
		L2 Altura						D1 Diámetro						M (máx)				
		Dimensiones Motor Baldor			Dimensiones Motor Marathon			Dimensiones Motor Baldor			Dimensiones Motor Marathon			Dimensiones Motor Baldor		Dimensiones Motor Marathon		
		10 ODP	30 ODP	10 TEFC	30 TEFC	10 ODP	30 ODP	10 TEFC	30 TEFC	10 ODP	30 ODP	10 TEFC	30 TEFC	10 ODP	30 ODP	10 TEFC	30 TEFC	
45VR01IA, 00	1		12.13	14.01	15.18		16.15		8.88	10.28	8.60		11.18		6.75	8.05	6.87	7.16
45VR022A, 1A, 00	2		13.68		17.89		22.15		9.57		10.28		14.37		7.97		8.05	12.64
45VR032A, 1A	3		17.69		19.78		23.8		11.50		12.94		14.37		9.49		10.04	12.64
45VR0300	3		17.69		21.46		25.57		11.50		13.63		15.67		9.49		12.09	13.39
45VR042A, 1A	4		18.87		23.14		26.75		13.38		15.30		15.67		12.21		13.12	13.39
45VR0400	4	N.D.	18.87		25.03	N.D.	27.43	N.D.	13.38	N.D.	17.85	N.D.	17.83	N.D.	12.21	N.D.	14.63	14.96
45VR052A, 1A, 00	5		18.87		25.03		27.43		13.38		17.85		17.83		12.21		14.63	14.96
45VR062A	6		18.87		25.03		27.43		13.38		17.85		17.83		12.21		14.63	14.96
45VR061A, 00	6		21.63		25.03		28.61		13.38		17.85		17.83		12.21		14.63	14.96
45VR072A, 71A	7		21.63		25.03		28.61		13.38		17.85		17.83		12.21		14.63	14.96
45VR0700	7		21.09		27.56		30.73		15.19		19.50		19.49		13.22		18.10	16.54

Anexo 47 Sensor ultrasónico GF+ Fittings

Dimensions (mm)

2-wire level transmitters



Specifications

General			
Type	2260-Y-YYY-4	2260-Y-YYY-6	2260-Y-YYY-15
Range	0.2 to 4 m / 0.65 to 13 ft	0.25 to 6 m / 0.82 to 20 ft	0.45 to 15 m / 1.5 to 49 ft
Measuring Frequency	80 kHz	80 kHz	40 kHz
Total Beam Angle	6°	5°	5°
Accuracy *	± (0.2 % of measured distance plus 0.05 % of range)		
Resolution	<2 m (6.6 ft): 1 mm (0.04 in.), 2 to 5 m (6.6 to 16.4 ft): 2 mm (0.08 in.), 5 to 10 m (16.4 to 32.8 ft): 5 mm (0.2 in.), >10 m (32.8 ft): 10 mm (0.39 in.)		
Environmental			
Process Temperature	-30 °C to +90 °C (-22 °F to + 194 °F)		
Ambient Temperature	-25 °C to +70 °C (-13 °F to + 158 °F)		
Process Pressure (absolute)	0.03 to 0.3 MPa (0.3 to 3 bar) 4.35 psi - 43.5 psi		
Enclosure			
Enclosure Material			
	Sensor Body	PP or PVDF	
	Housing	PBT	
Ingress Protection			
	Sensor	IP68	
	Housing	IP67	
Process Connection	1 1/2" BSP / NPT	2" BSP / NPT	DN125 / 5 inch flange
Sealing			
	PP sensor	EPDM	
	PVDF sensor	FPM (Viton)	
Electrical			
Outputs	2-wire 4-20 mA, max. 600 Ohm; HART interface, Rt >= 250 Ohm Ω		
Relay	(SPDT) 250V AC, 3A AC1		
Power Supply	12 to 36 V DC / 44 to 800 mW		
Power Consumption	DC 3.6 W, AC 4 VA		
Connection	2 x M20x1,5 plastic cable gland: Cable: Ø6 ... 12 mm		
Standards and Approvals			
General Approvals	CE, RoHS		

* Under optimal circumstances of reflection and stabilized transducer temperature

www.gfsignet.com

Anexo 48 Funcionamiento del sensor ultrasónico

Instruction for use

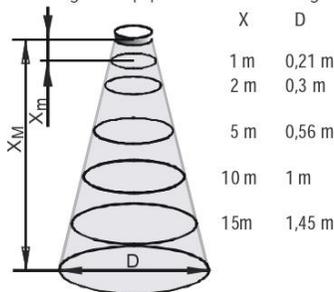
Design and function

3.2 Function

The ultrasonic level metering technology is based on the principle of measuring the time required for the ultrasound pulses to make a round trip from the sensor to the level to be measured and back. The sensor emits an ultrasonic pulse train and receives the echoes reflected. The intelligent electronic device processes the received signal by selecting the echo reflected by the surface and calculates from the time of flight the distance between the sensor and the surface which constitutes the basis of all output signals of the 2260 Ultrasonic Level Transmitter.

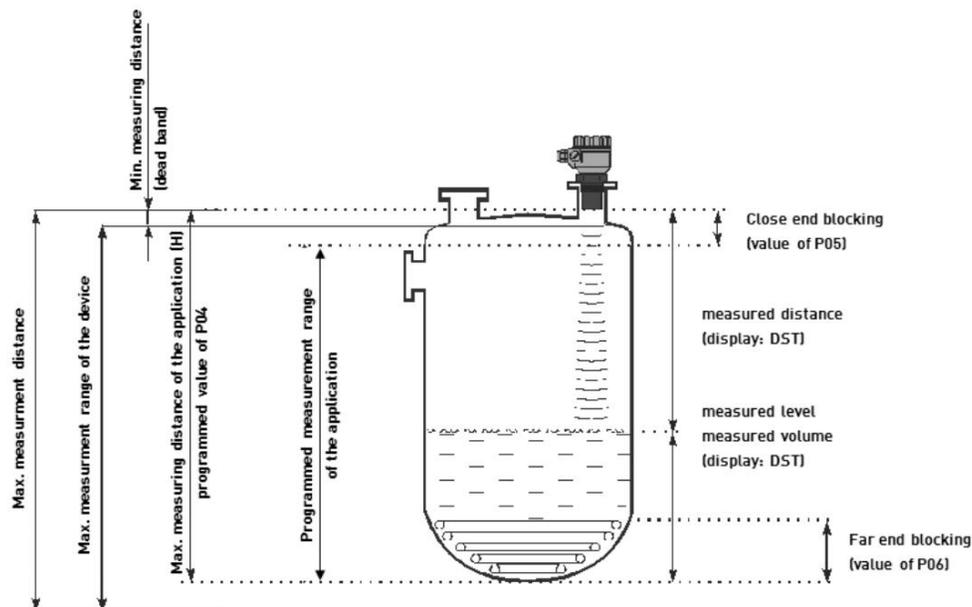
A Total beam angle of 5°-7° at -3 dB as is featured by transducers of transmitters and sensores ensuring a reliable measurement in narrow silos with uneven side walls as well as in process tanks with various protruding objects.

Furthermore, as a result of the narrow beam angle - the emitted ultrasonic signals have an outstanding focusing - deep penetration through gases, vapour and foam is ensured.



Diameters corresponding to 5° beam angle.

3.3 Basic concepts and elements of the ultrasonic measurement



Anexo 49 Sensor de electrodo



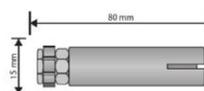
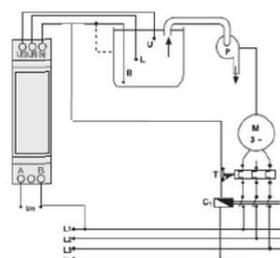
RELÉ CONTROL DE NIVEL DE AGUA + ELECTRODOS (3 UND) - ALLWELL

Descripción

Funcionamiento en base a microcontrolador. Sensibilidad 5k Ω ~ 100k Ω ajustable. 1 salida C / O-8A. Trabaja con modo de 2 o 3 electrodos. La función de drenaje o llenado es seleccionable. Indicación LED para el estado de suministro y salida. Control de llenado y vaciado. Fácil instalación y cambio en riel DIN.

DESCARGA FICHA TÉCNICA

- Modelo: RS-LC2
- Tensión nominal de alimentación (Un): AC/DC 24-240V
- Frecuencia nominal: 50/60Hz
- Terminales de alimentación: A1, A2
- Consumo de energía: <1W
- Sensibilidad: 5k Ω ~ 100k Ω ajustable
- Indicación de suministro: LED verde
- Indicación de salida: LED rojo
- Contacto de salida: 1C/O
- Valoración actual: 8A/250V AC1
- Tensión nominal de aislamiento: 415V
- Grado de protección: IP20
- Vida eléctrica: 105
- Vida mecánica: 105
- Altitud: \leq 2000m
- Temperatura ambiente: -5°C a +40°C
- Temperatura de almacenamiento: -25°C a +75°C
- Sección del cable: 0.5mm² - 2.5mm²
- Torque: 0.5Nm
- Humedad relativa permitida: \leq 50% a 40°C (sin condensación)
- Fijación y formato: 1 módulo riel DIN



Anexo 50 PLC TM221CE40T de Schneider Electric

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Controlador M221 40 E/S transistor PNP Ethernet

TM221CE40T

Principal

Gama de producto	Modicon M221
Tipo de producto o componente	Autómata programable
[Us] tensión de alimentación asignada	24 V DC
De pie conducto	24 entrada discreta 4 entrada rápida IEC 61131-2 tipo 1
Número de entrada analógica	2 0...10 V
Tipo de salida digital	Transistor
Número de salidas discretas	16 transistor 2 salida rápida
Tensión de salida	24 V CC
Montado en la pared del conducto	0.5 A

Opcionales

Número de E/S digitales	40
Numero de E/S del módulo de expansión	7 local 14 remoto
Límites tensión alimentación	20.4...28.8 V
Corriente de entrada	35 A
Consumo de energía en W	17 W 24 V módulo de expansión con número máximo de E/S 4.9 W 24 V sin módulo de expansión E/S
Corriente de salida fuente de alimentación	0.52 A 5 V bus de expansión 0.3 A 24 V bus de expansión
Entrada lógica	Receptor o suministro (positivo/negativo)
Tensión de entrada digital	24 V
Tipo de voltaje entrada discreto	CC
Resolución de entrada analógica	10 bits
Valor LSB	10 mV
Tiempo conversión	1 ms por canal + 1 controlador del ciclo de tiempo entrada analógica
Sobrecarga permitida em entradas	+/- 30 V DC 5 min máximo entrada analógica +/- 13 V DC permanente entrada analógica
Estado de tensión 1 garantizado	>= 15 V entrada

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Anexo 51 Módulo de entradas analógicas de Schneider Electric

Hoja de características del producto

Especificaciones



Modicon TM3 - Módulo TM3 - 8 entradas analógicas

TM3A18

Principal

Gama de producto	Modicon TM3
Tipo de producto o componente	Módulo entrada analógica
Compatibilidad de gama	Modicon M221 Modicon M241 Modicon M251 Modicon M340
Número de entrada analógica	8
Tipo de entrada analógica	corriente 4...20 mA corriente 0...20 mA tensión 0...10 V tensión - 10...10 V

Complementario

Resolución de entrada analógica	12 bits 11 bits + signo
Sobrecarga continua admitida	13 V, tipo entrada analógica: tensión 40 mA, tipo entrada analógica: corriente
Tapa de conexiones trasero	<= 50 Ohm corriente >= 1 MOhm tensión
Clip-en las cubiertas	2,44 mV 0...10 V tensión 4,88 mV - 10...10 V tensión 4,88 µA 0...20 mA corriente 3,91 µA 4...20 mA corriente
Tiempo convers	1 ms + 1 ms per channel + 1 controller cycle time ((¹))
Duración de muestreo	1 ms
Error de precisión absoluta	+/- 1 % de la escala total +/- 0,2 % de escala completa at 25 °C
Deriva de temperatura	+/- 0.01 %FS/°C
Precisión de repetición	+/- 0,5 %EC
Sin linealidad	+/- 0,2 %EC
Diafonía	<= 1 LSB
[Us] Tensión nominal de alimentación	24 V DC
Límites tensión alimentación	20,4...28,8 V
Tipo de cable	Pares de cable trenzado apantallado <30 m para entrada circuito
Consumo de corriente	40 mA en 5 V DC vía conector de bus carga completa 35 mA en 5 V DC vía conector de bus sin carga 30 mA en 24 V DC con alim externa sin carga

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

Anexo 52 Módulo de salidas digitales de Schneider Electric

Hoja de características del producto

Especificaciones



Módulo TM3 - 16 salidas transistor PNP HE10

TM3DQ16TK

Principal

Gama de producto	Modicon TM3
Tipo de producto o componente	Módulo de salida discreta
Compatibilidad de gama	Modicon M241 Modicon M251 Modicon M221 Modicon M340
Tipo de salida digital	Transistor
Número de salidas discretas	16
Lógica de salida discreta	Lógica positiva (fuente)
Tensión de salida	24 V CC para salida transistor
Montado en la pared del conducto	100 mA para salida transistor

Complementario

Número de E/S digitales	16
Consumo de corriente	5 mA en 5 V DC vía conector de bus - tipo de cable: do estado desligado) 0 mA en 24 V DC vía conector de bus - tipo de cable: do estado desligado) 15 mA en 5 V DC vía conector de bus - tipo de cable: en estado on) 20 mA en 24 V DC vía conector de bus - tipo de cable: en estado on)
Tiempo respuesta	450 µs - tipo de cable: turn-on) 450 µs - tipo de cable: turn-off)
1 contacto de puerta	0,1 mA para salida transistor
Maximum voltage drop	<0,4 V
Carga de tungsteno	<9,6 W para salida transistor
Señalizaciones en local	Estado salida, estado 1 1 LED por canal - tipo de cable: verde)
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	conector HE-10 para salidas
Maximum cable distance between devices	Cable sin apantallar, estado 1 <5 m para salida transistor
Aislamiento	Entre la salida y la lógica interna en 500 V AC Sin aislamiento entre las salidas
Marcado	CE
Soporte de montaje	Tipo de tapón TH35-15 carril acorde a IEC 60715 Tipo de tapón TH35-7,5 carril acorde a IEC 60715 placa o panel con juego de fijación
Altura	90 mm

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de este producto para aplicaciones específicas de los usuarios

Anexo 53 PLC TM221CE16T de Schneider Electric

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Controlador M221 16 E/S transistor PNP Ethernet

TM221CE16T

Principal

Gama de producto	Modicon M221
Tipo de producto o componente	Autómata programable
[Us] tensión de alimentación asignada	24 V DC
De pie conducto	9 entrada discreta 4 entrada rápida IEC 61131-2 tipo 1
Número de entrada analógica	2 0...10 V
Tipo de salida digital	Transistor
Número de salidas discretas	7 transistor 2 salida rápida
Tensión de salida	24 V CC
Montado en la pared del conducto	0.5 A

Opcionales

Número de E/S digitales	16
Numero de E/S del módulo de expansión	4 local 11 remoto
Límites tensión alimentación	20.4...28.8 V
Corriente de entrada	35 A
Consumo de energía en W	11 W 24 V módulo de expansión con número máximo de E/S 4.6 W 24 V sin módulo de expansión E/S
Corriente de salida fuente de alimentación	0.325 A 5 V bus de expansión 0.15 A 24 V bus de expansión
Entrada lógica	Receptor o suministro (positivo/negativo)
Tensión de entrada digital	24 V
Tipo de voltaje entrada discreto	CC
Resolución de entrada analógica	10 bits
Valor LSB	10 mV
Tiempo conversión	1 ms por canal + 1 controlador del ciclo de tiempo entrada analógica
Sobrecarga permitida em entradas	+/- 30 V DC 5 min máximo entrada analógica +/- 13 V DC permanente entrada analógica
Estado de tensión 1 garantizado	>= 15 V entrada

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Anexo 54 Módulo de entradas analógicas de Schneider Electric

Hoja de características del producto

Especificaciones



Modicon TM3 - Módulo TM3 - 4 entradas analógicas

TM3AI4

Principal

Gama de producto	Modicon TM3
Tipo de producto o componente	Módulo entrada analógica
Compatibilidad de gama	Modicon M221 Modicon M241 Modicon M251 Modicon M340
Número de entrada analógica	4
Tipo de entrada analógica	corriente 4...20 mA corriente 0...20 mA tensión 0...10 V tensión - 10...10 V

Complementario

Resolución de entrada analógica	12 bits 11 bits + signo
Sobrecarga continua admitida	13 V, tipo entrad analoga: tensión 40 mA, tipo entrad analoga: corriente
Tapa de conexiones trasero	<= 50 Ohm corriente >= 1 MOhm tensión
Clip-en las cubiertas	2.44 mV 0...10 V tensión 4.88 mV - 10...10 V tensión 4.88 µA 0...20 mA corriente 3.91 µA 4...20 mA corriente
Tiempo convers	1 ms + 1 ms per channel + 1 controller cycle time (°)
Duración de muestreo	1 ms
Error de precisión absoluta	+/- 0,1 % de escala completa at 25 °C +/- 1 % de la escala total
Deriva de temperatura	+/- 0.006 %FS/°C
Precisión de repetición	+/- 0,5 %EC
Sin linealidad	+/- 0,2 %EC
Diafonía	<= 1 LSB
[Us] Tensión nominal de alimentación	24 V DC
Límites tensión alimentación	20,4...28,8 V
Tipo de cable	Pares de cable trenzado apantallado <30 m para entrada circuito
Consumo de corriente	35 mA en 5 V DC vía conector de bus sin carga 45 mA en 5 V DC vía conector de bus carga completa 30 mA en 24 V DC con alim externa

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

Anexo 55 Módulo de salidas digitales de Schneider Electric

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Módulo De Salida Discreto Modicon Tm3 16 Salidas Transistor Npn (Tornillo)

TM3DQ16U

Principal

Gama de producto	Modicon TM3
Tipo de Producto o Componente	Módulo de salida discreta
Compatibilidad de Gama	Modicon M241 Modicon M251 Modicon M221 Modicon M262
Tipo de salida digital	Transistor
Número de salidas discretas	16
Lógica de salida discreta	Lógica negativa (colector)
Tensión de salida	24 V CC para salida transistor
Montado en la pared del conducto	300 mA para salida transistor

Complementario

Número de E/S digitales	16
Consumo de corriente	5 mA en 5 V CC vía conector de bus - tipo de cable: do estado desligado) 0 mA en 24 V CC vía conector de bus - tipo de cable: do estado desligado) 15 mA en 5 V CC vía conector de bus - tipo de cable: en estado on) 20 mA en 24 V CC vía conector de bus - tipo de cable: en estado on)
Tiempo respuesta	450 µs - tipo de cable: turn-on) 450 µs - tipo de cable: turn-off)
1 contacto de puerta	0,1 mA para salida transistor
Máxima caída de tensión	<0,4 V
Señalizaciones en local	Estado salida, estado 1 1 LED por canal - tipo de cable: verde)
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	10 1.5 mm ² bornero de tornillo extraíble con capacidad de sujeción: campo 3.81 mm para salidas
Distancia máxima de los cables entre dispositivos	Cable sin apantallar, estado 1 <30 m para salida transistor
Aislamiento	Entre la salida y la lógica interna en 500 V AC Sin aislamiento entre las salidas
Marca	CE
Soporte de montaje	Tipo de tapón TH35-15 carril acorde a IEC 60715 Tipo de tapón TH35-7,5 carril acorde a IEC 60715 placa o panel con juego de fijación
Altura	90 mm
Profundidad	81,3 mm

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

Anexo 56 Variador de frecuencia ATV630 de Schneider Electric

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Variador de velocidad ATV630, 22 kW/30 HP, 380...480V, IP21/UL tipo 1

ATV630D22N4

Principal

Gama de producto	Altivar Process ATV600
Tipo de Producto o Componente	Variador de velocidad
Aplicación específica de producto	Proceso y utilidades
Nombre Corto del Dispositivo	ATV630
Variante	Version estandar
Destino del producto	Motores asíncronos Motores síncronos
Filtro EMC	Integrado con capacidad de sujeción: 50 m máxima corriente de conmutación acorde a EN/IEC 61800-3 categoría C2 Integrado con capacidad de sujeción: 150 m máxima corriente de conmutación acorde a EN/IEC 61800-3 categoría C3
Grado de protección IP	IP21 acorde a IEC 61800-5-1 IP21 acorde a IEC 60529
[Us] Tensión de alimentación	380...480 V
Grado de protección IP	UL tipo 1 acorde a UL 508C
Tipo de refrigeración	Convenc forzada
Frecuencia de alimentación	50...60 Hz - 5...5 % 380...480 V - 15...10 %
Potencia del motor en kW	22 kW - tipo de cable: carga normal) 18.5 kW - tipo de cable: carga pesada)
Potencia del motor en HP	30 hp carga normal 25 hp carga pesada
Corriente de línea	39.6 A en 380 V - tipo de cable: carga normal) 34.4 A en 480 V - tipo de cable: carga normal) 34.1 A en 380 V - tipo de cable: carga pesada) 29.9 A en 480 V - tipo de cable: carga pesada)
Corriente de cortocircuito de la red	50 kA
Potencia aparente	28.6 kVA en 480 V - tipo de cable: carga normal) 24.9 kVA en 480 V - tipo de cable: carga pesada)
Corriente de salida en continuo	46.3 A en 4 kHz para carga normal 39.2 A en 4 kHz para carga pesada
Perfil de control de motor asincrono	Modo optimo para el par Constant torque standard Par variable estandar
Perfil de control de motor sincrono	Motor de imanes permanentes Reluctancia del motor sincronico

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Anexo 57 Cable de fibra óptica

Redes de Terminación

CABLE ÓPTICO FIBER-LAN INDOOR/OUTDOOR



Designación	CFOT-EO
Descripción	Cable óptico tipo "tight" constituido de fibras ópticas con recubrimiento secundario ajustado (900 µm), reunidas y revestidas por fibras dieléctricas para soporte mecánico y una cubierta externa de material termoplástico no propagante a la llama con protección UV.
Aplicación	Ambiente de instalación: interno/externo. Ambiente de operación: En ductos y cajas de pasaje subterráneas susceptibles a inundaciones temporarias.

Características Constructivas

Tipos de fibra	Multimodo (50/125)	OM4 y OM3
	Monomodo (9/125)	G.652.D y G.657 (BLI)
Cantidad de fibras	02 hasta 12	
Clase de inflamabilidad	COG/OFNR* o LSZH	

Número de fibras	Diámetro externo nominal (mm)	Masa neta nominal (kg/km)	Carga máxima durante la instalación (kgf)	Radio mínimo de curvatura (mm)	
				Durante la instalación	Después de instalado
2	4.8	19	185	15 x diámetro externo del cable	10 x diámetro externo del cable
4	5.2	21			
6	5.6	24			
8	6	34			
12	6.5	40			

Desempeño

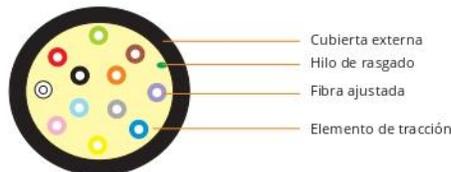
En acuerdo con ET 1183

Embalaje

Carrete de madera

Tramo estándar 2100 m para fibra multimodo y 2000 m para fibra monomodo

* Se aplica solamente en cable con cubierta en PVC y hasta 12 fibras.



FIBER-LAN INDOOR/OUTDOOR

Anexo 58 Adaptador de fibra óptica a RJ45



Datasheet 

We Innovate, Take you Explore unKnown!

Specifications



Products	WI-MC101M	WI-MC103G	WI-MC101G	WI-MC111G	WI-MC111GP	WI-MC111GP-O
Interface	1*1000Mbps SC Port 1*1000Mbps Ethernet Port	1*1000Mbps SC Port 1*1000Mbps Ethernet Port	1*1000Mbps SC Port 1*1000Mbps Ethernet Port	1*1000Mbps SFP Port 1*1000Mbps Ethernet Port	1*1000Mbps SFP Port 1*1000Mbps RJ-45 PoE Out Port with 802.3af/at	1*1000Mbps SFP Port 1*1000Mbps RJ-45 PoE Out Port with 802.3af/at
Wave Length	1310nm Tx/1550nm Rx			850nm/1310nm/1550nm		
Media	Single-mode Fiber			Single-mode Fiber Multi-mode Fiber		
Transmit Range	25km	3km	25km	Depend on the inserting SFP		
Power Supply	5V/1A	5V/2A	5V/1A	5V/2A	48-52V/1A	DC IN 44-57V
Dimensions	94*73*27 mm	94*73*27 mm	94*73*27 mm	94*73*27 mm	94*73*27 mm	160*83*44 mm
Application	Indoor					Outdoor (IP65 Waterproof)
OTHERS						
Certification	CE, FCC, RoHS					
Package Contents	2 x Media Converter 2 x Power Adapter 1 x Warranty Card	2 x Media Converter 2 x Power Adapter 1 x Warranty Card	2 x Media Converter 2 x Power Adapter 1 x Warranty Card	1 x Media Converter 1 x Power Adapter 1 x Warranty Card	1 x Media Converter 1 x Power Adapter 1 x Warranty Card	1 x Media Converter 1 x Warranty Card
Environment	Operating Temperature: 0°C-40°C (32-104) Storage Temperature: -40°C-70°C (-40-158) Operating Humidity: 10%-90% non-condensing Storage Humidity: 5%-90% non-condensing					

Anexo 59 Leds de 24 V

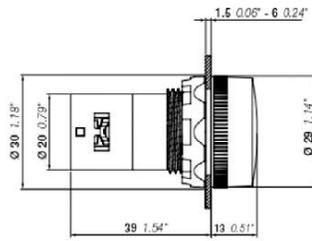
FICHA DEL PRODUCTO

DESCRIPCIÓN
APLICACIÓN:

Descripción

LED integrado, sin necesidad de bombilla.

Color	Intensidad nominal mA	Tensión anti inductiva Vp	Longitud de onda nm	Luminosidad lx	Tipo	Código de pedido
Tensión 24 V CA/CC						
● Rojo	16	6	625	80	CL2-502R	1SFA619403R5021
● Verde	16	6	520	135	CL2-502G	1SFA619403R5022
● Amarillo	16	6	590	55	CL2-502Y	1SFA619403R5023
● Azul	16	6	470	10	CL2-502L	1SFA619403R5024
○ Claro	16	6	(1)	230	CL2-502C	1SFA619403R5028
Tensión 110 a 130 V CA						
● Rojo	15-17	20	625	85	CL2-513R	1SFA619403R5131
● Verde	15-17	20	520	90	CL2-513G	1SFA619403R5132
● Amarillo	15-17	20	590	85	CL2-513Y	1SFA619403R5133
● Azul	15-17	20	470	10	CL2-513L	1SFA619403R5134
○ Claro	15-17	20	(1)	340	CL2-513C	1SFA619403R5138
Tensión 110 a 130 V CC						
● Rojo	8-9	20	625	55	CL2-515R	1SFA619403R5151
● Verde	8-9	20	520	125	CL2-515G	1SFA619403R5152
● Amarillo	8-9	20	590	50	CL2-515Y	1SFA619403R5153
● Azul	8-9	20	470	10	CL2-515L	1SFA619403R5154
○ Claro	8-9	20	(1)	210	CL2-515C	1SFA619403R5158
Tensión 230 V CA						
● Rojo	17	30	625	95	CL2-523R	1SFA619403R5231
● Verde	17	35	520	155	CL2-523G	1SFA619403R5232
● Amarillo	17	35	590	70	CL2-523Y	1SFA619403R5233
● Azul	17	35	470	10	CL2-523L	1SFA619403R5234
○ Claro	17	35	(1)	225	CL2-523C	1SFA619403R5238



CL2
Dimensiones (mm, pulgadas)

Anexo 60 Formulario de perforación y o concesión para aprovechamiento de agua

Formulario completo en el siguiente enlace: [https://da.go.cr/wp-](https://da.go.cr/wp-content/uploads/2016/06/DA-GRH-0021-Formulario-de-perforaci%C3%B3n-y-o-concesi%C3%B3n-para-aprovechamiento-de-aguas.docx)

[content/uploads/2016/06/DA-GRH-0021-Formulario-de-perforaci%C3%B3n-y-o-concesi%C3%B3n-para-aprovechamiento-de-aguas.docx](https://da.go.cr/wp-content/uploads/2016/06/DA-GRH-0021-Formulario-de-perforaci%C3%B3n-y-o-concesi%C3%B3n-para-aprovechamiento-de-aguas.docx)

 MINAE Ministerio de Ambiente y Energía	 DIRECCION de AGUA	 COSTA RICA TRABAJANDO, DECIDIENDO, MEJORANDO	Código N°: DA-GRH-0021	Paginas: 1 de 7
			Fecha emisión: 01/07/2016	Versión: 03
			Fecha de Entrada en vigencia 01/07/2016	

SOLICITUD DE PERFORACION Y/O CONCESION PARA APROVECHAMIENTO DE AGUAS	
<p>FUNDAMENTO JURIDICO: Ley de Aguas No.276 de 27 de agosto de 1942, Ley Orgánica del Ambiente No.7554 de 28 de septiembre de 1995, Código de Minería No.6797 de 23 de agosto de 1982, Reglamento Orgánico del MINAE No.35669-MINAE de 6 de enero de 2010, Reglamento de Registro de Perforación del Substrato para la Exploración y Aprovechamiento de Aguas Subterráneas No.35884-MINAE de 07 de marzo de 2010, Reglamento para el Permiso de Perforación y Concesión de Agua para el Autoabastecimiento en Condominios No.35271-S-MINAE de 2 de junio de 2009, Reglamento sobre procedimientos de evaluación de impacto ambiental N° 32734-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC de 9 de agosto de 2005, Reglamento de Sistemas de Desalinización No.40098-MINAE-S-TUR de 2 de noviembre de 2016, Reglamento para la calidad del Agua Potable Decreto N°38924-S de 12 de enero de 2015, Ley Constitutiva de la CCSS No.17 de 22 de octubre de 1943, Código de Normas y Procedimientos Tributarios No.4755 de 3 de mayo de 1971, Canon por Concepto de Aprovechamiento de Aguas Decreto 32808-MINAE de 24 de agosto de 2005.</p>	
REQUISITOS INDISPENSABLES PARA QUE ESTA SOLICITUD SEA RECIBIDA	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Presentar este formulario debidamente lleno con letra legible o impresa (Ley de Aguas, artículo 178) 2. Adjuntar los siguientes documentos: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> a) Certificación Literal de Propiedad (Registral o Notarial) del terreno en que se aprovechará el agua, con menos de tres meses de expedida. Excepciones son las Sociedades de Usuarios de Agua, las Municipalidades y la ESPH, cuando soliciten para abastecimiento poblacional. (Ley de Aguas, Artículo 178 inciso b) <input type="checkbox"/> b) Certificación de Personería Jurídica (Registral o Notarial), con menos de tres meses de expedida, cuando la solicitante sea persona jurídica. (Ley de Aguas, Artículo 178 inciso a) <input type="checkbox"/> c) Plano catastrado LEGIBLE, en que se marque la toma. (Ley de Aguas, Artículo 178 inciso h, Decreto 35884-MINAE) <input type="checkbox"/> d) Para concesión de pozo perforado con permiso, copia LEGIBLE del "Informe de Perforación". (Decreto 35884-MINAE) <input type="checkbox"/> e) Viabilidad Ambiental de SETENA. Si solicita CONCESION, podrá presentar constancia de que la tiene en trámite, pero deberá presentar la Viabilidad antes de dictarse la resolución final. Si solicita PERMISO DE PERFORACIÓN presentará la Viabilidad posteriormente, cuando se le notifique sobre la publicación del edicto. (Ley Orgánica del Ambiente, artículo 17, Decreto N° 32734-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, Voto 2019-2009 de la Sala Constitucional) 3. En caso de estar registrado como patrono ante la CCSS, se verificará que esté al día con las cuotas obrero-patronales. (Ley de la CCSS, artículo 74, inciso a) 4. Se verificará que esté al día con sus obligaciones fiscales ante el Ministerio de Hacienda. (Art. 18 bis. Ley No.4755) 	
REQUISITOS ESPECIALES	
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> a) Si se aprovechará en condominio, aportar carta de no disponibilidad hídrica emitida por el ente prestatario del acueducto local y reporte de resultados de análisis físico-químicos y microbiológicos del agua, que incluya todos los parámetros establecidos en los niveles N1, N2 y N3. Antes que el MINAE dicte resolución, deberá aportar Certificación de Propiedad que indique que se encuentra bajo régimen condominial. (Decreto N°35884-MINAE, Artículos 14, 32, Decreto N° 35271-S-MINAE Artículo 4, Decreto N°38924-S) <input type="checkbox"/> b) Si el agua se captará en el mar, para desalinización, aportar autorización de la Municipalidad cuando la toma, las obras de conducción y descarga se encuentren dentro de zona restringida de zona marítima terrestre, presentar resumen del proyecto, describiendo el proceso, la demanda máxima, diseño de la toma, estudio hidrogeológico que demuestre que no se provocará intrusión salina en las aguas continentales. (Decreto No. 40098-MINAE-S-TUR) <input type="checkbox"/> c) Si el pozo a perforar se ubica a un kilómetro o menos de la costa, deberá presentar un estudio de intrusión salina. Si se ubicará a menos de 100 metros de otros pozos legalmente inscritos, quebradas, ríos o nacimientos, deberá presentar un estudio de interferencia. (Art. 12, Decreto No. 35884-MINAE, Art. 8, Ley de Aguas). Si se ubicará a menos de 40 metros de un lindero o estructura, deberá presentar un estudio hidrogeológico donde se calcule el retro operacional del pozo, conforme las metodologías publicadas en la Gaceta de 31 de julio de 2012. Si desea saber si el sitio se ubica en zona con restricciones consulte a www.da.go.cr/SINIGRH/Centro de Documentación/Gestión de Acuíferos. <input type="checkbox"/> d) Si el pozo está perforado en finca de un propietario y el agua se aprovechará en finca de otro propietario debe aportar documento con la anuencia del propietario de la finca donde está perforado (su firma debe venir autenticada), con la respectiva Certificación Literal de la Propiedad, Certificación de Personería Jurídica y Plano Catastrado donde se marque el pozo. 	
ESPACIO PARA USO DE LA OFICINA	EXPEDIENTE No.
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Esta solicitud fue recibida del solicitante, quien firmó y exhibió identificación personal. <input type="checkbox"/> Esta solicitud fue recibida de: <p>Nombre: _____</p> <p>Identificación: _____</p>	<p>Firma del funcionario que recibe y sello de recibido</p>

Anexo 61 Declaración jurada geólogo



MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA
DIRECCIÓN DE AGUA



DECLARACIÓN JURADA GEÓLOGO

Ante mí, _____, Notario Público, comparece el señor XXXXXXXX, cédula xxxxxxxx, en su condición de Geólogo de la empresa perforadora XXXXXXXX la cual estuvo a cargo de la perforación del pozo, según permiso tramitado en el expediente administrativo xxxx-P, quien es impuesto de las penas que sanciona el artículo 316 del Código Penal, por el delito de Falso Testimonio, y el delito de perjurio que sanciona el artículo 318 del mismo cuerpo legal y manifiesta: que para los efectos del artículo 29 del Reglamento de Perforación número xxxxxxxx, la perforación se realizó respetando las condiciones indicadas en el permiso de perforación del Reglamento de, y la normativa vigente que rige la material, en especial, el artículo 8 de la Ley de Aguas, así como lo dispuesto en los artículos 14, 15, y 16 del Reglamento de Perforación N° ____ ES TODO. Firmamos en San José, a las xxxxxx horas xxxxxx minutos del xxxxxxxx de xxxxxx del dos mil veintiuno. -----



Contacto:
Web: <http://www.da.go.cr> Tel: (506)2103-2600
Correo: aguas@da.go.cr Fax: (506)2221-7516

Edificio ALVASA, entrada a la ruta 32, avenida 19 (Costado este del periódico La República), barrio Tournón, San José, Costa Rica.

Anexo 62 Declaración jurada empresas perforadoras



MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA
DIRECCIÓN DE AGUA



DECLARACION JURADA

Ante mí, _____, Notario Público, comparece el señor XXXXXXXXX, cédula xxxxxxxxx, en su condición de representante legal de la empresa perforadora xxxxxxxxxxxxxx, (si es persona jurídica indicar cédula jurídica XXXXXXXX), quien es impuesto de las penas que sanciona el artículo 316 del Código Penal, por el delito de Falso Testimonio, y el delito de perjurio que sanciona el artículo 318 del mismo cuerpo legal y manifiesta: que es representante legal (o propietario) de la empresa perforadora xxxxxxx, la cual se cuenta con licencia de perforación, inscrita en el Registro Nacional de Perforadoras que tiene la Dirección de Agua del MINAE. Asimismo declaro que se solicita renovar la licencia de perforación en las mismas condiciones originalmente solicitada, con el mismo equipo registrado e inscrito en el Registro Nacional, Sección de la Propiedad sección vehículos y logo de la maquinaria. (o si hubiese cambio de equipo o logo deberá de indicarse el nuevo equipo con los requerimientos y datos que indica el artículo 9 del Reglamento). Asimismo, exonerar de toda responsabilidad a las autoridades del Ministerio de Ambiente y Energía, si se llegase a corroborar alguna falsedad en la presente declaración, errores u omisiones en los documentos aportados, ES TODO. Firmamos en San José, a las xxxxxx horas xxxxxx minutos del xxxxxxxx de xxxxxxx del dos mil veintiuno. -----

Anexo 63 Formulario de cambio de empresa perforadora y o profesional responsable

			Código N°: DA-GRH-0139	Páginas: 1 de 1
			Fecha emisión: 18/05/2022	Versión 01
			Fecha de Entrada en vigencia 18/05/2022	

SOLICITUD DE CAMBIO DE EMPRESA PERFORADORA Y/O PROFESIONAL RESPONSABLE

Solicitante:	No. Cédula/Física o Jurídica
No. De Resolución del permiso otorgado:	Fecha:
Justificación:	

RESPONSABLE DE ESTA SOLICITUD

Geólogo:	Carnet CGCR:	Firma:
Representante de la nueva empresa	Cédula:	Firma:
Propietario del pozo	Cédula:	Firma:

Las tres firmas arriba estampadas son auténticas (firma y sello del notario):

De conformidad con el artículo 25 del Reglamento para la Perforación de Pozos y Aprovechamiento de Aguas Subterráneas.

REQUISITOS PARA PRESENTAR ESTA SOLICITUD

1. Completar el presente formulario debidamente firmado, así como la declaración jurada para la prórroga del permiso de perforación.
2. Está solicitud debe de presentarse dentro del plazo de vigencia del permiso de perforación, acompañada de la solicitud de prórroga del permiso de perforación.

DECLARACION JURADA PRORROGA DE PERMISO

Ante mí, _____, Notario Público, comparece el señor XXXXXXXXX, cédula xxxxxxxx, en su condición de solicitante del permiso de perforación que se tramita en el expediente administrativo xxxx-P, (si es persona jurídica indicar cédula jurídica XXXXXXXX), quien es impuesto de las penas que sanciona el artículo 316 del Código Penal, por el delito de Falso Testimonio, y el delito de perjurio que sanciona el artículo 318 del mismo cuerpo legal y manifiesta: que para los efectos del artículo 24 del Reglamento de Perforación número xxxxxxxx, la perforación se iniciará en un plazo de un mes contado a partir del xxxxxxxxxx, realizándose la perforación en las mismas condiciones que las otorgadas en el permiso original. **ES TODO.** Firmamos en San José, a las xxxxxx horas xxxxxx minutos del xxxxxxxxx de xxxxxx del dos mil veintiuno. -----

1.2 Anexo 64 Requisitos para solicitud de permisos APC de la Municipalidad de Carrillo



MUNICIPALIDAD DE CARRILLO REQUISITOS PARA SOLICITUD DE PERMISO

1. Formulario y Solicitud de Permiso de Construcción (descargar de la página web de la municipalidad, www.municarrillo.go.cr) debidamente lleno y firmado por el propietario, apoderado especial (debidamente facultado mediante poder especial) o el representante legal si es persona jurídica. En el caso de que el solicitante y el propietario no corresponda a la misma persona, deberá aportar Autorización autenticada por abogado. Señalar lugar para recibir notificaciones, por cualquier medio autorizado por la ley, sea correo electrónica ó fax.
2. Timbre Municipal de €100o (mil colones).
3. Informe Registral reciente, fotocopia de la escritura de la propiedad o declaración jurada si la propiedad no está inscrita (debidamente certificada).
4. Plano de Catastro **Visado** por la Municipalidad de Carrillo o (**sello** por ICT, Oficina del Polo Turístico Golfo de Papagayo uso de suelo, si está dentro del área de influencia).
5. Fotocopia de Cédulas Física del propietario o del apoderado especial. En caso que el propietario sea una persona jurídica deberá presentar una fotocopia de la Cédula de Identidad o Pasaporte del apoderado o representante legal de la sociedad.
6. Personería Jurídica certificada (sólo si el propietario es una persona jurídica).
7. Declaratoria de Interés Social (únicamente en caso de Bono).
8. Estar al día con todos los tributos municipales (impuestos, cánones, etc.).
9. Carta de AYA o ASADA certificando disponibilidad de agua para el proyecto a realizar. Si es pozo mecanizado (Concesión de Agua otorgado por el Departamento de Aguas del MINAE) y si es pozo artesanal (estudio de potabilidad solo para Vivienda o si esta registrado ante la Dirección de Aguas, el uso que indique)
10. Carta de Coopeguanacaste o ICE según área geográfica donde se ubique el proyecto, certificando servicio de electricidad.
11. Estar al día con el cumplimiento de las responsabilidades obrero patronales, con la CCSS por parte del propietario del inmueble. (se realiza consulta vía internet)
12. Encontrarse al día con FODESAF. (se realiza consulta vía internet)
13. Viabilidad Ambiental otorgada por SETENA si corresponde.
14. En caso que el terreno a construir enfrente a Ruta Nacional, deberá adjuntar el alineamiento vial y línea de construcción otorgados por el MOPT, (oficio y plano catastrado).
15. Alineamiento Fluvial otorgado por el INVU si colinda con quebrada o río.
16. APC. Planos constructivos debidamente sellados por el CFIA.
17. APC. Póliza de Riesgos del Trabajo del INS (Certificación emitida para la Municipalidad con los datos necesarios). Para obras construidas y **totalmente finalizadas** no se estará solicitando este requisito, en vista de la actual imposibilidad material de cumplir con el mismo. En el sistema APC en el espacio requerido adjuntar nota que indique que la obra esta totalmente finalizada.
18. APC. Contrato de Consultoría (CFIA) de todos los profesionales involucrados.
19. APC. Boleta de Visado de Planos Eléctricos (CFIA).
20. APC. Visado del Ministerio de Salud o Declaración Jurada.
21. APC. Visado INVU (Condominios, Urbanizaciones y las construcciones que deben cumplir con el artículo 8.-Capítulo II Requisitos para edificaciones en general en la Zona Marítimo Terrestre del Reglamento para el Trámite de Visado de Planos para la Construcción de Edificaciones en la Zona Marítimo Terrestre.)
22. APC. Aprobación AyA de los planos constructivos de proyecto (urbanizaciones o condominios).
23. APC. Visado Ingeniería de Bomberos, INS, según proyecto.
24. APC. Visado ICT en planos constructivos (construcciones que deben cumplir con el artículo 8.-Capítulo II Requisitos para edificaciones en general en la Zona Marítimo Terrestre del Reglamento para el Trámite de Visado de Planos para la Construcción de Edificaciones en la Zona Marítimo Terrestre.)
25. En físico. Carta emitida por ICT, Oficina Golfo de Papagayo para construcciones ubicadas en el área de influencia del Polo Turístico de Papagayo.
26. Uso de Suelo conforme.
27. Autorización emitida por la Dirección de Aguas MINAE, para realizar obras en cause como: entubar vado, revestir los cuerpos de agua de dominio público, construcción de bastiones y/o pilastras. Trasvases, cuando aplica. En el caso de las construcciones en Zona de Protección definidas en el artículo 33 de la Ley Forestal se debe adjuntar la autorización del área de Conservación Tempisque (ACT-MINAE).
28. Autorización de desfogue pluvial dado por la Municipalidad. Este requisito se solicitará en los casos que SETENA o el INVU así lo indican, sin ser una lista taxativa se señalan como ejemplos: urbanizaciones, condominios, hoteles, apartamentos, bodegas, proyectos industriales, estaciones de servicio, supermercados que superan los 500 metros cuadrados de construcción. En el caso de ampliaciones de unidades habitacionales o comerciales; siempre y cuando no requieran un servicio adicional de agua y/o electricidad, y en el tanto el área construida del nuevo permiso o el conjunto de área anteriormente construida – área de construcción antigua o anterior al nuevo permiso solicitado – con el área nueva de construcción – área de construcción constitutiva del nuevo permiso de construcción - no sumen los quinientos metros cuadrados no se solicitará este requisito.

Anexo 65 Solicitud de Permiso de construcción por APC de la Municipalidad de
Carrillo



MUNICIPALIDAD DE CARRILLO

SECCIÓN CONSTRUCCIONES

SOLICITUD DE PERMISO DE CONSTRUCCIÓN

Fecha: _____

Nombre del solicitante: _____

Cedula de identidad/ residencia/ pasaporte: _____

Nombre del propietario: _____

Cedula de identidad/ residencia/ jurídica: _____

Proyecto: _____

Plano catastrado: _____

Dirección: _____

Para Notificaciones:

Manifiesta el interesado que para recibir futuras notificaciones de este procedimiento y cualquier otro proceso Administrativo Municipal señala el siguiente lugar y/o medio

Fax: _____

Correo Electrónico: _____

Se le advierte al interesado que si el lugar y/o medio señalado fuese incierto, impreciso o inexistente, se tendrá por notificado de manera automática transcurridas 24 horas.

Firma del propietario

Identificación

Recibido por: _____

Nota: Solamente el propietario, cuando es una persona física o el representante legal, cuando se trate de una compañía o persona jurídica, pueden firmar la solicitud y el formulario para permisos de construcción.

Permiso Aprobado el día: _____

Se debe cancelar el respectivo Impuesto de Construcción para que el permiso tenga validez.

Cc: Archivo

Anexo 67 Tipo de cambio del dólar estadounidense según el BCCR

El tipo de cambio se consultó el día 20 de septiembre de 2023 en el Banco Central de

Costa Rica en el sitio web

<https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/frmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20400>

Tipo cambio de compra y de venta del dólar de los Estados Unidos de América

Referencia del Banco Central de Costa Rica

En colones costarricenses

	TIPO CAMBIO COMPRA	TIPO DE CAMBIO VENTA
4 Set 2023	534,16	539,77
5 Set 2023	532,04	541,46
6 Set 2023	533,59	539,96
7 Set 2023	533,80	540,28
8 Set 2023	533,76	540,63
9 Set 2023	535,50	542,11
10 Set 2023	535,50	542,11
11 Set 2023	535,50	542,11
12 Set 2023	534,81	541,68
13 Set 2023	532,79	538,52
14 Set 2023	531,17	535,56
15 Set 2023	527,76	534,71
16 Set 2023	527,76	534,71
17 Set 2023	527,76	534,71
18 Set 2023	527,76	534,71
19 Set 2023	528,70	535,34
20 Set 2023	530,36	536,55
21 Set 2023	533,27	539,73
22 Set 2023	536,53	541,85
23 Set 2023	538,05	543,60
24 Set 2023	538,05	543,60
25 Set 2023	538,05	543,60
26 Set 2023	535,29	540,72
27 Set 2023	532,11	536,63
28 Set 2023	530,84	535,62
29 Set 2023	531,62	538,69
30 Set 2023	534,47	542,35
1 Oct 2023	534,47	542,35
2 Oct 2023	534,47	542,35
3 Oct 2023	533,49	540,31

Anexo 68 Lista de salarios mínimos según el Ministerio de Trabajo y Seguridad

Social (MTSS)



LISTA DE SALARIOS MÍNIMOS
SECTOR PRIVADO
AÑO 2023

Según Decreto N°43849-MTSS, publicado en la Gaceta N°245, Alcance N°282 del 23 de diciembre del 2022, Rige 01 de enero del 2023

SIGLAS Y SALARIOS MÍNIMOS

TONC	Trabajador en Ocupación No Calificada	¢ 11.738,83
TOSC	Trabajador en Ocupación Semicalficada	¢ 12.765,12
TOC	Trabajador en Ocupación Calificada	¢ 13.154,99
TOE	Trabajador en Ocupación Especializada	¢ 15.333,31
TES	Trabajador de Especialización Superior	¢ 23.795,73
TONCG	Trabajador en Ocupación No Calificada (Genérico)	¢ 352.164,91
TOSCG	Trabajador en Ocupación Semicalficada (Genérico)	¢ 381.433,12
TOCG	Trabajador en Ocupación Calificada (Genérico)	¢ 396.210,87
TMED	Técnico Medio en Educación Diversificada	¢ 415.200,76
TOEG	Trabajador en Ocupación Especializada (Genérico)	¢ 452.407,20
TEdS	Técnico de Educación Superior	¢ 511.689,26
DES	Diplomado de Educación Superior	¢ 552.643,52
Bach.	Bachiller Universitario	¢ 626.828,55
Lic.	Licenciado Universitario	¢ 752.220,04

***Salario Mínimo Mensual.**

El Salario Mínimo que no tiene ninguna indicación (*), está por jornada ordinaria

Para mayor información y debido a que se han hecho circular algunas listas alteradas, se sugiere consultar personalmente en el Departamento de Salarios Mínimos en Barrio Toumon, Edificio Centro Comercial Tournon, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, primer piso.

Esta lista está disponible en:
www.mtss.go.cr

Anexo 69 Cargas sociales por la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS)

Distribución de los porcentajes de cotización

Caja Costarricense del Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Total Porcentaje
SEM	9.25%	5.50%	14.75%
IVM	5.42%	4.17%	9.59%
Total Aporte CCSS	14.67%	9.67%	24.34%
24.34%			
Cuota Patronal Banco Popular			0.25%
Asignaciones Familiares			5%
IMAS			0.50%
INA			1.50%
Total Aportes Otras Instituciones			7.25%
Ley de Protección al Trabajador			
Aporte Patrono Banco Popular			0.25%
Fondo de Capitalización Laboral			1.50%
Fondo de Pensiones Complementarias			2%
Aporte Trabajador Banco Popular			1%
INS			1%
Total Aportes LPT			5.75%
Total Porcentaje Aportes			37.34%

Anexo 70 Auxilio de cesantía en Costa Rica

Del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, obtenido de:

https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/07_Preaviso_cesantia_ind.pdf

pagar ese tiempo en dinero. Si la persona trabajadora no da el tiempo de preaviso, el empleador no podrá rebajarlo de las prestaciones; solo podrá reclamarlo en vía judicial durante los 30 días siguientes al término de la relación laboral.

¿CÓMO SE CALCULA EL PAGO DE PREAVISO?

Se calcula tomando en cuenta el promedio de los salarios ordinarios y extraordinarios efectivamente devengados por la persona trabajadora durante los últimos seis meses (se suman los salarios de los últimos seis meses y se divide entre seis para obtener el monto mensual) de vigencia del contrato, o fracción de tiempo menor si no hubiese ajustado dicho término. Para personas trabajadoras con pago mensual se divide el monto mensual entre 30 días y para el pago en forma semanal (excepto comercio), se divide el monto mensual entre 26 días, para obtener la proporción por día.

Para el promedio no se toma en cuenta el tiempo que la persona trabajadora estuvo incapacitada por enfermedad. En tal caso se suman los lapsos anterior y posterior a dicha incapacidad, para completar los 6 meses efectivos de trabajo. Cuando se trata de licencias por maternidad disfrutada durante ese lapso de los últimos 6 meses de labores, sí se toma en cuenta lo percibido por la trabajadora durante los 4 meses de la licencia porque dichas sumas se consideran salario.

¿QUÉ ES EL AUXILIO DE CESANTÍA?

Es un derecho que tienen las personas trabajadoras a ser indemnizadas en caso de terminación de la relación laboral con responsabilidad patronal. Es el equivalente al seguro de desempleo que existe en otros países. Su objetivo es asegurar a la persona trabajadora que es despedida con una cantidad mínima para mantenerse mientras encuentra otro trabajo.

¿CUÁNTO SE DEBE PAGAR EL AUXILIO DE CESANTÍA?

La persona empleadora deberá pagar un auxilio de cesantía de acuerdo con las siguientes reglas:

1. Después de un trabajo continuo no menor de tres meses ni mayor de seis, un importe igual a siete días de salario.
2. Después de un trabajo continuo mayor de seis meses pero menor de un año, un importe igual a catorce días de salario.
3. Después de un trabajo continuo mayor de un año, con el importe de días de salario indicado en la siguiente tabla:

a) AÑO 1	19,5 días por año laborado.
b) AÑO 2	20 días por año laborado o fracción superior a seis meses.
c) AÑO 3	20,5 días por año laborado o fracción superior a seis meses.
d) AÑO 4	21 días por año laborado o fracción superior a seis meses.
e) AÑO 5	21,24 días por año laborado o fracción superior a seis meses.
f) AÑO 6	21,5 días por año laborado o fracción superior a seis meses.
g) AÑO 7	22 días por año laborado o fracción superior a seis meses.

Anexo 71

Recomendación de sensor ultrasónico y presión

Se recomienda la utilización del equipo presente para una futura implementación.

Panda PWM Series

Bulk Ultrasonic Water Meter DN50-DN300



Technical Specification >>>

Max. Working Pressure	1.6Mpa
Temperature Class	T30, T50, T70, T90 (Default T30)
Accuracy Class	ISO 4064, Accuracy Class 2
Body Material	Stainless Steel 304 (opt. SS316L)
Battery Life	15 Years(Consumption≤0.3mW)
Protection Class	IP68
Environmental Temperature	-40°C~+70°C, ≤100%RH
Pressure Loss	ΔP10, ΔP16 (Based on different dynamic flow)
Climatic And Mechanical Environment	Class O
Electromagnetic Class	E2
Communication	RS485(baud rate is adjustable);Pulse, Opt. NB-IoT, GPRS
Display	9 digits multi-line LCD display. Can display cumulative flow, instantaneous flow, flow rate, pressure, temperature, error alarm, flow direction etc. at the same time
RS485	Default baud rate 9600bps (opt. 2400bps, 4800bps), Modbus-RTU
Connection	Flanges according to EN1092-1 (others customized)
Flow Profile Sensitivity Class	A Full Bore (U5/D3) B 20% Reduced Bore (U3/D0) C Reduced Bore (U0/D0)
Data Storage	Store the data, including day, month, and year for 10 years.The data can be permanently saved even powered off
Frequency	1.4 times/second

· Dimensions & Weight



Model	PWM									
	(mm)	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Nominal Size	(inch)	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
L-Standard length (mm)		200	200	225	250	250	300	350	450	500
L-Custom length (mm)		280	/	370	370	/	500	500	/	/
B-Width (mm)		162	185	200	220	255	285	340	406	489
H-Height (mm)		258	277	293	307	334	364	409	458	512
h-Height (mm)		74	89	96	106	120	138	169	189	216
D×n		18×4	18×4	18×8	18×8	18×8	22×8	22×8	22×12	22×12
K (mm)		125	145	160	180	210	240	295	350	400
Pressure(MPa)		1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.0	1.0	1.0
Weight (kg)		9	11.5	13	15	17	32	45	68	96

n:Bolt Hole Numbers K:Bole Hole Diameter
Remarks: Other length of pipe can be customized

