

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

MÁSTER EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN



ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS
SCADAS PARA ESTANDARIZACIÓN
DE APLICACIÓN Y PILOTO SOBRE
TECNOLOGÍA IGNITION

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Julio –2021

AUTOR: Verónica Valero Pastor

DIRECTOR/ES: Víctor García García

Francisco Javier Gomis Carreño

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a mis padres y mi hermano por su apoyo incondicional, sin ellos no hubiera llegado hasta aquí.

Dar las gracias también a mis compañeros de trabajo por hacer que el camino fuera más fácil durante estos años y conseguir mi meta.

Y, finalmente, a mis tutores Francisco Gomis y Víctor García por facilitarme su ayuda y experiencia durante el proyecto y brindarme esta nueva oportunidad de aprendizaje.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. ANTECEDENTES.....	15
1.2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA.....	16
1.3. METODOLOGÍA	17
1.3.1. FASES DEL PROYECTO	17
1.3.2. CRONOGRAMA	18
2. ESTADO DEL ARTE DE LAS SMART CITIES	20
2.1. ¿QUÉ ES UNA CIUDAD INTELIGENTE?.....	20
2.1.1. SMART ENVIRONMENT	22
2.1.2. SMART MOBILITY.....	22
2.1.3. SMART LIVING	23
2.1.4. SMART GOVERNANCE	23
2.1.5. SMART ECONOMY	24
2.1.6. SMART PEOPLE	24
2.2 RELEVANCIA DE CIUDADES INTELIGENTES	25
2.2.1. SMART CITIES INTERNACIONALES.....	27
2.2.2. SMART CITIES NACIONALES	32
2.3. ORGANISMOS DE REFERENCIA	37
2.3.1. RECI.....	37
2.3.2. ONTSI	38
2.3.3. TIPIFICACIÓN	42
2.3.4. ESTÁNDARES DE REFERENCIA	43
2.4. EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVA DE LAS SMART CITIES EN ESPAÑA.....	46
3. ÁMBITO ACTUACIÓN. MEDIO AMBIENTE.....	47
3.1. AGUA.....	47

3.2. EL CICLO DEL AGUA.....	50
3.3. PROBLEMÁTICAS DEL AGUA.	52
3.3.1. EL CICLO URBANO DEL AGUA.....	52
3.3.1.1. ABASTECIMIENTO.....	54
3.3.1.2. SANEAMIENTO	55
3.3.2. CAPTACIÓN.....	56
3.3.2.1. PROCESO DE CAPTACIÓN	56
3.3.2.2. CANAL DE DERIVACIÓN	62
3.3.2.3. POTABILIZACIÓN	63
3.3.2.4. DESALINIZACIÓN	64
3.3.2.5. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN	65
3.4. SISTEMAS DE TELECONTROL.....	67
3.4.1. SENSORES/ACTUADORES	67
3.4.2. AUTOMÁTAS.....	69
3.4.3. COMUNICACIONES.....	70
3.4.3.1. SCADA.....	71
4. SCADAS	72
4.1. STATE OF ART SCADA.....	72
4.1.1. Elementos que forman un sistema SCADA	75
4.1.2. Características de un sistema SCADA.....	76
4.2. ESTUDIO DE LAS DISTINTAS SOLUCIONES	77
4.2.1. INDUSOFT	77
4.2.2. IGNITION.....	79
4.2.3. CITECT.....	81
4.2.4. TOPKAPI.....	82
4.2.5. WINCCOA	83

4.2.6. CLEARSCADA.....	85
4.3. COMPARACIÓN	87
4.3.1. CRITERIOS DE COMPARACIÓN	87
Criterio 1. Arquitectura distribuida	87
Criterio 2. Redundancia en las comunicaciones	87
Criterio 3. Redundancia nativa de servicios	87
Criterio 4. Seguridad de acceso.....	87
Criterio 5. Preparado para aumento y/o carga de accesos	88
Criterio 6. Estandarización de plantillas.....	88
Criterio 7. Lenguajes de programación y compatibilidad con desarrolladores externos.....	88
Criterio 8. Entorno web.....	88
Criterio 9. Conexión con otras fuentes de datos	88
Criterio 10. Comunicaciones OPC UA.....	88
Criterio 11. Catalogación de alarmas	88
Criterio 12. Road map y capacidad del fabricante.....	89
Criterio 13. Soporte técnico	89
Criterio 14. Grado de conocimiento de Aquatec	89
Criterio 15. Open source	89
Criterio 16. Tipos de licencia.	89
Criterio 17. Platform agnostic	89
Criterio 18. Integración con GIS	89
4.3.2. RESULTADO COMPARACIÓN	90
5. <i>ÁMBITO ACTUACIÓN. CASO PRÁCTICO</i>	95
5.1. ANTECEDENTES. SISTEMA ACTUAL.....	95
5.2. DESCRIPCIÓN EMPRESA. AQUATEC.....	99

5.3. ANÁLISIS DE NECESIDADES	100
5.4. SOLUCIÓN PROPUESTA	101
5.4.1. INSTALACIÓN SCADA.....	101
5.4.3. DATATYPES	103
5.4.4. PANTALLAS	109
5.4.4.1. POP UPs ESTACIONES.....	121
5.4.4.2 VENTANA PRINCIPAL Y VENTANAS FIJAS	129
5.4.4.2 VISTA CLIENTE	131
5.4.4.3. Protocolos OPC Y OPC UA	144
5.4.5. PRESUPUESTO	146
6. CONCLUSIONES.....	148
ANEXOS.....	150
ANEXO I CRITERIOS COMPARACIÓN	
ANEXO II LISTA DE SEÑALES	
ANEXO III CREACIÓN DATATYPES	
ANEXO IV CREACIÓN DE PANTALLAS	
ANEXO V HISTORIZACIÓN Y ALARMAS	
ANEXO VI ACRÓNIMOS	
ANEXO VII BIBLIOGRAFÍA	

Índice de ilustraciones

<i>Figura1: Cronograma Fuente: elaboración propia</i>	19
<i>Figura2. Concepto Smart City. Fuente: Periódico digital de Teruel</i>	20
<i>Figura3. Funcionamiento Smart City. Fuente: “Estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes”. ONTSI</i>	21
<i>Figura4. Modelo de ciudad inteligente. Fuente: “Estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes.” ONTSI</i>	21
<i>Figura5. Cadena de valor de una Smart City. Fuente: “Estudio y guía metodológica sobre las ciudades inteligentes”. ONTSI</i>	26
<i>Figura6. Resumen y comparación de la ciudad NY con otras ciudades inteligente. Fuente: “Behind Smartcities Worldwide”, COIT</i>	28
<i>Figura7. Resumen y comparación de la ciudad de Japón con otras ciudades inteligentes. Fuente: “Behind Smartcities Worldwide”, COIT</i>	30
<i>Figura8. Resumen y comparación de la ciudad de ámsterdam con otras ciudades inteligentes. Fuente: “Behind Smartcities Worldwide”, COIT</i>	32
<i>Figura9. Pilares Fundamentales RCI. Fuente: “Impact Analysis of Smart City Networks in Cities Local Government”. COIT</i>	38
<i>FIGURA10. Propósitos ONTSI. Fuente: web oficial ONTSI</i>	39
<i>Figura11. Conjunto de ciudades de que forman la RECI. Fuente: REC</i>	41
<i>Figura12. Libro blanco de las Smart Cities. Fuente: Libro blanco de las Smart Cities</i>	43
<i>Figura13. Comité Técnico de Normalización. Fuente: “Las normas de las ciudades inteligentes.” Informe de situación, AENOR</i>	45
<i>Figura14. Eslogan Expo World Congress Barcelona 2019</i>	46
<i>Figura15. Cuerpo humano</i>	48
<i>Figura16. Esquema de las necesidades del agua. Fuente: “la gestión del ciclo urbano”. Aquatec</i>	49
<i>Figura17. Ciclo natural del agua. Fuente: “la gestión del ciclo urbano”. Aquatec</i>	50
<i>Figura18. Ciclo urbano del agua. Fuente: “la gestión del ciclo urbano”. Aquatec</i>	53

<i>Figura19. Sistemas de abastecimiento y saneamiento. Fuente: “La gestión del ciclo urbano”. Aquatec.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura20. Proceso de captación del ciclo urbano. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura21. Esquema de una captación con toma directa. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena</i>	<i>58</i>
<i>Figura22. Esquema de una toma con obras transversales con rejas. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena</i>	<i>58</i>
<i>Figura23. Esquema de una captación con obras transversales con toma lateral con presa de derivación. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena</i>	<i>59</i>
<i>Figura24. Esquema de una captación con tubería. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena</i>	<i>59</i>
<i>Figura25. Captación abierta de agua de mar. Desaladora Las Palmas III. Fuente: www.quimicadelagua.com.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura26. Pozo a la izquierda y sonda a la derecha. Fuente: Fichas didácticas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).....</i>	<i>61</i>
<i>Figura27. Galería filtrante, en este caso, transversal al escurrimiento. Fuente: Comisión Nacional del Agua, México (CONAGUA). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Obras de Toma</i>	<i>61</i>
<i>Figura28. Esquema general de un sistema de recuperación de agua pluvial en edificios. Fuente: “R+i Alliance”. Proyecto WR0802</i>	<i>62</i>
<i>Figura29. Foco del ciclo urbano del agua en potabilización. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura30: Esquema de las fases de potabilización de agua dulce. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec</i>	<i>64</i>
<i>Figura31. Fases de la desalación. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec</i>	<i>64</i>

<i>Figura32. Esquema de las fases del abastecimiento, indicando las correspondientes a la red de abastecimiento. Fuente: "La gestión del ciclo urbano del agua". Aquatec</i>	<i>65</i>
<i>Figura33. Detalle del sistema de transporte, almacenamiento y distribución dentro del ciclo urbano del agua. Fuente: "La gestión del ciclo urbano del agua". Aquatec.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura34. Esquema de sistema telecontrol. Fuente: "La gestión del ciclo urbano del agua". Aquatec.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura35. Estación de bombeo de agua potable de La Nucía. Fuente: "La Nucía TV"...</i>	<i>68</i>
<i>Figura36. Funcionamiento PLC. Fuente:"[1]"</i>	<i>69</i>
<i>Figura38. Ejemplo SCADA.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura39. Esquema bloques SCADA. Fuente: "NI, TECHNICAL SYMPOSIUM, 2006"</i>	<i>72</i>
<i>Figura40. Esquema básico SCADA. Fuente: "Miniproyecto de automatización industrial, UPC 2004"</i>	<i>73</i>
<i>Siguiendo el orden de abajo hacia arriba, se encuentra en primer lugar lo sensores y actuadores. Son los elementos básicos, permiten detectar situaciones y magnitudes físicas que hacen que intervenga el sistema.</i>	<i>74</i>
<i>Figura41. PIRÁMIDE AUTOMATIZACIÓN: "UPV,2017".....</i>	<i>74</i>
<i>Figura42. Características SCADA: "UPV,2017"</i>	<i>77</i>
<i>Figura43. SMA ejecutándose en dispositivos portátiles compatibles con HTML5. Fuente. "Indusoft".</i>	<i>79</i>
<i>Figura44. Concepto SCADA Ignition. Fuente: "Inductive Automation"</i>	<i>80</i>
<i>Figura45. Logo Citect SCADA. Fuente. "Schneider Electric"</i>	<i>81</i>
<i>Figura46. Pantallas de resúmenes y tendencias de TOPKAPI. Fuente: "TOPAKI"</i>	<i>82</i>
<i>Figura47. Proyecto de éxito TOPKAPI. Fuente: "TOPAKI"</i>	<i>82</i>
<i>Figura48. Arquitectura TOPKAPI. Fuente: "TOPAKI".....</i>	<i>83</i>
<i>Figura49. Proyecto Aguas Galesas con WINCCOA SCADA. Fuente: "Página oficial wincco"</i>	<i>84</i>
<i>Figura50. Proyecto Aguas Galesas con WINCCOA SCADA. Fuente: "Página oficial wincco"</i>	<i>85</i>

<i>Figuras 51 y 52. Aplicación dispositivo móvil ClearSCADA. Fuente: “página oficial ClearSCADA”</i>	86
<i>Figura53. Esquema hidráulico. Fuente: Elaboración propia</i>	97
<i>Figura54. Proyectos Aquatec. Fuente: Aquatec</i>	100
<i>Figura55. Descarga ignition. Fuente: Inductive Automation</i>	102
<i>Figura56. Certificados. Fuente: Elaboración propia</i>	102
<i>Figura57. Pantalla principal Ignition Fuente: Elaboración propia</i>	103
<i>Figura58. Señales balsa almacenamiento 2. Fuente: Lista de señales, Aquatec</i>	103
<i>Figura59. Ventana principal proyecto. Fuente: Elaboración propia</i>	104
<i>Figura60. Tag browser. Fuente: Elaboración propia</i>	104
<i>Figura61. Tag browser. Fuente: Elaboración propia</i>	105
<i>Figura62. Etiquetas configuradas en cada estación. Fuente: Elaboración propia</i>	105
<i>Figura63. Creación datatype. Fuente: Elaboración propia</i>	106
<i>Figura64. Creación etiqueta y señales. Fuente: Elaboración propia</i>	106
<i>Figura65. Creación etiqueta y señales. Fuente: Elaboración propia</i>	107
<i>Figura66. Creación etiqueta y señales. Fuente: Elaboración propia</i>	107
<i>Figura67. Configuración señales. Fuente: Elaboración propia</i>	108
<i>Figura68. Configuración señales. Fuente: Elaboración propia</i>	108
<i>Figura69. Balsa almacenamiento 2. Fuente: Lista de señales, Aquatec</i>	109
<i>Figura70. Paleta de componentes. Fuente: Elaboración propia</i>	110
<i>Figura71. Union bomba 1. Fuente: Elaboración propia</i>	110
<i>Figura72. Configuración propiedades bomba 1. Fuente: Elaboración propia</i>	111
<i>Figura73. Template bomba 1. Fuente: Elaboración propia</i>	111
<i>Figura74. Template. Fuente: Elaboración propia</i>	112
<i>Figura75. Elemento presión. Fuente: Elaboración propia</i>	112
<i>Figura77. Template presión. Fuente: Elaboración propia</i>	113

<i>Figura78. Elemento contador. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>113</i>
<i>Figura79. Template contador. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>114</i>
<i>Figura80. Configurar elemento nivel en depósito. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura81. Paleta display. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura82. Propiedades nivel. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura83. Icono bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>117</i>
<i>Figura84. Propiedades bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>117</i>
<i>Figura85. Propiedades bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>118</i>
<i>Figura86. Icono bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>118</i>
<i>Figura87. Propiedades bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>119</i>
<i>Figura88. Propiedades bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>120</i>
<i>Figura89. Estación balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>120</i>
<i>Figura90. Selección pop up. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>121</i>
<i>Figura91. Selección pop up. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>121</i>
<i>Figura92. Parámetro UDT. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>122</i>
<i>Figura93. Elección display. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>123</i>
<i>Figura94. Pop up bomba. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>123</i>
<i>Figura95. Propiedades UDT bomba. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>124</i>
<i>Figura96. Botón bomba. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>125</i>
<i>Figura97. Pop up activada bomba. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>125</i>
<i>Figura98. Activar/desactivar bomba. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>125</i>
<i>Figura99. Pop up desactivada bomba. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>126</i>
<i>Una vez apagada aparece en la estación como se muestra en la figura100:.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura100. Pop up desactivada bomba. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>126</i>
<i>Figura101. Configuración pop up. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura102. Configuración pop up. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>128</i>

<i>Figura103. Pop up bomba esquema principal. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>128</i>
<i>Figura104. Ventana fija superior. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>129</i>
<i>Figura105. Ventana fija izq. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>130</i>
<i>Figura106. Sinóptico general. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>131</i>
<i>Figura107. Proyecto login. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>132</i>
<i>Figura108. Vista principal. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>132</i>
<i>Figura109. Historización bombas Fuente: Elaboración propia</i>	<i>133</i>
<i>Figura110. Captación Agua Industrial 1. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>134</i>
<i>Figura111. Historigrama Captación Agua Industrial 1. Fuente: Elaboración propia ..</i>	<i>135</i>
<i>Figura112. Balsa almacenamiento 1. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>135</i>
<i>Figura113. Historigrama Balsa almacenamiento 1. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>136</i>
<i>Figura114. Balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>137</i>
<i>Figura115. Historigrama Balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>137</i>
<i>Figura116. Balsa almacenamiento 3. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>138</i>
<i>Figura117. Historigrama Balsa almacenamiento 3. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>139</i>
<i>Figura118. ETAP. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>140</i>
<i>Figura119. Historigrama ETAP. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>140</i>
<i>Figura120. Depósito Distribución Potable 2. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>141</i>
<i>Figura121. Historigrama Depósito Distribución Potable 2. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>141</i>
<i>Figura122. Depósito Distribución Potable 1. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>142</i>
<i>Figura123. Historigrama Depósito Distribución Potable 1. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>142</i>
<i>Figura124. Captación Agua Potable. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>143</i>
<i>Figura125. Historigrama Captación Agua Potable. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>143</i>
<i>Figura129. Sistemas distribuido en WinCCOA. Fuente: "Sothis"</i>	<i>II</i>

Figura130. Arquitectura básica de gestión centralizada en Ignition. Fuente: "inductiveautomation.com" III

Figura 132. Arquitectura para ClearSCADA de Electronic Schneider. Fuente: "Schneider Electronic, 2014" V

Índice de tablas

<i>Tabla1. Tipificación de ciudades. Fuente: elaboración propia</i>	<i>42</i>
<i>Tabla2. Resumen valoración y peso de cada una de las tecnologías. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla3. Esquema hidráulico. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>96</i>
<i>Tabla4. Tabla salarios. Fuente: elaboración propia</i>	<i>146</i>
<i>Tabla5. Aproximación presupuesto. Fuente: elaboración propia</i>	<i>147</i>

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el proyecto que se va a realizar como Trabajo de Fin de Máster: elaboración del diseño e implantación de una aplicación SCADA con el objetivo de monitorizar y controlar el sistema de abastecimiento de agua potable en un parque industrial (debido a la Ley Orgánica 3/2018 no se hará referencia a la ubicación real del recinto). En primer lugar, se pondrá en situación al lector sobre el concepto de Smart City, así como las distintas áreas que abarca hasta llegar al ámbito concreto del agua. En este punto se explicará cómo se encuentra la distribución del agua en un parque industrial. Seguidamente, se definirán los objetivos a conseguir durante el proyecto.

Por último, se definirá la metodología utilizada, así como las distintas fases del proyecto junto a un cronograma mediante el diagrama de Gantt.

1.1. ANTECEDENTES

En la actualidad un sistema SCADA se utiliza para monitorizar y controlar equipos industriales en las distintas fases del proceso de desarrollo, producción o fabricación, por esta razón no tiene un sector determinado de aplicación. Se puede encontrar en un sistema que regule la distribución de agua potable (como es el proyecto que se está tratando), proceso destilado petroquímico o incluso, en sistemas de monitorización de servidores para prever posibles fallos y averías. Por tanto, este software puede integrar datos que han sido recogidos desde distintos dispositivos: sensores, equipos o PLCs entre otros en tiempo real, facilitando así la toma de decisiones en remoto.

Con todo ello, permite a los operarios cualificados llevar un control de los dispositivos en tiempo real. Además tiene la capacidad de crear alarmas para corregir posibles desviaciones.

Aquatec es una empresa IT que presta varios servicios como consultoría, diseño, instalación e implementación de soluciones para la optimización del ciclo integral del agua y preservación del medio ambiente. Además, el desarrollo de todas las aplicaciones es mediante tecnologías SCADAs.

El Trabajo de Fin de Máster consiste en desarrollar un proyecto piloto con una de las SCADAs estudiadas (Ignition, WinCC OA y ClearScada), según unos criterios de necesidades establecidos por Aquatec para comprobar si puede ser una alternativa óptima a la tecnología utilizada hasta el momento, Wonderware.

1.2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

El objetivo del proyecto es conocer si el estándar de arquitectura SCADA que tiene Aquatec hecho con la tecnología Wonderware se puede replicar en otras herramientas del mercado para tener una alternativa económica y técnica. Para ello se debe comprobar que son lo suficientemente potentes y cumplen con los requisitos necesarios por Aquatec.

Para ello, se han analizado distintos SCADAs en función de los criterios que necesita Aquatec para cumplir con sus necesidades. Una vez realizado el estudio de mercado y comprobar que es factible, se realiza un proyecto piloto. Este proyecto piloto, está basado en un estándar que Aquatec tiene predeterminado, en este caso es una zona industrial, no es para implantarlo en este parque industrial sino para evaluar si otras tecnologías cumplen con sus requisitos.

Para cumplir con el objetivo del proyecto ha sido necesario el estudio de distintos puntos:

- Se ha descrito el concepto de Smart City.
- Se han explicado los ámbitos abarcados por una Smart City, así como sus organismos y estándares de referencia.

- Se han desarrollado ejemplos de éxito de Smart City a nivel internacional y nacional.
- Se ha descrito y estudiado el ciclo urbano del agua
- Se ha realizado un estudio del arte de SCADAs, así como la presentación de varias soluciones de diferentes empresas.
- Se ha realizado una comparativa de distintas tecnologías SCADAs, en función de los criterios que necesita Aquatec para cumplir sus necesidades.
- Se ha realizado formación sobre el software propuesto.
- Se ha diseñado el proyecto piloto con el software propuesto.
- Se ha realizado un presupuesto aproximado de coste del proyecto.
- Se han realizado conclusiones globales sobre el trabajo realizado.

1.3. METODOLOGÍA

Al iniciar el proyecto se definieron unas fases de actuación para utilizarlo como guía para el desarrollo del mismo. También se hizo una estimación orientativa de la duración de cada una de las fases, creando un cronograma a seguir para verificar que la modalidad de trabajo era eficiente.

1.3.1. FASES DEL PROYECTO

Las fases del proyecto han sido las siguientes:

1. Documentación y planificación.
2. Estudio del arte de Smart Cities, ámbitos de actuación, tipificación y detección de necesidades.
3. Información sobre el ciclo del agua: se realiza un análisis del ciclo urbano del agua y todo su proceso.

4. Información sobre distintas aplicaciones SCADAs: donde se realiza un estudio del arte de SCADA, estudio de distintas tecnologías de distintas compañías. Finalmente, se toma una decisión en función de unos criterios.
5. Formación del software en el que se debe realizar el proyecto.
6. Desarrollo del proyecto piloto.
7. Realización de memoria y defensa.

1.3.2. CRONOGRAMA

En la figura 1 se puede observar las fechas orientativas que se han empleado en la elaboración de cada uno de los puntos de este proyecto:

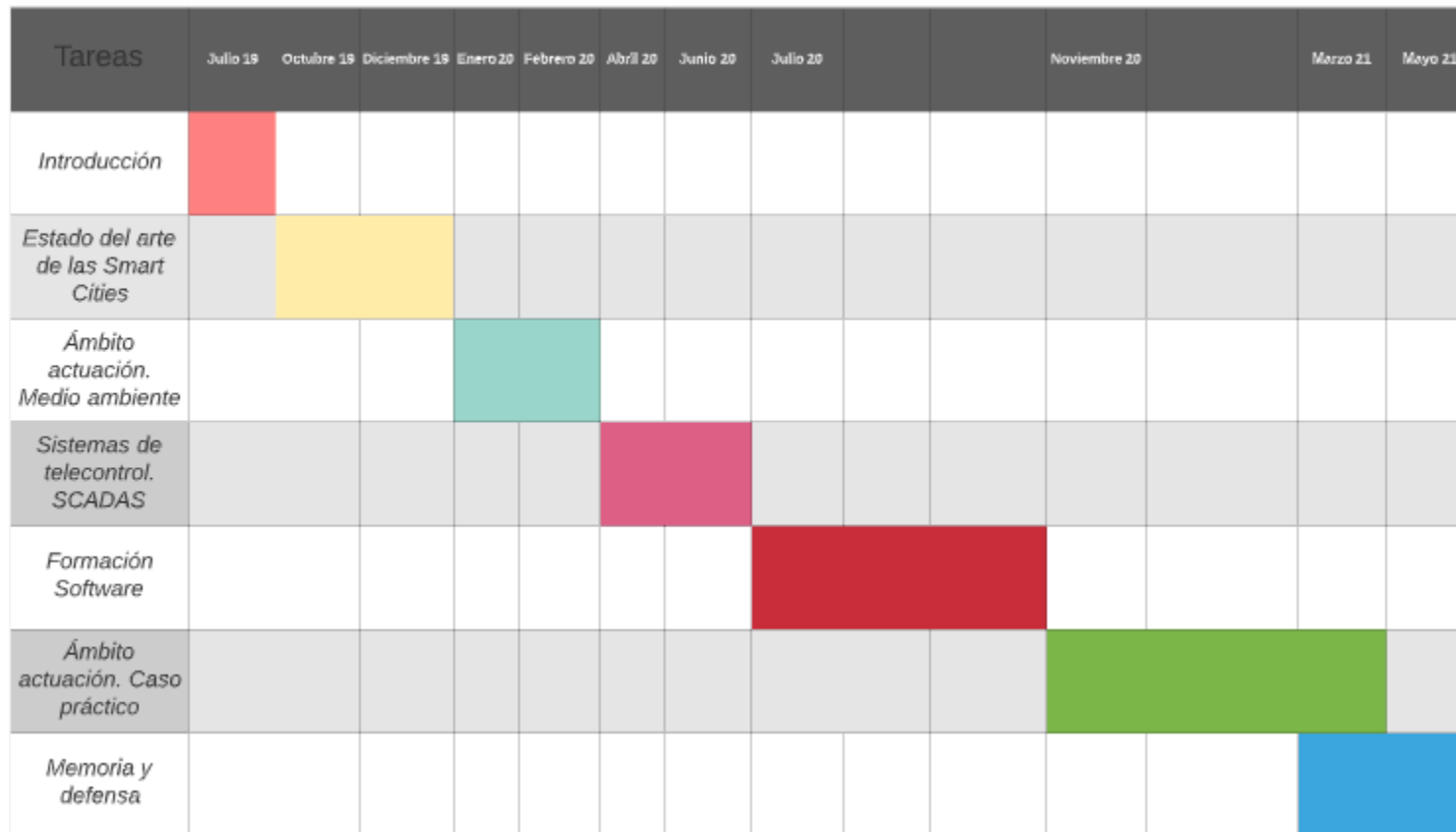


Figura1: Cronograma Fuente: elaboración propia

2. ESTADO DEL ARTE DE LAS SMART CITIES

Durante este apartado se va a introducir el concepto “Smart city” o “ciudad inteligente”, su definición además de los requisitos que necesita un núcleo urbano para que se le reconozca con este término. Se expondrán algunos ejemplos de éxito, tanto en ámbito internacional como nacional. Por último, se presentarán los organismos que regulan estas ciudades y las líneas futuras del concepto de ciudad inteligente en España.

2.1. ¿QUÉ ES UNA CIUDAD INTELIGENTE?

Una ciudad inteligente o Smart City es aquella que utiliza el potencial de la tecnología de la innovación, junto al resto de recursos para hacer de ellos un uso más eficaz, promover un desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Es decir, es aquella que utiliza las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para mejorar la calidad de vida, la sostenibilidad, la gestión eficiente y la accesibilidad de sus habitantes para realizar un desarrollo sostenible, económico, social y ambiental.



Figura2. Concepto Smart City. Fuente: Periódico digital de Teruel

La pieza clave para el funcionamiento de una Smart City es la participación ciudadana (figura3). Las ciudades inteligentes permiten que los ciudadanos interactúen con ella adaptándola a las necesidades de ese momento de una forma eficiente en calidad y coste, a su vez, haciendo un uso óptimo en la gestión de las infraestructuras, servicios urbanos, servicios prestados, por lo que puede ofrecer unas soluciones adaptadas a estos problemas reales e incluso llegando a anticiparse a ellos. [1] [2]



Figura3. Funcionamiento Smart City. Fuente: “Estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes”. ONTSI

Los ámbitos de aplicación de las ciudades inteligentes son distintos y muy amplios, entre los que se destaca:

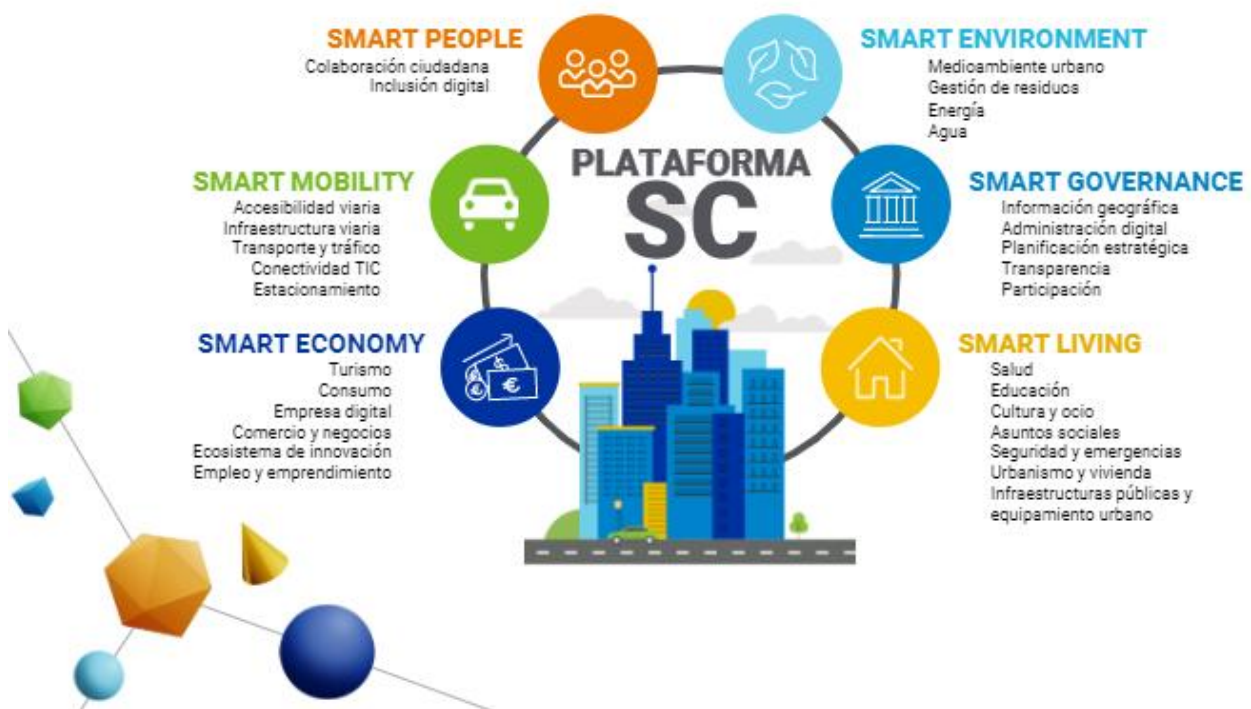


Figura4. Modelo de ciudad inteligente. Fuente: “Estudio y guía metodológica sobre ciudades inteligentes.” ONTSI

2.1.1. SMART ENVIRONMENT

Este ámbito se centra en utilizar de forma óptima y eficiente los recursos entorno urbano. En este apartado, se pueden incluir los sub-ámbitos:

- Agua
- Energía
- Gestión de residuos
- Medio Ambiente Urbano

Sistemas que permitan el ahorro de energía, realizar un consumo eficiente del agua, fomentar el reciclaje, reducir la emisión de gases nocivos, fomento del uso de vehículos eléctricos públicos y privados. [1]En este proyecto se hará especial hincapié en este ámbito.

2.1.2. SMART MOBILITY

Se centra en una gestión eficiente del tráfico, optimización de rutas del transporte público, infraestructuras sostenibles (Smart building), nuevos sistemas de alumbrado público con tecnologías LED, riego automático e inteligente de jardines, vehículos autónomos para transporta gente, sistema de enrutamiento inteligente para transporte de personas y paquetería. [1]

Los sub-apartados serían:

- Accesibilidad viaria
- Infraestructura viaria
- Transporte y tráfico
- Conectividad TIC
- Estacionamiento

2.1.3. SMART LIVING

Su principal función es mejorar la calidad de vida de la ciudadanía: telemedicina, teleasistencia, gestión de datos e historiales de pacientes, alertas a los servicios de emergencia automáticamente cuando una persona mayor o con movilidad reducida se ha caído o se ha desviado de su destino final entre ellas. CISEM (Centro Integrado de Seguridad y Emergencias) que es capaz de coordinar a varios cuerpos de seguridad y SAMUR para reducir así los tiempos de reacción y respuesta. [1]

Por tanto, se pueden encontrar los siguientes puntos dentro de este ámbito:

- Salud
- Educación
- Cultura y Ocio
- Asuntos sociales
- Seguridad y emergencias
- Urbanismo y vivienda
- Infraestructuras públicas y equipamiento urbano

2.1.4. SMART GOVERNANCE

En este ámbito se pretende un gobierno abierto que apoye de la tecnología para lograr: calidad, participación y eficiencia en los servicios ofrecidos. Ejemplos de ellos son: sistemas de administración electrónica, plataformas de pago online, iCloud, banda ancha para teléfonos móviles y wi-fi público gratuito en la ciudad. [1]

Se pueden destacar los siguientes puntos como sub-ámbitos:

- Información geográfica
- Administración Digital
- Planificación estratégica
- Transparencia
- Participación

2.1.5. SMART ECONOMY

Este ámbito está focalizado en el desarrollo de la economía y la competitividad de la ciudad promoviendo la innovación. Algunos de los sub-ámbitos son:

- Comercio y Negocios
- Consumo
- Ecosistema de innovación
- Empleo y Emprendimiento
- Empresa Digital
- Turismo

Se centra en desarrollar aplicaciones que sean capaces de realizar visitas turísticas guiadas a lo largo de la ciudad, guías de ocio y consumo (centros comerciales, restaurantes, tiendas)[1]Para poder conseguirlo, la ciudad está envuelta en una red de sensores habilitados para realizar mediciones de datos. Éstos se pueden cruzar, almacenar y gestionar en bases de datos para así obtener y elaborar modelos predictivos (Big Data). [1]

2.1.6. SMART PEOPLE

Este ámbito está centrado en potenciar el capital social y humano de la ciudad promoviendo una ciudadanía colaborativa e innovadora. Incluyendo los siguientes ámbitos:

- Colaboración ciudadana
- Inclusión digital

2.2 RELEVANCIA DE CIUDADES INTELIGENTES

Las Smart Cities o ciudades inteligentes, son el resultado de la creciente necesidad de orientar la vida de la ciudadanía hacia la sostenibilidad. Que dichas ciudades estén dotadas de infraestructuras, innovación y tecnología para ser capaces de reducir las emisiones de CO₂ y el consumo energético.

La tecnología necesaria para llevar a cabo esta transición, es el IoT (Internet of Things). Consiste en una red de dispositivos físicos conectados, permitiendo así que intercambien y compartan datos entre ellos. Además, el resultante análisis de datos puede mejorar la eficiencia de la ciudad, impulsar factores económicos y mejorar la vida de los ciudadanos. [3]

La aplicación desde donde se podrá controlar toda la información obtenida a través de la red de sensores es la plataforma de gestión de servicios. Los operadores de los distintos ámbitos podrán beneficiarse de esa información para la toma de decisiones, debido a que integra una visión completa de la ciudad. Conformada de una plataforma horizontal y escalable, la cual ofrece servicios de manera privada y segura. Simplificando el desarrollo y los costes de mantenimiento.

Los principales objetivos de una plataforma Smart City son los que se muestran en la figura5:

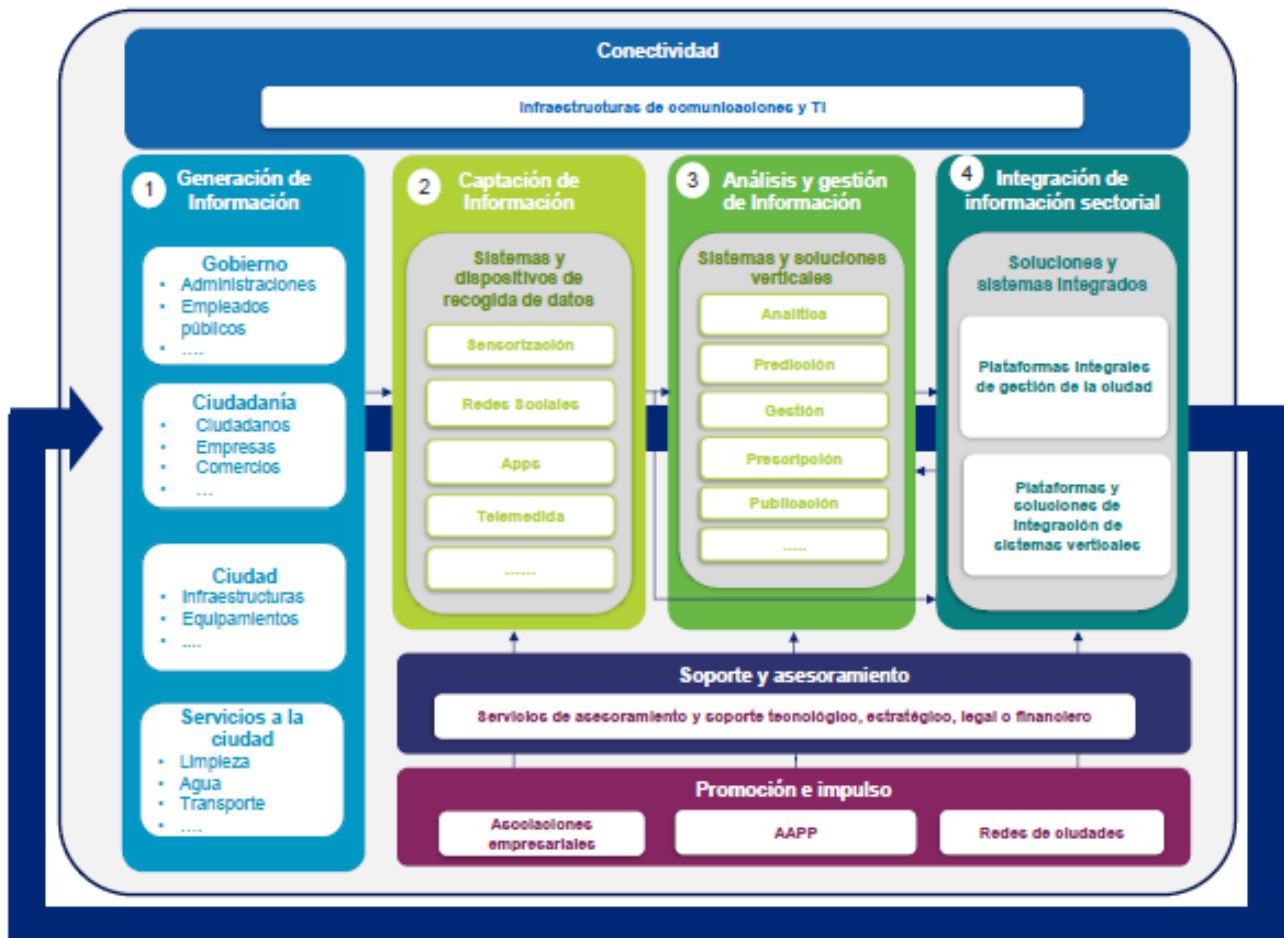


Figura5. Cadena de valor de una Smart City. Fuente: “Estudio y guía metodológica sobre las ciudades inteligentes”. ONTSI

- Recoger la información de la ciudad, ciudadanos y empresas, con la privacidad que le corresponde.
- Distribuir la información, para que pueda ser procesada por los responsables de los diferentes servicios.
- Analizar la información según los criterios definidos.
- Tomar decisiones devolviendo la información a los sistemas que ejecutan las distintas acciones.

Habitualmente, las ciudades se relacionan con el aumento de la población más joven debido a que es este sector el que se encuentra en edad laboral y en búsqueda de empleo.

Sin embargo, se proyecta que la gran mayoría de las ciudades del mundo muestren un aumento del segmento de más 65 años, en oposición a sus poblaciones en edad de trabajar (de 15 a 64 años) durante el período 2016-2030. Para 2030, se espera que el 15% de la población urbana mundial tenga más de 65 años, lo que equivale a 766 millones. [3] La población urbana en 2014 representó el 54% del total de la población mundial, en comparación con el 34% en 1960, y continúa creciendo.

Las ciudades con éxito serán las que sean capaces de integrar los ciudadanos que provienen de un área rural y la gestión de las personas mayores.

2.2.1. SMART CITIES INTERNACIONALES

También se han dado numerosos casos de éxito fuera de las fronteras españolas. Entre las cuales destacan:

NUEVA YORK

Sostenibilidad, resiliencia, crecimiento y valor es en lo que se sustenta su visión para su proyecto de desarrollo.

Las principales líneas de actuación del plan comprenden, para el año 2050 la reducción del 80% de las emisiones de gas con efecto invernadero entre las generadas por las centrales de energía, vehículos, residuos sólidos y del consumo energético de los edificios. Para el 2030 se ha planteado la reducción a cero de los residuos urbanos en vertederos antiguos. El plan de actuación establece un procesamiento específico de residuos orgánicos, reducción del uso de bolsas de plástico, la reutilización de los residuos textiles y electrónicos, la reducción del 90% de residuos comerciales, así como el programa especial de cero residuos en todos los colegios de la ciudad.

Los barrios residenciales y de oficinas de la ciudad contarán con los servicios de banda ancha para así incrementar la conectividad urbana.

En el ámbito que atañe a este proyecto, el del agua. La ciudad ha decidido modernizarse en cuanto a las infraestructuras de gestión, tratamiento y reciclaje de agua, drenaje de aguas pluviales y procesamiento de residuos.

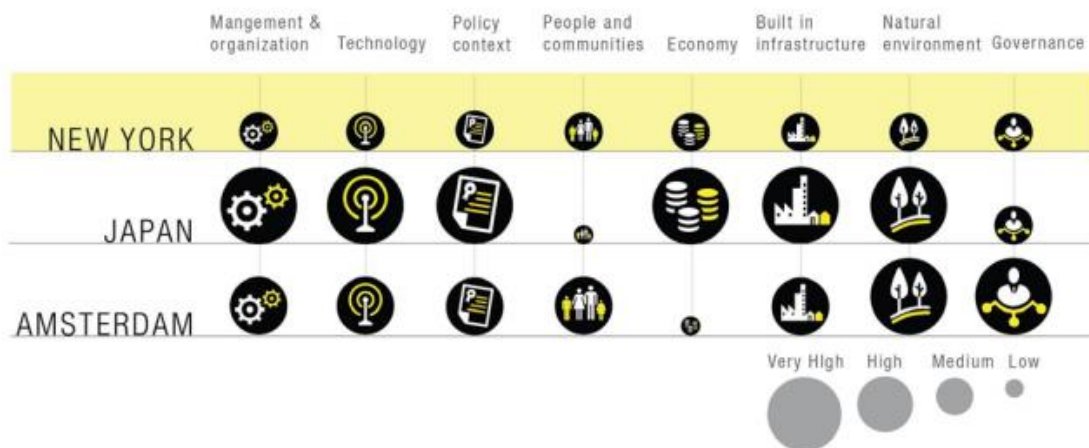


Figura6. Resumen y comparación de la ciudad NY con otras ciudades inteligentes.

Fuente: “Behind Smartcities Worldwide”, COIT

HONG KONG

Hong Kong es una ciudad puntera y tecnológicamente muy avanzada. Se han desarrollado aplicaciones móviles para todos los procedimientos administrativos e información sobre la ciudad, desde trámites en el aeropuerto, gestión de impuesto de importación de vehículos, a prevención de incendios, guía de comida saludable, acceso a las bibliotecas, guías de tráfico, agenda de eventos o facilidades para los ciudadanos de la tercera edad. Además, estas aplicaciones tienen implantadas el certificado digital para facilitar el uso a los ciudadanos de manera oficial. El acceso a distintos datos sobre los diferentes ámbitos de la ciudad como puede ser los servicios públicos de transporte o el nivel de contaminación, se facilitan en abierto a la población para procesarlo y conseguir la mejor solución.

En el ámbito de movilidad y transporte, destaca la tarjeta inteligente Octopus que permite desde el pago por el uso de transporte público, a pagos a débito o crédito en los comercios o parquímetros. Por otro lado, la tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) está implantada en el aeropuerto de la ciudad.

En cuanto al sistema sanitario, los ciudadanos disponen de historial clínico electrónico, lo que facilita el tratamiento y seguimiento de los pacientes.

JAPÓN

La gestión y organización en el modelo de ciudad inteligente de Japón se basa en cuatro experimentos de ubicación continua. Son conocidos como experimentos operacionales de ciudades inteligentes.

Los ejes de gobierno son cuatro pilotos de la ciudad:

- El proyecto Yokohama se embarcó en un despliegue de respuesta a la demanda en seis grandes edificios comerciales para probar los efectos del consumo de energía de las baterías de almacenamiento y las medidas de eficiencia energética.
- Toyota City examina el aumento de la demanda de energía a medida que se cargan varios vehículos eléctricos, el uso de almacenamiento de batería y un sistema de administración de energía.
- El proyecto Keihanna evalúa el uso de vehículos eléctricos estacionados como baterías de almacenamiento, en combinación con otras baterías de almacenamiento recicladas para reducir la demanda de energía de las fábricas.
- El proyecto Kitakyushu lleva a cabo una prueba dinámica de fijación de precios con los residentes como parte de su proyecto de creación de comunidades inteligentes, que establecen incentivos para reducir el consumo y compartir datos con las empresas de energía.

Tomando como ejemplo el caso de la ciudad de Yokohama, los socios del proyecto incluyen el gobierno local, la universidad, las empresas tecnológicas, la energía, incluido el gas, y las empresas inmobiliarias

El gobierno japonés reconoce que las infraestructuras sociales, que involucran electricidad, energía, agua, edificios, transporte, comunicaciones, servicios administrativos son "factores indispensables para garantizar que se pueda apoyar el estilo de vida de las personas y las empresas".

La economía del modelo en Japón va de la mano con la intención de desarrollar una industria inteligente para comercializar a nivel mundial. El objetivo principal debe ser considerar los estilos de vida de los ciudadanos, que al final determinarán la forma que las ciudades deben adoptar. Las ciudades inteligentes no son algo que solo deben abordar los gobiernos y las corporaciones y luego presentar a los residentes.

El entorno natural es el impulsor clave de los proyectos inteligentes en Japón. El origen de los proyectos de ciudades inteligentes en Japón son las secuelas del Gran Terremoto del Este de Japón que se produjo el 11 de marzo de 2011 y el posterior accidente de la central nuclear.

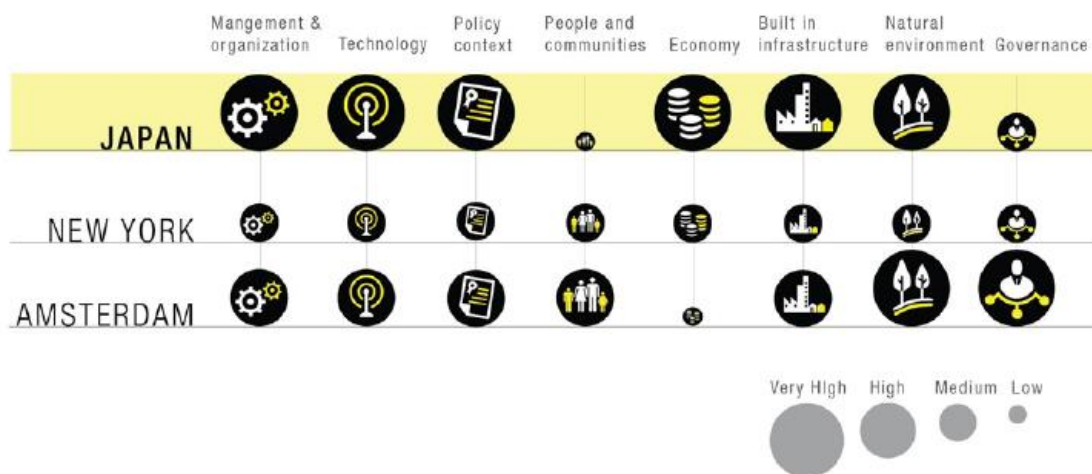


Figura7. Resumen y comparación de la ciudad de Japón con otras ciudades inteligentes. Fuente: "Behind Smartcities Worldwide", COIT

ÁMSTERDAM

La idea de que Ámsterdam se convirtiera en una ciudad más atractiva, limpia y un imán para las inversiones, inspiró y motivó a los políticos locales a desarrollar el programa de ciudad inteligente. Nació una asociación llamada Amsterdam Smart City Partnership (ASC), cuyo objetivo es lograr una ciudad totalmente sostenible para 2040.

Desde su creación en 2009, Amsterdam Smart City Partnership se ha convertido en una plataforma amplia, con más de 70 socios involucrados en una variedad de proyectos centrados en la transición energética y la conectividad abierta. Este enfoque ascendente hacia la sostenibilidad alienta en particular la participación activa de los ciudadanos para probar nuevas tecnologías.

Los 36 proyectos que comprenden Amsterdam Smart City, están vertebrados por cinco núcleos: vida, trabajo, movilidad, instalaciones públicas y datos abiertos. Otras iniciativas incluyen “Onze Energie”, uno de los proyectos más grandes de Amsterdam Smart City Partnership, está siendo diseñado para suministrar energía renovable a 8000 hogares, principalmente a través de molinos de viento.

El medio de transporte más común es la bicicleta, lo que ayuda a reducir las emisiones de gases. Esto hace que Ámsterdam sea considerada una de las ciudades más saludables de Europa.

Los proyectos de Amsterdam Smart City Partnership tienen como objetivo que los ciudadanos hagan un mejor uso de la energía limpia y renovable. Con los proyectos, el municipio está tratando de lograr un equilibrio entre la vida urbana y el medio ambiente sostenible.

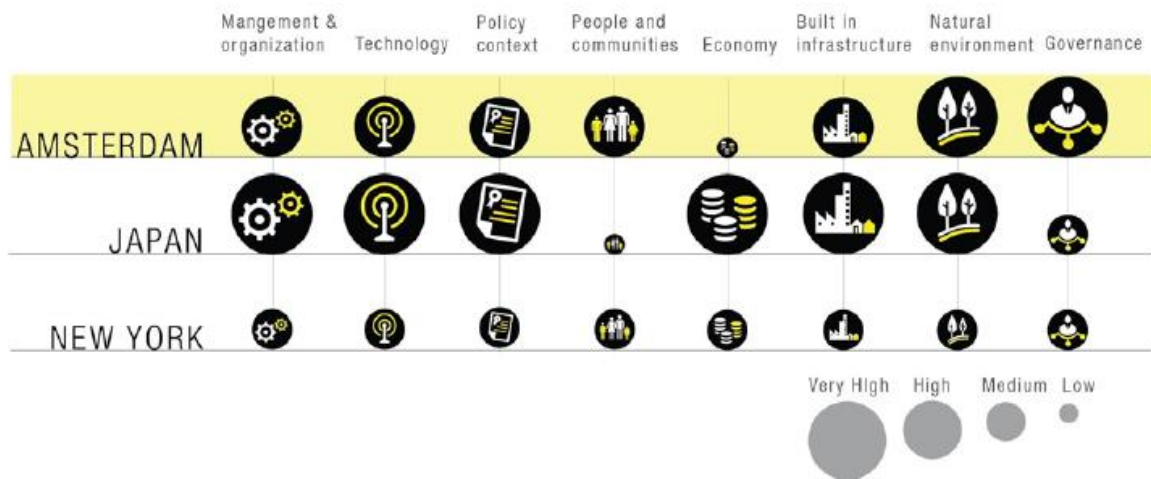


Figura8. Resumen y comparación de la ciudad de ámsterdam con otras ciudades inteligentes. Fuente: “Behind Smartcities Worldwide”, COIT.

2.2.2. SMART CITIES NACIONALES

En España se han dado varios casos de éxito en cuanto al desarrollo de Smart Cities, entre los que se destaca:

SANTANDER

Santander se ha posicionado en España como una de las ciudades pioneras en Smart Cities, centrándose en la aplicación del concepto de Internet de las Cosas y de Internet del Futuro. El proyecto SmartSantander se encuadra dentro del 7º Programa Marco financiado por la Comisión Europea, y bajo la iniciativa FIRE, Future Internet Research and Experimentation. SmartSantander propone una plataforma experimental de investigación para el desarrollo de aplicaciones y servicios asociados a una ciudad inteligente, por lo que la plataforma está concebida como un instrumento esencial para conseguir el liderazgo de la Unión Europea, EU, en el desarrollo de tecnologías para el Internet de las Cosas, IOT.

SmartSantander prevé el despliegue de un total de 20.000 sensores, instalados en las ciudades de Belgrado, Guildford, Lübeck y Santander, en esta última tendrá un despliegue de 12.000 sensores.

Las principales funciones y objetivos perseguidos por el proyecto son los siguientes:

1. Validación de los diferentes enfoques a la arquitectura de IoT.
2. Evaluación de los principales bloques constituyentes de la arquitectura IoT.
3. Evaluación de la aceptación social de las tecnologías y servicios de IoT.

Dentro del proyecto, se han desarrollado varios casos de uso dentro de Santander, que se detallan a continuación:

- Monitorización medioambiental estática: se han instalado alrededor de 2.000 dispositivos para medir parámetros medioambientales como temperatura, ruido y luz.
- Monitorización medioambiental móvil: se han instalado alrededor de 150 dispositivos en vehículos públicos (taxis, autobuses y coches de policía) para complementar las mediciones realizadas por los sensores estáticos del punto anterior.
- Gestión de aparcamiento en vía pública: se han instalado casi 400 sensores de aparcamiento para detectar las plazas libres en tiempo real.
- Monitorización de la intensidad del tráfico: se han instalado cerca de 60 dispositivos para medir el volumen de tráfico, la ocupación de la calle, la velocidad o el tamaño de las colas.
- Sistema de guiado de aparcamientos en vía pública: se han instalado 10 paneles para guiar a los conductores a los aparcamientos públicos.
- Riego de parques y jardines: se han instalado cerca de 50 dispositivos en dos zonas verdes de la ciudad para monitorizar parámetros de irrigación.
- Realidad aumentada: se han instalado alrededor de 2.000 etiquetas RFID/código QR conjuntas para etiquetar diferentes puntos de interés dentro de la ciudad.

MÁLAGA

La ciudad de Málaga está desarrollando su proyecto Smart City centrándose principalmente en la eficiencia energética mediante la integración de diferentes tecnologías en la Red Eléctrica de Distribución. Por ello, tiene como objetivos, en primer lugar reducir en 6.000 toneladas anuales las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) a la atmósfera y, en segundo, la reducción del 20% del consumo de energía, utilizando fuentes de energía renovables y aumentando así la eficiencia energética.

Algunas de las iniciativas desarrolladas para SmartCity Málaga son:

- Proyecto de movilidad eléctrica Zem 2 All: para su realización, participaron Telefónica, Mitsubishi, Hitachi y Endesa. Se introdujo una flota de 200 vehículos eléctricos con las tecnologías necesarias de infraestructuras, de comunicaciones, de optimización de la red de distribución energética y de interacción con el usuario.
- Proyecto Smart Costa del Sol: plataforma online impulsada por la Diputación de Málaga y con apoyo de Red.es, la cual incluye quince municipios malagueños y fomenta una mejor gestión en los recursos y servicios turísticos, agrupando la información facilitada al ciudadano, al turista, y a los agentes prestadores de servicios. Además, contempla diversas líneas de servicios como geolocalización, integración con plataformas de movilidad como Renfe y Aena, información de transporte y tráfico, del tiempo y de contenidos de interés turístico.
- Proyecto de alumbrado público inteligente: con el apoyo de Endesa, se han desarrollado tecnologías de iluminación eficientes que permiten a las administraciones públicas optimizar los recursos al tiempo que ofrecen un servicio de categoría mundial a sus ciudadanos.

BARCELONA

Barcelona ha apostado de manera decidida y potente por el objetivo de ser una Smart City con una clara ambición: posicionarse a nivel global como la ciudad líder en gobernanza inteligente. El proyecto, desarrolla una red inteligente que permite un

mayor ahorro y una gestión eficiente y sostenible, preparando a la ciudad para un modelo energético de futuro, basado en valores que persigan el progreso económico y social del entorno con una mayor eficiencia energética.

Algunas de las líneas del proyecto Smart City se detallan a continuación:

- Vehículo eléctrico: Barcelona persigue el uso del vehículo eléctrico siendo uno de los impulsores de su uso a través de acciones como la creación de la primera “Isla de energía” Endesa y el proyecto MOVELE (movilidad eléctrica). Desde el control instalado en la casa solar se gestionan los puntos de recarga instalados.
- Sistema de alumbrado público: se pretende una reducción importante de la contaminación lumínica y un menor uso de recursos energéticos implementado la tecnología LED (Ligth-Emitting Diode).
- Eficiencia en edificios: se persigue la eficiencia y sostenibilidad en edificios y redes propias, integrando la energía producida por fuentes renovables y su almacenamiento inteligente.
- Centro de Control de SmartCity Barcelona: se trata de un innovador pabellón diáfano y solar, ligero y desmontable con estructura modular y cubierta fotovoltaica que produce la energía que necesitan 12 viviendas tipo 100 kWh.

MADRID

La capital española cuenta con notables proyectos de Smart City centrados fundamente en los servicios a los ciudadanos, la seguridad, la sostenibilidad ambiental y la movilidad.

Algunos proyectos impulsados por Madrid han sido:

- Teleasistencia domiciliaria: se encuentra en el campo de los servicios a los ciudadanos, y ofrece teleasistencia domiciliaria a más de 120.000 personas mayores.
- Centro Integrado de Seguridad y Emergencias de Madrid (CISEM): coordina los servicios de Bomberos, Policía Municipal, Servicio de Asistencia Municipal de Urgencia y Rescate (SAMUR), Protección Civil y Agentes de Movilidad. El CISEM

ha conseguido tener tiempos de respuesta menores a 8 minutos para la policía y los bomberos, y menores a 7 minutos para el SAMUR.

- Centro de Gestión de la Movilidad: permite conocer el estado de la circulación en tiempo real y reducir las congestiones de tráfico, proporcionando la información a través de un sistema multicanal.
- Telecontrol del Río Manzanares: con el Telecontrol de las infraestructuras hidráulicas asociadas al Río Manzanares, se gestiona de forma automática las presas de regulación del río.

RIVAS VACIAMADRID

Su plataforma está formada por una red convergente, la cual tiene en cuenta diversos aspectos como: alumbrado público, semáforos, gestión de riego, etc. Han denominado a su plataforma con el nombre de REPEGIS. Se trata de un modelo open data, el cual terceras personas como investigadores y estudiantes pueden tratar con otros sistemas.

LA CORUÑA

El proyecto Coruña Futura empezó en 2011. Consta de un 40% de tejido TIC Gallego. Se subvenciona con fondos FEDER. El proyecto comenzó con la idea de adecuar todo el mercado en una plataforma horizontal de gestión. Para la realización del proyecto se han tenido en cuenta pequeñas necesidades como tráfico, apertura comercio, etc.

Su proyecto consiste en la creación de una plataforma de integración y después de ello, insertar las plataformas verticales. La plataforma horizontal es un sistema de acumulación de información, gestión de datos (big data). El concurso de licitación fue finalmente adjudicado a INDRA (con su proyecto SOFIA).

VALENCIA

Su proyecto de Smart city se inició en 2010 con un pacto local de innovación desde el ayuntamiento con todos los departamentos de I+D+i. Trabaja con RECI (Red Española de Ciudades Inteligentes). En cuanto a la parte interna del ayuntamiento cabe destacar que, en primer lugar se estudiaron todos los servicios que ofrecía la ciudad de Valencia para

valorar el nivel de Smart city que posee. Este estudio concluyó con la detección de carencias en cuanto a eficiencia energética.

2.3. ORGANISMOS DE REFERENCIA

En el siguiente apartado, se van a presentar los distintos organismos de normalización a nivel tanto nacional como internacional que crean la estandarización de las ciudades inteligentes.

2.3.1. RECI

La Red Española de Ciudades Inteligentes” (RECI) tiene como objetivo promover la gestión automática y eficiente de las infraestructuras y los servicios urbanos, para de esta forma poder obtener actividad económica y generar progreso entre ciudades.

Tal y como se viene diciendo, innovación y conocimiento junto con las TIC, son los pilares fundamentales en los que se basarán el éxito de las ciudades en los años venideros: facilitando la vida a la ciudadanía, sociedad más cohesionada y solidaria con la cooperación de los sectores públicos y privados, lo que ayuda a crear un espacio con un alto valor económico, talentoso y nuevas oportunidades en un entorno urbano.

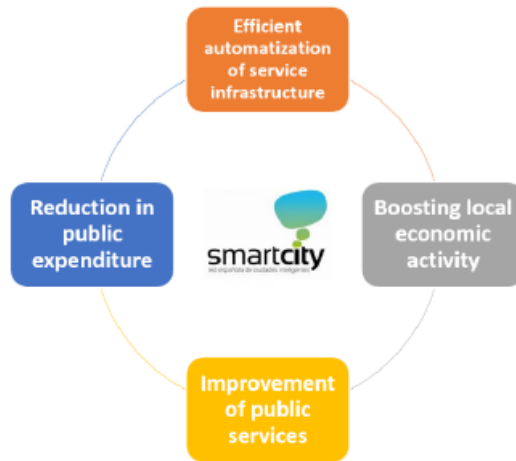


Figura9. Pilares Fundamentales RCI. Fuente: “Impact Analysis of Smart City Networks in Cities Local Government”. COIT

En la actualidad, RECI está compuesto por 83 ciudades como Elche, Alicante, Oviedo, Zaragoza, Pamplona, etc. [4] En la figura11 se detallan las ciudades que lo conforman.

La RECI trabaja activamente para seguir que el concepto smart city siga evolucionando. Recientemente, lanzó una encuesta para recoger información acerca del despliegue que están haciendo las comunidades autónomas y las ciudades de la red del Plan Moves (movilidad y eficiencia sostenible) del Ministerio para la Transición Ecológica.

2.3.2. ONTSI

El ONTSI es el observatorio español de la economía y la sociedad digital, su objetivo principal es generar conocimiento de valor para las políticas públicas en torno al desarrollo tecnológico y sus distintos impactos en la economía, el empleo, los servicios públicos, los derechos, la seguridad, la calidad de vida y la igualdad entre las personas. [7]

Mediante la realización de estudios e indicadores, analiza políticas y estrategias, evalúa programas, analiza tendencias, identifica buenas prácticas y procesa, difunde e intercambia conocimiento en relación a estos campos. [7] Su propósito principal es ser el centro para el análisis y seguimiento de la Sociedad de la Información en España:



Figura 10. Propósitos ONTSI. Fuente: web oficial ONTSI

Las funciones de la ONTSI según el artículo 21.1 de los estatutos de la entidad red.es son los siguientes:

- Elaborar estudios y realizar el seguimiento de las políticas desarrolladas por la Administración en el ámbito de las telecomunicaciones y de la sociedad de la Información, así como la evolución de las mismas, con objeto de mejorar y ampliar su marco referencial. [6]
- Elaborar informes y elevar propuestas en los distintos ámbitos que incidan en la viabilidad y desarrollo de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información en España. [6]
- Crear y desarrollar herramientas de gestión que permitan superar las limitaciones y aumentar la eficacia de las telecomunicaciones y de la sociedad de

la información y posibilitar el acceso generalizado de la población a las mismas.[6]

- Valorar el desarrollo y la evolución de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información en el ámbito empresarial, en especial en las pequeñas y medianas empresas, y elaborar un informe anual sobre los mismos, para lo que se dispondrá de la información estadística necesaria. [6]
- La elaboración de indicadores de desarrollo de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información y, en general, el análisis de la métrica del sector de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información en España. [6]
- El seguimiento del desarrollo de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información y el análisis de las principales iniciativas en el ámbito internacional. [6]
- Cualesquiera otras relacionadas con las anteriores que se le atribuyan. [6]

RECI

RED ESPAÑOLA DE CIUDADES INTELIGENTES
CONFORMADA POR 81 CIUDADES. SUPONEN EL 40% DEL TOTAL DE LA POBLACIÓN ESPAÑOLA. PIB NACIONAL 279.626M.€

Galicia (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Coruña: 243.870 / 26.450€ / 9,0% / 0,52%
Lugo: 98.134 / 22.737€ / 3,6% / 0,21%
Santiago de Compostela: 95.612 / 26.213€ / 3,5% / 0,21%
Vigo: 294.098 / 24.733€ / 10,8% / 0,63%

La Rioja (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Logroño: 151.344 / 25.554€ / 47,9% / 0,33%
--

Castilla y León (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Ávila: 58.358 / 24.284€ / 2,4% / 0,13%
Burgos: 177.100 / 25.919€ / 7,2% / 0,38
León: 127.817 / 26.970€ / 5,2% / 0,27%
Palencia: 79.595 / 24.062€ / 3,3% / 0,17%
Ponferrada: 67.367 / 22.749€ / 2,8% / 0,14%
Salamanca: 148.042 / 24.462€ / 6,7% / 0,32%
Segovia: 52.728 / 24.799€ / 2,2% / 0,11%
Valladolid: 303.905 / 25.624€ / 12,4% / 0,65%

Extremadura (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Badajoz: 150.000 / 24.556€ / 1,4% / 0,32%
Cáceres: 95.855 / 24.508€ / 0,9% / 0,21%
Mérida: 58.971 / 22.307€ / 0,5% / 0,13%

Andalucía (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Algeciras: 118.920 / 26.556€ / 1,4% / 0,26%
Almería: 194.203 / 22.970€ / 2,3% / 0,42%
Benalmádena: 66.939 / 23.265€ / 0,8% / 0,14%
Córdoba: 327.362 / 23.720€ / 3,9% / 0,70%
El Puerto de Santa María: 88.335 / 25.060€ / 1,1% / 0,19%
Estepona: 67.080 / 19.991€ / 0,8% / 0,14%
Fuengirola: 77.525 / 21.219€ / 0,9% / 0,17%
Granada: 235.800 / 26.774€ / 2,8% / 0,51%
Huelva: 146.318 / 23.850€ / 1,7% / 0,31%
Jaén: 115.395 / 23.999€ / 1,4% / 0,25%
Málaga: 572.947 / 23.955€ / 6,8% / 1,23%
Marbella: 139.537 / 22.788€ / 1,7% / 0,30%
Motril: 60.777 / 19.412€ / 0,7% / 0,13%
Roquetas de Mar: 90.623 / 20.550€ / 1,1% / 0,19%
Sevilla: 693.878 / 26.605€ / 8,3% / 1,49%

Asturias (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Gijón: 274.290 / 25.518€ / 26,3% / 0,59%
Oviedo: 221.870 / 27.339€ / 21,3% / 0,48%

Cantabria (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Santander: 173.957 / 27.167€ / 29,9% / 0,37%
--

Aragón (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Huesca: 52.239 / 25.088€ / 4,0% / 0,11%
Zaragoza: 664.953 / 26.340€ / 50,9% / 1,43%

Navarra (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)*

Pamplona: 195.853 / 18.213€ / 30,6% / 0,42%

País Vasco (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)**

Bilbao: 346.574 / 19.647€ / 15,8% / 0,74%
Vitoria: 243.918 / 19.558€ / 11,1% / 0,52%

Cataluña (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Barcelona: 1.604.555 / 32.954€ / 0,4% / 3,45%
L'Hospitalet de Llobregat: 252.171 / 23.092€ / 0,3% / 0,54%
Sant Cugat del Valldès: 87.830 / 45.901€ / 0,6% / 0,19%
Tarragona: 131.255 / 28.370€ / 0,4% / 0,28%

Islas Baleares (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Palma de Mallorca: 400.578 / 26.379€ / 36,2% / 0,86%
--

Com. Valenciana (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Alicante: 328.648 / 25.242€ / 6,6% / 0,71%
Alzira: 44.554 / 20.592€ / 0,9% / 0,10%
Benidorm: 69.045 / 20.165€ / 1,4% / 0,15%
Castellón de la Plana: 171.669 / 24.523€ / 3,5% / 0,37
Elche: 227.312 / 18.832€ / 4,6% / 0,49%
Orihuela: 82.675 / 18.624€ / 1,7% / 0,38%
Paterna: 67.340 / 24.729€ / 1,4% / 0,14%
Torrent: 80.107 / 22.093€ / 1,6% / 0,17%
Valencia: 786.189 / 26.928€ / 15,9% / 1,69%

Región de Murcia (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Cartagena: 216.451 / 23.659€ / 14,8% / 0,47%
Lorca: 91.714 / 18.476€ / 6,3% / 0,20%
Molina de Segura: 69.331 / 24.992€ / 14,7% / 0,15%
Murcia: 439.889 / 24.846€ / 30,0% / 0,95%

Madrid (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Alcalá de Henares: 198.750 / 26.109€ / 3,1% / 0,43%
Alcobendas: 113.055 / 45.427€ / 1,7% / 0,24%
Alcorcón: 167.136 / 25.607€ / 2,6% / 0,36%
Aranjuez: 58.168 / 25.412€ / 0,9% / 0,13%
Arganda del Rey: 54.533 / 22.830€ / 0,8% / 0,12%
Collado de Villalba: 62.056 / 26.124€ / 1,0% / 0,13%
Getafe: 174.921 / 25.643€ / 2,7% / 0,38%
Las Rozas: 93.520 / 46.173€ / 1,4% / 0,20%
Madrid: 3.141.991 / 34.122€ / 48,68 / 6,75%
Majadahonda: 70.800 / 47.148€ / 11% / 0,15%
Móstoles: 206.263 / 22.865€ / 3,2% / 0,44%
Pozuelo de Alarcón: 84.558 / 59.279€ / 1,3% / 0,18%
Rivas-Vaciamadrid: 81.473 / 30.124€ / 1,3% / 0,18%
Torrejón de Ardoz: 126.924 / 23.593€ / 2,0% / 0,27

Castilla La Mancha (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Albacete: 172.121 / 24.449€ / 8,4% / 0,37%
Ciudad Real: 74.427 / 27.271€ / 3,6% / 0,16%
Cuenca: 55.428 / 24.570€ / 2,7% / 0,12%
Guadalajara: 83.391 / 26.109€ / 4,1% / 0,18%
Talavera de la Reina: 85.150 / 20.368€ / 4,2% / 0,38%
Toledo: 83.226 / 26.296€ / 4,1% / 0,18%

Canarias (habitantes / Renta Bruta / %I / %II)

Las Palmas: 379.766 / 26.159€ / 18,1% / 0,82%
San Bartolomé de Tirajana: 54.932 / 21.070€ / 2,6% / 0,12%
San Cristobal de La Laguna: 152.843 / 23.263€ / 7,3% / 0,33%
Santa Cruz de Tenerife: 203.811 / 26.020€ / 9,7% / 0,44%



- Población: Número de habitantes por municipios
- Renta Bruta: Conjunto de ingresos percibidos durante el periodo fiscal
- %I: Porcentaje de población que representa el municipio con respecto a la CCAA
- %II: Porcentaje de población que representa el municipio con respecto a la población total de España

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas <http://www.ine.es/>

*Fuente: www.navarra.es
**Fuente: www.eustat.euskadi.net

Figura11. Conjunto de ciudades de que forman la RECI. Fuente: REC'

2.3.3. TIPIFICACIÓN

Las Smart Cities se pueden clasificar según distintos parámetros. En primer lugar, se debe conocer el número de habitantes que tiene la población. Una ciudad inteligente no está limitada a su zona metropolitana, sino que también pueden llegar a ser núcleos más reducidos de población, como una zona rural o de montaña.

Por normal general, las ciudades se pueden distinguir entre:

- Small City: ciudad pequeña
- Medium City: ciudad mediana
- Big City: ciudad grande

A día de hoy, no hay una normativa clara que esclarezca la cantidad de habitantes que posee cada tipo de ciudad ni sus características. Si se enfoca en cada una de ellas, se puede obtener más información acerca de su tipología.

Según distintos organismos como son la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI), Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones (ONTSI), y el Libro Blanco de Smart Cities elaborado por Madrid Network, Ernst & Young, Ferrovial Servicios y Enerlis (2012), se pueden clasificar en:

RECI	ONTSI	LIBRO BLANCO
<50.000 habitantes	<20.000 habitantes	<5.000 habitantes
>50.000 habitantes	20.000-100.000 habitantes	5.000-50.000 habitantes
	>100.000 habitantes	50.000-500.000 habitantes
		> 500.000 habitantes

Tabla1. Tipificación de ciudades. Fuente: elaboración propia

El objetivo del Libro Blanco (figura12) es transmitir ideas para que los responsables de la gestión de los municipios consideren la necesidad de evolucionar hacia un modelo eficiente y sostenible y que este modelo se construya ad-hoc a la casuística de cada municipio.

A lo largo de este documento se realizan una serie de reflexiones sobre los temas claves de las Smart City, a través de los siguientes bloques: gobierno, movilidad, sostenibilidad, población y economía. [5]

LIBRO BLANCO SMART CITIES



Figura12. Libro blanco de las Smart Cities. Fuente: Libro blanco de las Smart Cities

2.3.4. ESTÁNDARES DE REFERENCIA

El Comité Técnico de Normalización de AENOR AEN/CTN 178 “Ciudades Inteligentes”, es el encargado de la normalización de los requisitos, directrices, técnicas, indicadores y herramientas para contribuir en que las ciudades “normales” se conviertan en ciudades inteligentes. Su objetivo es facilitar la implantación de infraestructuras tecnológicas permitiendo el desarrollo de un modelo de gestión de servicios urbanos basados en la eficiencia, la sostenibilidad y la resiliencia[6].

El CTN 178 facilita la creación de los modelos de ciudad inteligente y establece las reglas necesarias para definir los diferentes elementos que configuran una Smart City.

Este comité está organizado en 5 grupos (figura 13), estos subcomités se encargan cada uno de una temática distinta.

- SC 1 “Infraestructuras”
- SC 2 “Indicadores y Semántica”
- SC 3 “Gobierno y Movilidad”
- SC 4 “Energía y Medio Ambiente”
- SC 5 “Destinos turísticos”

A su vez, estos subcomités cuentan con 25 grupos de trabajo. En total participan más de 300 expertos nacionales. [6]

Participación de Administración Pública Central en el CTN 178: [6]

- Ministerio de Industria, Energía y Turismo: SETSI, SEGITTUR, Red.es
- Ministerio de Economía y Competitividad.
- Ministerio de Fomento.
- Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.
- Ministerio de Sanidad, Seguridad Social e Igualdad: CEAPAT-IMSERSO.

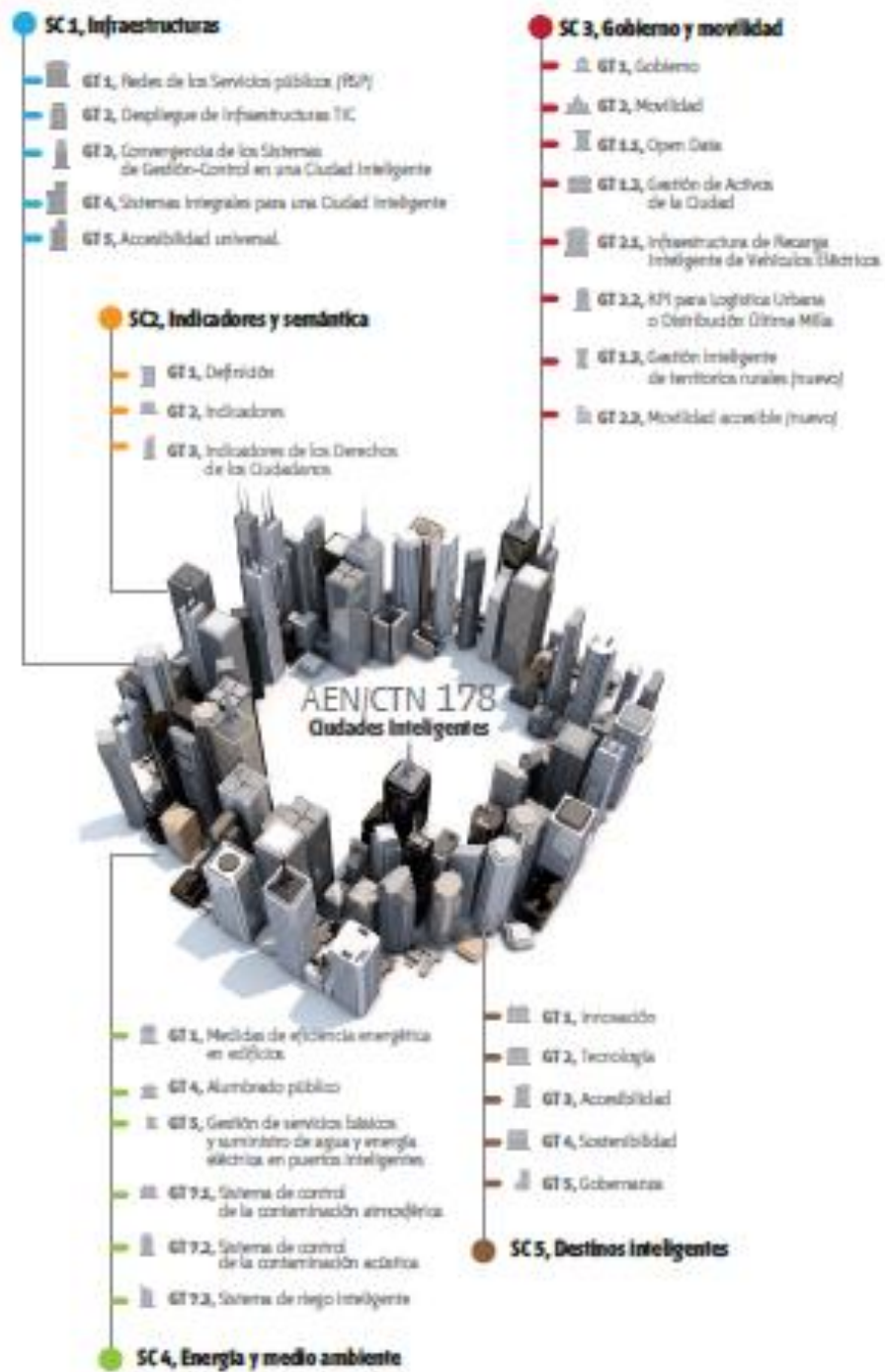


Figura13. Comité Técnico de Normalización. Fuente: “Las normas de las ciudades inteligentes.” Informe de situación, AENOR

2.4. EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVA DE LAS SMART CITIES EN ESPAÑA

Durante el mes de Noviembre del 2019 tuvo lugar el Expo World Congress sobre Smart City en Barcelona.



Figura14. Eslogan Expo World Congress Barcelona 2019

Los puntos que se han ido detallando a lo largo de este apartado, indican que España es un país consciente de los problemas existentes pero abierto a solucionarlos y/o mejorarlos a través de esta tecnología.

3. ÁMBITO ACTUACIÓN. MEDIO AMBIENTE

Este apartado se centra en la gestión eficiente y sostenible de los recursos dentro del entorno urbano. Como se ha mencionado anteriormente, dentro de este punto se encuentra: energía, gestión de residuos, medio ambiente urbano y agua. En el presente proyecto se describe como realizar un consumo eficiente de agua potable.

3.1. AGUA

Está estimado que en el planeta Tierra se encuentre un total de 1400km³ de agua, entre las cuáles: 97.5% es agua salada y 2.5% es agua dulce. A su vez, el agua dulce se divide en:

- El 68.9% se encuentra en forma de glaciares y hielo.
- El 29.9% es agua subterránea.
- El 0.3% se encuentra como agua superficial (lagos y ríos).
- El 0.9% se encuentra en la humedad del suelo, zonas húmedas y permafrost.

Por tanto, se puede decir que toda el agua que se encuentra en la Tierra es un recurso natural.

El cuerpo humano se compone de un 70% de agua aproximadamente. Éste lo recibe a través de gran parte de alimentos que se consumen diariamente que están compuestos de agua (verduras, fruta, carne, entre otros).

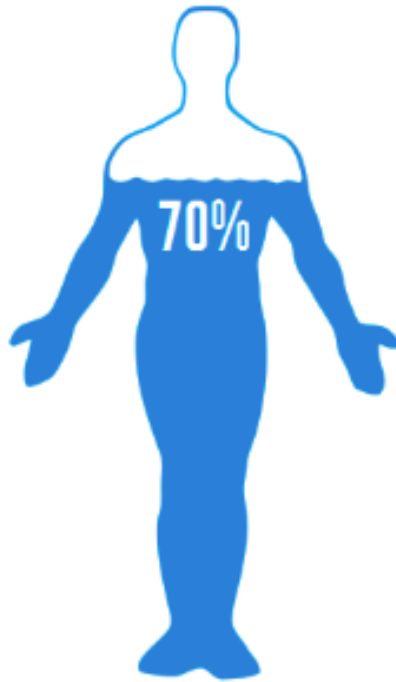


Figura15. Cuerpo humano

Las células del cuerpo humano contienen agua, debido a la propiedad de la misma de disolver gran parte de sustancias. Las células usan los nutrientes, minerales y elementos químicos obtenidos a través de la alimentación para los procesos biológicos vitales.

Los seres vivos necesitan ingerir un determinado volumen de agua para subsistir. Si una persona pierde un 10% del agua de su cuerpo, su vida puede encontrarse en situación de deshidratación que supondría un riesgo que aumenta de manera exponencial. La cantidad de agua que debe ingerir a diario una persona tiene que representar al menos el 3% de su peso, siendo el promedio de aproximadamente 2 litros por día.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la cantidad mínima de agua para consumo humano es de 50 L/hab·d.

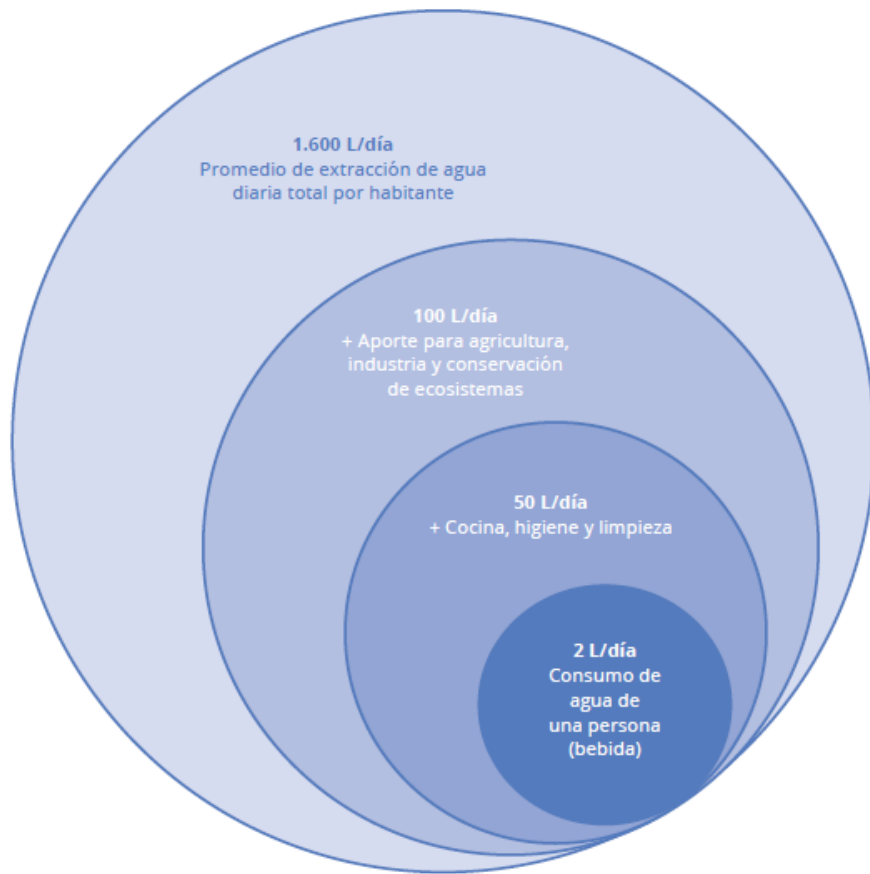


Figura16. Esquema de las necesidades del agua. Fuente: “la gestión del ciclo urbano”.
Aquatec

En las últimas décadas, se ha incrementado el acceso al agua potable. Estudios de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes del año 2030. Las necesidades de agua van aumentando a la par que lo hace la población mundial.

3.2. EL CICLO DEL AGUA

Tal y como se ha mencionado en anteriores apartados, el ser humano se compone, aproximadamente de un 70% de agua. Por tanto, el agua es vital y las necesidades de la misma, se incrementan según va aumentando la población mundial.

En la figura17 se puede encontrar el agua en sus tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso durante el ciclo natural del agua. Ésta se transforma constantemente: el agua superficial pasa a la atmósfera mediante la evaporación, también pasa a agua subterránea mediante la infiltración. Por otro lado, el agua en estado gaseoso pasa a agua superficial mediante la precipitación. Se trata de un ciclo en el que el agua se traslada de un lugar a otro, o cambia de estado físico. Dentro de este ciclo, hay una parte de agua que llega a la superficie terrestre y es aprovechada por los seres vivos.



Figura17. Ciclo natural del agua. Fuente: “la gestión del ciclo urbano”. Aquatec

Dentro del ciclo del agua se desarrollan distintas etapas:

- Evaporación: es la primera etapa del ciclo del agua. Durante este proceso, el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso o vapor. Este fenómeno se suele dar en la superficie de mares, océanos, superficie terrestre y también en organismos vivos.

- Condensación: en esta etapa el agua pasa de estado gas a estado líquido. Este fenómeno tiene lugar en las capas más altas de la atmósfera, donde la temperatura es inferior a la de la superficie terrestre y el vapor de agua se condensa formando pequeñas gotas, que constituyen las nubes.
- Precipitación: este fenómeno sucede cuando las gotas de agua que forman las nubes se enfrían y se acelera la condensación, dando lugar a la unión de las mismas para formar gotas de mayor tamaño, que finalmente se precipitan a la superficie terrestre como consecuencia de su mayor peso. Además este fenómeno puede darse de manera sólida, generando nieve o granizo, o líquida en forma de lluvia.
- Infiltración/percolación: el agua que llega a la superficie terrestre penetra a través de sus poros y pasa a ser agua subterránea, en función de la permeabilidad y pendiente del terreno. El agua infiltrada se incorpora a acuíferos naturales o vuelve a la atmósfera a través de la transpiración de las plantas.
- Escorrentía: es el deslizamiento del agua líquida, procedente de la precipitación o aguas subterráneas, por la superficie del terreno.
- Circulación subterránea: es el movimiento del agua líquida por el subsuelo.
- Fusión: durante esta etapa la nieve o el hielo experimenta un aumento de temperatura por lo que se transforma en agua líquida.
- Solidificación: mediante este proceso el agua pasa de estado vapor o líquido a estado sólido, debido a un gran descenso de la temperatura, por debajo de 0°. Si este fenómeno se da en el interior de una nube, provoca precipitaciones en forma de nieve o granizo.

- Sublimación: durante esta etapa el agua se transforma de estado sólido a estado gas, sin pasar por estado líquido. Este fenómeno ocurre en la superficie helada de los glaciares.

3.3. PROBLEMÁTICAS DEL AGUA.

El agua es un recurso esencial y necesario para todos los organismos vivos. A su vez es irregular y vulnerable en su forma de presentarse en el tiempo y en el espacio. Para dar respuesta a las necesidades de consumo de la población, se ha ido desarrollando un ciclo artificial que permite disponer del recurso captado para su uso y devolverlo al medio natural una vez utilizado.

3.3.1. EL CICLO URBANO DEL AGUA

El ciclo urbano del agua comienza en la captación del recurso de sus distintas fuentes (superficial, subterránea o marina) hasta su devolución al medio o su reutilización.

Se denomina ciclo integral del agua al ciclo urbano donde todas las etapas deben estar coordinadas para poder garantizar la preservación del medio natural, tanto en la captación como en el uso y retorno del agua. Así se puede captar de nuevo en el futuro, con el fin de preservar la salud de las personas y el medio ambiente.



Figura18. Ciclo urbano del agua. Fuente: “la gestión del ciclo urbano”. Aquatec

El ciclo urbano del agua se divide en dos grandes sistemas: abastecimiento y saneamiento.

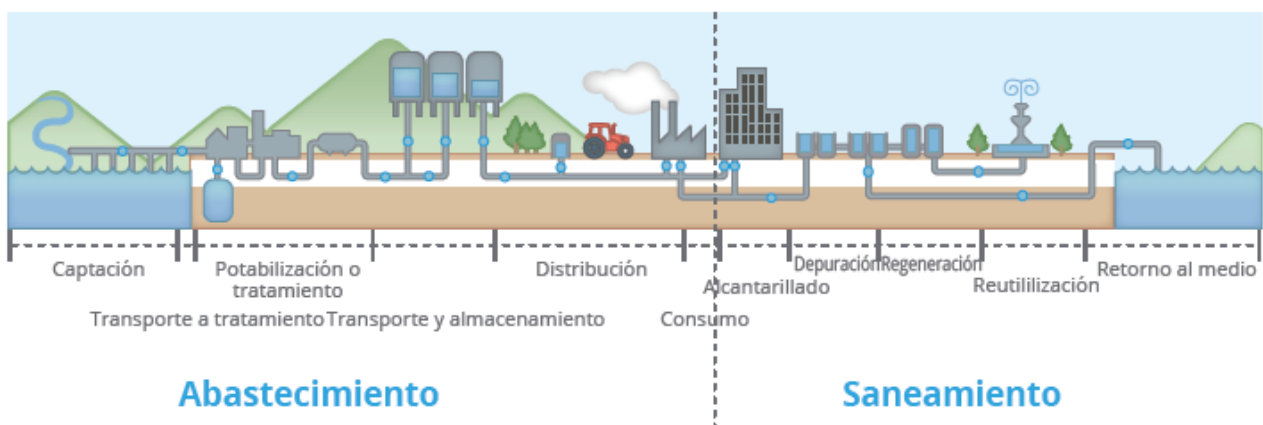


Figura19. Sistemas de abastecimiento y saneamiento. Fuente: “La gestión del ciclo urbano”. Aquatec

3.3.1.1. ABASTECIMIENTO

Es el conjunto de instalaciones para la captación de agua, su conducción, tratamiento de potabilización de la misma, almacenamiento, transporte y distribución hasta las acometidas de los consumidores, con la dotación (cantidad) y calidad establecidas por la legislación, en función de su uso. A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de sus procesos:

- Captación y transporte a tratamiento: consiste en recoger el agua del medio natural (la procedencia del agua puede ser de diferentes fuentes: superficial (ríos, lagos o mares) o subterránea (acuíferos) de modo que se pueda conducir hacia una instalación de tratamiento. El transporte del agua hasta el punto de tratamiento, se deberá hacer por gravedad o por bombeo, dependiendo de la situación entre la captación y la estación de tratamiento.
- Potabilización/desalación: si se trata de agua dulce, se realiza en una estación de tratamiento de agua potable (ETAP), o en una estación de tratamiento de agua marina (ETAM) en el caso de agua de mar. En la estación, se garantiza que el agua tenga la calidad para el uso al que esté destinada, usualmente para el consumo humano, proceso que se denomina potabilización.
- Transporte y almacenamiento: tras la potabilización, el agua se conduce hasta los depósitos. Desde aquí, se distribuye a consumidores finales.
- Distribución: formada por una red de tuberías por las que circula el agua a presión. Es la etapa final del recorrido del agua, conecta los depósitos de almacenamiento con los puntos de consumo.
- Consumo: uso que se realiza del agua que llega por la red de distribución.

3.3.1.2. SANEAMIENTO

Es el conjunto de instalaciones para la recogida de las aguas residuales y pluviales, su transporte y tratamiento de depuración, una posible regeneración para su reutilización y, finalmente, su retorno al medio natural. A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de sus procesos:

- Drenaje: el agua, una vez utilizada y consumida, recibe el nombre de agua residual. El agua resultante es recogida de manera controlada en las redes de alcantarillado y transportada hasta las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR).
- Depuración: se trata del paso previo para retornar el agua al medio natural con los mínimos riesgos tanto ambientales como para la salud de las personas. La depuración consiste en la eliminación de la contaminación presente en el agua ya utilizada.
- Regeneración: en algunas ocasiones, el agua depurada se quiere utilizar de nuevo en usos con menores requerimientos de calidad que los del agua potable, debe sufrir un tratamiento adicional, denominado tratamiento terciario o de regeneración, para garantizar la calidad requerida en el uso del que va a ser objeto.
- Reutilización: permite el uso de esta agua en otros usos como riego o fuentes. No es necesario el mismo nivel de calidad que el del agua potable y permite reaprovecharla antes de devolverla al medio, ahorrando en el consumo de agua con niveles de calidad superiores al exigido.
- Retorno al medio: el agua depurada que no se reutiliza retorna al medio.

3.3.2. CAPTACIÓN

La captación es el conjunto de técnicas destinadas a recoger agua del medio natural de manera que se pueda conducir hacia una instalación de tratamiento para adecuarla al uso que se desee. [8]

En este punto, se va a explicar las distintas técnicas de captación de agua en el medio natural. El agua se puede captar de distintos orígenes, puede ser agua superficial (ríos y mares), agua subterránea o procedente de las precipitaciones.



Figura20. Proceso de captación del ciclo urbano. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec

3.3.2.1. PROCESO DE CAPTACIÓN

Las características del agua captada pueden variar según sea su procedencia:

- Superficial: proviene de ríos, embalses y lagos, cercanos al centro de tratamiento y consumo de la misma
- Superficial: proviene de cuencas alejadas del centro de tratamiento y consumo de la misma. Es accesible mediante un trasvase.
- Superficial: proviene de mares y océanos. En este caso, es accesible a través del proceso de desalación.
- Subterránea: proviene de acuíferos en el subsuelo.
- Pluvial: proviene de las precipitaciones, es recogida antes de que haga contacto con el suelo.

En el proceso de gestión del agua, es de vital importancia analizar correctamente la mejor forma de captar el agua. Por ejemplo, en el caso del agua subterránea, es necesario analizar muy bien las propiedades geológicas del acuífero que influirán en los parámetros de calidad del agua bruta. Por el contrario en el caso del agua superficial, será importante optimizar el transporte hacia la planta de tratamiento. Además, el consumo energético, el tipo de tratamiento, y el diseño de la planta en general serán radicalmente distintos según si se trate de dulce o salada. [8]

CAPTACIÓN DE RÍOS Y ARROYOS

La captación puede llevarse a cabo en el cauce o en los márgenes de la corriente de agua. Se emplean dos técnicas de captación: toma directa y toma mediante obras transversales.

- Toma directa: debe constar de una abertura de un canal hasta la toma de agua con una rejilla y un tramo que canalice el agua hasta su destino. Dos ejemplos de toma directa pueden ser los siguientes: toma directa sumergida y toma directa con filtro de malla.

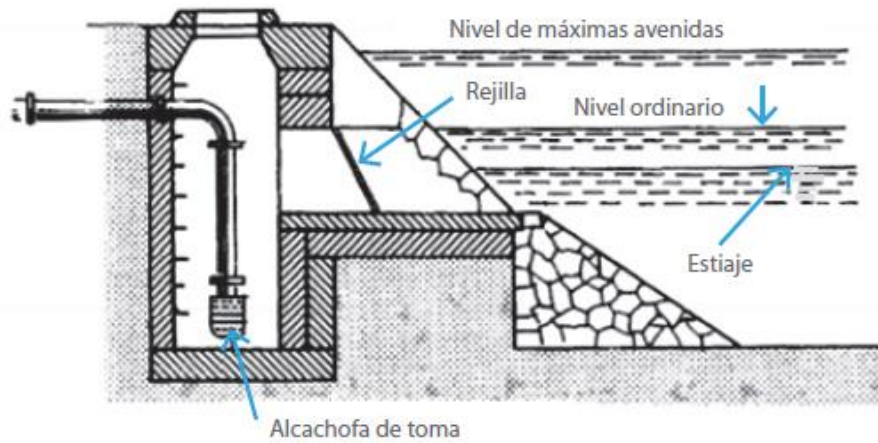


Figura21. Esquema de una captación con toma directa. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena

- Toma con obras transversales: debe realizarse una obra transversal, normalmente un muro o una presa, para captar agua en el cauce del río. Dos ejemplos de obras transversales pueden ser las siguientes: toma con rejas y toma lateral con presa de derivación.

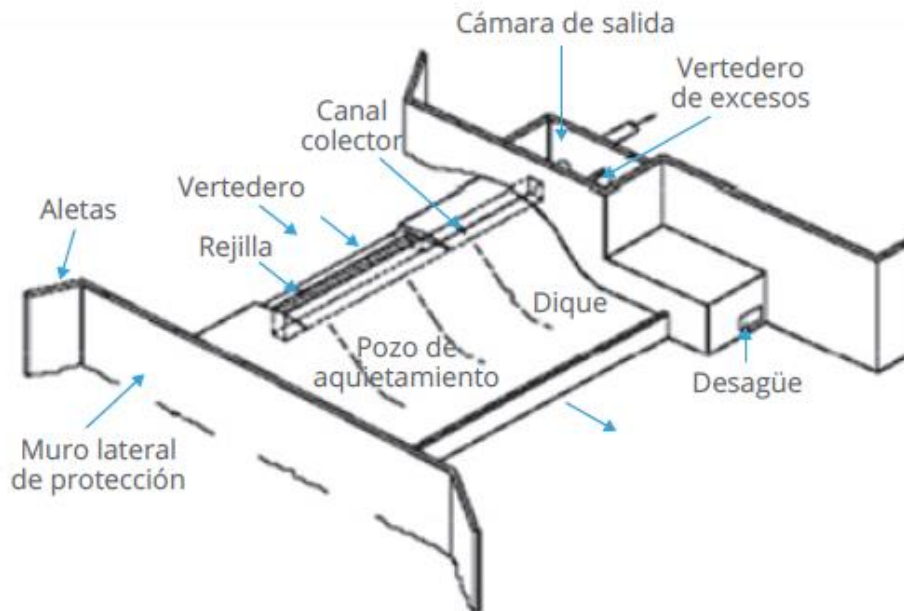


Figura22. Esquema de una toma con obras transversales con rejas. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena

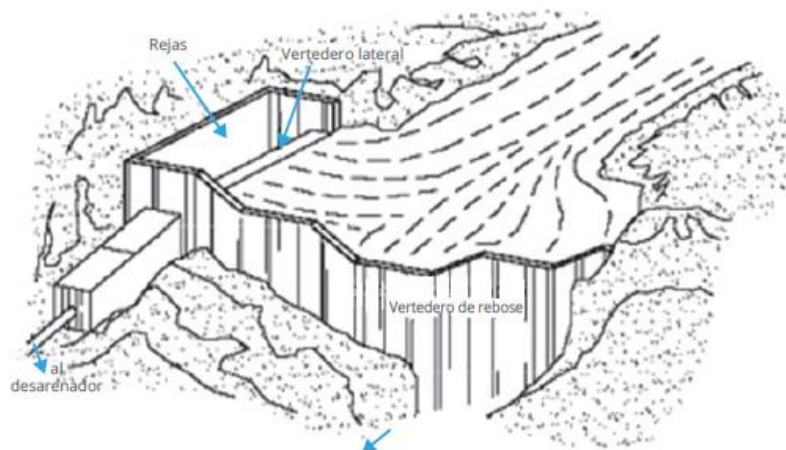


Figura23. Esquema de una captación con obras transversales con toma lateral con presa de derivación. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena

CAPTACIÓN DE LAGOS Y EMBALSES

La captación se lleva a cabo desde tuberías o torres de toma. Es importante considerar que se debe hacer la toma a cierta profundidad y distanciada de la orilla, para garantizar la calidad del agua que se va a utilizar. En la figura24, se ve un ejemplo de captación con tubería de un embalse:

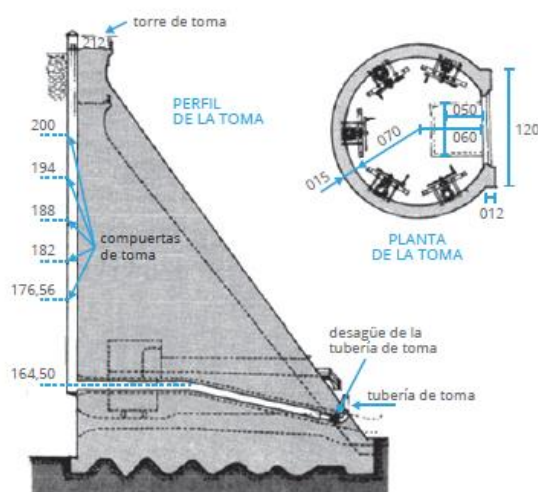


Figura24. Esquema de una captación con tubería. Fuente: “T2-Captación de aguas superficiales”. Universidad Politécnica de Cartagena

CAPTACIÓN DE AGUA DE MAR

La captación se lleva a cabo a través de la captación abierta mediante un emisario, es el sistema más habitual de captación en el agua salada. Consiste en la instalación de un conducto a cierta distancia de la costa, a través del que se capta el agua. Es una toma abierta, por lo que contiene sólidos, actividad biológica y sus contaminantes.



Figura25. Captación abierta de agua de mar. Desaladora Las Palmas III. Fuente: www.quimicadelagua.com

CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La captación se lleva a cabo a través pozos, excavados a mano o mediante sondeos. Ambos procesos se basan en una excavación en forma cilíndrica, ésta permite la captación del agua subterránea mediante sistemas mecánicos. Los pozos se caracterizan por tener diámetros de más de un metro (1-4 m) y ser poco profundos (10-12 m), mientras que las sondas son más estrechas (los tubos empleados tienen unos 300 mm de diámetro) y su profundidad es mayor (hasta 500 m o superior). [8]

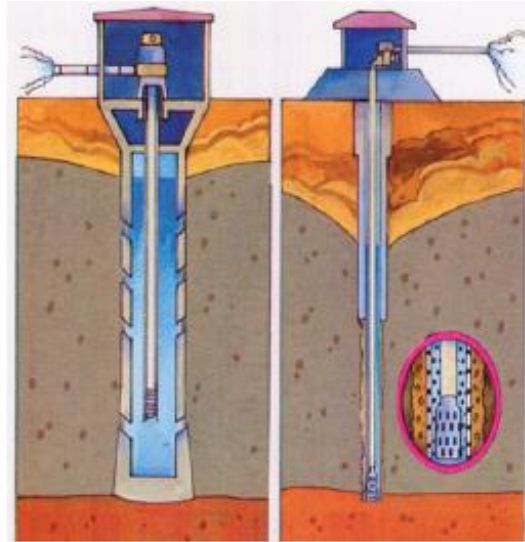


Figura26. Pozo a la izquierda y sonda a la derecha. Fuente: Fichas didácticas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

CAPTACIÓN DE AGUAS SUBÁLVEAS

La captación se puede realizar a través de varios sistemas, los más utilizados son mediante galerías filtrantes o pozos a cielo abierto.



Figura27. Galería filtrante, en este caso, transversal al escurrimiento. Fuente: Comisión Nacional del Agua, México (CONAGUA). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Obras de Toma

CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

La captación se realiza a través de una superficie de recogida, canaletas de recogida y bajantes, sistemas de separación de sólidos y sistemas separadores de primeras lluvias. El agua recolectada se almacena en aljibes (depósitos).

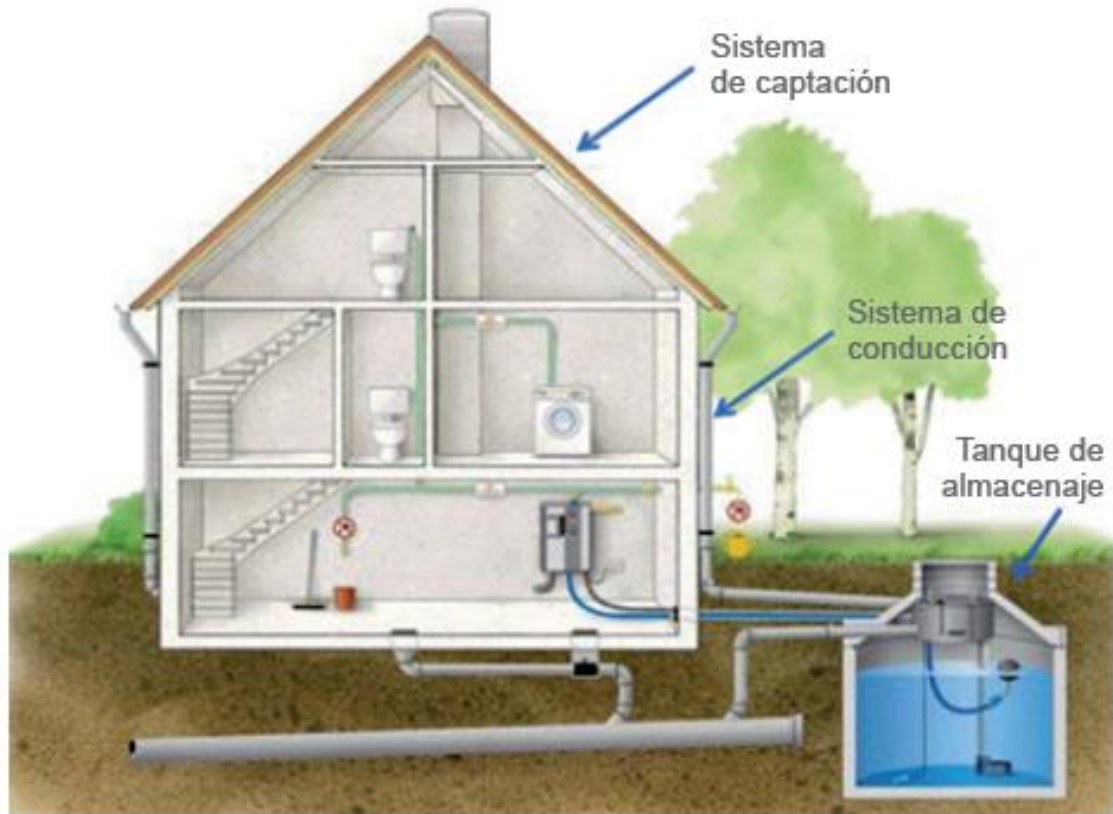


Figura28. Esquema general de un sistema de recuperación de agua pluvial en edificios.
Fuente: "R+i Alliance". Proyecto WR0802

3.3.2.2. CANAL DE DERIVACIÓN

El canal de derivación se construye para conducir el agua desde la obra de toma hasta una cámara colectora, desarenador o planta de tratamiento. [8]

3.3.2.3. POTABILIZACIÓN

El tratamiento de potabilización es el conjunto de procesos a los que se somete el agua, procedente del medio natural, para transformarla en agua apta para el consumo humano, es decir, agua potable. [8]



Figura29.Foco del ciclo urbano del agua en potabilización. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec

El agua dulce se tratará en estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP), y el agua salada o salobre, en instalaciones de tratamiento de agua marina (ITAM). [8]

El tratamiento que se utilizará dependerá de la calidad del agua. El proceso de potabilización del agua está formado por cuatro fases:

- Pretratamiento: tiene como objetivo eliminar partículas gruesas transportadas por el agua bruta y oxidar algunas de las sustancias presentes en la misma. [8]
- Clarificación: tiene como objetivo de eliminar materias en suspensión y disueltas presentes en el agua, que no han sedimentado en el desarenador, para mejorar su calidad.[8]
- Afino: su objetivo es eliminar sustancias no deseadas y persistentes, así como para mejorar las condiciones organolépticas del agua (color, sabor y olor). [8]

- Desinfección: su objetivo es la eliminación de patógenos presentes en el agua antes de su almacenamiento. Es importante que el efecto dure en el tiempo para que se prologue durante su almacenamiento y distribución. También se realiza la instalación de sistemas de desinfección a lo largo de la red de distribución.



Figura30: Esquema de las fases de potabilización de agua dulce. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec

3.3.2.4. DESALINIZACIÓN

En este proceso se consigue potabilizar el agua salada que proviene del mar. Se realiza en instalaciones de tratamiento de agua de mar.

En primer lugar, en el proceso de desalación, se capta el agua marina mediante una toma abierta o pozos. Esta agua debe ser pretratada y filtrada, estas técnicas son muy parecidas a que se utilizan en ETAP.

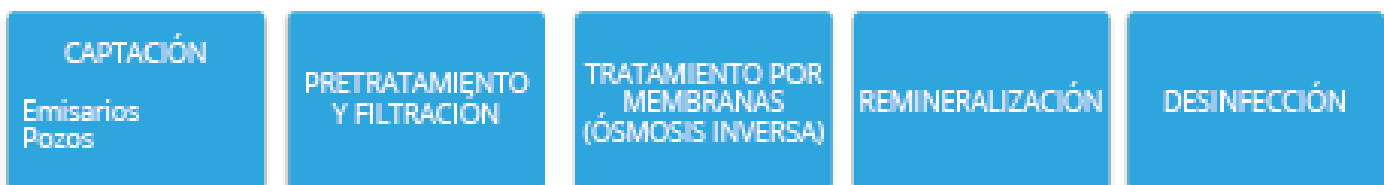


Figura31. Fases de la desalación. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec

El agua que se obtiene tras estas fases tiene una gran pureza, por lo que se debe remineralizar y desinfectar.

Este proceso tiene un gran impacto en el medio ambiente, tanto por sus costes energéticos como por la salmuera (concentrado de las sales eliminadas del agua tratada). Por estas razones, aumentan los costes de explotación de una ITAM frente a una ETAP. Los costes energéticos se pueden reducir utilizando sistemas de recuperación de energía.

3.3.2.5. TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

El sistema de abastecimiento comprende desde la captación del agua hasta el suministro a la instalación interior. La red de abastecimiento está formada por las instalaciones, conducciones y elementos que conducen el agua potable desde la planta de tratamiento hasta el consumo final.

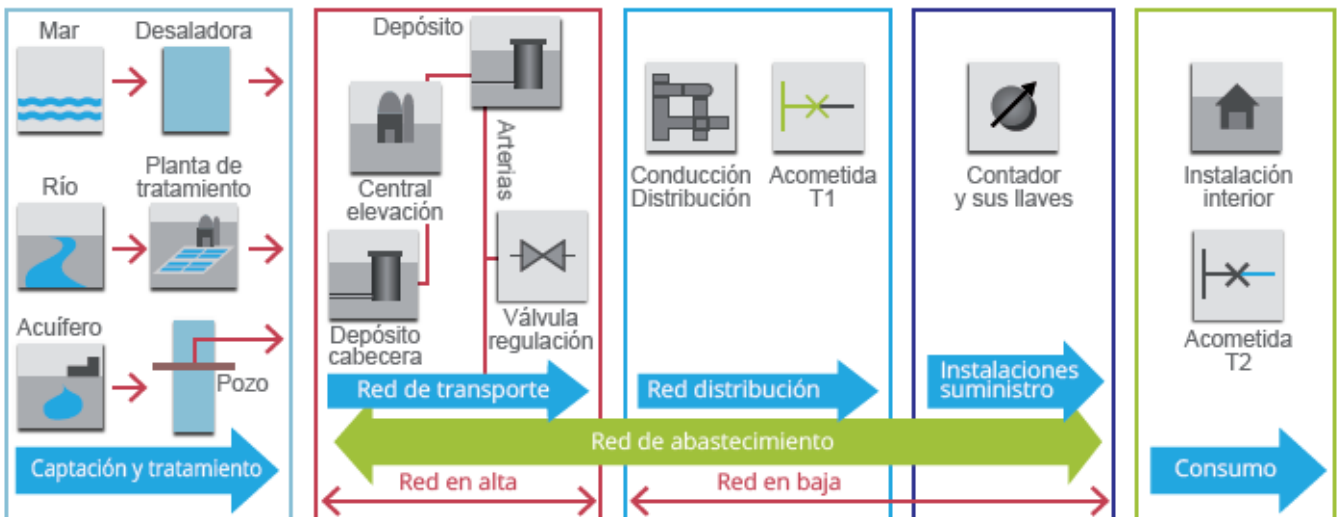


Figura32. Esquema de las fases del abastecimiento, indicando las correspondientes a la red de abastecimiento. Fuente: "La gestión del ciclo urbano del agua". Aquatec

Se distinguen tres fases principales:

- Transporte: conducciones por donde el agua se desplaza desde el punto de producción de agua potable hasta el punto de almacenamiento [8]. Es necesario centrales y estaciones de bombeo para que el agua pueda realizar este trayecto.
- Almacenamiento: el agua se almacena para tener a lo largo del día en depósitos de almacenamiento. Normalmente situados en cotas superiores a la zona que se desea abastecer.
- Distribución: conducciones que permiten que el agua almacenada llegue al consumidor final. Esta parte esta formada por elementos distintos: depósitos de almacenamiento, centrales de bombeo o elevación, conducciones y elementos de control.



Figura33. Detalle del sistema de transporte, almacenamiento y distribución dentro del ciclo urbano del agua. Fuente: “La gestión del ciclo urbano del agua”. Aquatec

3.4. SISTEMAS DE TELECONTROL

El proceso del ciclo urbano del agua no se podría realizar correctamente sin una red de sensores y actuadores, autómatas y comunicaciones desplegadas a lo largo de las fases que va atravesando el ciclo urbano de agua y centralizadas en el centro de control. En este apartado se va a desarrollar en detalle cada una de ellas y su funcionamiento.



Figura34. Esquema de sistema telecontrol. Fuente: "La gestión del ciclo urbano del agua". Aquatec

3.4.1. SENSORES/ACTUADORES

Estos dispositivos son capaces de convertir magnitudes físicas en valores numéricos, por lo que tienen un papel importante durante todo el proceso. Los actuadores son dispositivos que transforman la energía hidráulica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un proceso automatizado.



Figura35. Estación de bombeo de agua potable de La Nucía. Fuente: “La Nucía TV”

La red de abastecimiento está formada por una serie de sensores y actuadores que facilitan el control del flujo del agua. Algunos de los dispositivos más comunes y conocidos son:

- Válvulas: se suelen colocar cada 500m, regulan el paso del agua.
- Caudalímetros: miden el caudal de agua circulante por la conducción.
- Manómetros: miden la presión del agua.
- Sensores de calidad del agua: miden la calidad del agua.
- Bombas: máquina que consigue convertir la energía mecánica que posibilita su accionar en energía de un fluido incompresible que ella misma consigue desplazar. Cuando aumenta la energía del fluido (el agua), además logra incrementar su presión, su altura o su velocidad.
- Contador: dispositivo que registra e indica el volumen de agua en metros cúbicos que pasa a través de él.
- Sensores de nivel: mide la altura del agua dentro de un recinto.

Se encuentran más detallados en el ANEXO III, ANEXO IV y ANEXO V.

3.4.2. AUTOMÁTAS

Según la definición IEC 61131 (normaliza características de los mismos) un autómata programable o un PLC (Programmable Logic Controller) es una máquina programable capaz de ejecutar un programa o un conjuntos de instrucciones organizadas de una forma adecuada para solucionar un problema en un entorno industrial. Utilizando para ello, una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario para implantar soluciones específicas tales como: funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas la finalidad es encontrar entradas y salidas, digitales y analógicas para distintas máquinas y procesos. [8]

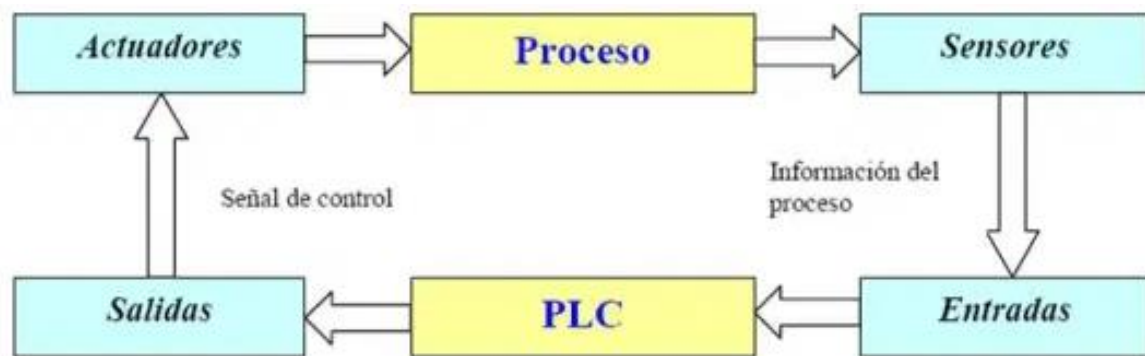


Figura36. Funcionamiento PLC. Fuente:"[1]"

Su empleo está indicado en el control de cualquier tipo de proceso, pero debido a su gran facilidad de conexión a los sensores y actuadores que forman parte del proceso, están especialmente indicados en aquellos casos en los que las características del proceso sean cambiantes a lo largo del tiempo, y a su vez esto influya en el controlador, tanto en su parte hardware como software. [8]



Figura37. Ejemplos de distintos PLCs. Fuente: “[2]”

3.4.3. COMUNICACIONES

La red de abastecimiento es un sistema complejo y extenso, abarca cientos de kilómetros de tramos de tuberías de diferentes tamaños y materiales, elementos de control y estructuras asociadas. Para una correcta toma de decisiones, es imprescindible disponer de un conjunto de sistemas de apoyo que permitan conocer de manera actualizada, y a ser posible en tiempo real, el estado de la red y todos sus elementos. El objetivo es disponer de toda la información posible tanto para planificación a largo plazo como para actuaciones puntuales. A continuación, se listan algunos de los sistemas de apoyo más habituales en la gestión de redes de abastecimiento.

- Sistemas de información geográficos (SIG o GIS)
- Sistema de telecontrol de la red
- Sistemas de modelización de la red

3.4.3.1. SCADA

En concreto, el proyecto se centra en el sistema de telecontrol de la red de agua potable.

El telecontrol de la red de agua potable se basa en dos elementos principales: la telesupervisión de las principales variables (por ejemplo, presiones, caudales y calidad) de funcionamiento de la misma, y el telemando de los distintos equipos (por ejemplo, válvulas y bombes). Es un sistema de transferencia de información y órdenes a distancia, entre estaciones remotas tipo PLC (, Programmable Logic Controller) conectadas a sensores y equipos de la red, y el centro de control, donde se recogen los datos y se envían órdenes mediante un software SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Esto posibilita la supervisión continua del estado de la red (por ejemplo de válvulas, bombas, niveles de depósitos y calidad del agua, entre otros aspectos) y un control en tiempo real y a distancia de los elementos de actuación (válvulas, bombes, etc.), así como la detección precoz de averías, lo que mejora significativamente la calidad del servicio.

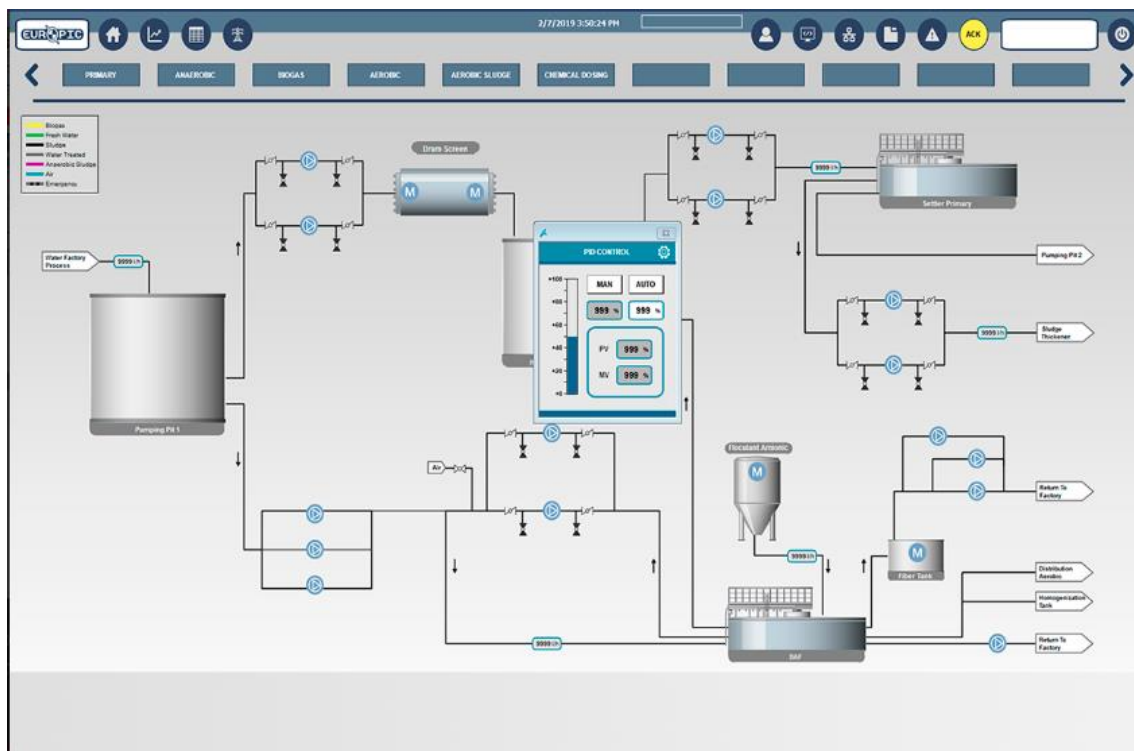


Figura38. Ejemplo SCADA

4. SCADAS

En el siguiente apartado se va a analizar un estado del arte sobre SCADAS. Se empezará definiendo el término, además de explicar cómo ha evolucionado la industria gracias a su aparición. Se expondrán algunas de las tecnologías SCADAS más importantes en la actualidad, haciendo hincapié en sus características. Finalmente, se hará una comparativa de las distintas tecnologías basadas en unos criterios facilitados por la empresa Aquatec, así como una ponderación numérica para favorecer la elección de la tecnología óptima para la realización del proyecto.

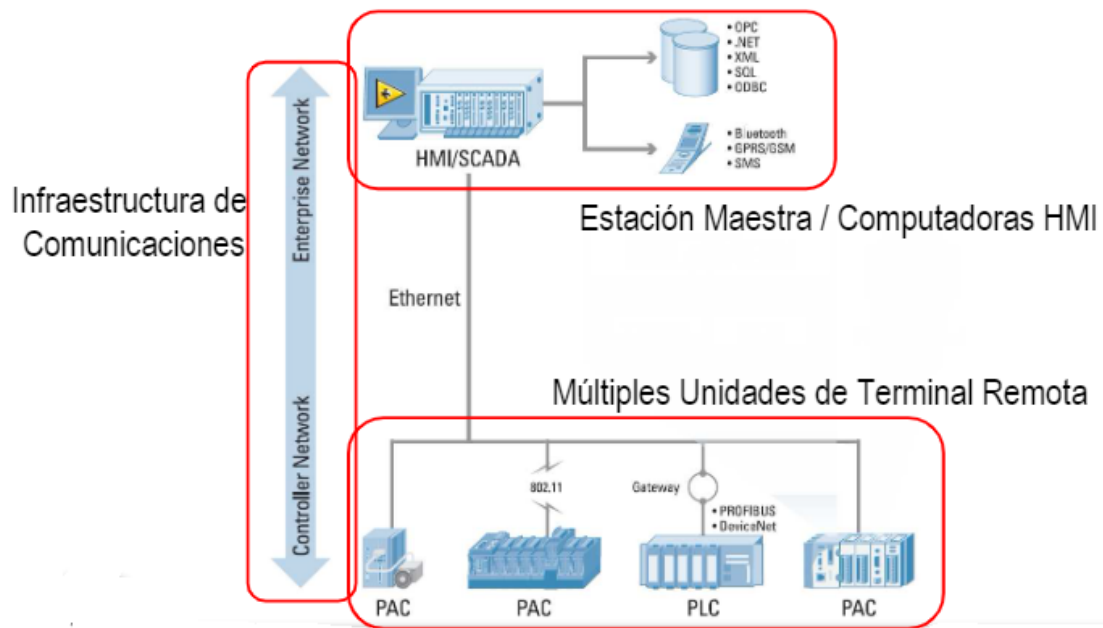


Figura39. Esquema bloques SCADA. Fuente: “NI, TECHNICAL SYMPOSIUM, 2006”

4.1. STATE OF ART SCADA

En primer lugar, el concepto SCADA viene del inglés Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos. Según uno de los

fabricantes más potentes de SCADAs en la actualidad, WonderWare: “no es una tecnología sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un “sistema” con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA”. [10]

Este sistema se utiliza para monitorizar y controlar equipos industriales en las distintas fases del proceso de desarrollo, producción o fabricación, por esta razón no tiene un sector determinado de aplicación, se puede encontrar en un sistema que regule a distribución de agua potable (como es el proyecto que se está tratando), proceso destilado petroquímico o incluso, en sistemas de monitorización de servidores para prever posibles fallos y averías. Por tanto, este software puede integrar datos que han sido recogidos de distintos dispositivos: sensores, equipos o PLCs entre otros en tiempo real, facilitando así la toma de decisiones en remoto.

Con todo ello, se puede decir que ha sido un gran avance en la automatización industrial al permitir a los operarios cualificados llevar un control de los dispositivos en tiempo real. Además de la capacidad de crear alarmas para corregir posibles desviaciones.

La siguiente pirámide sirve para afianzar el concepto SCADA, la distribución jerárquica de un sistema de automatización es el siguiente:

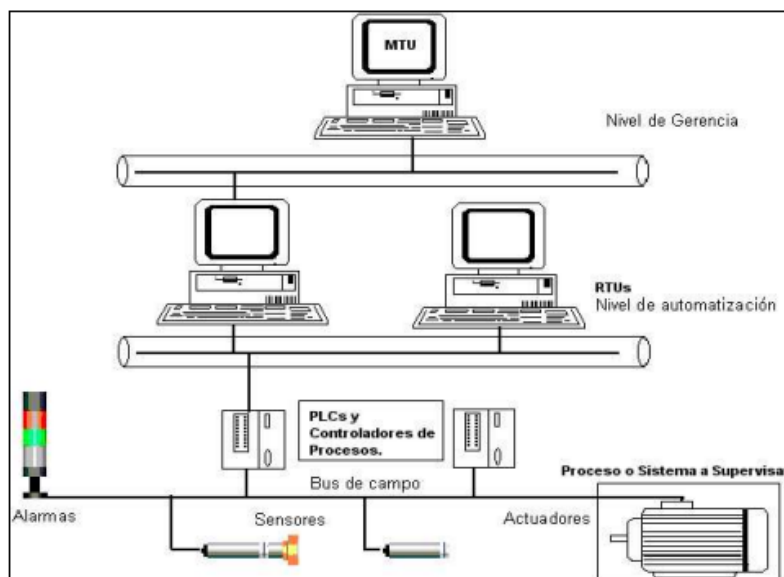


Figura40. Esquema básico SCADA. Fuente: “Miniproyecto de automatización industrial, UPC 2004”

Siguiendo el orden de abajo hacia arriba, se encuentra en primer lugar los sensores y actuadores. Son los elementos básicos, permiten detectar situaciones y magnitudes físicas que hacen que intervenga el sistema.

En el siguiente peldaño, se encuentran los controladores lógicos programables también conocidos como PLCs (Programmable Logic Controller). Son los dispositivos encargados de interpretar los datos obtenidos por los sensores y, a través de algoritmos previamente definidos y ejecutados de una forma cíclica, envían las decisiones de cómo actuar a los actuadores.

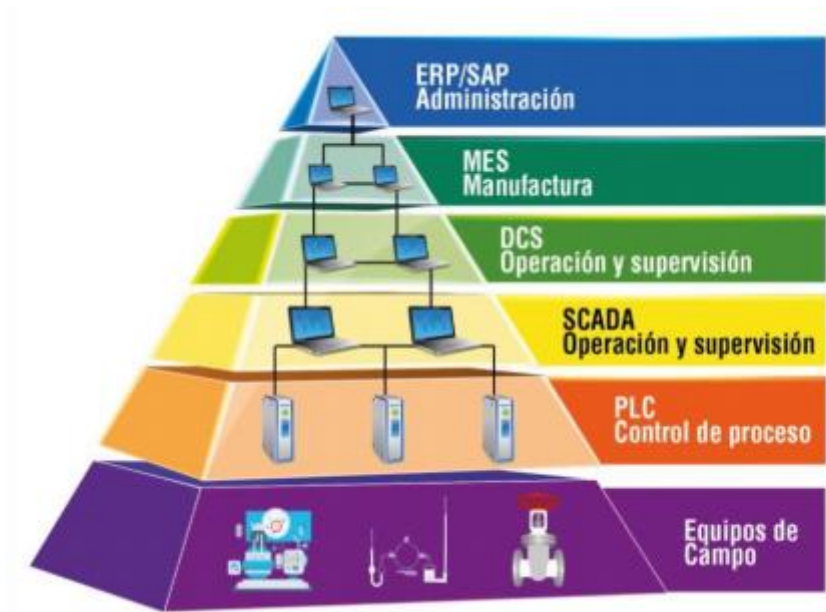


Figura41. PIRÁMIDE AUTOMATIZACIÓN: “UPV,2017”

El software SCADA se encuentra en el tercer peldaño. Como se ha comentado anteriormente, permite recoger en tiempo real el estado de las variables que manejan los PLCs, de esta forma el usuario es capaz de supervisar y controlar los procesos que están automatizados. Además, también realiza el envío de órdenes a los PLCs, por ello, esta información está recopilada en interfaces conocidas como Human Machine Interface (HMI).

4.1.1. Elementos que forman un sistema SCADA

Un sistema SCADA esta compuesta tanto por elementos hardware como software entre los que se pueden distinguir los siguientes:

- HMI (interfaz hombre máquina). Como se ha mencionado anteriormente, la información se recopila de forma gráfica mediante una interfaz para su fácil interpretación por parte de los ingenieros, transmite órdenes del operario, permite la programación de alarmas y almacena la información obtenida.
- Configuración: define el entorno de trabajo en función de las pantallas y los niveles de acceso de los usuarios. En la configuración también es posible seleccionar los drivers de comunicación que permitirán enlazar los elementos de campo y la conexión; o indicar las variables a visualizar, procesar o controlar, facilitando así la programación posterior. [12]
- Módulo de proceso: ejecuta acciones programada en función de las variables leídas. Dependiendo de la información recibida el software ejecuta de forma automática de formas distintas: acciones de mando, animación de figuras, maniobras, etc.
- Interfaz gráfica: mediante sinópticos gráficos, el operario es capaz de controlar y supervisar que esté funcionando correctamente.
- Gestión y archivo de datos: procesa y almacena los datos recibidos y los muestra en forma de gráficas desde la que se pueden desvelar otros datos como histogramas.
- Comunicación: la información obtenida a través de los dispositivos se traslada a una ubicación central mediante cable o fibra óptica habitualmente.

- Unidad de Terminal Remota (RTU): se conecta a un equipo físico y recopila la información sobre su estado.

4.1.2. Características de un sistema SCADA

El software SCADA permite monitorizar y controlar las operaciones en tiempo real permitiendo las modificaciones a tiempo real y de forma remota. Los sistemas SCADAs presentan unas particularidades muy valoradas en el ámbito industrial, entre ellas destacan:

- El proceso de producción está monitorizado mediante alarmas y representado gráficamente.
- Es capaz de adquirir, procesar y almacenar un amplio volumen de datos para utilizarlos en el futuro.
- Ejecuta acciones de control, lo que permite modificar la evolución de todo el proceso industrial.
- Conectividad con otro tipo de aplicaciones industriales y bases de datos, locales o distribuidos.
- La supervisión y monitorización se puede realizar en remoto.
- Está provista de una arquitectura abierta y flexible, lo que permite adaptarse a las necesidades del cliente.
- Esta adquisición de datos permite mejorar la calidad y el control estadístico.
- Permite la simulación de datos reales almacenados previamente, lo que ayuda en los tiempos de reacción ante posibles incidencias.
- Los costos de ingeniería disminuyen debido a la integración de todos los dispositivos.
- Tiene un amplio abanico de ámbitos de uso, cabe destacar: telecomunicaciones, transporte, agua, militar y energía entre ellas.
- Además, ofrece una visión global de la situación y las operaciones que realizan los operarios.



Figura42. Características SCADA: “UPV,2017”

4.2. ESTUDIO DE LAS DISTINTAS SOLUCIONES

En este apartado se van a introducir algunas de las soluciones SCADAs más potentes y utilizadas en la actualidad en diferentes ámbitos: Indusoft, Ignition, Citect Topkapi, WinCCOA y ClearScada. Se analizarán y valorarán algunos puntos como arquitectura distribuida, disponibilidad multidispositivos, capacidad para interactuar con distintas bases de datos.

4.2.1 INDUSOFT

Esta empresa fue fundada en 1997 y forma parte del grupo AVEVA (empresa multinacional de tecnología de la información británica con sede en Cambridge). Su producto más potente se trata de un software SCADA llamado Indusoft.

Indusoft ofrece desarrollar aplicaciones basadas en distintos sistemas operativos: Windows, Linux y VxWorks en automatización industrial, instrumentación y sistemas integrados. [15] Busca una plataforma independiente de software SCADA/HMI que permita utilizar ciertas herramientas como la publicación en web sencilla de aplicaciones en distintos ámbitos.

Algunas de las características de Indusoft Web Interface a nivel SCADA son:

- La sencillez comprensión de los paneles, lo que permite una rápida reacción y toma de decisión.
- Es una herramienta multidispositivo, sin necesidad de escritorios virtuales. Se puede acceder a la aplicación desde cualquier navegador que admita HTML5.
- Ofrece la posibilidad de centralizar la seguridad en Active Directory, además, proporciona seguridad a nivel de usuario y grupo. Obliga a unos requisitos mínimos de seguridad tales como: tamaño mínimo, fecha de expiración de contraseña y cierre de sesión automático. También ofrece la opción de bloqueo de cuentas después de varios intentos.
- Interactúa con cualquier base de datos compatible con un proveedor ADO.NET válido, un proveedor OLE DB o un controlador ODBC. [15] Se comunica con gran facilidad con bases de datos SQL, incluyendo las versiones actuales de Microsoft SQL Server.
- Proporciona interfaces OPC nativas, como OPC UA (Cliente / Servidor), OPC DA (Cliente / Servidor), OPC XML (Cliente), OPC .NET (Cliente) y OPC HDA (Servidor).[15]
- Gracias a una interfaz intuitiva permite reconocer y registrar alarmas con facilidad.
- Ofrece información sobre tendencias históricas y a tiempo real, lo que permite tomar una decisión por parte de los operarios de forma sencilla.



Figura43. SMA ejecutándose en dispositivos portátiles compatibles con HTML5.
Fuente. “Indusoft”.

En la página web del proveedor, se encuentra la información sobre este software ampliada y en detalle. Además, ofrece algunas aplicaciones de muestra para que el cliente puede ver todo lo que le ofrece este software.

4.2.2. IGNITION

La compañía de IT Inductive Automation tiene un gran número de productos y abastece a importante compañías mejorando su tecnología, definen su SCADA Ignition como “su producto de referencia”, ya que lo utilizan para todo. Como principales características resalta que tiene una plataforma universal, la cual es abierta y escalable. Otras particularidades son licencias ilimitadas y una interfaz web sencilla. Estas peculiaridades son esenciales para adaptarse de una forma sencilla a distintos proyectos de diferentes campos.

El software de Ignition SCADA incluye el protocolo OPC-UA que permite conectarse a PLCs. Por otro lado, también es capaz de conectarse a base de datos y dispositivos IIoT con el protocolo machine to machine MQTT (Messaging Queing Telemetry Transport).



Figura44. Concepto SCADA Ignition. Fuente: “Inductive Automation”

El software Ignition tiene incluido el entorno de desarrollo (IDE) llamado “Ignition Designer” el cual permite que un equipo humano este realizando cambios sobre el mismo proyecto y acceder a él desde distintos dispositivos distintos.

Ignition está diseñado para optimizar el rendimiento de los datos para que pueda ver los valores reales de las etiquetas en tiempo real. El monitoreo en tiempo real de Ignition le permite ver rápidamente el estado de su instalación, en cualquier dispositivo. [13]

Como se ha comentado anteriormente, no se dedican a un sector concreto sino que abarcan un abanico muy amplio. Algunos de sus clientes más potentes son la franquicia de suministro de gasolina “Shell”, la multinacional de bebidas gaseosas Coca-Cola y la cadena de cafeterías Starbucks entre otras.

4.2.3. CITECT

La aplicación SCADA CITECT pertenece a la empresa Schneider Electronics. La cual fue fundada por los hermanos Schneider durante la primera revolución industrial.

Dentro de sus productos de operación y monitorización se encuentra su aplicación SCADA, conocida como CITECT. Su solución tiene como objetivo abordar las tendencias tecnológicas y sociales en el mercado, por esta razón, ofrece unas funcionalidades e innovaciones que agilizan y reinventan esta experiencia. [16]



Figura45. Logo Citect SCADA. Fuente. “Schneider Electric”

Con una gran capacidad de adaptación, Citect SCADA intenta satisfacer las necesidades de los distintos sectores industriales emergentes. Entre sus distintos ámbitos de actuación cabe resaltar: agua, tanto potable como residuales, alimentos, infraestructura, etc.

Algunas de las características de Citect SCADA son las siguientes:

- Un nuevo entorno de desarrollo ha permitido integrar y unificar dos aplicaciones Citect Explorer y Project Editor en una sola: Citect Studio.
- Nueva vista de implementación centralizada con un almacén central de proyectos. [16]
- Conectividad universal a la cartera de Wonderware Software.

4.2.4. TOPKAPI

La compañía Areal fue creada en 1989 por Sylvain Starck y Pierre La Marle, graduados en ingeniería en Francia. El producto de esta empresa es un editor de software de automatización[17].

Cabe destacar su software de monitorización y supervisión llamado TOPKAPI. Su éxito ha sido tan rotundo que ha obligado a dedicar la mayor parte de sus esfuerzo y energía en I+D+i al desarrollo de este software.

La clave de su éxito viene dada por un software fácil de usar y que se adapta a las necesidades del cliente.



Figura46. Pantallas de resúmenes y tendencias de TOPKAPI. Fuente: “TOPAKI”

Sus ámbitos de actuación son diversos: industria (fabricación, procesos, alimentos y bebidas, etc), medio ambiente (agua, residuos, etc), energía (producción y distribución), edificios e infraestructuras y transportes. Algunos de sus clientes más conocidos son: el grupo Suez, Eiffage o el ayuntamiento de Barcelona.



Figura47. Proyecto de éxito TOPKAPI. Fuente: “TOPAKI”

Algunas de las características de TOPKAPI son:

- Arquitectura modular con una implementación sencilla.
- Tiene disponible una pantalla donde se muestra una tendencia gráfica, es decir, permite acceder a datos históricos y en tiempo real para analizar el proceso e identificar comportamientos inesperados.
- Facilita información relacionada con la ubicación, soporta Web Map Service el cual cumple con los estándares para satisfacer las necesidades de los Sistemas de Información Geográfica (GIS).
- Permite la notificación de alarmas de forma segura y remota.
- No es multidispositivo. Se ejecuta en un entorno Windows en una configuración de hardware estándar de PC, o entornos virtuales como VMware o Microsoft Hyper-V.

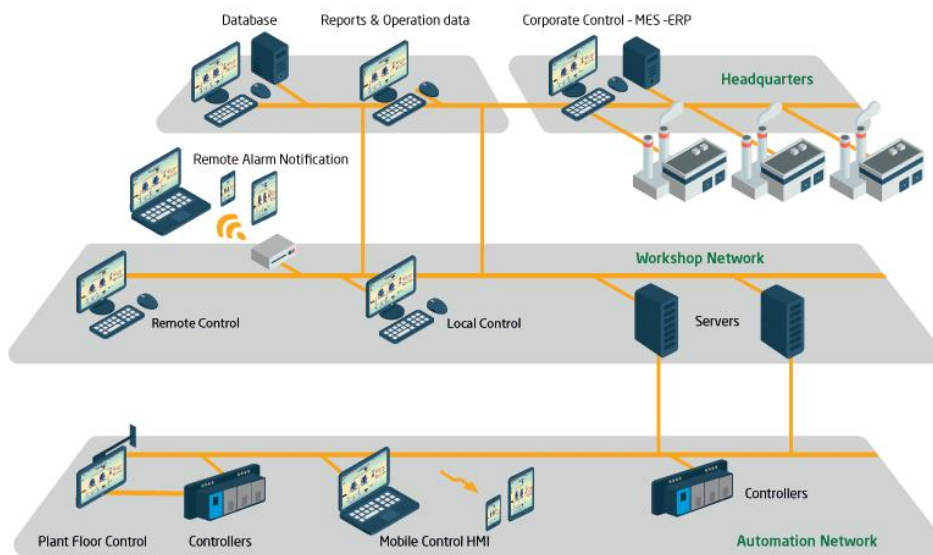


Figura48. Arquitectura TOPKAPI. Fuente: "TOPAKI

4.2.5. WINCCOA

El sistema SCADA SIMATIC WinCC Open Architecture, anteriormente conocido como PVSS pertenece al grupo ETM propiedad de Siemens AG. Esta tecnología fue diseñada

para su uso en aplicaciones que requieren un alto grado de adaptabilidad específica del cliente, aplicaciones y proyectos grandes y complejos que imponen requisitos y funciones específicos del sistema. [14] Su sede principal se encuentra en Eisenstadt, Austria y cuenta con una plantilla de más de 140 empleados altamente calificados.

Los ámbitos en los que se ha centrado la SCADA WINNCOA han sido en las áreas de tráfico, agua, energía, petróleo y gas. También resaltan en la automatización de edificios e investigación.

Algunas características de esta SCADA es que cuenta con un soporte nativo de 64 bits, lo que permite aprovechar el hardware con un alto rendimiento y acceder a más memoria. Además se trata de una tecnología escalable, lo que permite la integración de una amplia variedad de componentes. Además, es una plataforma independiente y disponible para varios sistemas operativos: Windows, Linux, iOS y Android.

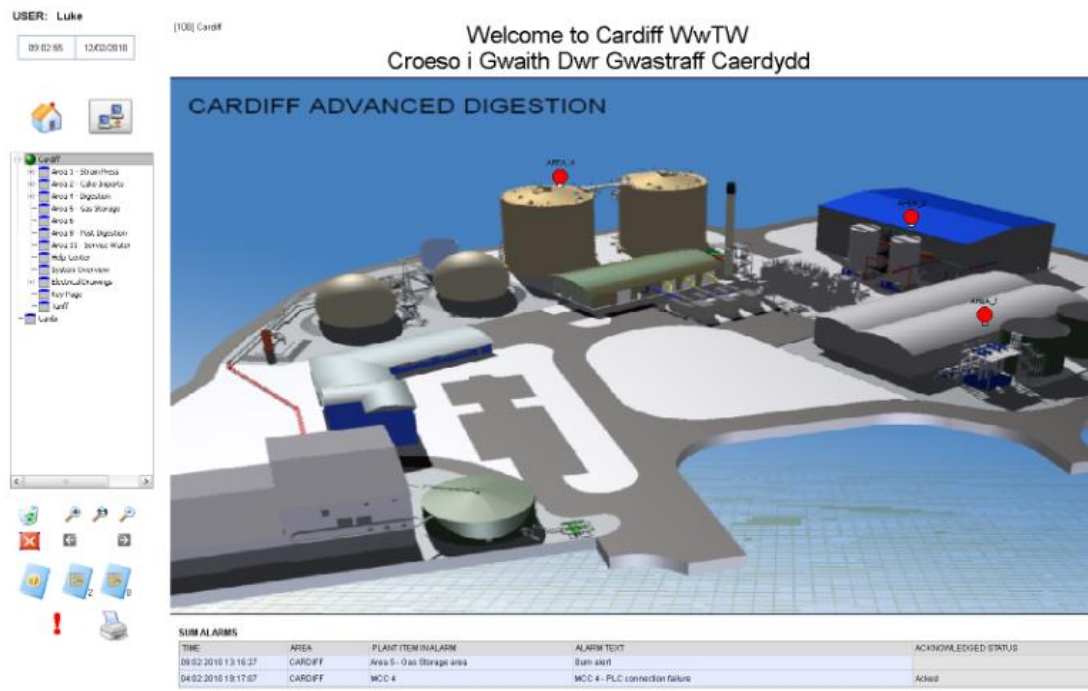


Figura49. Proyecto Aguas Galesas con WINCCOA SCADA. Fuente: “Página oficial winccoa”

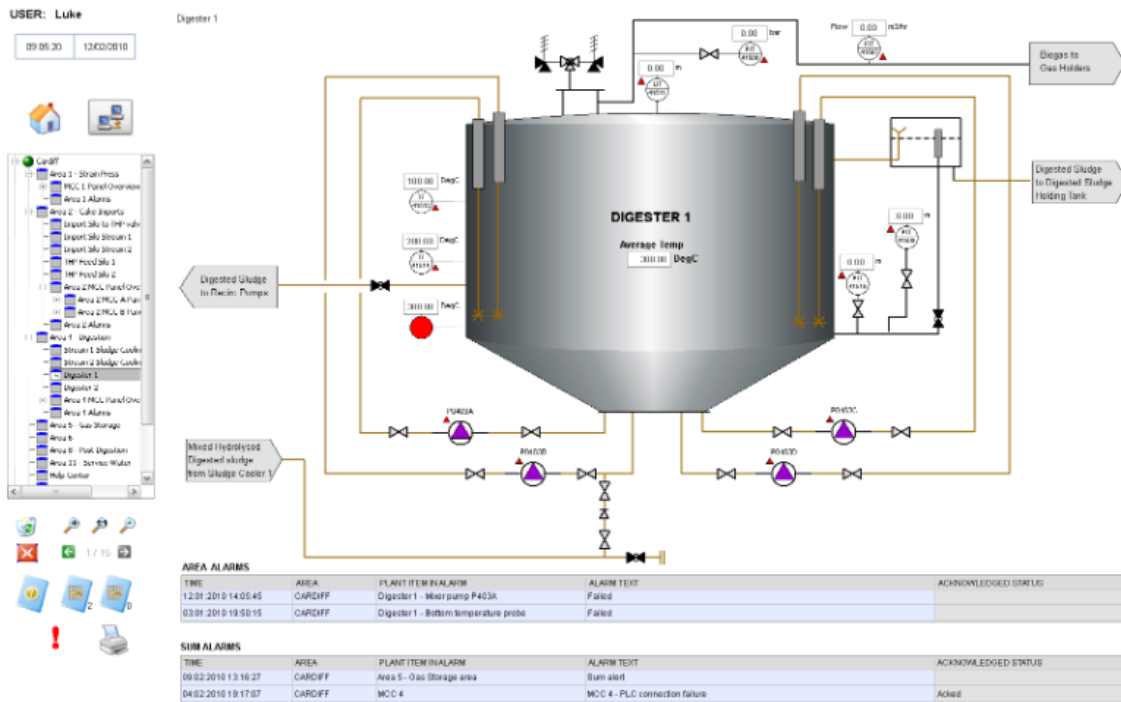


Figura50. Proyecto Aguas Galesas con WINCCOA SCADA. Fuente: “Página oficial winccoa”

4.2.6. CLEARSCADA

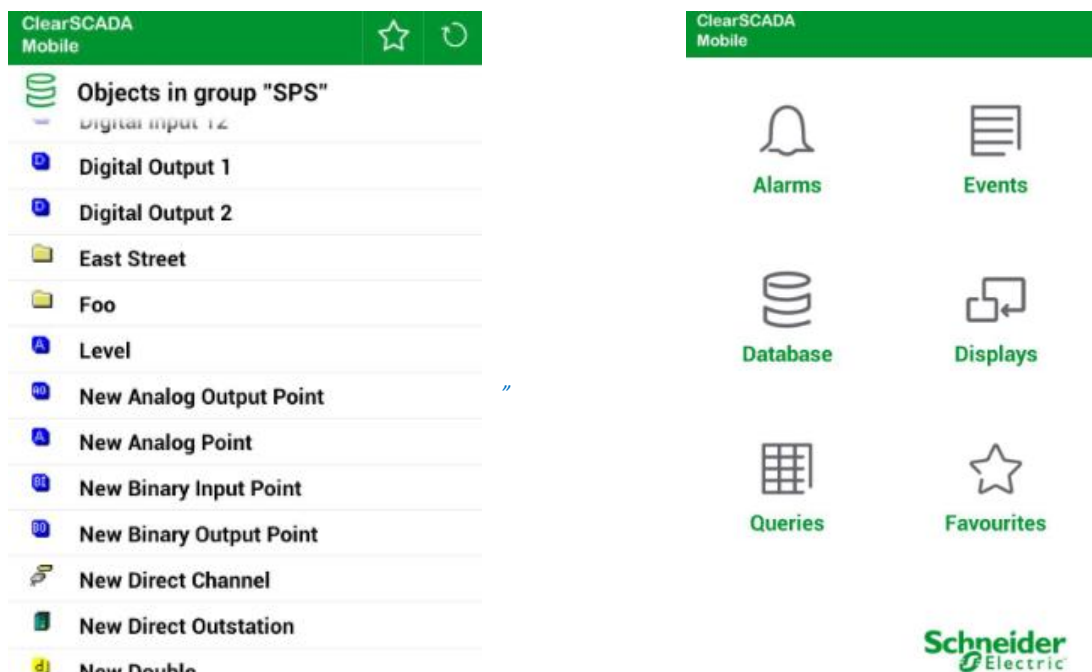
SCADA Expert ClearSCADA es una plataforma de software abierta de la empresa Schneider Electric. Esta empresa fue fundada por los hermanos Schneider durante la primera revolución industrial.

ClearSCADA forma parte de las aplicaciones que contiene el paquete StruxureWare. El cual contiene tres niveles: nivel de control, operaciones y de empresa. El software SCADA que esta dedicado a las aplicaciones de telemetría y SCADA remota se denomina SCADA Expert ClearSCADA.

Cabe destacar como características de esta SCADA su escalabilidad, necesaria tanto en entornos grandes de empresa como en pequeños. Además de la capacidad de recopilar datos de campos históricos mediante servidores a través de una infraestructura de comunicación dedicada de larga distancia y se ponen a disposición de usuarios locales y

remotos a través de clientes integrados y aplicaciones de gestión de datos de terceros. [18] Por otro lado, se trata de una aplicación multidispositivo que realiza todas las funciones SCADA con excepción de la interfaz del operador, y se ejecuta como un servicio de Windows en el sistema operativo.

Algunas de sus aplicaciones son en los ámbitos del petróleo y del agua debido a su diseño para aplicaciones de telemetría que se encuentran habitualmente en estos dos campos como control de bombeo, medición de niveles de tanque. El software empresarial está optimizado para enlaces de comunicación de ancho de banda bajo y alto a través de infraestructura pública, como redes móviles, WiMAX y líneas telefónicas fijas, y es muy adecuado para redes privadas de radio serie y Ethernet. [18]



Figuras 51 y 52. Aplicación dispositivo móvil ClearSCADA. Fuente: “página oficial ClearSCADA”

4.3. COMPARACIÓN

En el siguiente apartado se van a estudiar y comparar algunos criterios facilitados por la empresa Aquatec en función de los objetivos del proyecto. Estos criterios se encuentran de forma más detallada para tres de las tecnologías mencionadas en el apartado anterior: WICC OA, Ignition y ClearScada en el ANEXO I.

4.3.1. CRITERIOS DE COMPARACIÓN

Criterio 1. Arquitectura distribuida

Se valora que la filosofía del aplicativo está basada en lógica de procesos distribuida, lo cual es clave a la hora de repartir cargas de trabajo y en el crecimiento futuro de la herramienta.

Criterio 2. Redundancia en las comunicaciones

Se valora la capacidad de capturar de forma nativa, el mismo dato de varias fuentes (por ejemplo, radio y 3G).

Criterio 3. Redundancia nativa de servicios

Además de la redundancia mínima entre servidores, se valora si posee funcionalidades avanzadas de balanceo de cargas, redundancia de componentes y estrategias ante fallos de comunicación entre otros.

Criterio 4. Seguridad de acceso

En este punto, se valora la posibilidad de crear roles, grupos, etc, los cuales dan acceso a distintas partes de la herramienta y a actuaciones concretas. Además, se debe valorar si puede estar conectado a políticas de usuarios del Directorio Activo de Windows.

Criterio 5. Preparado para aumento y/o carga de accesos

Se valora las limitaciones a nivel de número de señales, usuarios, etc.

Criterio 6. Estandarización de plantillas

Se valora el grado de arquitectura de información orientada a objetos y plantillas.

Criterio 7. Lenguajes de programación y compatibilidad con desarrolladores externos

Se valora la posibilidad de incluir desarrollos ad-hoc externos (no scripts) dentro de la herramienta.

Criterio 8. Entorno web

Se valora la posibilidad de forma nativa de adaptación a entornos Web y dispositivos móviles.

Criterio 9. Conexión con otras fuentes de datos

Se valora interfaces con otros aplicativos, tanto de lectura y escritura de datos, como integraciones con otras tecnologías.

Criterio 10. Comunicaciones OPC UA

Se valora si esta preparado de forma nativa para leer datos mediante protocolo OPC UA.

Criterio 11. Catalogación de alarmas

Se valora el grado de posibilidades de catalogación de alarmas así como cumplimiento de normativa ISA 18.2

Criterio 12. Road map y capacidad del fabricante

Se valora la estrategia de evolución definida a años vista y potencia y previsión de continuidad de fabricante.

Criterio 13. Soporte técnico

Se valora la calidad y accesibilidad a recursos y ayuda de soporte técnico.

Criterio 14. Grado de conocimiento de Aquatec

Se valora el conocimiento de la empresa Aquatec en esta tecnología en estos momentos.

Criterio 15. Open source

Se valora el acceso al código fuente y posibilidad de modificarlo.

Criterio 16. Tipos de licencia.

Se valora la disponibilidad de DEMO para realizar pruebas, así como la cantidad de licencias necesarias en el modo actuación.

Criterio 17. Platform agnostic

Se valora la posibilidad de adaptación para distintas plataformas: aplicaciones móviles, tablet, portátil entre ellos y diferentes sistemas operativos como Windows, Linux, los, etc.

Criterio 18. Integración con GIS

En este punto se valora la calidad y posición geográfica de los puntos de campo donde se realizan las mediciones.

4.3.2. RESULTADO COMPARACIÓN

Una vez estudiado las distintas tecnologías por separado y valorar los criterios que tiene cada una, se procede a una ponderación numérica.

Según la Real Academia Española (RAE), ponderar es determinar el peso de algo. En este caso, la ponderación será el peso que se le dará a cada elemento (normalmente lo decide el cliente). El peso total, tiene que sumar 100.

Por otro lado y a través de la RAE nuevamente, valorar es señalar o reconocer el valor que tiene algo. En este caso, es la importancia que asigna el analista o la empresa a cada uno de los criterios.

La puntuación se ha establecido de forma que cada uno de los criterios se ha valorado de 0 a 10 puntos. Por otro lado, cada criterio tiene una ponderación de 0 a 10 puntos.

Para comparar las diferentes soluciones entre ellas, les voy a dar un peso y evaluar cada una por separado. La fórmula a seguir sería: $\text{peso} * \text{valoración}$, obteniendo así el siguiente cuadro:

CRITERIOS	CONCEPTO	PESO	WINCCOA		CLEARSCADA		IGNITION	
			VALORACIÓN	TOTAL	VALORACIÓN	TOTAL	VALORACIÓN	TOTAL
C.1	Arquitectura distribuida	8	6	48	7	56	8	64
C.2	Redundancia nativa	8	6	48	7	56	7	56
C.3	Redundancia nativa sistema	9	6	54	7	63	6	54
C.4	Seguridad acceso	10	8	80	8	80	9	90
C.5	Aumento de carga	8	6	48	5	40	8	64
C.6	Plantillas/orientado a objetos	8	6	48	7	56	5	40

C.7	Lenguajes externos	6	6	36	5	30	6	36
C.8	Web	4	5	20	6	24	5	20
C.9	Conexión con fuentes de datos	8	8	64	7	56	8	64
C.10	OPC-UA	6	5	30	5	30	6	36
C.11	ISA 18.2	8	8	64	8	64	8	64
C.12	Roadmap y capacidad	9	9	81	9	81	9	81
C.13	Soporte técnico	9	9	81	9	81	9	81
C.14	Conocimiento de Aquatec	6	0	0	0	0	2	12
C.15	Opensource	3	0	0	0	0	0	0

C.16	Licencias de desarrollo	6	6	36	4	24	6	36
C.17	Platform agnostic	7	7	49	6	42	7	49
C.18	GIS	8	8	64	8	64	8	64
Total		100		803		847		911

Tabla2. Resumen valoración y peso de cada una de las tecnologías. Fuente: Elaboración propia

Después de dar un valor y un peso a cada uno de los criterios, se decide que la mejor solución para nuestro proyecto es la solución que propone Inductive Automation conocida como Ignition. El proyecto se realizará de aquí en adelante con esta tecnología.

5. ÁMBITO ACTUACIÓN. CASO PRÁCTICO

El grupo de técnicas unido a los procesos que abastecen de agua potable un entorno se denomina gestión del ciclo urbano de agua. La tecnología SCADA permite un uso eficiente de este recurso durante todo el proceso, además de posibilitar la supervisión a tiempo real y en remoto de la misma.

Tal y como se comentó en el capítulo 1, el objetivo de este Trabajo Final de Máster es diseñar e implementar un proyecto piloto con el estándar de Aquatec junto con la tecnología Ignition, para confirmar si es viable el proyecto con la tecnología seleccionada en el capítulo 3.

Durante el capítulo 5, se presentará la solución SCADA Ignition de Inductive Automation, para una red de abastecimiento de agua potable en un parque industrial (por ley de protección de datos no se hará referencia a la ubicación real del recinto), pero si se describirá en detalle su funcionamiento y sus características.

En primer lugar, se expondrán los antecedentes al lector. Seguidamente, se presentará a la empresa que va a realizar el proyecto, Aquatec, del grupo Suez. Además, se plantearán las distintas problemáticas y necesidades existentes. Por último, se tratará y explicará la tipología del proyecto junto con la solución propuesta donde se mostrará la aplicación SCADA de Ignition. En ella, se han desarrollado cada una de las estaciones de forma detallada.

5.1. ANTECEDENTES. SISTEMA ACTUAL

Para realizar este proyecto, en primer lugar se ha realizado una investigación sobre el ámbito de agua como se puede comprobar en el punto 2. Seguidamente, se ha realizado un análisis de mercado de distintas tecnologías SCADAs y se han evaluado en función de unos criterios para finalmente seleccionar una de ellas. Posteriormente, se ha adaptado el diseño que utilizaba Aquatec en el software seleccionado, Ignition.

Actualmente, es necesario tener un control sobre todas las estaciones que conforman la red de abastecimiento del agua, para lo que se necesita una vigilancia de donde se recibe la información y se gestiona para controlar que todo funciona correctamente además de para prevenir posibles incidencias. Este proyecto piloto consiste en abastecer de agua potable un parque tecnológico, debido a la ley orgánica 3/2018 no se desvelará en ningún momento la ubicación del parque industrial.

Se hará un breve resumen de la distribución existente desde la captación de agua potable hasta la llegada a las acometidas. Como se ha comentado anteriormente, no se desvelará su paradero por lo que se debe explicar que el sistema consta de un total de ocho estaciones, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

ESTACIONES
Balsa almacenamiento 1
Balsa almacenamiento 2
Balsa almacenamiento 3
Captación Industrial
Captación potable
Depósito potable 1
Depósito potable 2
ETAP (Estación de tratamiento de agua potable)

Tabla3. Esquema hidráulico. Fuente: Elaboración propia

Las primeras estaciones que aparecen son las denominadas captaciones de donde se obtiene la fuente: agua. Seguidamente, esta agua es transportada hasta las balsas de almacenamiento (este proyecto consta de 3 balsas de almacenamiento) cuya función es limitar las oscilaciones de la demanda, regular la presión y el caudal. También son las encargadas de garantizar el suministro asegurando así el mantenimiento del agua almacenada. Con la ayuda de la impulsión de las bombas hidráulicas el agua llega a la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP). En esta estación se lleva a cabo la

potabilización y/o desalinización del agua dulce mediante técnicas muy sofisticadas .Cuenta con medidores de cloro y turbidez para avalar la calidad del agua. Una vez el agua ha pasado este tratamiento viaja hasta los depósitos de distribución desde donde se dispensara a los ciudadanos para su consumo final.

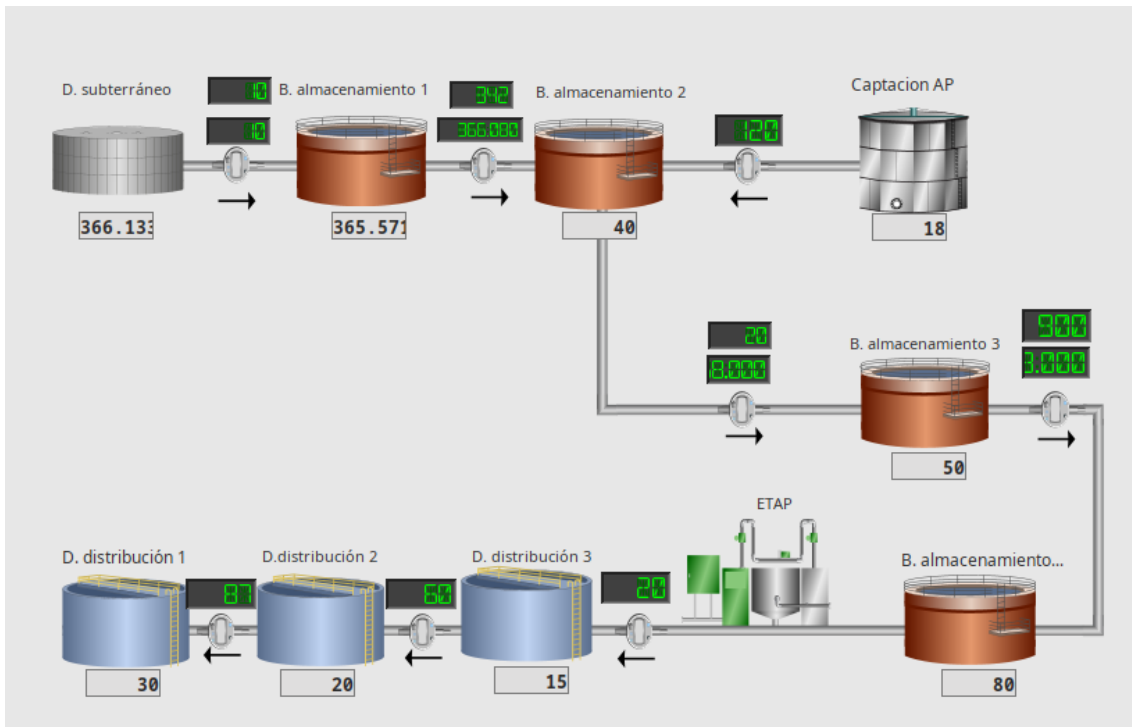


Figura53. Esquema hidráulico. Fuente: Elaboración propia

Cada una de las estaciones cuenta con una serie de dispositivos que permiten medir y controlar que todos los valores sean correctos para llevar a cabo su tarea. Estos dispositivos, pueden ser: bombas, contadores, caudalímetros entre ellos. Cada uno de los dispositivos, recibe unas señales con unos atributos que más adelante serán configurados en el proyecto.

Para empezar, se van mostrar los dispositivos junto con sus respectivas señales que tiene cada una de las estaciones:

- La balsa de almacenamiento contiene cinco bombas, cada una de ellas recibe tres señales distintas. En ellas se muestra si la bomba se encuentra en funcionamiento en ese momento, además de las horas que lleva en uso y el número total de arranques que ha realizado. También contiene un contador que muestra el valor del caudal, del total y valor instantáneo de agua en ese momento de tiempo. Un nivel,

el cual muestra el valor máximo y mínimo y el valor instantáneo en ese momento. Presión y tarifas, según la franja horaria a la que se encuentre.

- Captación industrial también contiene cinco bombas con las señales mencionadas en la balsa de almacenamiento. Además, contiene una bomba agitadora y una bomba dosificadora. Un contador que muestra el caudal, el total y el valor instantáneo de agua en ese momento. Un nivel que muestra los valores máximos y mínimos, también muestra el valor instantáneo en ese momento. Igualmente muestra la presión y tarifas según la franja horaria en la que se encuentre.

- Captación potable contiene tres bombas, como en las anteriores estaciones se deben configurar para que muestren si se encuentran en funcionamiento o no, las horas que lleva en marcha y el número total de arranques. Un contador que muestra los valores máximos y mínimos, también muestra el valor instantáneo en ese momento. Asimismo muestra la presión y tarifas según la franja horaria que se encuentre.

- Depósito potable que incluye cinco bombas, una de ellas es una bomba dosificadora y la otra, una rectificadora. Un depósito de cloro que muestra el rango de valores máximo y mínimo y el valor instantáneo. Incluso se muestra el nivel y las tarifas según la franja horaria.

- ETAP, esta estación es más compleja dado que en ésta se realiza la potabilización del agua dulce. Está formada por 8 bombas en total, todas ellas con los mismos atributos mencionados en las distintas estaciones pero con tareas distintas. Contiene dos bombas aportes, una coagulante, una dosificadora, floculante y de hipoclorito. Bomba lavadora y bomba rectificadora. Por otro lado, contiene dos depósitos de cloro y dos niveles, ambos muestran el rango de valores máximo y mínimo y el valor instantáneo. Al igual que los dispositivos Turbidez que miden los valores máximos y mínimos y el que está recibiendo en esos instantes.

5.2. DESCRIPCIÓN EMPRESA. AQUATEC

Aquatec es una empresa IT que presta varios servicios como consultoría, diseño, instalación e implementación de soluciones para la optimización del ciclo integral del agua y preservación del medio ambiente.

Forma parte del grupo Suez, fundada hace 160 años con el objetivo innovar en el campo del medio ambiente para conseguir que ciudades e industrias fueran más sostenibles y preservar los recursos naturales.

Con el proyecto de transformación de instalaciones grises a infraestructuras verdes, SUEZ en España ha sido galardonada con el Premio Europeo de Medio Ambiente a la Empresa en el año 2018, en la categoría de Empresa y Biodiversidad (sección española).
[19]

Entre sus múltiples proyectos resaltan los que se muestran en la figura54:

- Soluciones para la gestión de todo el ciclo del agua mediante producción de agua potable, protección de recursos y entornos naturales, depuración de aguas potables. Todos ellos con una gestión eficaz de la infraestructura.
- Soluciones de tratamiento de agua como desalación de agua de mar, ofreciendo tratamiento para lodos y purificación y reciclaje de aguas residuales.
- Gestión de residuos y soluciones de recuperación tanto de materiales como energía.
- Soluciones de consultoría tanto asesorando en el desarrollo de proyectos optimizando así presupuesto y plazos junto con soluciones técnicas y ambientales.

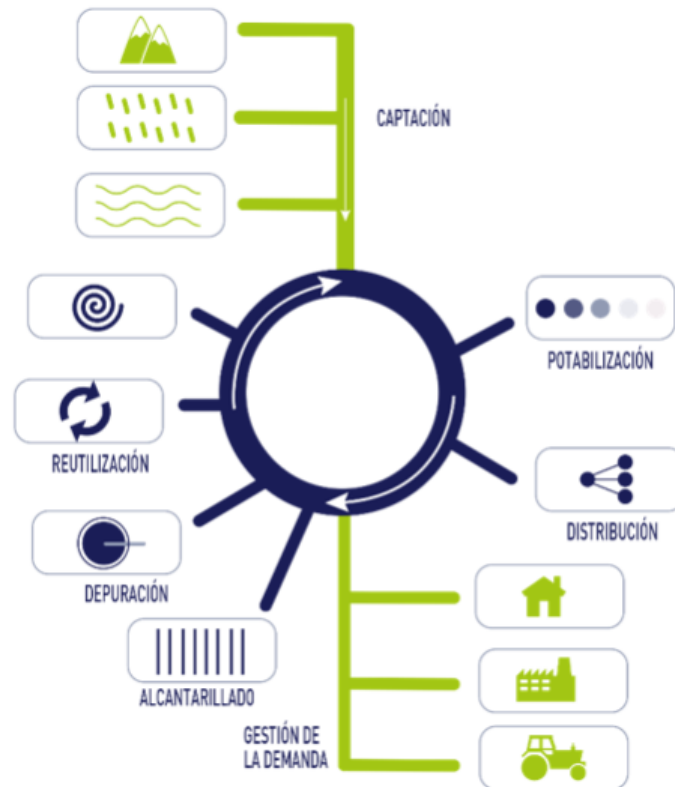


Figura54. Proyectos Aquatec. Fuente: [Aquatec](#)

Ofrece soluciones tanto en ámbito privado como público. Algunos de sus proyectos más destacados han sido el almacenaje, distribución y consumo de agua potable de la ciudad de Alicante, Pontevedra y el área metropolitana de Barcelona. Además, también se realizó el proceso de captación de agua en la Bahía de Palma y Salinetas.

5.3. ANÁLISIS DE NECESIDADES

Como se ha comentado en el punto 1, el objetivo del proyecto es saber si el modelo hidráulico que tiene Aquatec hecho con la tecnología Wonderware se puede replicar en otras herramientas del mercado, para ello se debe comprobar que son lo suficientemente potentes y cumplen con los requisitos necesario por Aquatec.

Para ello, se han analizado distintos SCADAs en función de los criterios que necesita Aquatec para cumplir con sus necesidades. Una vez realizado el estudio de mercado y

comprobar que es factible, se realiza un proyecto piloto. En este proyecto piloto, nos basamos en un estándar que Aquatec tiene hecho, en esta caso es una zona industrial.

Actualmente, el parque industrial ya tiene una tecnología SCADA en funcionamiento que monitoriza y controla las estaciones para un aprovechamiento óptimo del agua potable, así como la capacidad de solucionar averías en remoto y preverlas.

Como se ha definido anteriormente, el sistema actual consta de un total de ocho estaciones: tres balsas de almacenamiento, captación industrial y captación potable, dos depósitos y una estación de tratamiento de agua potable (ETAP).

5.4. SOLUCIÓN PROPUESTA

En este capítulo se va a explicar detalladamente como se ha desarrollado este proyecto con la solución de Inductive Automation, Ignition. Con la ayuda de este software se controlará las diferentes estaciones remotas con la finalidad de averiguar si es un entorno óptimo para implantar esta aplicación.

En primer lugar, se explicará como se ha realizado la instalación de la aplicación. Seguidamente se detallará la manera en la que se han ido realizando los Datatypes de cada una de las estaciones y para finalizar como se han realizado las pantallas. Una vez explicado estos tres puntos, se mostrará la vista cliente del proyecto piloto así como un presupuesto aproximado de lo que costaría la implantación.

5.4.1. INSTALACIÓN SCADA

En un principio, Ignition se iba a utilizar a través de una máquina virtual en la que ya estaba instalado previamente. Después de muchas problemáticas para que la máquina virtual funcionara en mi equipo y posteriormente, Ignition funcionara en la misma, se decide instalarlo en local. El programa Ignition se encuentra para descargar de forma gratuita en su página web oficial: <https://inductiveautomation.com>. Este software está disponible para distintos sistemas operativos: Linux, Windows y Mac.

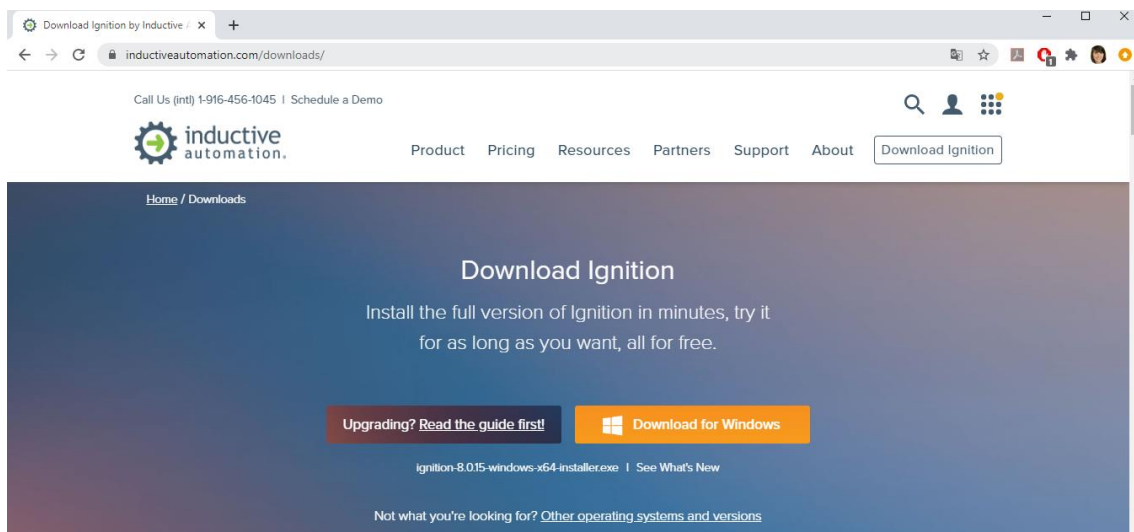


Figura55. Descarga ignition. Fuente: [Inductive Automation](https://www.inductiveautomation.com/downloads/)

Una vez instalado en nuestro equipo y siguiendo el manual que aparece en la [web del fabricante](#), se accede a la siguiente url: <http://localhost:8088>. Desde esta página es donde se realizarán todas las configuraciones del software y nuestro proyecto. Además, desde aquí es desde donde se debe renovar cada dos horas la licencia para que nuestro programa funcione. Se ha trabajado con una licencia gratuita, por lo que se debe renovar cada dos horas.

Uno de los campos a configurar es “OPC UA”, en este punto apareció otra problemática, no conseguía que me reconociera el programa instalado. Después de muchas pruebas, configurando e instalando el certificado se solucionó.

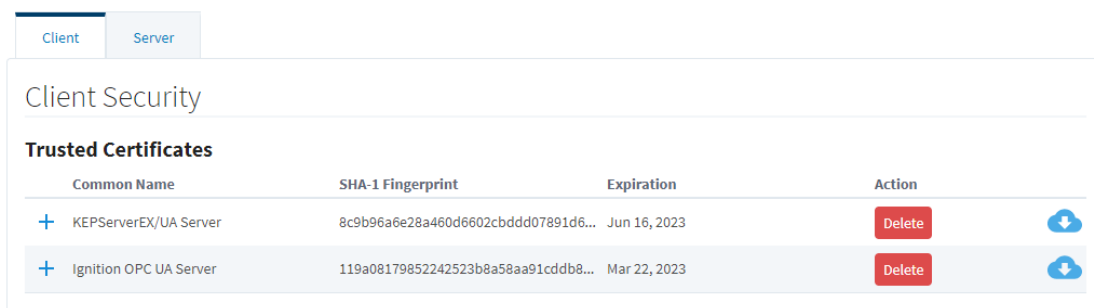


Figura56. Certificados. Fuente: Elaboración propia

Una vez el interfaz se encuentra configurado, se debe crear el proyecto en Ignition con un usuario y una contraseña:

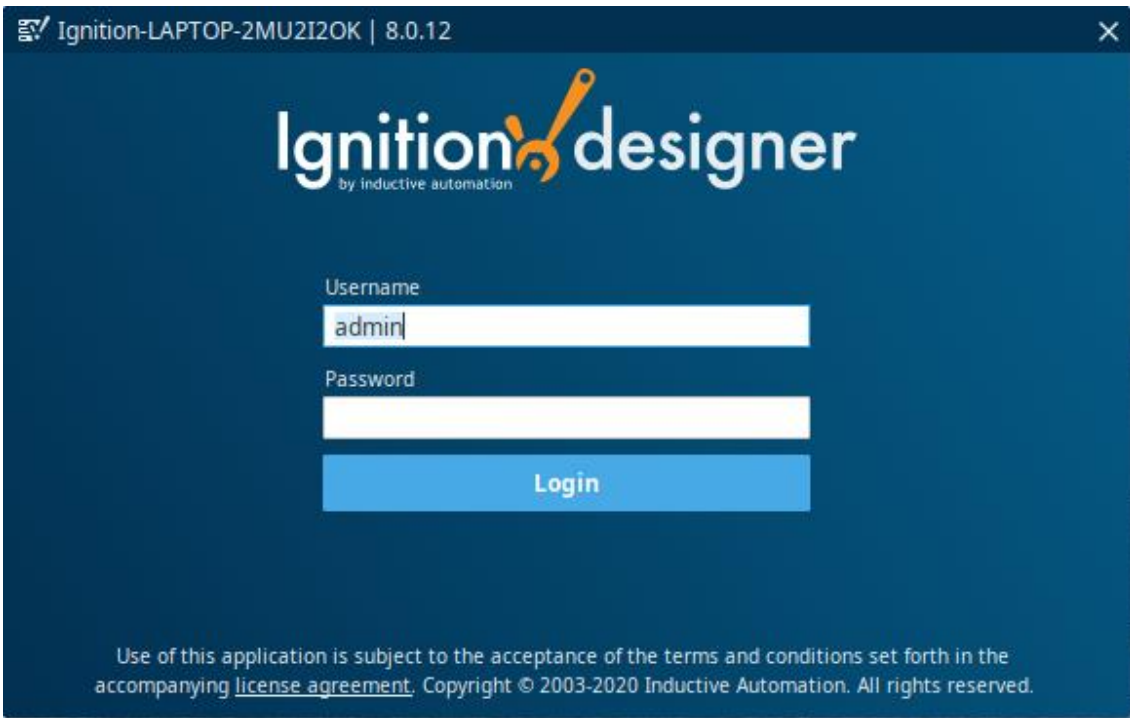


Figura57. Pantalla principal Ignition Fuente: Elaboración propia

5.4.3. DATATYPES

Seguidamente, desde Aquatec se facilita la lista de señales que se encuentra en el ANEXO II con la información de cada estación: dispositivos, señales y atributo. Se pone de ejemplo la información recibida en la balsa de almacenamiento 2, figura58:

:IOReal	Group	Comment	Logged	EventLog	EventLog	Retentive	Retentive	AlarmVal	AlarmDev	EngUnits	InitialVal	MinEU	N
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Agitador balsa alm. Ind. 2-Arranques	Yes	No		0	Yes	No	0	0 un.	12	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Agitador balsa alm. Ind. 2-Horas marcha	Yes	No		0	Yes	No	0	0 h	7901	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba dosif. balsa alm. Ind. 2-Arranques	Yes	No		0	Yes	No	0	0 un.	664	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba dosif. balsa alm. Ind. 2-Horas marcha	Yes	No		0	Yes	No	0	0 h	904	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 1 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0	Yes	No	0	0 un.	148	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 1 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0	Yes	No	0	0 h	429	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 2 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0	Yes	No	0	0 un.	508	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 2 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0	Yes	No	0	0 h	469	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 3 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0	Yes	No	0	0 un.	80	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 3 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0	Yes	No	0	0 h	256	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 4 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0	Yes	No	0	0 un.	17	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 4 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0	Yes	No	0	0 h	0	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Contador balsa alm. Ind. 2-Parcial	Yes	No		0	No	No	0	0 m3	0	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Contador balsa alm. Ind. 2-Total	Yes	No		0	Yes	No	0	0 m3	2646	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Contador balsa alm. Ind. 2-Caudal inst.	Yes	No		0	Yes	No	0	0 m3/h	0	-3,40E+46	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Caudal balsa alm. Ind. 2-Rango mín.	No	Yes		999	No	No	0	0 m3/h	0	-3,40E+46	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Caudal balsa alm. Ind. 2-Rango máx.	No	Yes		999	No	No	0	0 m3/h	0	-3,40E+46	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Caudal balsa alm. Ind. 2-Valor inst.	Yes	No		0	Yes	Yes	0	0 m3/h	0	-3,40E+46	

Figura58. Señales balsa almacenamiento 2. Fuente: Lista de señales, Aquatec

Una vez se ha creado el proyecto en Ignition y con la lista de señales, se debe programar cada uno de los datatypes de cada elemento junto con sus señales y atributos.

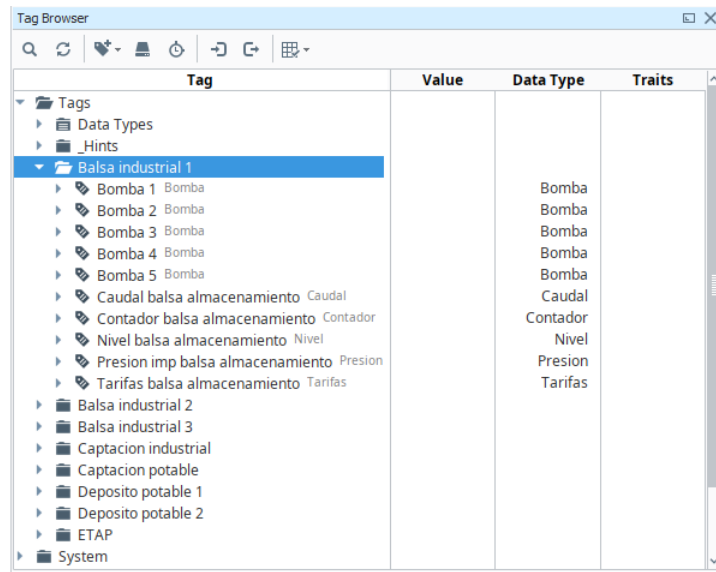


Figura61. Tag browser. Fuente: Elaboración propia

Dentro de cada dispositivo, se encuentran las distintas señales que aparecen en el ANEXO II Lista de señales. Algunas de estas señales serán representadas más adelante de forma gráfica.

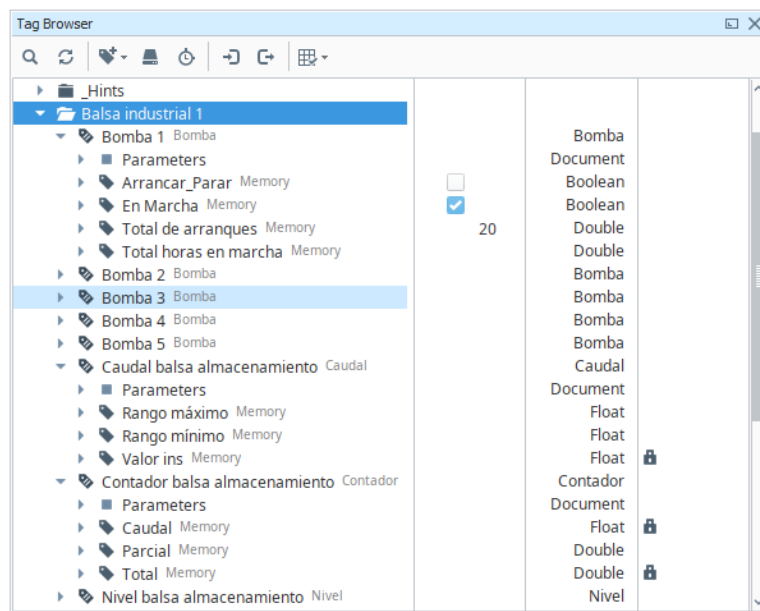


Figura62. Etiquetas configuradas en cada estación. Fuente: Elaboración propia

Todas las plantillas se configuran aproximadamente de la misma manera, como ejemplo de explicación se selecciona la Bomba 1 dentro de la Balsa almacenamiento 1. El resto

de datatypes esta explicado de forma detallada en el ANEXO III. En primer lugar, se debe crear el datatype de Bomba 1 como se muestra en la siguiente figura:

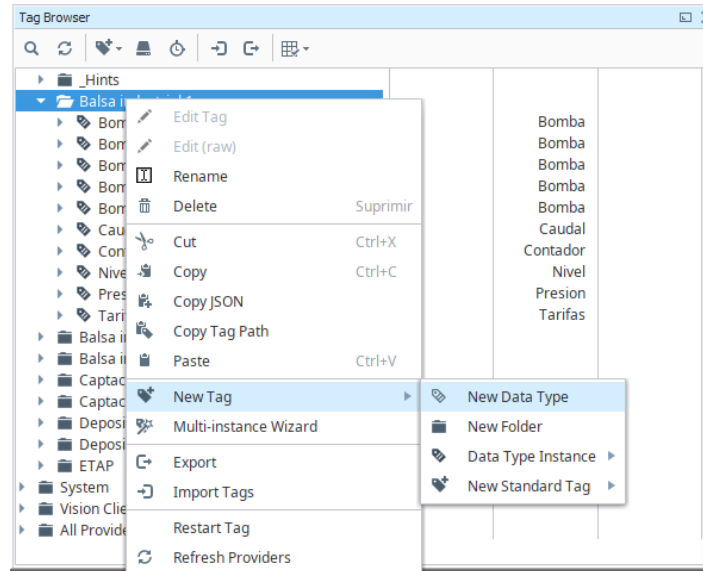


Figura63. Creación datatype. Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar, se debe cumplimentar la pantalla que aparece con las señales facilitadas en el ANEXO II:

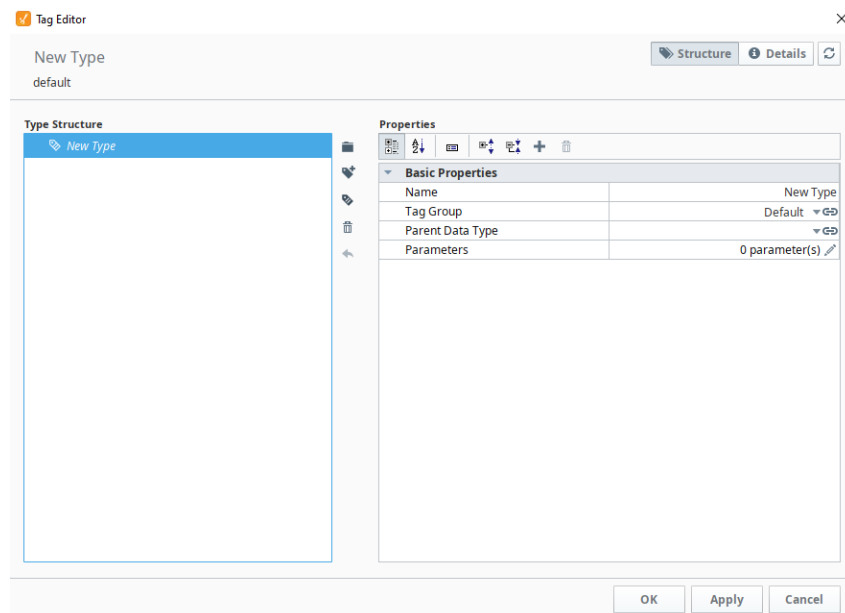


Figura64. Creación etiqueta y señales. Fuente: Elaboración propia

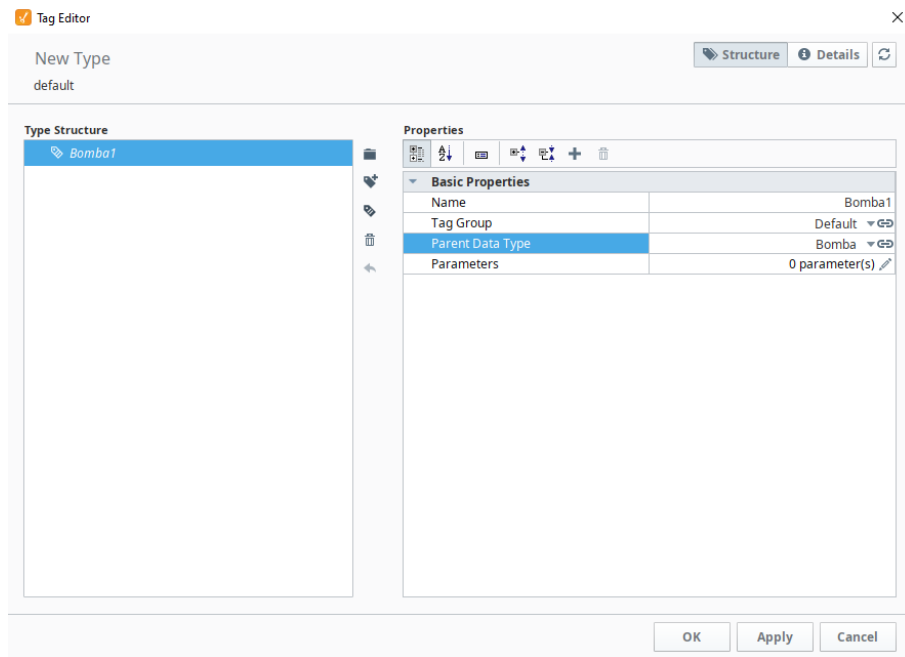


Figura65. Creación etiqueta y señales. Fuente: Elaboración propia

Para añadir cada una de las señales que se reciben dentro de la bomba: funcionamiento, cuantas horas lleva en marcha y cuantas veces se ha arrancado. Es necesario crear las distintas tags dentro de la bomba siguiendo los siguientes pasos:

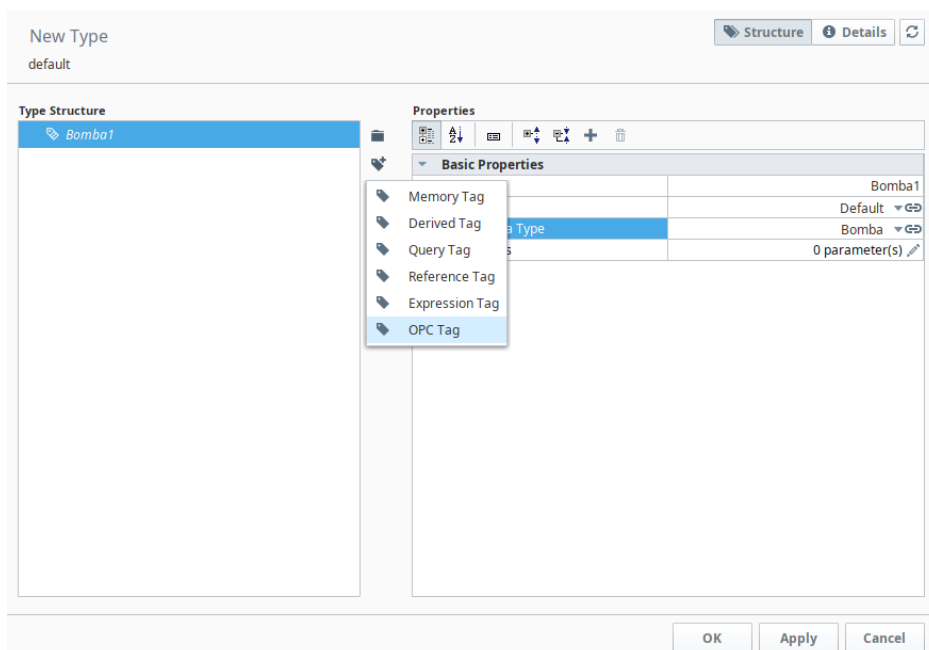


Figura66. Creación etiqueta y señales. Fuente: Elaboración propia

Se debe elegir New tag: Memory tag o OPC Tag. En esta caso concreto, se creará como Memory Tag para configurarla y probar su correcto funcionamiento antes de conectarlo a un autómata programable (PLC). Más adelante, en el ANEXO V, se explicará que tags se deben cambiar a OPC para poder configurar la historización.

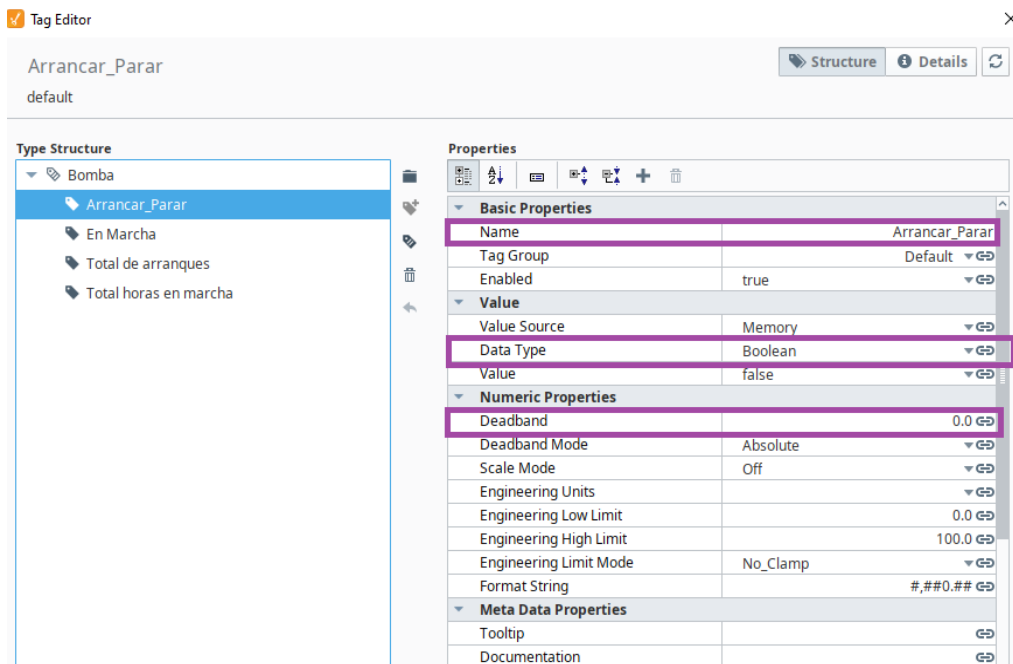


Figura67. Configuración señales. Fuente: Elaboración propia

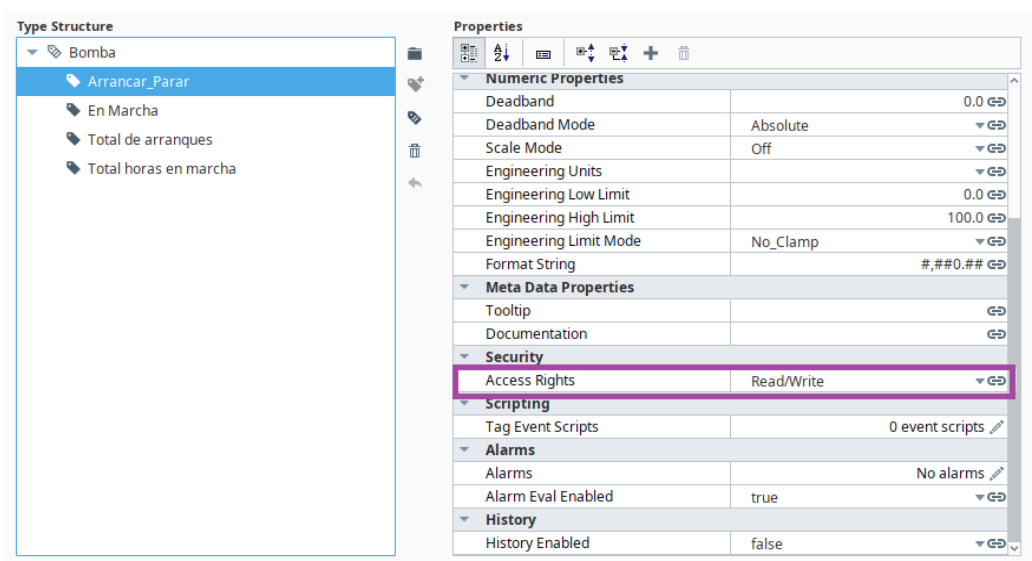


Figura68. Configuración señales. Fuente: Elaboración propia

Se deben configurar los campos Nombre, Deadband, Datatype y el acceso: lectura, escritura u ambas en función de la lista de señales del ANEXO II. Este proceso es el que se debe seguir con cada dispositivo de cada una de las estaciones.

5.4.4. PANTALLAS

Una vez realizada cada uno de los datatypes de los elementos que forman cada una de las plantillas, el siguiente paso es la realización de las pantallas. Las pantallas son plantillas gráficas en las que, tras la programación y configuración muestra cada uno de los elementos junto con sus señales de una forma gráfica y visual. Esta información se mostrará en la ventana general del sinóptico, además de en cada esta estación con ventanas conocidas como pop up. Esto se explicará de forma detallada a lo largo del ANEXO IV.

Se hará un plantilla general de cada elemento con todas las señales, es decir que en el momento que se realice un cambio en esa plantilla, se cambiará en todas.

Se pone de ejemplo la información recibida sobre la balsa almacenamiento 2:

:IOReal	Group	Comment	Logged	EventLogg	EventLogg	Retentive	Retentive	AlarmVal	AlarmDev	EngUnits	InitialVal	MinEU	N
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Agitador balsa alm. Ind. 2-Arranques	Yes	No		0 Yes	No	0	0 un.		12	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Agitador balsa alm. Ind. 2-Horas marcha	Yes	No		0 Yes	No	0	0 h		7901	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba dosif. balsa alm. Ind. 2-Arranques	Yes	No		0 Yes	No	0	0 un.		664	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba dosif. balsa alm. Ind. 2-Horas marcha	Yes	No		0 Yes	No	0	0 h		904	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 1 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0 Yes	No	0	0 un.		148	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 1 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0 Yes	No	0	0 h		429	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 2 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0 Yes	No	0	0 un.		508	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 2 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0 Yes	No	0	0 h		489	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 3 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0 Yes	No	0	0 un.		80	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 3 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0 Yes	No	0	0 h		256	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 4 balsa alm. Ind. 2-Total arranques	Yes	No		0 Yes	No	0	0 un.		17	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Bomba 4 balsa alm. Ind. 2-Total horas marcha	Yes	No		0 Yes	No	0	0 h		0	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Contador balsa alm. Ind. 2-Parcial	Yes	No		0 No	No	0	0 m3		0	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Contador balsa alm. Ind. 2-Total	Yes	No		0 Yes	No	0	0 m3		2646	0	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Contador balsa alm. Ind. 2-Caudal inst.	Yes	No		0 Yes	No	0	0 m3/h		0	-3,40E+46	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Caudal balsa alm. Ind. 2-Rango mín.	No	Yes		999 No	No	0	0 m3/h		0	-3,40E+46	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Caudal balsa alm. Ind. 2-Rango máx.	No	Yes		999 No	No	0	0 m3/h		0	-3,40E+46	
IN001_BB02_Balsa_industrial_2		Caudal balsa alm. Ind. 2-Valor inst.	Yes	No		0 Yes	Yes	0	0 m3/h		0	-3,40E+46	

Figura69. Balsa almacenamiento 2. Fuente: Lista de señales, Aquatec

Una vez se han creado los datatypes de cada uno de los elementos junto con las señales que recibe, se deben dibujar las pantallas donde mostrará información de las señales recibidas de una manera gráfica. Se coge de ejemplo el elemento Bomba1, en primer lugar se debe elegir un símbolo dentro de la paleta de componentes:

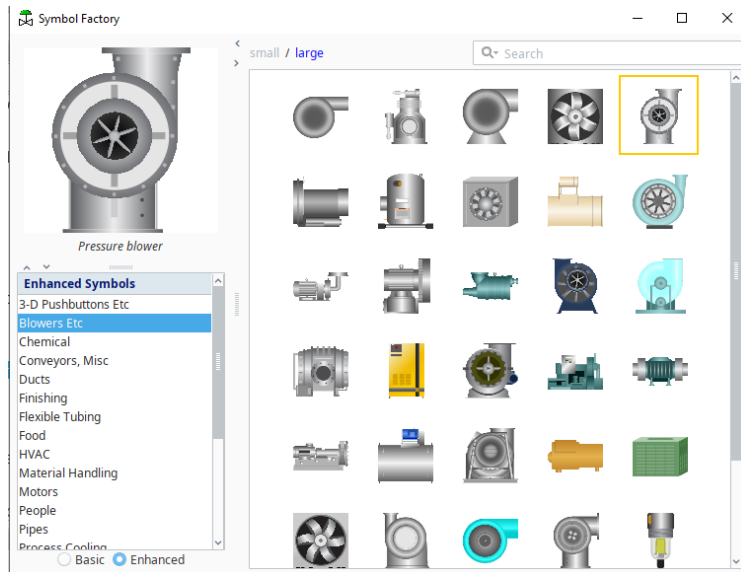


Figura70. Paleta de componentes. Fuente: Elaboración propia

En el caso de la bomba, se debe configurar con el objetivo de que cuando esté en funcionamiento tanto en el sinóptico general como en el sinóptico de la estación aparezca en verde. Para ello, se debe copiar el elemento y clicar en “Union”, como se muestra en la figura71.

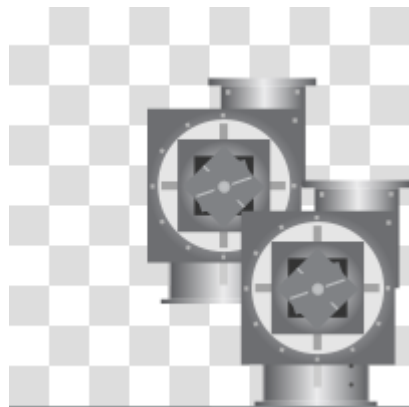


Figura71. Union bomba 1. Fuente: Elaboración propia

Dentro del editor del elemento en Appearance-> Fill Paint, se debe configurar para que cuando esté apagado (0) se muestre en blanco. No aparece en el sinóptico en blanco ya que se ha configurado la transparencia al máximo. Cuando este encendido (1), aparecerá en verde.

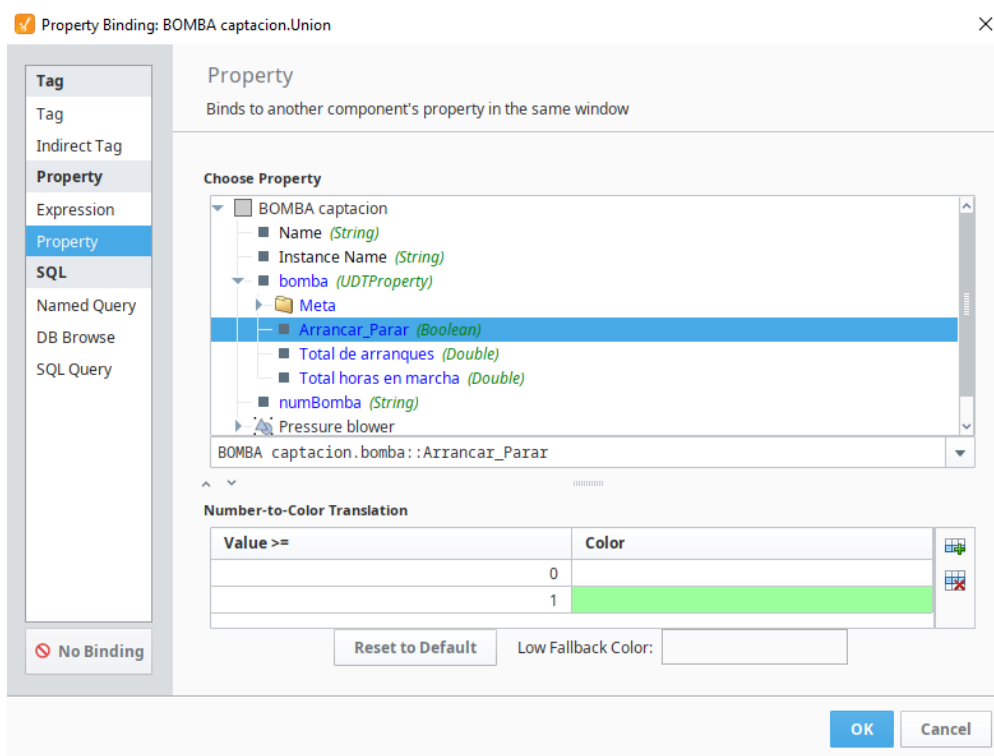


Figura72. Configuración propiedades bomba 1. Fuente: Elaboración propia

Llegados a este punto, se debe configurar el template para que vaya asociado al datatype “Bomba”, para ello desde Customizers:

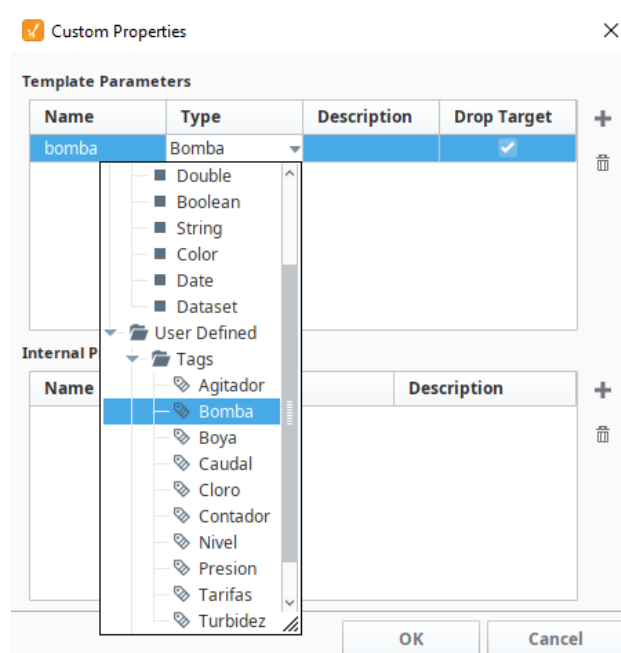


Figura73. Template bomba 1. Fuente: Elaboración propia

Es importante marcar la opción “Drop Target”, ya que ésta permite arrastrar desde las etiquetas a la bomba y coja los valores de esta tag.

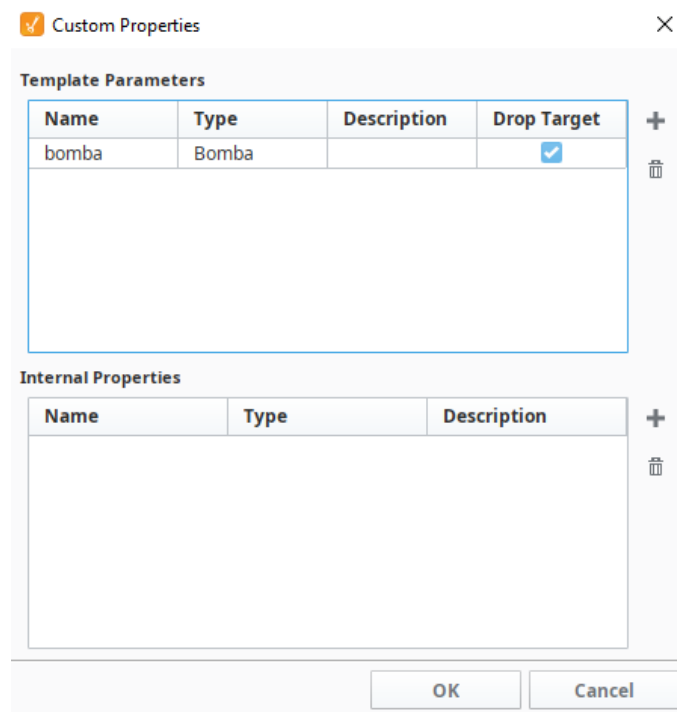


Figura74. Template. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso, es configurar otro elemento de los que se encuentran en la balsa almacenamiento1: Presión. Como se ha realizado anteriormente, se elige un icono de la paleta de elementos, quedando como la figura 75:

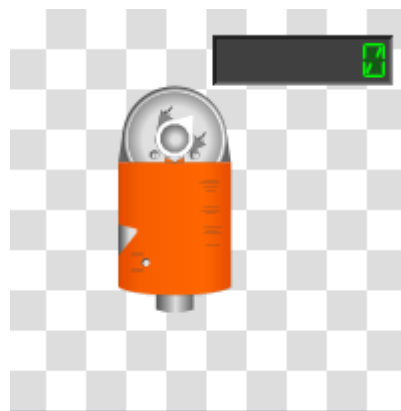


Figura75. Elemento presión. Fuente: Elaboración propia

Se ha añadido un display numérico ya que desde Aquatec nos han indicado que el valor instantáneo de la presión se debe mostrar en el sinóptico general. En este caso, también se asocia el template “PRESION” al datatype creado Presion:

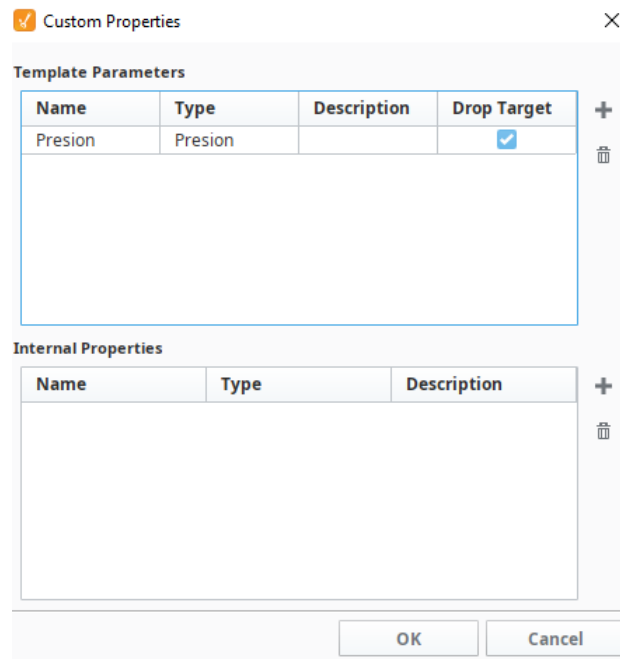


Figura77. Template presión. Fuente: Elaboración propia

El siguiente elemento a configurar será el contador. Este instrumento nos permite saber la cantidad de agua que pasa a través de él, es por esta razón, por la que se ha añadido al template “CONTADOR” dos displays numéricos que mostrarán el valor del caudal y total que está pasando en ese instante de tiempo. Quedando de la siguiente forma:

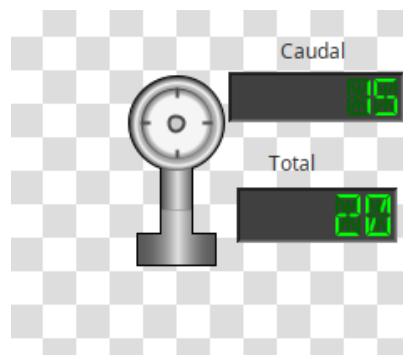


Figura78. Elemento contador. Fuente: Elaboración propia

Nuevamente, se asocia el template correspondiente a la Tag “Contador”, marcando “Drop Target”:

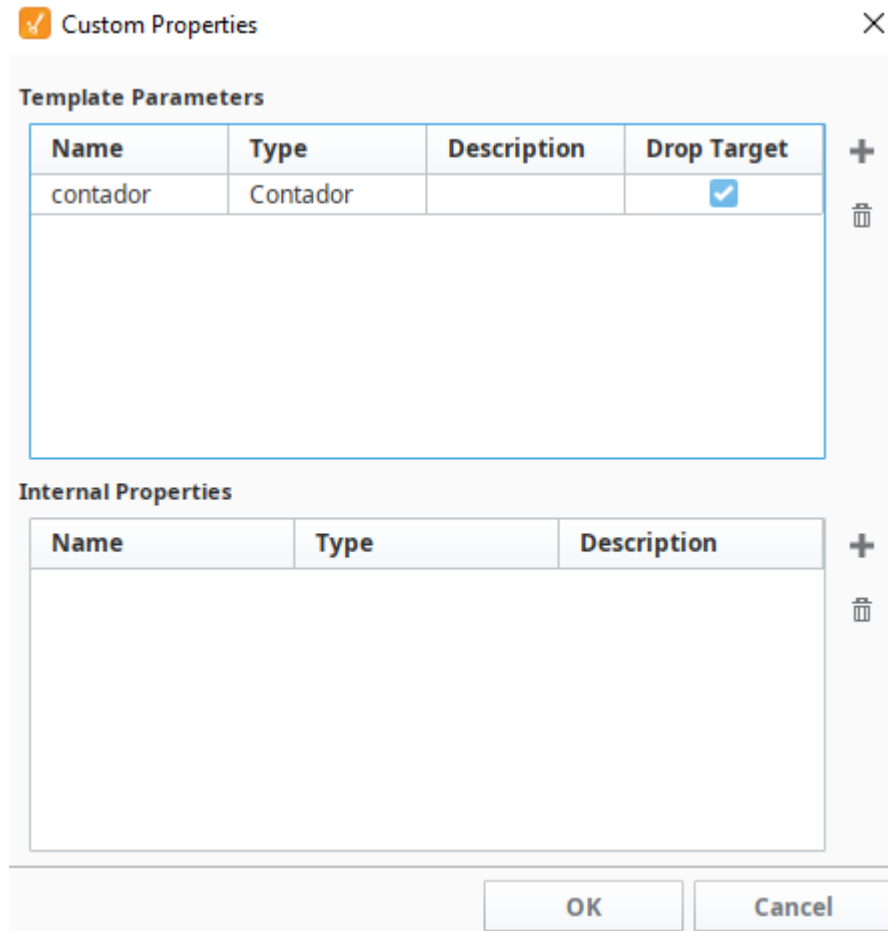


Figura79. Template contador. Fuente: Elaboración propia

El siguiente elemento a configurar es el Nivel, se ha elegido el icono de un tanque en la paleta de elementos:

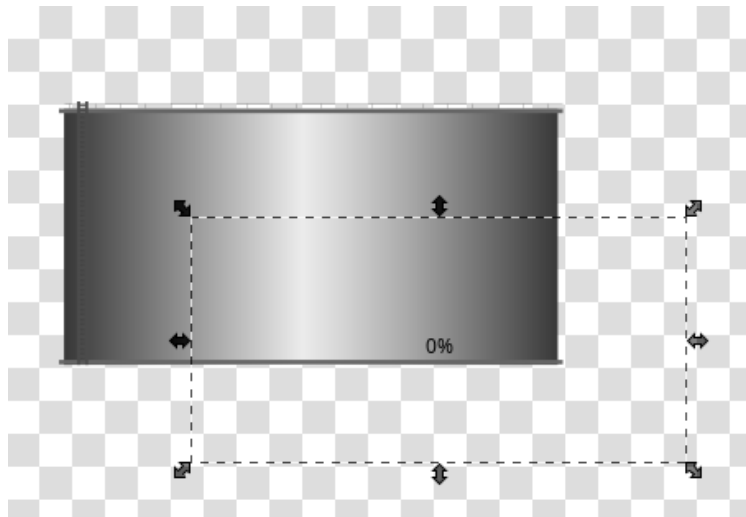


Figura80. Configurar elemento nivel en depósito. Fuente: Elaboración propia

Tal y como ha ocurrido en el template de Bomba, en el template de Nivel debe aparecer en el sinóptico general el valor instantáneo que tiene el tanque en ese momento. Para ello, se debe seleccionar la opción “Level indicator” que se encuentra dentro de la paleta de Displays:

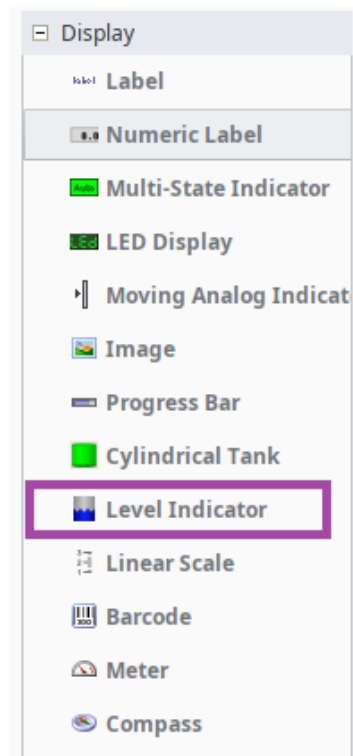


Figura81. Paleta display. Fuente: Elaboración propia

Este indicador se debe asociar al atributo Valor instantáneo de nivel como se muestra en la siguiente figura:

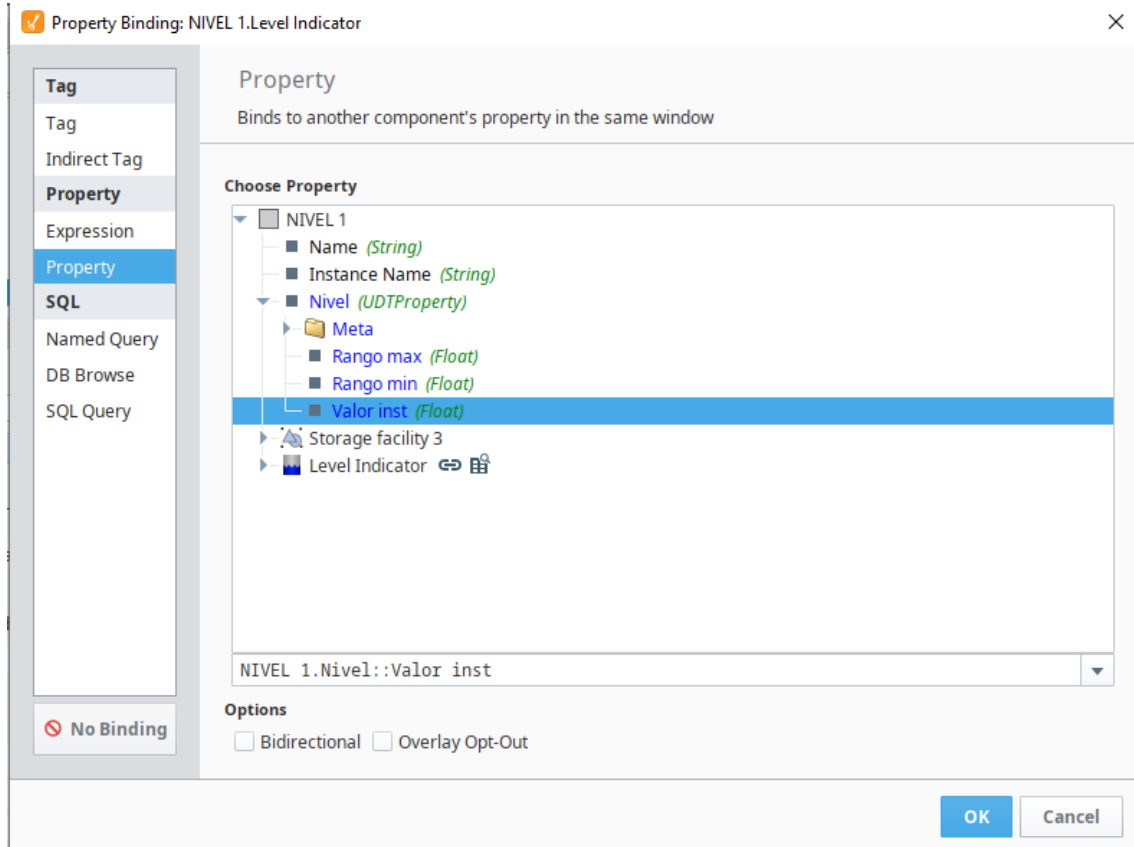


Figura82. Propiedades nivel. Fuente: Elaboración propia

Previamente a ello, se debe asociar el template Nivel al tag Nivel, sino no aparecerán estas opciones.

Todos estos elementos son comunes a la balsa de almacenamiento 1, además la balsa de almacenamiento 2 cuenta con:

- Bomba con agitador: encargada de prevenir sedimentos en el fondo del depósito y la formación de natas en la superficie.
- Bomba dosificadora: encargada de la dosificación de coagulante y floculante en el agua. Estos químicos se deben inyectar en pequeñas y precisas cantidades y de forma constante, es decir, el mismo volumen.

En este caso, sólo se debe configurar como nuevo elementos estas dos nuevas bombas. EL resto de templates han sido creados previamente para la balsa anterior.

Como se ha hecho en la balsa anterior, se debe crea un template llamado “Agitador”:

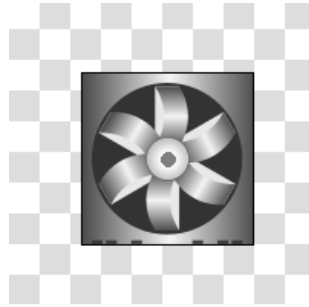


Figura83. Icono bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

Como ocurría con las bombas anteriormente programadas, esta bomba también deberá mostrar en el sinóptico general en el momento en el que se encuentra en marcha o no. El proceso será el mismo que se ha explicado anteriormente, se realizará una copia del elemento y posteriormente marcaremos “Union” para que se ajusten ambas. Después de ello, desde el editor de visualización-> Appearance-> Fill Paint. Tal y como se muestra en la figura.

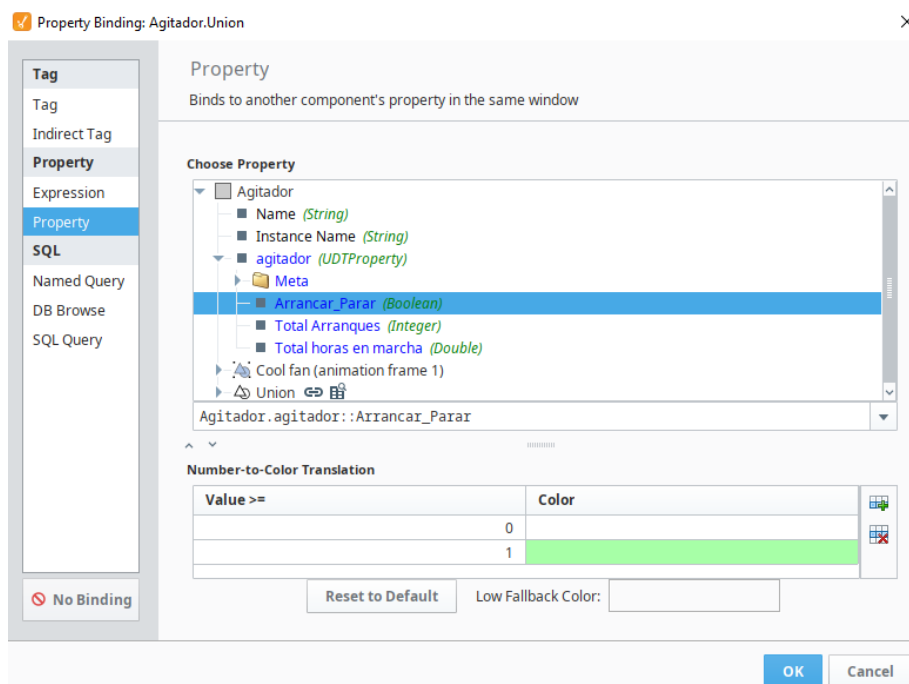


Figura84. Propiedades bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

Se debe configurar con la finalidad de que cuando este apagado (0) se muestre en blanco. No aparece en el sinóptico en blanco ya que se ha configurado la transparencia al máximo. Cuando este encendido (1), aparecerá en verde. Previamente a este paso, se debe asociar este template con su correspondiente etiqueta:

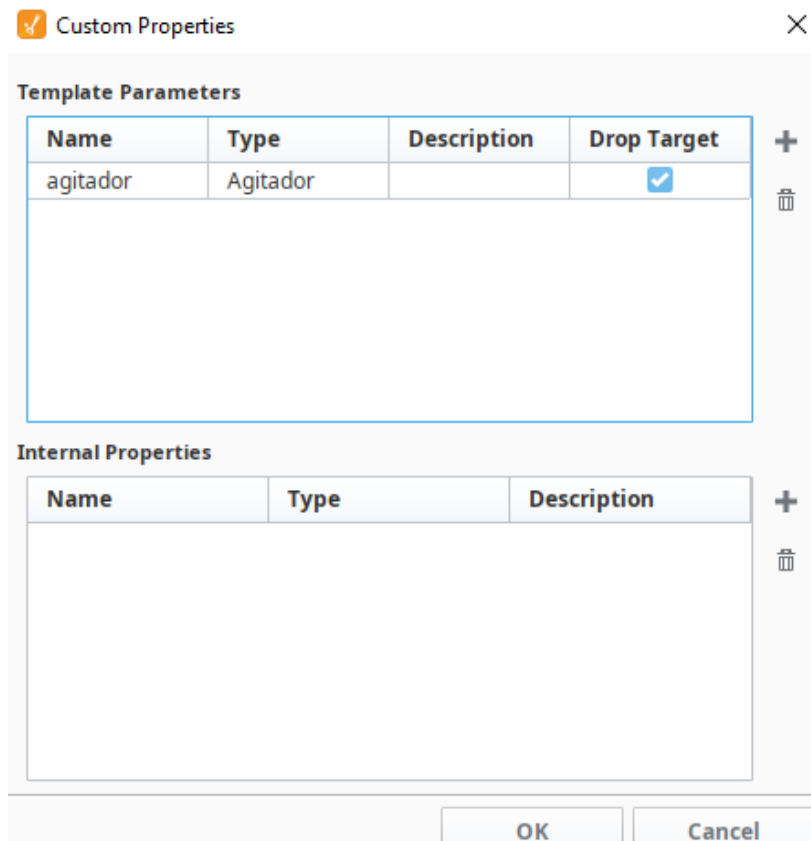


Figura85. Propiedades bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

En el caso de la bomba dosificadora, también se debe crear su template correspondiente:

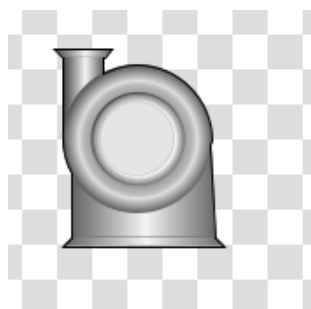


Figura86. Icono bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia

Se asocia el template a su etiqueta correspondiente, dosificadora:

Custom Properties [Close]

Template Parameters

Name	Type	Description	Drop Target
Bodosif	Bomba		<input checked="" type="checkbox"/>

[+]
[Trash]

Internal Properties

Name	Type	Description
------	------	-------------

[+]
[Trash]

[OK] [Cancel]

Figura87. Propiedades bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia

De la misma forma que ocurría con la bomba agitadora, se debe configurar el botón de arrancar/parar de la bomba dosificadora. Siguiendo los mismos pasos explicados en la anterior bomba:

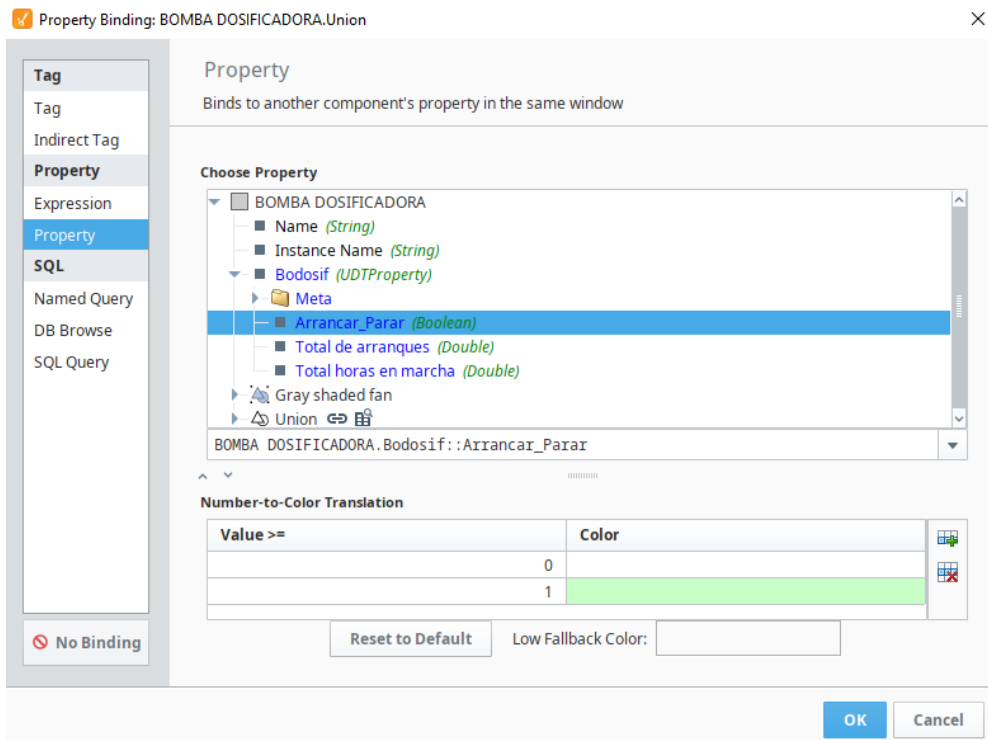


Figura88. Propiedades bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se puede apreciar la configuración de la balsa de almacenamiento 2 en la siguiente figura:

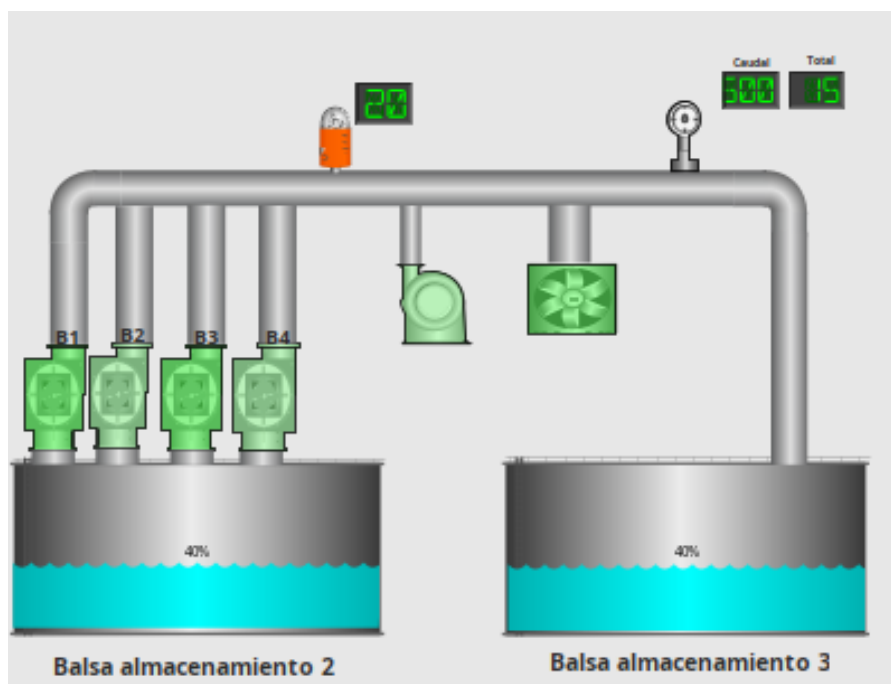


Figura89. Estación balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia

En el resto de elementos y el resto de pantallas, se configura utilizando este patrón. Se encuentra explicado detalladamente en el ANEXO IV.

5.4.4.1. POP UPs ESTACIONES

El siguiente paso en el proyecto es la realización de cada ventana emergente con el resto de información necesaria de cada elemento aunque, no deba aparecer en el sinóptico general. El criterio a seguir a la hora de qué información debe aparecer en el sinóptico general, cual debía aparecer en la ventana emergente y cual en ambas ha sido establecido por Aquatec.

Si se empieza por el elemento bomba. Desde la ventana de Windows, botón derecho y se seleccionará pop up:

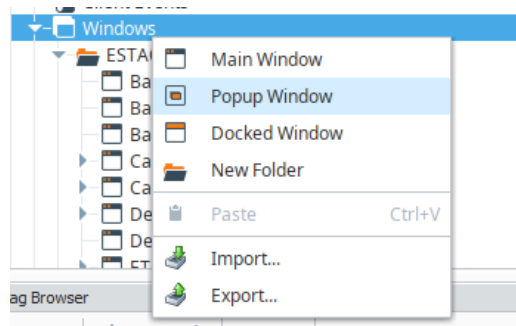


Figura90. Selección pop up. Fuente: Elaboración propia

En este caso, se llamará “Bomba” ya que será la ventana emergente que se va a utilizar en todas las bombas que se encuentren durante el proyecto.

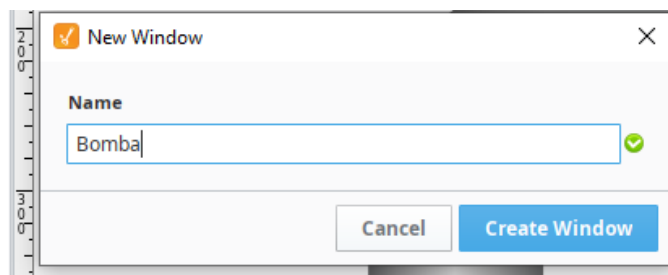


Figura91. Selección pop up. Fuente: Elaboración propia

Como ocurría con las ventanas fijas, en las ventanas emergentes también se abre una nueva ventana totalmente en blanco. En esta ventana, se debe crear un parámetro nuevo (distinto a las señales facilitadas por Aquatec) para que se pueda utilizar en el resto de bombas que se encuentran en el proyecto: bomba captación, bomba dosificadora, bomba rectificadora entre ellas.

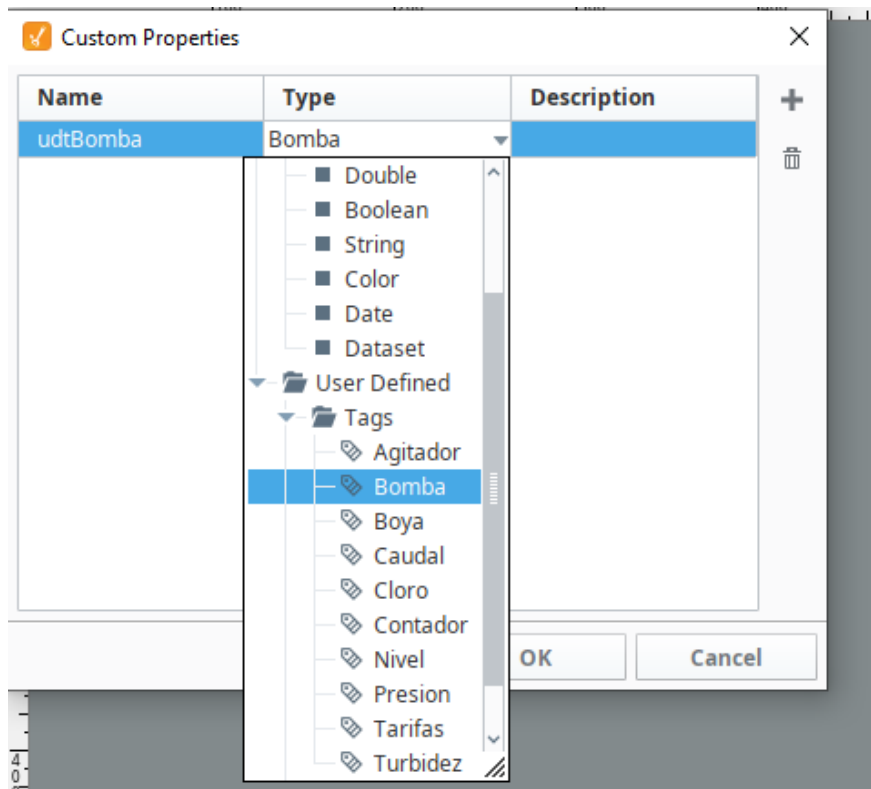


Figura92. Parámetro UDT. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es desde la ventana “Display”, seleccionar la opción “Label” y “Numeric label” para poder añadir los nombres de las señales y los valores de cada una de ellas:

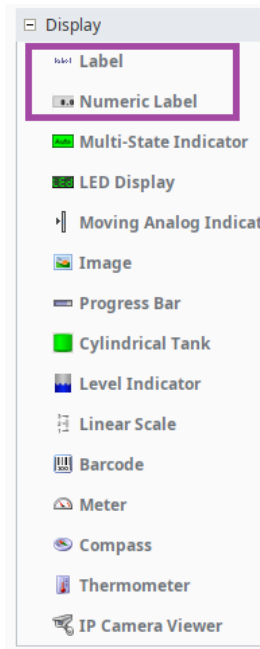


Figura93. Elección display. Fuente: Elaboración propia

Resultando de la siguiente forma:

A screenshot of a pop-up window titled 'Bomba'. The window contains two rows of data. The first row is labeled 'Total horas:' and has a value of '85' in a grey box. The second row is labeled 'Total arranques' and also has a value of '85' in a grey box.

Figura94. Pop up bomba. Fuente: Elaboración propia

Además, dentro del “Numeric label” se debe seleccionar el parámetro general configurado anteriormente para la bomba (udtBomba) de la siguiente forma: primero desde el editor en el campo “Value” se deben limpiar/eliminar todos los datos preconcebidos. Después de ello, se tiene que seleccionar dentro de “Property” el parámetro general creado en el template (en este caso “udtBomba”) y marcar el

total horas en marcha para el primer valor (como se puede ver en la figura 95), y el total arranques para el segundo.

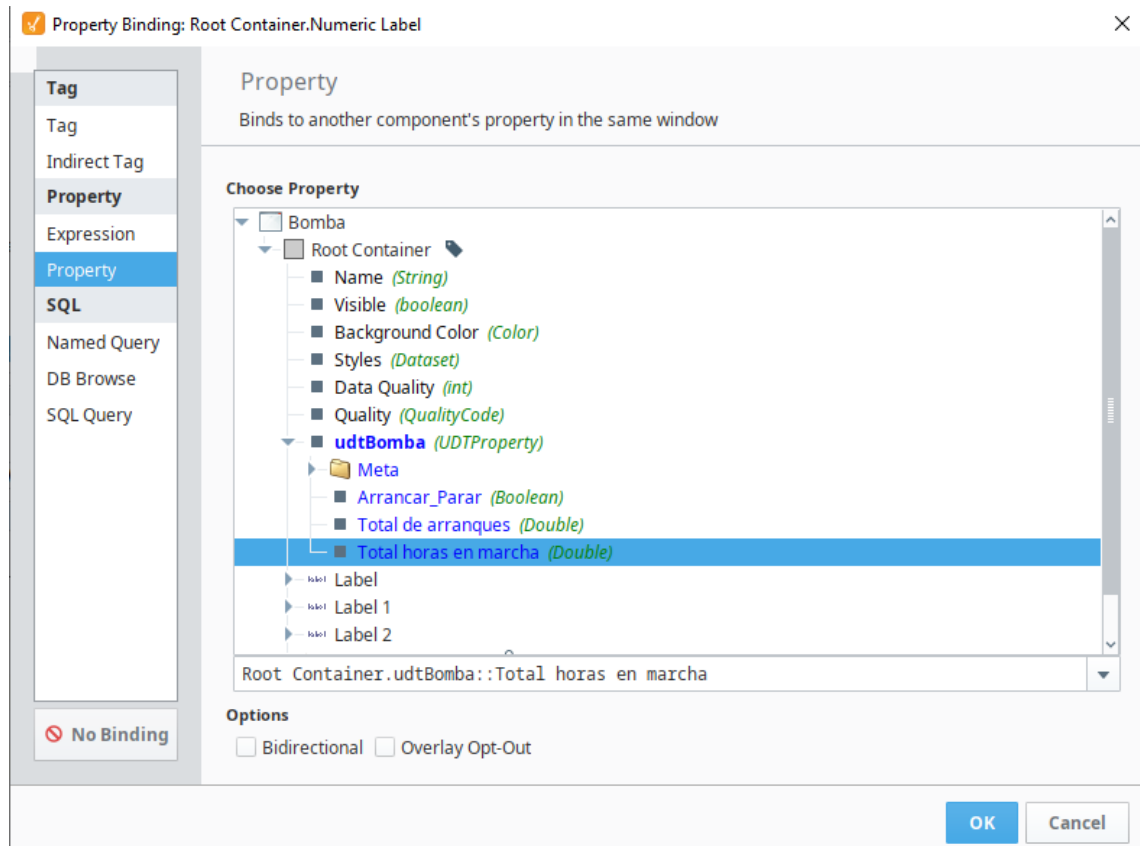


Figura95. Propiedades UDT bomba. Fuente: Elaboración propia

Además, en el caso de las bombas, se ha añadido un pulsador para que el usuario pueda activar y desactivar la bomba desde la vista cliente. La configuración a seguir ha sido la misma que en el resto del proyecto, dentro de las propiedades del botón y teniendo en cuenta su estado siempre. Cuando la bomba se encuentre apagada (0), se ponga en rojo el botón y muestre el mensaje “OFF”. En cambio, cuando este activa (1), cambie a color verde y aparezca el mensaje “ON”:

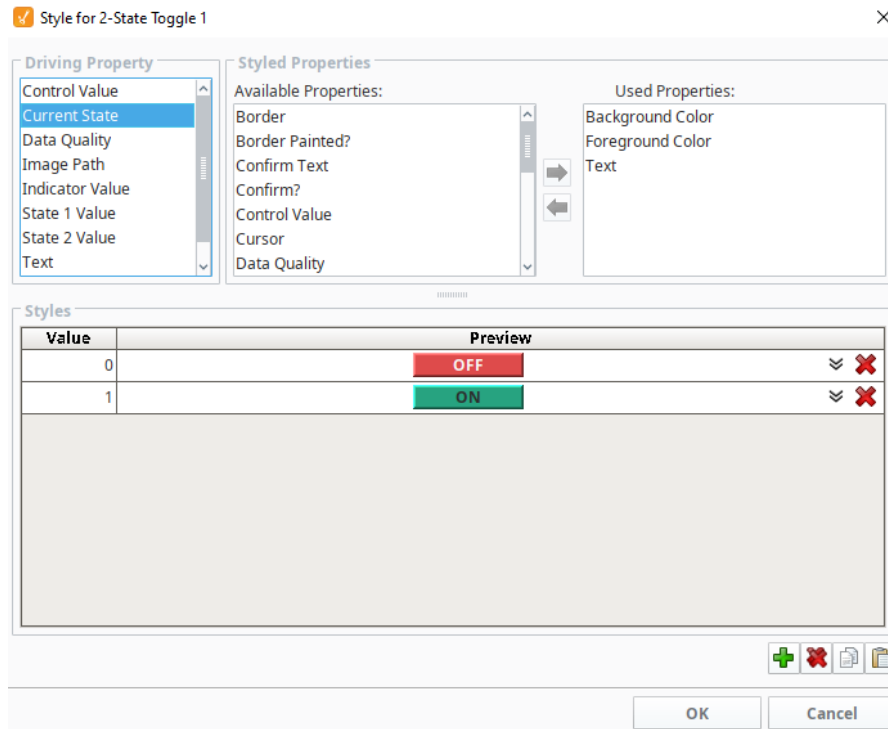


Figura96. Botón bomba. Fuente: Elaboración propia

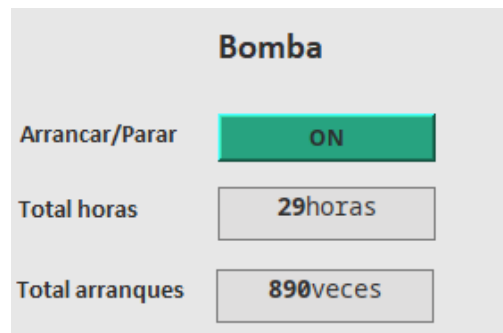


Figura97. Pop up activada bomba. Fuente: Elaboración propia

Se ha configurado de forma que aparezca una segunda ventana preguntando si estamos seguros de la activación/desactivación de la bomba o si ha sido un error, como se muestra en la siguiente figura:

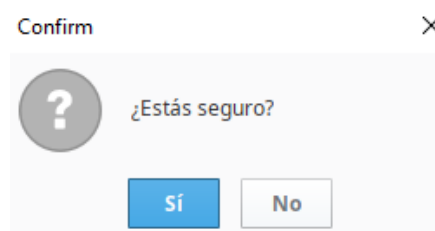


Figura98. Activar/desactivar bomba. Fuente: Elaboración propia

De esta forma se apagará la bomba y se mostrará tanto en el pop up como en la pantalla de la estación en cuestión que la bomba no está en uso en ese momento:



Figura99. Pop up desactivada bomba. Fuente: Elaboración propia

Una vez apagada aparece en la estación como se muestra en la figura100:

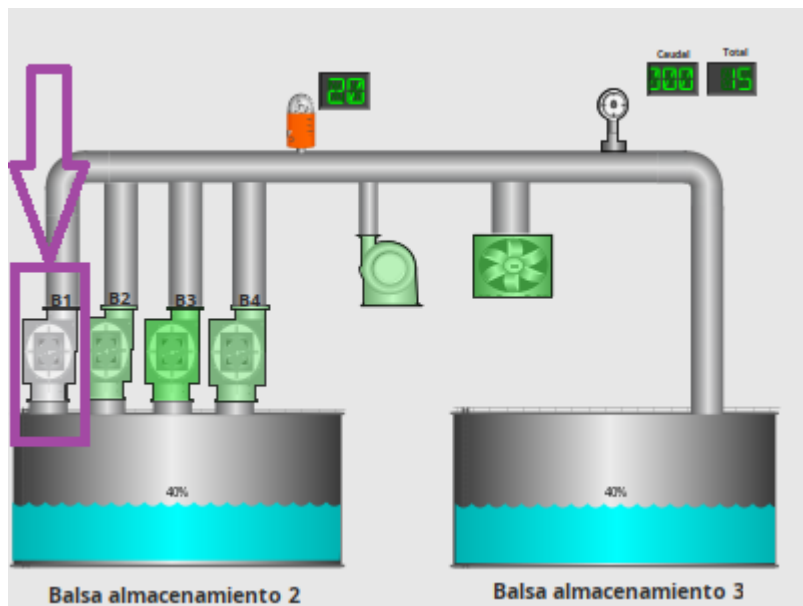


Figura100. Pop up desactivada bomba. Fuente: Elaboración propia

Para terminar la configuración y que al clicar sobre el elemento aparezca su ventana emergente correspondiente se deben realizar los siguientes pasos:

1. Desde el template del elemento seleccionado, se debe marcar la opción “Scripting” (figura101).

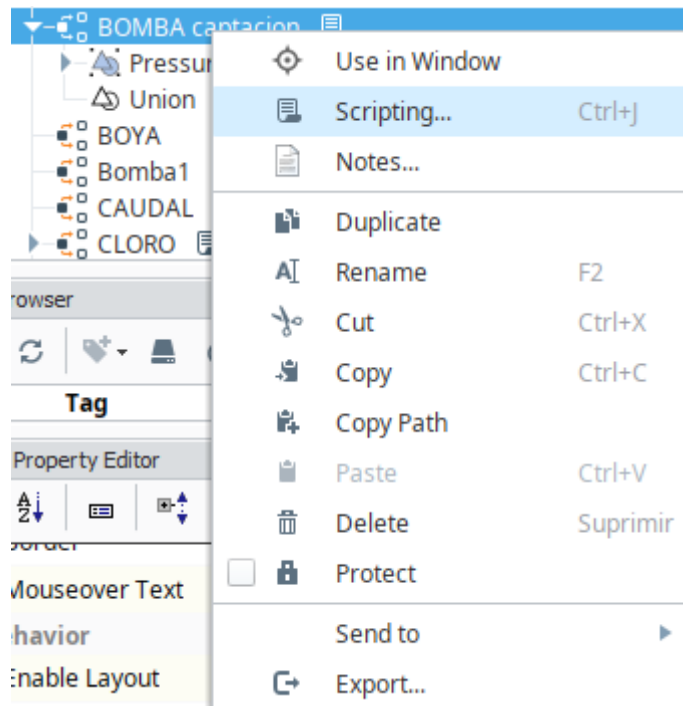


Figura101. Configuración pop up. Fuente: Elaboración propia

2. Dentro de esta ventana se deben configurar varios campos. En primer lugar, “mouseClicked” y “Open/Swap” para que se abra una ventana emergente. En el campo “Window” el nombre de la ventana que debe abrirse y por último, añadir el parámetro general previamente configurado. Los pasos se pueden visualizar en la siguiente figura102:

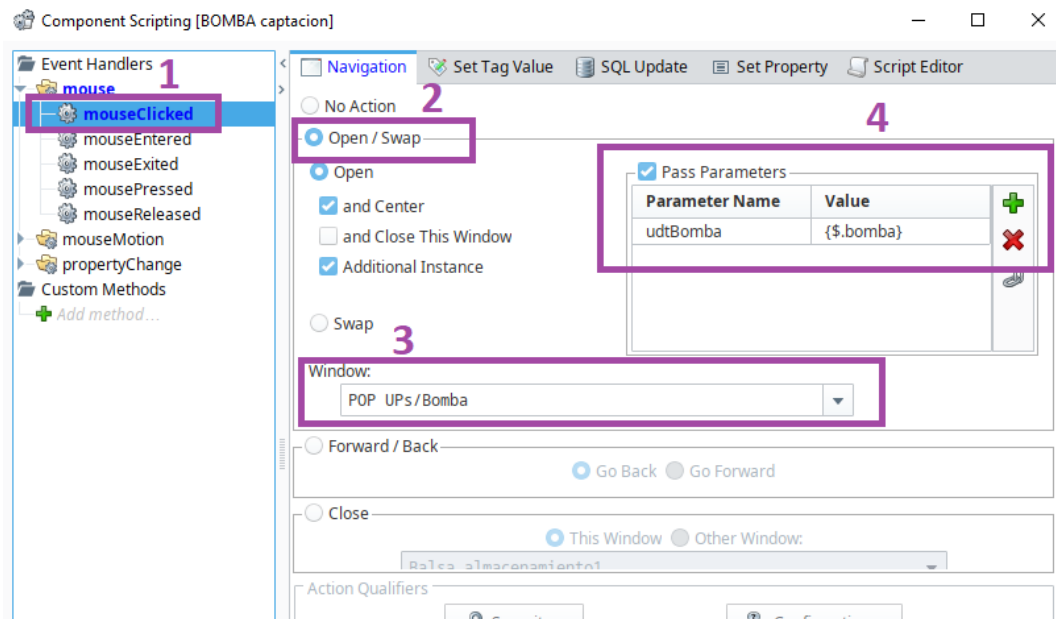


Figura102. Configuración pop up. Fuente: Elaboración propia

El pop up se aprecia de la siguiente forma en el sinóptico general:

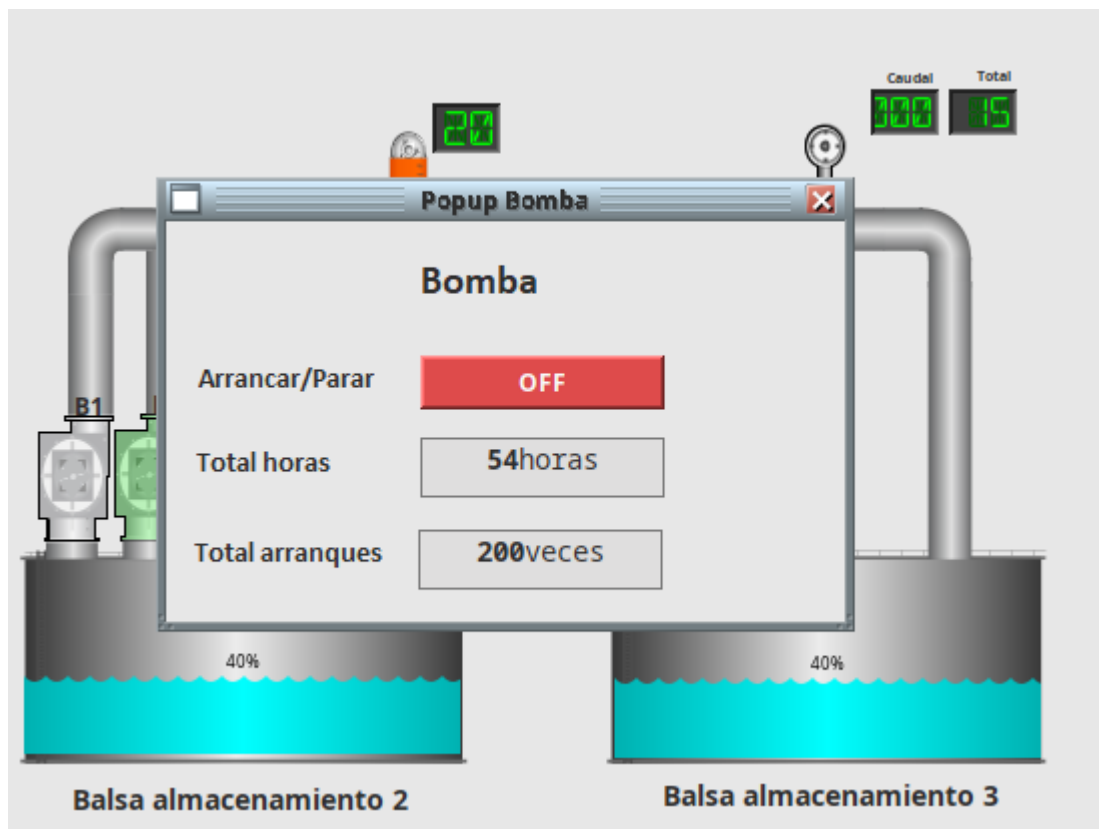


Figura103. Pop up bomba esquema principal. Fuente: Elaboración propia

El resto de pantallas se deben configurar de la misma forma explicada anteriormente. Se encuentra detallado la configuración de cada elemento y cada estación en el ANEXO IV.

5.4.4.2 VENTANA PRINCIPAL Y VENTANAS FIJAS

El siguiente paso del proyecto es la configuración de la ventana principal donde aparecerá el sinóptico general junto con dos ventanas informativas que se configurarán como fijas (docked window). Estas ventanas permanecerán visibles en todas las pantallas.

En primer lugar se ha creado una ventana fija en la parte superior siguiendo el patrón de Aquatec, con la siguiente información:

- hora y fecha a tiempo real
- usuario que ha accedido al proyecto
- título
- eslóganes del proyecto, tanto de Suez como de la Universidad Miguel Hernández de Elche.
-

Esta ventana quedaría tal y como se muestra en la figura104:



Figura104. Ventana fija superior. Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el patrón de Aquatec, se configura una ventana fija en la parte izquierda, en ella se mostrará diferente información tal y como se muestra en la figura105:

- árbol informativo de todas las estaciones que conforman el proyecto
- botón con el número de alarmas en vigencia en ese instante de tiempo. Al clicar sobre el botón, llevará al usuario a una nueva ventana donde se mostrarán todas las ventanas en vigor.

- historización de todas las bombas a tiempo real que han sido representadas mediante un reloj.
- botón de bloqueo de usuario
- botón para cambiar de usuario dentro del proyecto
- botón para salir del proyecto.

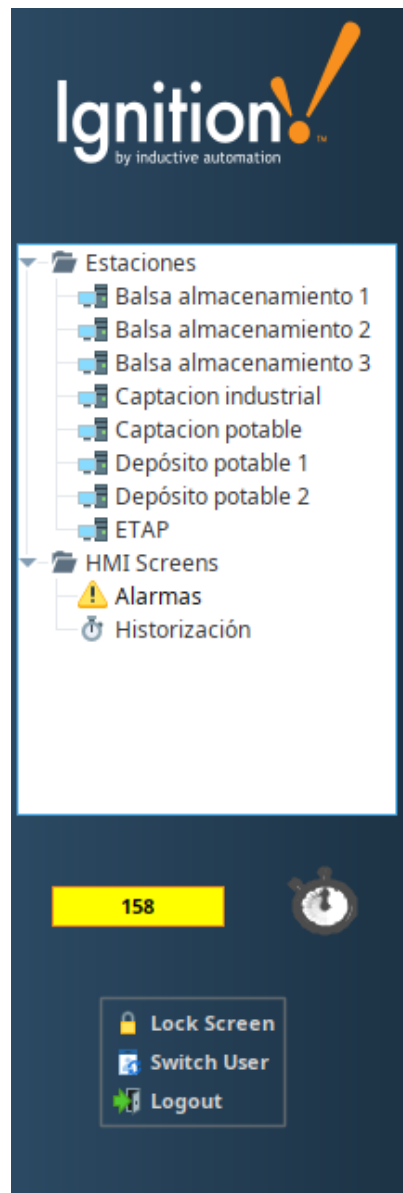


Figura105. Ventana fija izq. Fuente: Elaboración propia

Por último, se debe configurar como ventana fija el sinóptico general, siguiendo el patrón establecido por Aquatec. Quedaría como se muestra en la siguiente figura:

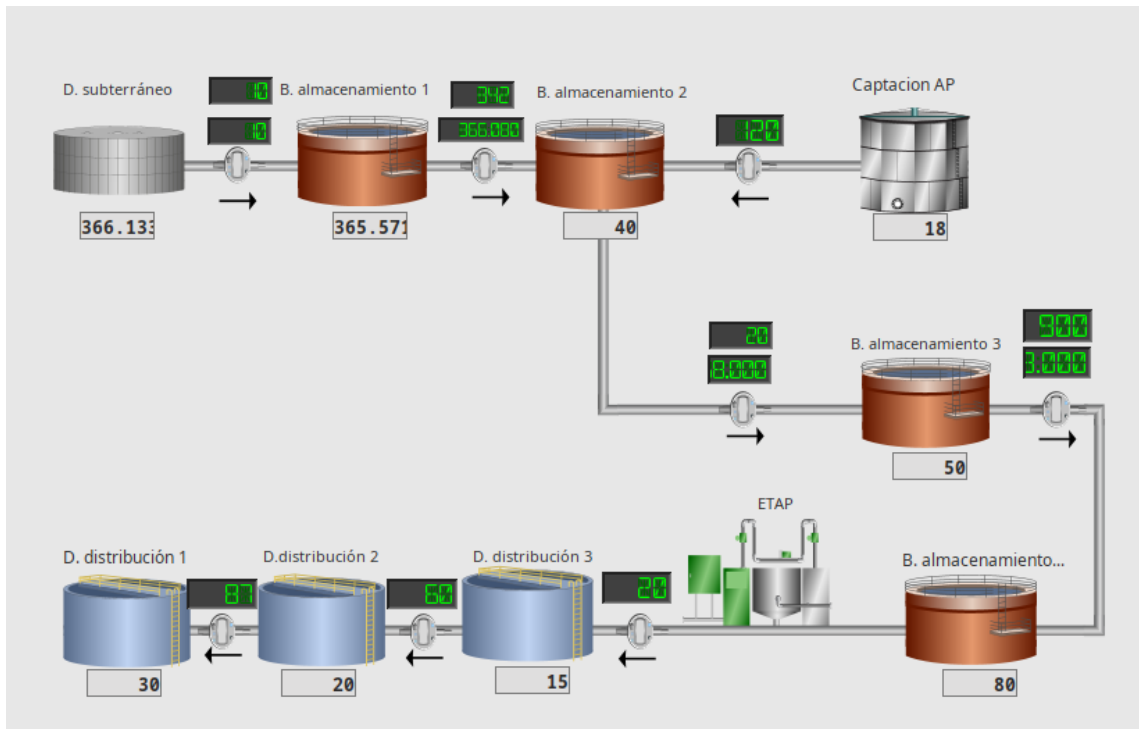


Figura106. Sinóptico general. Fuente: Elaboración propia

De un golpe de vista, el cliente puede visualizar las distintas estaciones con el porcentaje que tiene ahora mismo de agua ese tanque. Además, puede saber la presión y el caudal que está pasando de una estación a otra en tiempo real.

5.4.4.2 VISTA CLIENTE

Una vez finalizada la programación, queda ver la vista cliente para el usuario final. Para ello, se debe ejecutar el proyecto tal y como lo vería el cliente. Primeramente pedirá las credenciales del usuario con el que hemos configurado el proyecto:

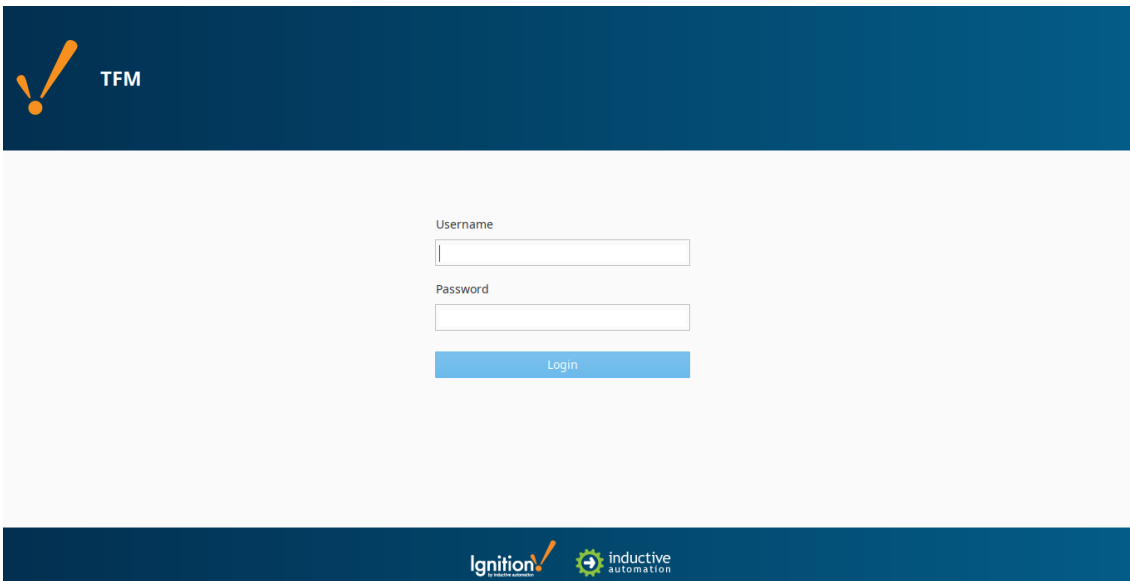


Figura107. Proyecto login. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se abrirán las ventanas que hemos configurado fijas junto con el sinóptico general:

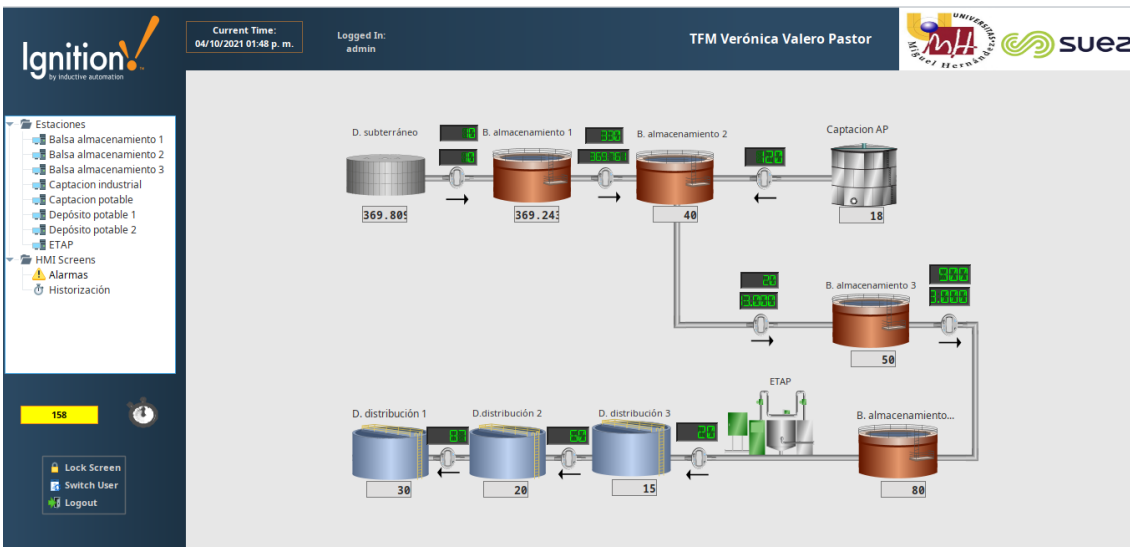


Figura108. Vista principal. Fuente: Elaboración propia

Tal y como se ha comentado en puntos anteriores, en la ventana fija de la izquierda se encuentra un árbol con carácter informativo de todo los apartados que se encuentran en el proyecto. Además, aparece un botón que parpadea en amarillo y rojo e indica las alarmas que a tiempo real hay en vigor. Justo al lado de este botón, se encuentra un

icono con el símbolo del reloj, al clicar en él se abre el historigrama que aparece en la figura 109 con la situación a tiempo real de todas las bombas del proyecto.



Figura109. Historización bombas Fuente: Elaboración propia

En la parte superior, se marca la fecha y la hora y el usuario logado en el proyecto. Además de los logos tanto del grupo Suez como de la universidad.

Haciendo hincapié en el sinóptico general que se muestra en la figura 108, se va a ir adentrando en estación por estación siguiendo el sentido del agua (el cual está marcado con las flechitas).

ESTACION REMOTA1: CAPTACIÓN INDUSTRIAL

En esta estación se obtiene la fuente del medio: agua. Antes de pasar a la siguiente estación que será la balsa de almacenamiento se debe explicar lo que visualiza el cliente en el pop de esta estación.

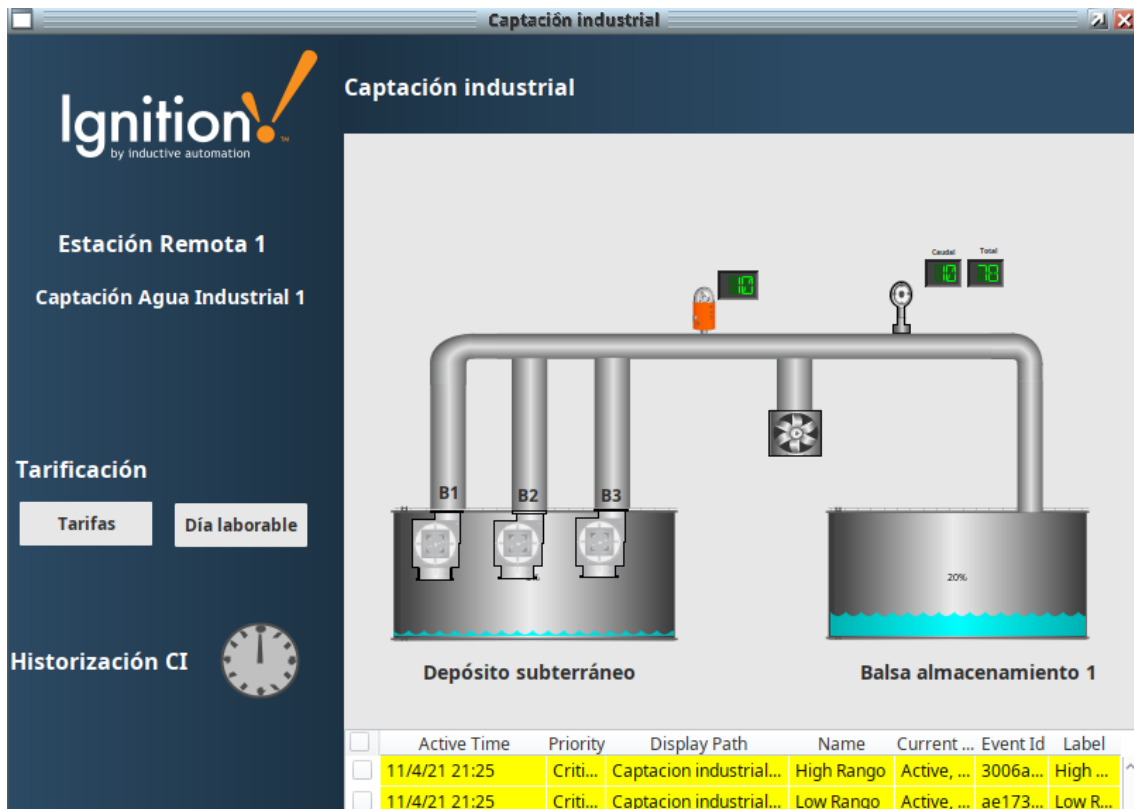


Figura110. Captación Agua Industrial 1. Fuente: Elaboración propia

En la parte izquierda de la ventana, aparece el nombre de la estación junto con las tarifas. Debajo de ellas, la historización clicando muestra el historigrama de todos los elementos de esta estación como se ve en la figura111. Por otro lado, en la parte inferior se visualizan las alarmas que hay en curso a tiempo real en esta estación. Cabe destacar que si se clica sobre cada uno de los elementos de la estación facilitará información más detallada.

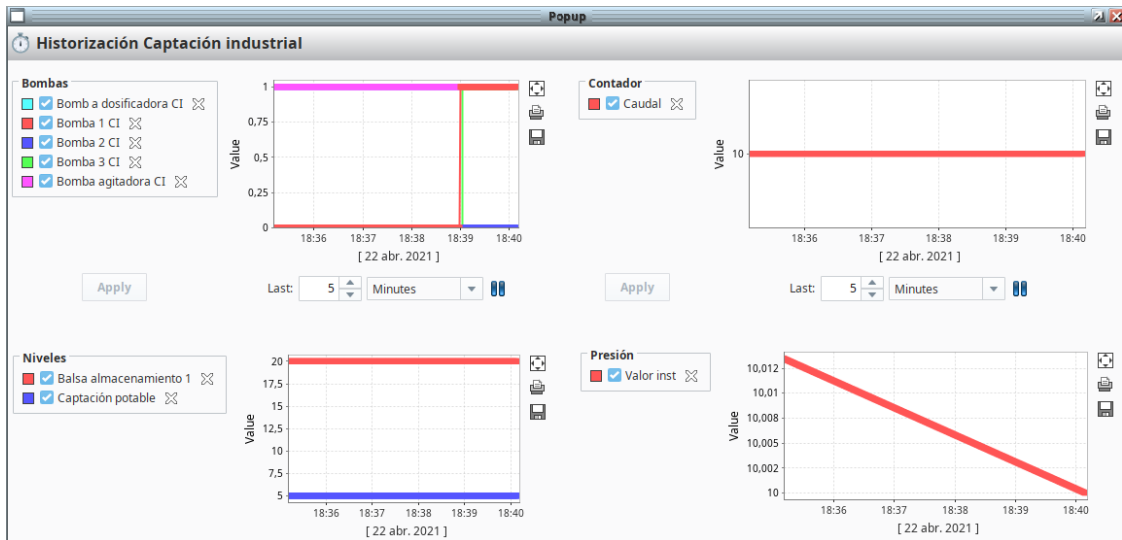


Figura111. Historigrama Captación Agua Industrial 1. Fuente: Elaboración propia

ESTACION REMOTA2: BALSA ALMACENAMIENTO I

La finalidad de las balsas de almacenamiento es limitar las oscilaciones de la demanda y regular la presión y el caudal. En esta estación, el agua es sometida a tratamiento para eliminar las partículas más grandes.



Figura112. Balsa almacenamiento 1. Fuente: Elaboración propia

Nuevamente en este punto, se muestra el nombre de la estación junto a las tarifas y la historización que se ha realizado por elementos (figura112) junto con las alarmas en vigor en la parte inferior.



Figura113. Historigrama Balsa almacenamiento 1. Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN REMOTA3: Balsa Almacenamiento II

En esta estación el agua sufre su primer tratamiento de desinfección y oxidación. Durante este tratamiento también se eliminan las partículas que aún queden vigentes en el agua. Para finalizar, se lleva a cabo el proceso de decantación donde se sedimentan para poder filtrarla más adelante.

El cliente visualizará la estación como se muestra a continuación:

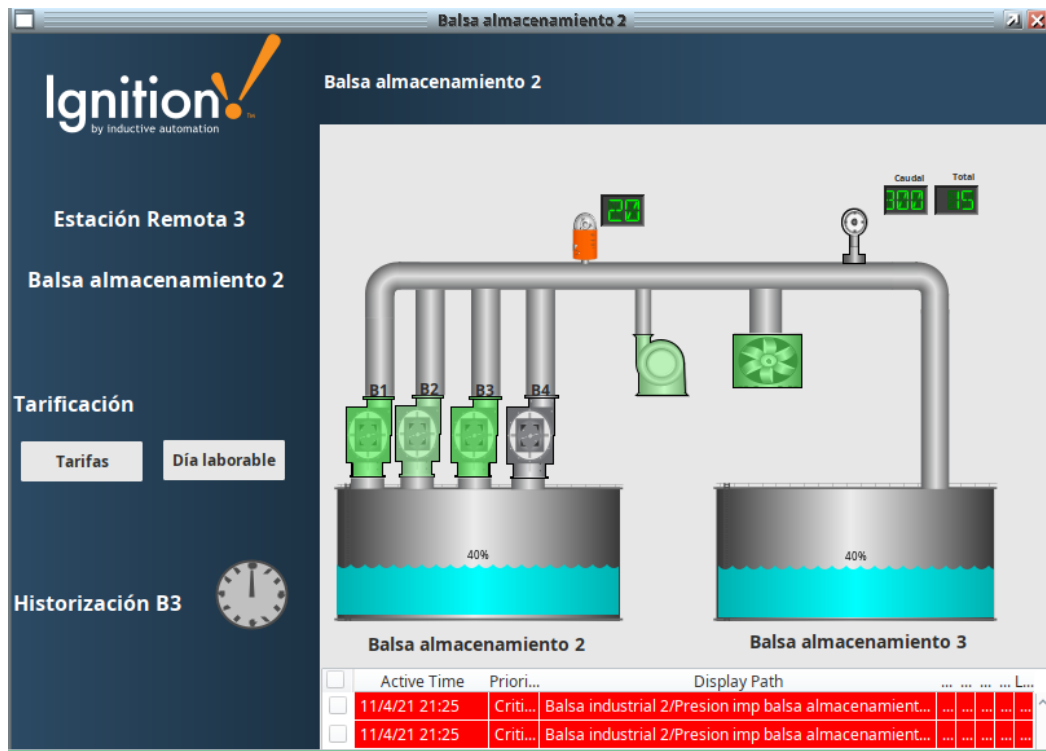


Figura114. Balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia

La información a mostrar será la misma en todas las estaciones junto con el histograma de la estación:



Figura115. Historigrama Balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN REMOTA4: Balsa ALMACENAMIENTO III

En esta estación se realiza el proceso de afinado del agua donde se eliminan las partículas que no han sido eliminadas anteriormente y se intenta mejorar el color, olor y sabor del agua.

Una vez más, el cliente visualizará tal y como se muestran en las figuras 116 y 117 toda la información de la estación:

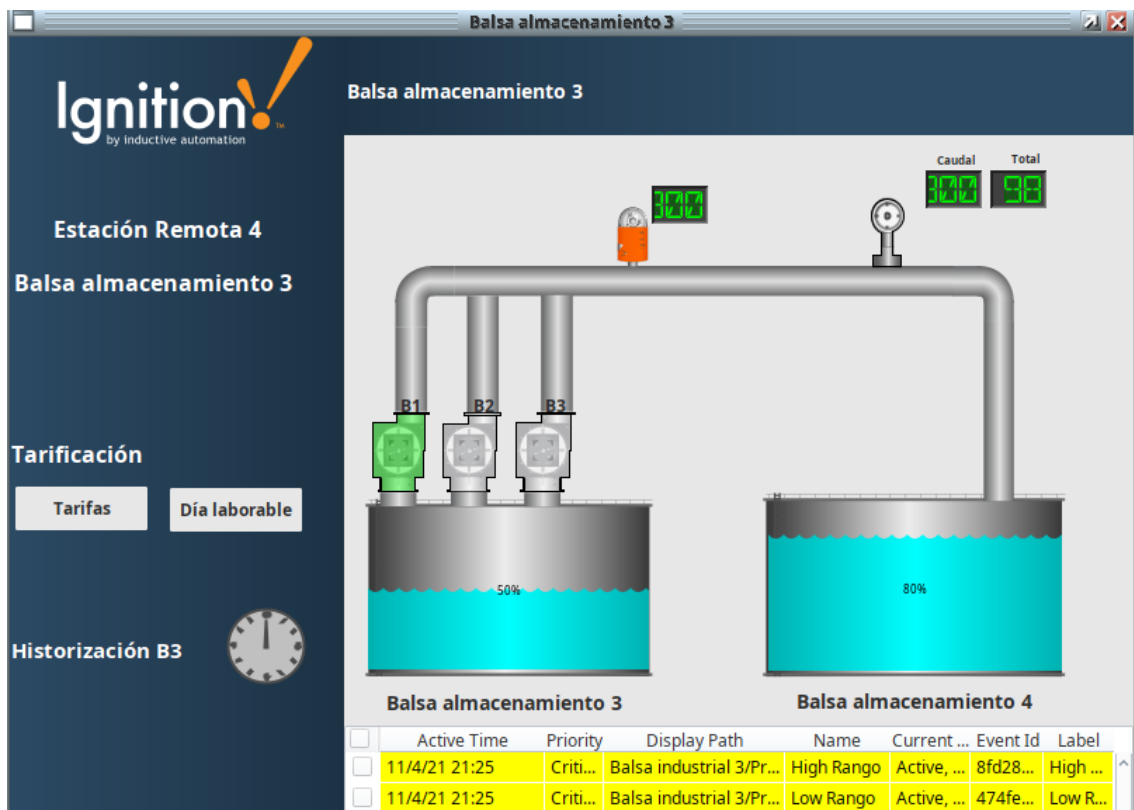


Figura116. Balsa almacenamiento 3. Fuente: Elaboración propia

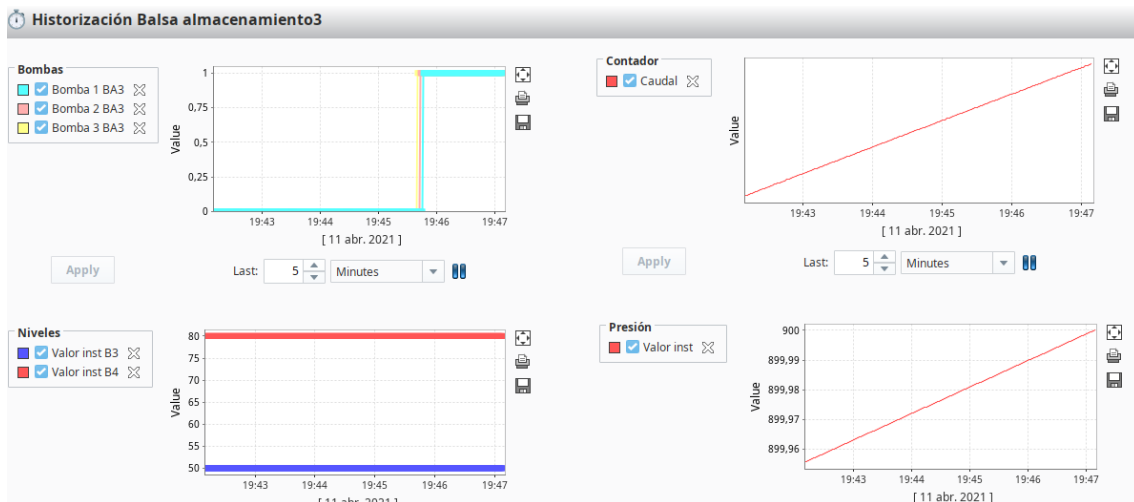


Figura117. Historigrama Balsa almacenamiento 3. Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN REMOTA5: ETAP

Estación de Tratamiento de Agua Potable, más conocido como ETAP. En esta estación se eliminan todas las sustancias y bacterias no deseadas presentes en el agua, cuenta con medidores de cloro y turbidez para garantizar la calidad del agua. De esta forma, se garantiza el almacenaje de forma óptima.

La estación cambia ligeramente respecto a las anteriores y el cliente lo visualiza de la siguiente manera:

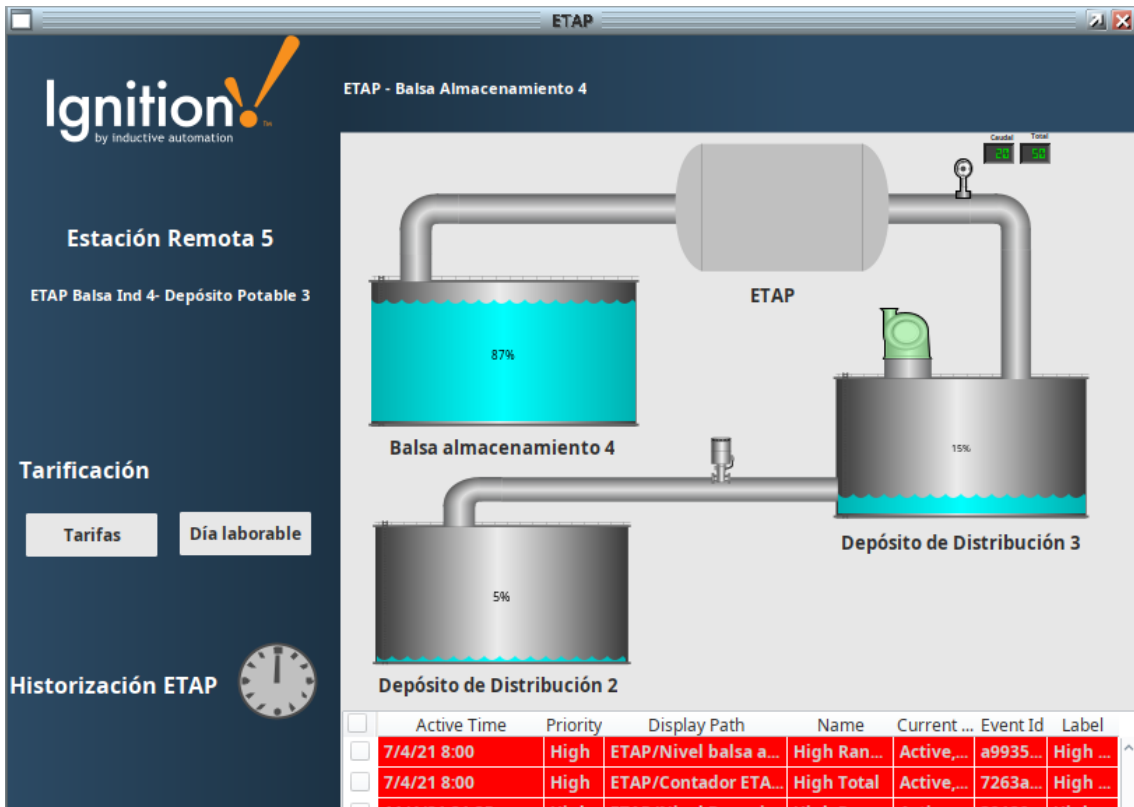


Figura118. ETAP. Fuente: Elaboración propia

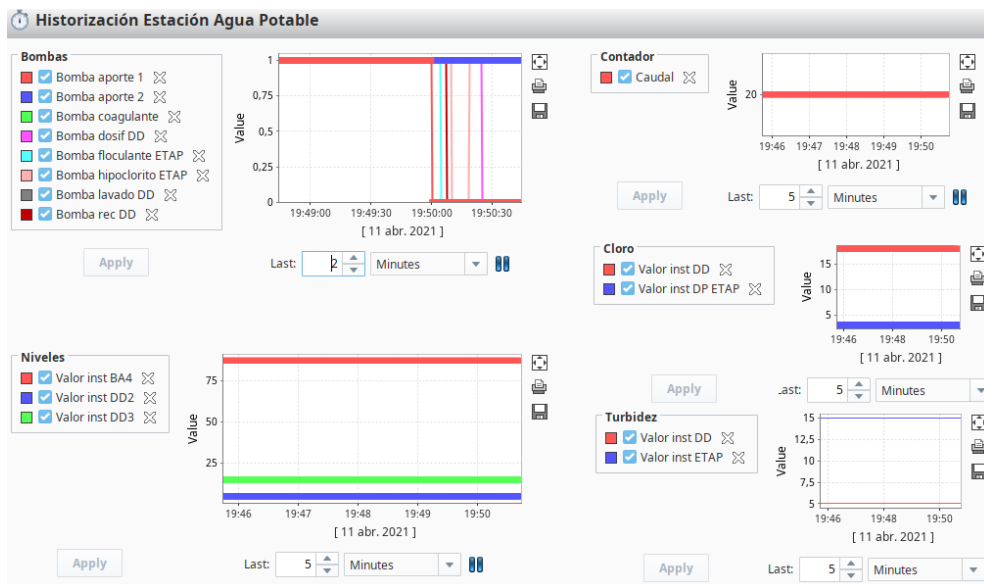


Figura119. Historigrama ETAP. Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN REMOTA6: DEPÓSITO DISTRIBUCIÓN II

La estación 6 junto con la estación remota 7, tienen la misma finalidad, cuenta con dos tanques para almacenar el agua para posteriormente ser distribuida.

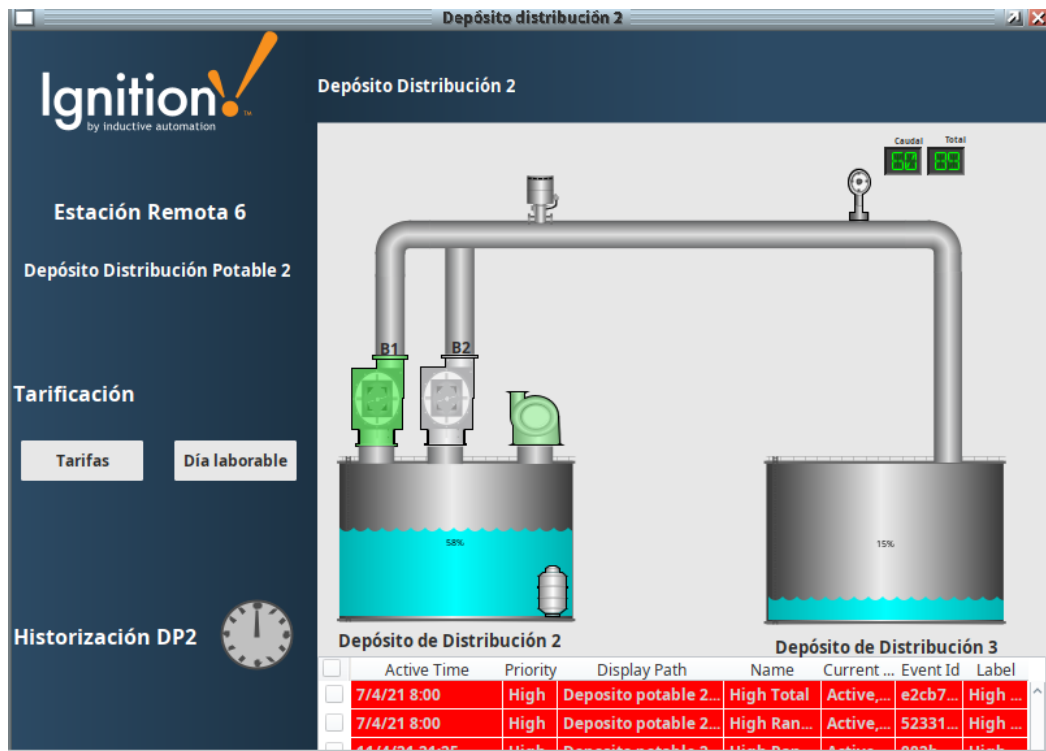


Figura120. Depósito Distribución Potable 2. Fuente: Elaboración propia



Figura121. Historiograma Depósito Distribución Potable 2. Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN REMOTA7: DEPÓSITO DISTRIBUCIÓN I

Tal y como se ha indicado en la anterior estación, su finalidad es almacenar el agua en condiciones óptimas para ser distribuida.

El cliente visualizará una estación muy parecida a la anterior:

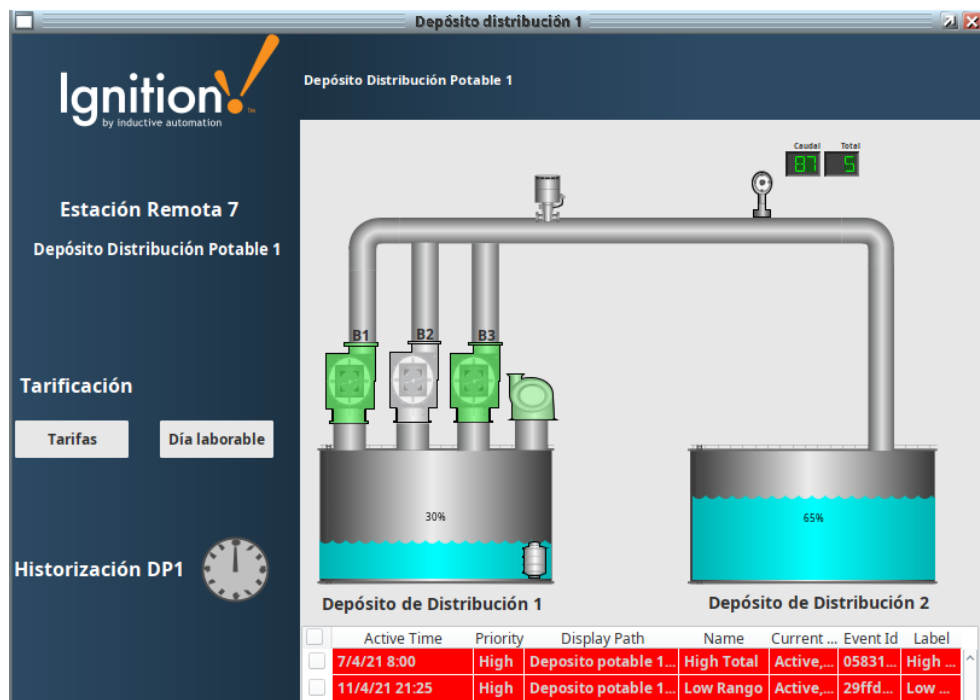


Figura122. Depósito Distribución Potable 1. Fuente: Elaboración propia

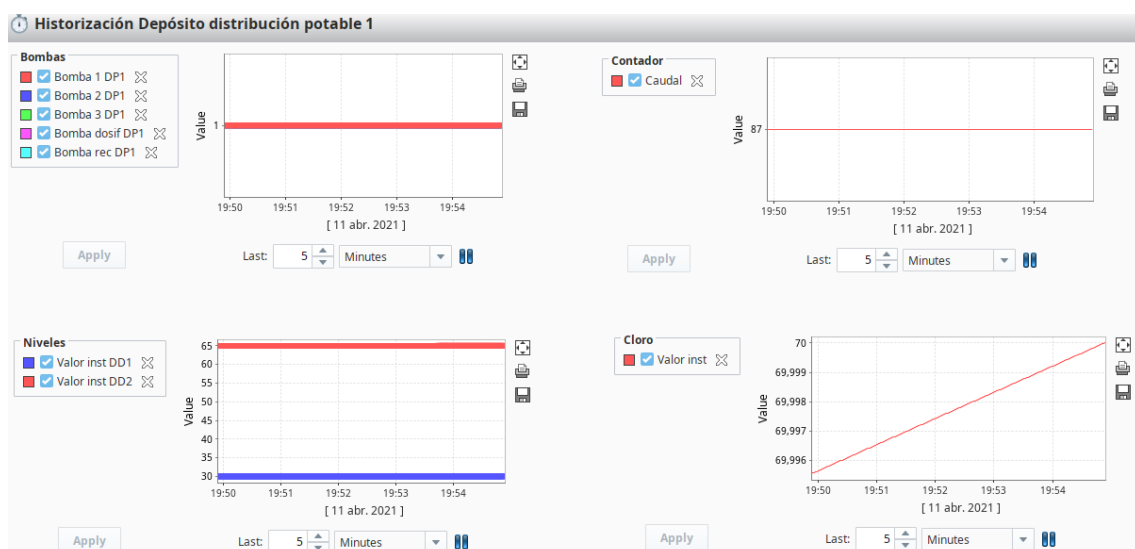


Figura123. Historiograma Depósito Distribución Potable 1. Fuente: Elaboración propia

ESTACIÓN REMOTA8: CAPTACIÓN AGUA POTABLE

Es la última estación del proyecto, el agua ya se encuentra preparada para su consumo.

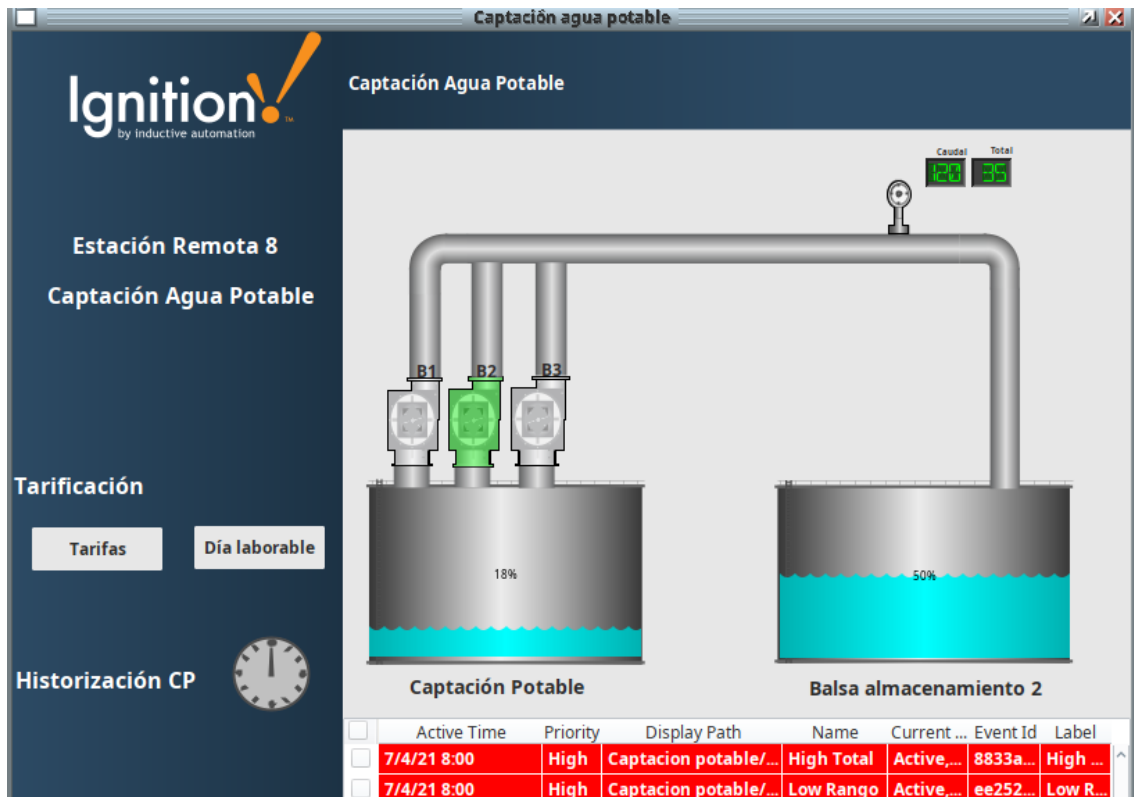


Figura124. Captación Agua Potable. Fuente: Elaboración propia



Figura125. Historigrama Captación Agua Potable. Fuente: Elaboración propia

5.4.4.3. Protocolos OPC Y OPC UA

OPC (OLE for Process Control), tecnología diseñada para transmitir información entre aplicaciones de una manera segura. Nació de la necesidad de comunicar distintas tecnologías en el proceso de automatización, sin necesidad de adquirir drivers o licencias. En un principio se creó para funcionar con sistema operativo Windows.

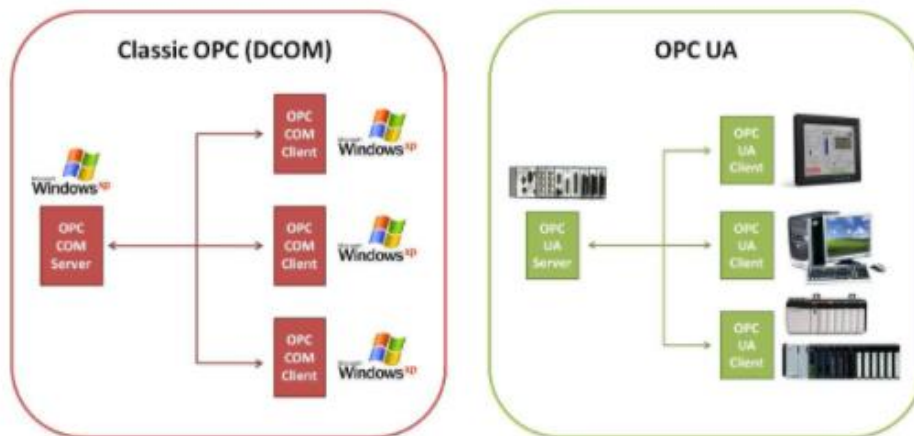


Figura126. Comparativa OPC y OPC UA.

OPC permite en una interfaz uniforme, un servidor es capaz de manejar varios dispositivos, a su vez que trabajen varios servidores, almacenar históricos, entre ellos.

Hay cuatro tipos de servidores OPC:

- Servidor OPC DA
- Servidor OPC HDA
- Servidor OPC A&E Server
- Servidor OPC UA

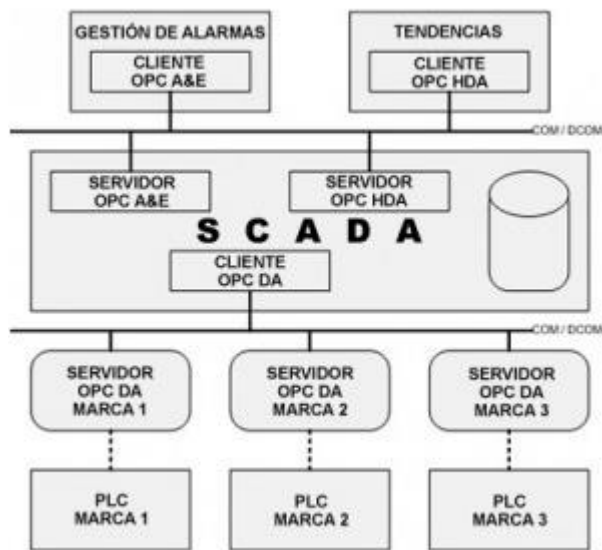


Figura127. Servidores OPC.

Este proyecto esta centrado en este último porque es el que utiliza Ignition para realizar sus conexiones.

OPC UA (Open Productivity Collaboration Unified Architecture) es un protocolo flexible e independiente. Este protocolo surge de la necesidad de ofrecer más seguridad y unificar el resto de sus protocolos.

Las características principales de OPC UA frente a OPC:

- Ya no es específico del protocolo de Windows, ahora puede funcionar no solo en sistemas operativos a nivel de equipo informático sino también a nivel de dispositivos de telefonía.
- Cuenta con unos niveles de transmisión muy fiables entre los distintos niveles.
- Es escalable e independiente de la plataforma.
- Es una tecnología orientada a servicios, es decir, cuenta con alarmas, lectura y escritura, entre otros.
- El usuario es identificado y autenticado mediante la aplicación, cada usuario cuenta con unos permisos específicos.

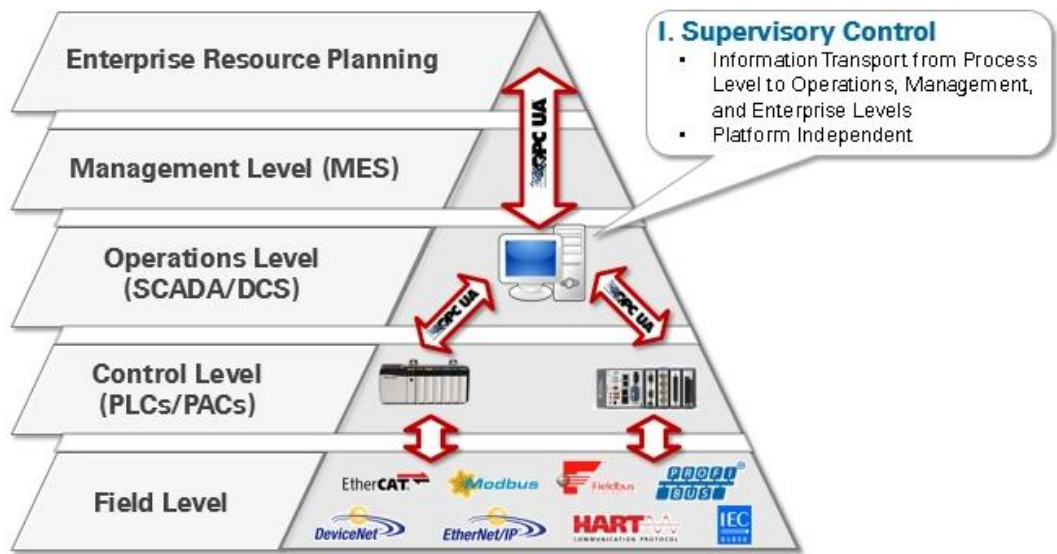


Figura128. Pirámide SCADA.

5.4.5. PRESUPUESTO

El presupuesto está basado en ingeniería software, horas que ha incurrido una persona en realizar las distintas pantallas de cada estación y poner en marcha las mismas. Está incluido la parte lógica, no la parte física.

	Perfil	Salario/horas
DJ	Desarrollador junior	33.75€/hora
ID	Ingeniero de desarrollo	43.75€/hora
DP	Dirección de proyecto	60€/hora

Tabla4. Tabla salarios. Fuente: elaboración propia

Tareas	DJ (horas)	ID (horas)	DP(horas)	Coste
Planificación técnica del proyecto	20 (675€)	-	8 (480€)	1 155€
Estado de las Smart Cities	135 (5 906.25€)	-	4 (240€)	6 146.25€
Ámbito actuación. Medio ambiente	140 (4 725€)	-	2 (120€)	4 845€
Sistemas de telecontrol. SCADAS	150 (5 062.5€)	-	4 (240€)	5 302.5€
Criterios de comparación. Valoración y ponderación	175 (5 906.25€)	-	8 (480€)	6 386.25€
Formación Software	560 (18 900€)	-	10 (600€)	19 500€
Caso práctico	986 (33 277.5€)	8 (350€)	6 (360€)	33 987.5€
Licencia Ignition	-	-	-	2 700€
TOTAL	2 166horas	8 horas	42 horas	80 022.5€

Tabla5. Aproximación presupuesto. Fuente: elaboración propia

También se debe identificar el alcance: generación de sinóptico, generación de elementos con un máximo de 50 señales.

Los precios/horas de cada perfil han sido facilitados por Aquatec. A partir de ahí, se ha realizado un presupuesto aproximado del proyecto completo, desde su planificación técnica hasta la realización del caso práctico incluyendo la licencia del software.

6. CONCLUSIONES

Una vez realizado y puesto en marcha el proyecto piloto, se ha comprobado que el uso de SCADAs en la actualidad es fundamental para poder realizar un buen uso y una correcta gestión de las fuentes limitadas, como puede ser el agua, en un proyecto como es este. En consecuencia se deduce que las SCADAs son esenciales para obtener el ámbito Smart Environment cubierto en una Smart City.

En la actualidad, este proyecto piloto sobre el parque industrial contaba ya con una tecnología SCADA implantada, pero era diferente al software propuesto para el proyecto piloto, Ignition. Con esta tecnología se ha conseguido hacer una SCADA para el control de una red de abastecimiento de agua potable en un parque industrial, donde utilizando unos atributos mínimos junto con las señales facilitadas, han permitido la creación de una red con un número total de 8 estaciones distintas de manera satisfactoria.

El objetivo del proyecto piloto era conocer si la arquitectura estándar que tiene Aquatec hecho con la tecnología Wonderware se puede replicar en otras herramientas, comprobando que éstas fueran lo suficientemente potentes como para cumplir todas las necesidades de Aquatec. Por estas razones, tras un análisis de las últimas tecnologías SCADAs en base de unos criterios, fue seleccionado Ignition como el sistema más apto. Posteriormente, se implantó como proyecto piloto a un estándar que Aquatec ya tenía hecho donde se han probado las distintas funcionalidades desarrolladas en Wonderware y con esta tecnología, cumplimos con ellas.

Finalmente y con los resultados obtenidos se puede decir que el software Ignition de Inductive Automation puede ser una alternativa al SCADA de Wonderware dentro de Aquatec, ya que cumple con las necesidades de Aquatec siendo los más relevantes: se trata de un SCADA web, nivel de seguridad de acceso, capacidad de repartir la carga de trabajo gracias a su arquitectura distribuida, además de ser multiplataforma con un soporte técnico disponible 24x7.

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXOS

ANEXOS

ÍNDICE

<i>ANEXO I. CRITERIOS COMPARACIÓN.....</i>	<i>II</i>
<i>ANEXO II. LISTA DE SEÑALES.....</i>	<i>XX</i>
<i>ANEXO III. CREACIÓN DATATYPES</i>	<i>XXVIII</i>
<i>ANEXO IV CREACIÓN DE PANTALLAS.....</i>	<i>LI</i>
<i>ANEXO V. HISTORIZACIÓN Y ALARMAS</i>	<i>XCVIII</i>
<i>ANEXO VI. ACRÓNIMOS.....</i>	<i>CXXXIX</i>
<i>ANEXO VII. BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>CXLIII</i>

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXO I

CRITERIOS DE COMPARACIÓN

ÍNDICE ANEXO I. CRITERIOS COMPARACIÓN

<i>Criterio 1. Arquitectura distribuida</i>	<i>II</i>
<i>Criterio 2. Redundancia en las comunicaciones</i>	<i>IV</i>
<i>Criterio 3. Redundancia nativa de servicios</i>	<i>VI</i>
<i>Criterio 4. Seguridad de acceso</i>	<i>VII</i>
<i>Criterio 5. Preparado para aumento y/o carga de accesos</i>	<i>VIII</i>
<i>Criterio 6. Estandarización de plantillas</i>	<i>IX</i>
<i>Criterio 7. Lenguajes de programación y compatibilidad con desarrolladores externos</i> .	<i>X</i>
<i>Criterio 8. Entorno web</i>	<i>XI</i>
<i>Criterio 9. Conexión con otras fuentes de datos</i>	<i>XI</i>
<i>Criterio 10. Comunicaciones OPC UA</i>	<i>XII</i>
<i>Criterio 11. Catalogación de alarmas</i>	<i>XIII</i>
<i>Criterio 12. Road map y capacidad del fabricante</i>	<i>XIII</i>
<i>Criterio 13. Soporte técnico</i>	<i>XIV</i>
<i>Criterio 14. Grado de conocimiento de Aquatec</i>	<i>XV</i>
<i>Criterio 15. Open source</i>	<i>XVI</i>
<i>Criterio 16. Tipos de licencia</i>	<i>XVI</i>
<i>Criterio 17. Platform agnostic</i>	<i>XVII</i>
<i>Criterio 18. Integración con GIS</i>	<i>XVIII</i>

ANEXO I. CRITERIOS COMPARACIÓN

En el siguiente anexo se van a estudiar y comparar algunos criterios facilitados por Aquatec en función de los objetivos del proyecto de tres de las tecnologías investigadas: WinCC OA, Ignition y ClearScada.

Criterio 1. Arquitectura distribuida

Se evalúa que la filosofía del aplicativo está basada en lógica de procesos distribuida, lo cual es clave a la hora de repartir cargas de trabajo y en el crecimiento futuro de la herramienta.

C1.1. WinCC OA

Cada servidor puede encargarse de una instalación o planta de producción hasta formar una red de servidores. En dicha red, el cliente puede visualizar todo lo que ocurre conectándose a un servidor central o a los servidores de planta. El sistema puede estar constituido por hasta 2048 subsistemas (sistemas autónomos). La propiedad de los subsistemas permite, entre otras funcionalidades, ejecutar acciones en algunos subsistemas desde otros y sincronizar datos compartidos por todo el sistema. [20]

Por otro lado, cada servidor dota al sistema de funcionalidades adicionales, o bien duplica las ya existentes por seguridad (lo que se conoce como redundancia). [20]

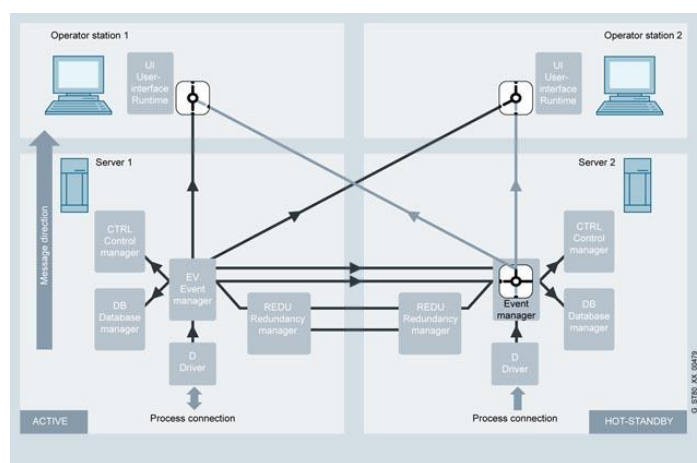


Figura129. Sistemas distribuido en WinCCOA. Fuente: "Sothis"

C1.2. ClearScada

Es un SCADA de arquitectura distribuida. Permite integrar equipos de manera escalable. [21]

C1.3. Ignition

En este software se puede realizar tanto una arquitectura centralizada como una arquitectura distribuida gracias a la instalación de Gateways en cada subsistema, que permiten controlar localmente y almacenar esta información. Una red corporativa, posibilita compartir información entre subsistemas. [22]

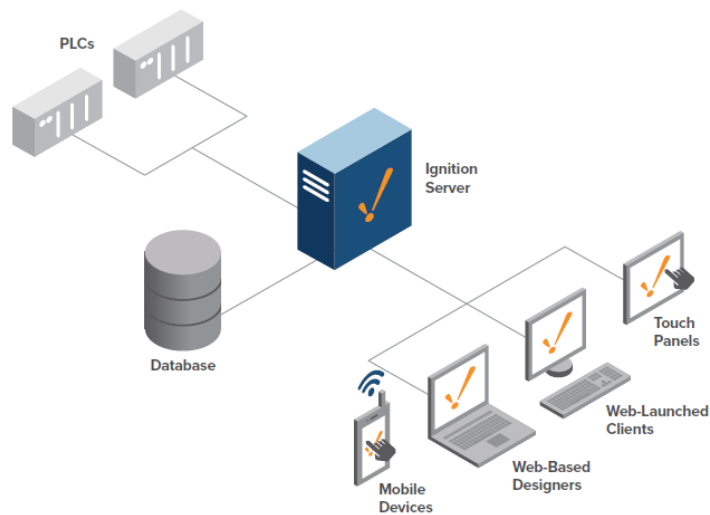


Figura130. Arquitectura básica de gestión centralizada en Ignition. Fuente: "inductiveautomation.com"

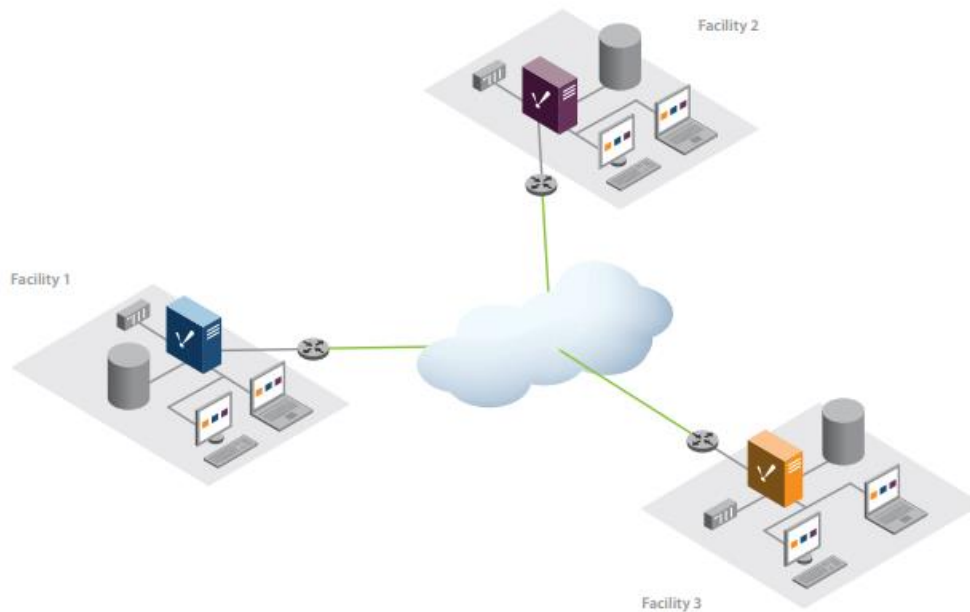


Figura131. Arquitectura distribuida en Ignition. Fuente: “inductiveautomation.com”

Criterio 2. Redundancia en las comunicaciones

Se evalúa la capacidad de capturar de forma nativa, el mismo dato de varias fuentes (por ejemplo, radio y 3G).

C2.1. WINCC OA

En una aplicación WinCC también es posible implementar canales de comunicación redundantes con el controlador SIMATIC 7.

C2.2. ClearScada

Permite conectar y obtener información que proveen de RTUs y equipos de radio frecuencia. [21]

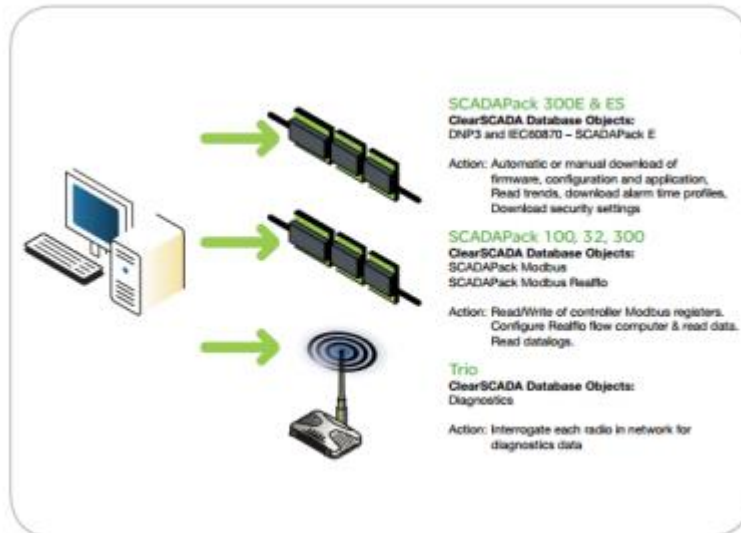


Figura 132. Arquitectura para ClearSCADA de Electronic Schneider. Fuente: “Schneider Electronic, 2014”

C2.3. Ignition

Permite una configuración store-and-forward para evitar pérdida de datos. Posibilita la utilización de medios de comunicación como GPRS, Satélite, WiMax, Radio, etc. [22]

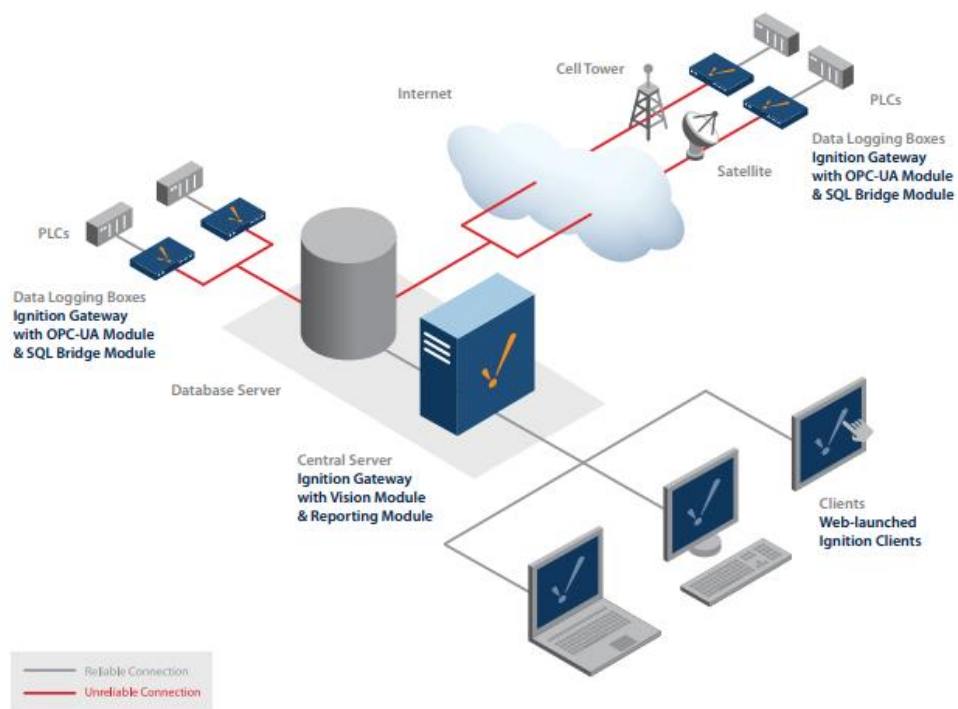


Figura133. Arquitectura Hub and Spoke, recolección fiable de datos remotos. Fuente “inductiveautomation.com”

Criterio 3. Redundancia nativa de servicios

Además de la redundancia mínima entre servidores, se valora si posee funcionalidades avanzadas de balanceo de cargas, redundancia de componentes y estrategias ante fallos de comunicación entre otros.

C3.1. WINCC OA

Sistema redundante, además consta de un segundo sistema redundante, al cual, en caso de una falla de funcionamiento se puede conmutar. Esta redundancia local adicional proporciona el mayor nivel de disponibilidad. [23]

C3.2. ClearScada

Se puede configurar en varias opciones de redundancia, incluyendo sitios duales, triples, de recuperación de desastres. [24]

C3.3. Ignition

La arquitectura distribuida, con clustering y balanceo de carga permite que el sistema sea capaz de ampliarse. [22]

Criterio 4. Seguridad de acceso

En este punto, se mide la posibilidad de crear roles, grupos, etc, los cuales dan acceso a distintas partes de la herramienta y a actuaciones concretas. Además, se debe tener en cuenta si puede estar conectado a políticas de usuarios del Directorio Activo de Windows.

C4.1. WINCC OA

WinCC OA Secure es un mecanismo de autenticación de terceros basado en Kerberos, desarrollado por MIT. Cifrado de clave simétrica, sin transferencia de palabras clave. Además, conectado con Directorio Activo.[23] Provee de una configuración cifrada SSL y proxy de multiplexación.

Por otro lado, tiene un sistema de recuperación de desastres que asegura la disponibilidad de la instalación y la retención de datos, incluso en caso de una falla total del Centro de Control Maestro. [23]

C4.2. ClearScada

En cuanto a esta SCADA, se encuentran tres niveles distintos de seguridad: Seguridad general del sistema (ajuste de cuenta de predeterminados, uso de la autenticación de Windows y conexiones seguras entre ellos). Cuentas de usuario (cada usuario tiene su propia cuenta para logarse en el sistema), por último, lista de control de acceso (ACL) cada elemento de la base de datos puede tener su propia configuración de seguridad que define qué cuentas de usuario y grupos de usuarios pueden acceder al elemento y qué funciones están disponibles para cada uno de ellos. Además, se puede asignar un conjunto de permisos a cada cuenta para definir a qué funciones pueden acceder los usuarios. [24]

C4.3. Ignition

Utiliza tecnología SSL. Ignition admite estrategias de autenticación modernas basadas en la web, como la autenticación multifactor y el inicio de sesión único. Además, tiene la capacidad de asignar roles de usuario de forma nativa o de integrarse con la seguridad de la red corporativa mediante Microsoft Active Directory. [25]

Criterio 5. Preparado para aumento y/o carga de accesos

Se evalúan las limitaciones a nivel de número de señales, usuarios, etc.

C5.1. WINCC OA

Permite de 2 a 2048 sistemas independientes, se vinculen a través de una red. Cada subsistema puede configurarse como un sistema de usuario único o multiusuario, redundante o no. [23]

C5.2. ClearScada

Se puede configurar en varias opciones de redundancia, incluyendo sitios duales, triples, de recuperación de desastres. [24]

C5.3. Ignition

El fabricante indica que Ignition tiene una escalabilidad ilimitada a través de la adición de módulos de software totalmente integrados entre ellos. Todos los módulos son de acoplamiento activo, por lo que pueden instalarse, eliminarse y actualizarse sin afectar sus operaciones de ninguna manera, y todos trabajan juntos sin problemas. [25]

Criterio 6. Estandarización de plantillas

Se aprecia el grado de arquitectura de información orientada a objetos y plantillas.

C6.1. WINCC OA

El sistema SCADA orientado a objetos SIMATIC WinCC Open Architecture le permite implementar soluciones adaptadas a clientes específicos, además es escalable. [26]

C6.2. ClearScada

Crea plantillas para dispositivos y dispositivos duplicados para garantizar la estandarización, para respaldar el desarrollo rápido y reducir el TCO (coste total de propiedad de un proyecto TIC). [27]

C6.3. Ignition

Presenta una biblioteca completa de cuadros y tablas personalizables, con la finalidad de poder monitorear los indicadores clave de rendimiento, ver las tendencias de un vistazo. [25]

Criterio 7. Lenguajes de programación y compatibilidad con desarrolladores externos

La posibilidad de incluir desarrollos ad-hoc externos (no scripts) dentro de la herramienta es el punto a valorar en este criterio.

C7.1. WINCC OA

ActiveX y .NET

C7.2. ClearScada

ActiveX de Microsoft.

C7.3. Ignition

Desde el soporte de Ignition, indican que no soporta ActiveX, no trabaja con componentes/controladores .NET. Utiliza lenguaje Python y JavaScript para escribir scripts. [25]

Criterio 8. Entorno web

Se computa la posibilidad de forma nativa de adaptación a entornos Web y dispositivos móviles.

C8.1. WINCC OA

Su cliente web proporciona acceso independiente al navegador sin necesidad de complementos ni ningún software adicional en el lado del cliente. [26]

C8.2. ClearScada

ClearScada tiene 3 componentes principales o aplicaciones de software: el servidor ClearSCADA, un cliente de Windows conocido como "ViewX", y un cliente web conocido como "Webx". [27]

C8.3. Ignition

Es capaz de adaptarse a varios dispositivos, son capaces de ofrecer una visión global y de control desde teléfono, tablet y web. [25]

Criterio 9. Conexión con otras fuentes de datos

Se evalúan interfaces con otros aplicativos, tanto de lectura y escritura de datos, como integraciones con otras tecnologías.

C9.1. WINCC OA

Posee interfaz con Oracle, HDB, MSSQL, MySQL, ORACLE y SOAP. [23]

C9.2. ClearScada

Se trata de controladores de protocolo incorporado para todos los PLC, cálculo de flujo de gas y RTU. Un diario de alarmas y eventos que cumple con SQL. Cuenta con interfaces estándar de la industria abierta como OPC, ODBC, .NET para la integración con sistemas empresariales. [27]

C9.3. Ignition

La arquitectura más común de Ignition consiste en un único servidor de Ignition local conectado a una base de datos SQL, PLC y clientes. Incluye un módulo que comunica los datos OPC y las bases de datos SQL. [25]

El software incorpora controladores para acceso a MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle y PostgreSQL. [22]

Criterio 10. Comunicaciones OPC UA

Se mide la preparación de forma nativa para leer datos mediante protocolo OPC UA.

C10.1. WINCC OA

Capaz de leer datos con el protocolo OPC UA.

C10.2. ClearScada

Servidor OPC para conectividad de clientes OPC de terceros (OPC DA, OPC AE, OPC HDA). [27]

C10.3. Ignition

Herramientas de adquisición de datos que incluye OPC UA incorporado para conectarse a prácticamente cualquier PLC, y la capacidad de conectarse sin problemas a cualquier base de datos SQL. [25]

Criterio 11. Catalogación de alarmas

En este criterio se mide el grado de posibilidades de catalogación de alarmas así como cumplimiento de normativa ISA 18.2

C11.1. WINCC OA

Cumple criterios ISA 18.2

C11.2. ClearScada

Cumple criterios ISA 18.2

C11.3. Ignition

Cumple criterios ISA 18.2

Criterio 12. Road map y capacidad del fabricante

Se evalúa la estrategia de evolución definida a años vista y potencia y previsión de continuidad de fabricante.

C12.1. WINCC OA

Versión actual: SIMATIC WinCC Open Architecture V3.16. Conferencia SIMATIC SCADA Europa para anunciar WINCC Unified [26].

C12.2. ClearScada

Actualmente, ClearSCADA se conoce con el nombre de EcoStruxure Geo SCADA Expert. [27]

C12.3. Ignition

Ignition 8 Java ya no será un componente adicional que los clientes deben descargar e instalar (Java 9). [25]

Criterio 13. Soporte técnico

Se describe la calidad y accesibilidad a recursos y ayuda de soporte técnico.

C13.1. WINCC OA

Tiene una comunidad y un formulario para cumplimentar online.

C13.2. ClearScada

Ofrece soporte 24x7 a través de su aplicación en el móvil.

C13.3. Ignition

Posee un foro de la comunidad, además de contacto telefónico con EEUU gratuito en días laborales en horario de oficina. También ofrece la posibilidad de enviarles un correo y/o abrir una incidencia directamente desde su herramienta de ticketing. [28]

La comunidad online a través de la Web de Inductive Automation está disponible 24/7 para responder preguntas, dar consejos e ideas. El foro es abierto, gratuito y al alcance de todos. [22]

Criterio 14. Grado de conocimiento de Aquatec

Se calcula el nivel de conocimiento de la empresa Aquatec en esta tecnología en estos momentos.

C14.1. WINCC OA

Actualmente, la empresa Aquatec no tiene conocimiento de esta solución.

C14.2. ClearScada

Actualmente, la empresa Aquatec no tiene conocimiento de esta solución.

C14.3. Ignition

Actualmente, la empresa Aquatec tiene un conocimiento muy limitado de esta solución.

Criterio 15. Open source

Se debe tener en cuenta en este criterio el acceso al código fuente y posibilidad de modificarlo.

C15.1. WINCC OA

No es open source

C15.2. ClearScada

No es open source

C15.3. Ignition

No es open source

Criterio 16. Tipos de licencia.

Se aprecia la disponibilidad de DEMO para realizar pruebas, así como la cantidad de licencias necesarias en el modo actuación.

C16.1. WINCC OA

Tiene un licencia demo, para un uso esporádico del software, en un contexto que no sea productivo con fines de prueba y educativo. [29]

C16.2. ClearScada

No tiene DEMO

C16.3. Ignition

Versión Beta de Ignition 8 en demo.inductiveautomation.com [22] Tiene la posibilidad de utilizar con una finalidad educativa ya que cada dos horas expira la sesión.

Criterio 17. Platform agnostic

Se somete a evaluación la posibilidad de adaptación para distintas plataformas: aplicaciones móviles, tablet, portátil entre ellos y diferentes sistemas operativos como Windows, Linux, los, etc.

C17.1. WINCC OA

Plataforma independiente disponible para Windows, Linux, iOS y Android. [26]

C17.2. ClearScada

ViewX: aplicación de cliente de Windows. [27]

C17.3. Ignition

Los clientes de Ignition son totalmente multiplataforma: se ejecutan en Windows, macOS y Linux, También pueden ejecutarse en iOS y Android. [22]

Criterio 18. Integración con GIS

En este punto se valora la calidad y posición geográfica de los puntos de campo donde se realizan las mediciones.

C18.1. WINCC OA

GIS Viewer permite la visualización de objetos de arquitectura abierta de SIMATIC WinCC en sistemas distribuidos en un mapa. [23]

C18.2. ClearScada

Cuenta con información geográfica y puede proporcionar notificaciones de alarma, filtrado y visualización basados en la ubicación, tanto para activos fijos como para operadores de campo móvil. El soporte integrado para fuentes de mapas en línea o SIG permite la visualización automática de ubicaciones en los mapas, que también puede incluir datos meteorológicos en tiempo real de proveedores de servicios en línea. Obtiene los datos de ArcGIS sistema de información geográfica producido por el Instituto de investigación de Sistemas Ambientales (ESRI), un proveedor internacional de software GIS, GIS web y aplicaciones de administración de geodatabase.[30]

C18.3. Ignition

Integrado con GIS a través de aplicación móvil con un módulo que permite integrar fácilmente una vista de mapa OSM (Ingeniería IQS) [22]

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXO II

LISTA DE SEÑALES

ANEXO II. LISTA DE SEÑALES

El siguiente listado de señales y atributos ha sido facilitado por Aquatec, además ha sido utilizado a lo largo de todo el proyecto.

:IOReal	Group	Comment	Logged
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 1 balsa alm. Ind. 1-Total arranques	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 1 balsa alm. Ind. 1-Total horas marcha	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 2 balsa alm. Ind. 1-Total arranques	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 2 balsa alm. Ind. 1-Total horas marcha	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 3 balsa alm. Ind. 1-Total arranques	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 3 balsa alm. Ind. 1-Total horas marcha	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 4 balsa alm. Ind. 1-Total arranques	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 4 balsa alm. Ind. 1-Total horas marcha	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 5 balsa alm. Ind. 1-Total arranques	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Bomba 5 balsa alm. Ind. 1-Total horas marcha	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Contador balsa alm. Ind. 1-Parcial	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Contador balsa alm. Ind. 1-Total	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Contador balsa alm. Ind. 1-Caudal inst.	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Caudal balsa alm. Ind. 1-Rango mín.	No
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Caudal balsa alm. Ind. 1-Rango máx.	No
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Caudal balsa alm. Ind. 1-Valor inst.	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Nivel balsa alm. Ind. 1-Rango mín.	No
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Nivel balsa alm. Ind. 1-Rango máx.	No
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Nivel balsa alm. Ind. 1-Valor inst.	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Presión imp. balsa alm. Ind. 1-Rango mín.	No
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Presión imp. balsa alm. Ind. 1-Rango máx.	No
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Presión imp. balsa alm. Ind. 1-Valor inst.	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Tarifas balsa alm. Ind. 1-Config. 0 - 7h	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Tarifas balsa alm. Ind. 1-Config. 8 - 15h	Yes
IN001_BB01_	Balsa_industrial_1	Tarifas balsa alm. Ind. 1-Config. 16 - 23h	Yes

EventLogged	EventLogging	RetentiveValu	RetentiveAlar	AlarmValueDe	AlarmDevDea	EngUnits
No	0	Yes	No	0	0	un.
No	0	Yes	No	0	0	h
No	0	Yes	No	0	0	un.
No	0	Yes	No	0	0	h
No	0	Yes	No	0	0	un.
No	0	Yes	No	0	0	h
No	0	Yes	No	0	0	un.
No	0	Yes	No	0	0	h
No	0	Yes	No	0	0	un.
No	0	Yes	No	0	0	h
No	0	No	No	0	0	m3
No	0	Yes	No	0	0	m3
No	0	Yes	No	0	0	m3/h
Yes	999	No	No	0	0	m3/h
Yes	999	No	No	0	0	m3/h
No	0	Yes	Yes	0	0	m3/h
Yes	999	No	No	0	0	%
Yes	999	No	No	0	0	%
No	0	Yes	Yes	0	0	%
Yes	999	No	No	0	0	bar
Yes	999	No	No	0	0	bar
No	0	Yes	Yes	0	0	bar
No	0	Yes	No	0	0	
No	0	Yes	No	0	0	
No	0	Yes	No	0	0	

InitialValue	MinEU	MaxEU	Deadband	LogDeadband	LoLoAlarmSta	LoLoAlarmVal
265	0	4,29E+17	0	0	Off	10
438	0	4,29E+17	0	0	Off	10
127	0	4,29E+17	0	0	Off	10
175	0	4,29E+17	0	0	Off	10
64	0	4,29E+17	0	0	Off	10
135	0	4,29E+17	0	0	Off	10
518	0	4,29E+17	0	0	Off	10
348	0	4,29E+17	0	0	Off	10
278	0	4,29E+17	0	0	Off	10
282	0	4,29E+17	0	0	Off	10
0	0	4,29E+17	0	0	Off	10
209907	0	4,29E+17	0	0	Off	10
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	Off	10
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	Off	10
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	Off	10
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	On	10
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	Off	10
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	Off	10
922.144.394	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	On	70
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	Off	10
0	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	Off	10
470.119.953	-3,40E+46	3,40E+46	0	0	On	3.5
14380470	0	4,29E+17	0	0	Off	10
11983725	0	4,29E+17	0	0	Off	10
11983725	0	4,29E+17	0	0	Off	10

LoLoAlarmPri	LoAlarmState	LoAlarmValue	LoAlarmPri	HiAlarmState	HiAlarmValue	HiAlarmPri
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
20	Off	20	200	Off	80	200
20	Off	20	200	Off	80	200
20	Off	20	200	Off	80	200
20	On	20	200	On	80	200
20	Off	20	200	Off	80	200
20	Off	20	200	Off	80	200
20	On	80	200	On	99	200
20	Off	20	200	Off	80	200
20	Off	20	200	Off	80	200
20	On	4	200	On	5	200
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1
1	Off	20	1	Off	80	1

HiHiAlarmStat	HiHiAlarmVal	HiHiAlarmPri	MinorDevAlar	MinorDevAlar	MinorDevAlar	MajorDevAlar
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	20	Off	0	1	Off
Off	90	20	Off	0	1	Off
Off	90	20	Off	0	1	Off
On	90	20	Off	0	1	Off
Off	90	20	Off	0	1	Off
Off	90	20	Off	0	1	Off
On	100	20	Off	0	1	Off
Off	90	20	Off	0	1	Off
Off	90	20	Off	0	1	Off
On	5.5	20	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off
Off	90	1	Off	0	1	Off

MinRaw	MaxRaw	Conversion	AccessName	ItemUseTagn	ItemName	ReadOnly
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	Yes
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	Yes
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	Yes
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	Yes
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
-3,40E+46	3,40E+46	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	Yes
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No
0	4,29E+17	Linear	PLC_ER02	Yes	IN001_BB01_	No

AlarmComme	AlarmAckMod	LoLoAlarmDis	LoAlarmDisab	HiAlarmDisab	HiHiAlarmDisa	MinDevAlarm
Bomba 1 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 1 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 2 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 2 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 3 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 3 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 4 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 4 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 5 bals	0	0	0	0	0	0
Bomba 5 bals	0	0	0	0	0	0
Contador bals	0	0	0	0	0	0
Contador bals	0	0	0	0	0	0
Contador bals	0	0	0	0	0	0
Caudal balsa a	0	0	0	0	0	0
Caudal balsa a	0	0	0	0	0	0
Caudal balsa a	0	0	0	0	0	0
Nivel balsa al	0	0	0	0	0	0
Nivel balsa al	0	0	0	0	0	0
Nivel balsa al	0	0	0	0	0	0
Presión imp. k	0	0	0	0	0	0
Presión imp. k	0	0	0	0	0	0
Presión imp. k	0	0	0	0	0	0
Tarifas balsa a	0	0	0	0	0	0
Tarifas balsa a	0	0	0	0	0	0
Tarifas balsa a	0	0	0	0	0	0

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXO III

CREACIÓN DE DATATYPES

ÍNDICE ANEXO III. CREACIÓN DATATYPES

<i>BALSA ALMACENAMIENTO 1</i>	<i>XXVIII</i>
<i>BALSA ALMACENAMIENTO 2</i>	<i>XXXVIII</i>
<i>BALSA ALMACENAMIENTO 3</i>	<i>XXXIX</i>
<i>CAPTACIÓN INDUSTRIAL</i>	<i>XL</i>
<i>CAPTACIÓN POTABLE</i>	<i>XLI</i>
<i>DEPÓSITO POTABLE 1 y 2</i>	<i>XLI</i>
<i>ETAP</i>	<i>XLIV</i>

ANEXO III. CREACIÓN DATATYPES

En primer lugar y para realizar el proyecto, se deben crear los datatypes de cada uno de los elementos que forman las estaciones. Los datatypes son plantillas con las señales recibidas y valores de cada elemento. La información resultante se mostrará en la ventana general del sinóptico de cada elemento y/o una ventana emergente, a la que se conocerá como pop up. Esto se explicará de una forma detallada en el ANEXO IV.

Se hará un plantilla general de cada elemento con todas las señales, es decir que en el momento que se realice un cambio en esa plantilla, se cambiara en todas.

BALSA ALMACENAMIENTO 1

Si se empieza con la estación denominada “Balsa almacenamiento 1” (como se ha explicado anteriormente, es un contenedor impermeable de agua cuya función es limitar las oscilaciones de la demanda, regular la presión y el caudal para garantizar el suministro a los consumidores/clientes). Según la información y la lista de señales facilitada por Aquatec, está formado por los siguientes elementos:

- Bomba: utiliza la energía para mover el agua, normalmente este movimiento se realiza de forma ascendente. Consta de un orificio de entrada (aspiración) y otro de salida (impulsión). La energía de la bomba puede recibirse de diversas fuentes incluida la energía renovable.
- Contador: instrumento que permite contabilizar el volumen de agua continuamente que pasa a través de él.
- Caudalímetro: instrumento de medida del caudal de agua circulante en una sección por unidad de tiempo, normalmente se ubica en la misma tubería.
- Nivel: cantidad de agua máxima y mínima que tenemos por sección.
- Válvula reguladora de presión: controla la presión del circuito evitando la cavitación.

- Tarifas: la discriminación horaria es una modalidad de tarifa eléctrica, se establece un precio para el kilovatio hora más barato durante la noche, y el doble durante el día.

Cada uno de estos elementos contiene una serie de señales, éstas se encuentran en el ANEXO II.

Dentro de la balsa de almacenamiento 1, se empezará con la plantilla “Bomba”. Esta plantilla contiene tres señales:

- Arrancar/parar: indica si la bomba está en funcionamiento o parada.
- Total arranques: cantidad numérica de veces que la bomba se ha puesto en funcionamiento.
- Total horas en marcha: cantidad numérica de horas que está funcionando de forma ininterrumpida la bomba.

Una vez, se han clarificado estos conceptos, se debe consultar la excel del listado de señales y consultar los atributos que serán necesarios para realizar la configuración de la plantilla. En este caso, serán:

- Unidades métricas
- Deadband: inicio
- Read/Write: informa si esa señal esta en modo lectura, modo escritura o ambas.

La configuración de estos atributos en cada una de las señales se realiza como se muestra en la figura. En primer lugar, dentro de la carpeta “Tags”-> Data Types:



Figura133. Creación datatype. Fuente: Elaboración propia

Se clicará con el botón derecho, New Tag-> New Data Type:

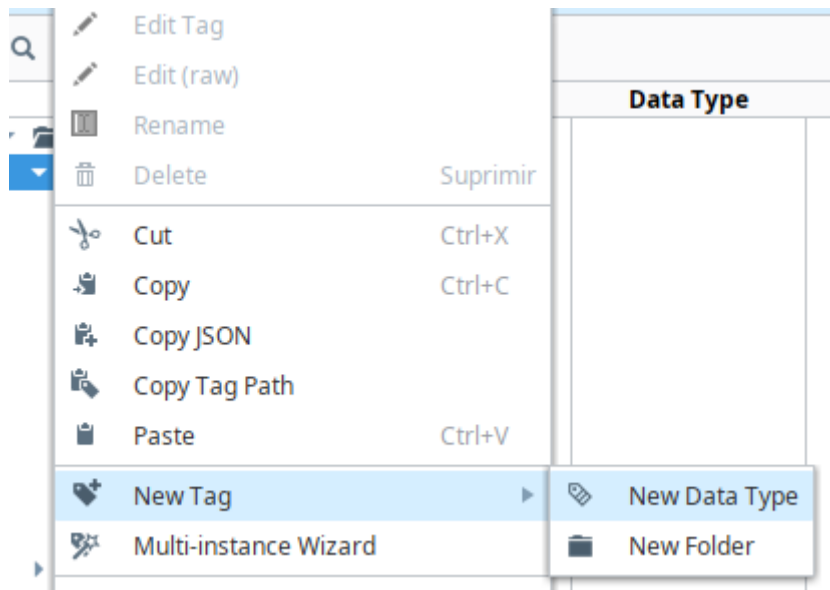


Figura134. Ventana new tag. Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se creará el datatype “Bomba”:

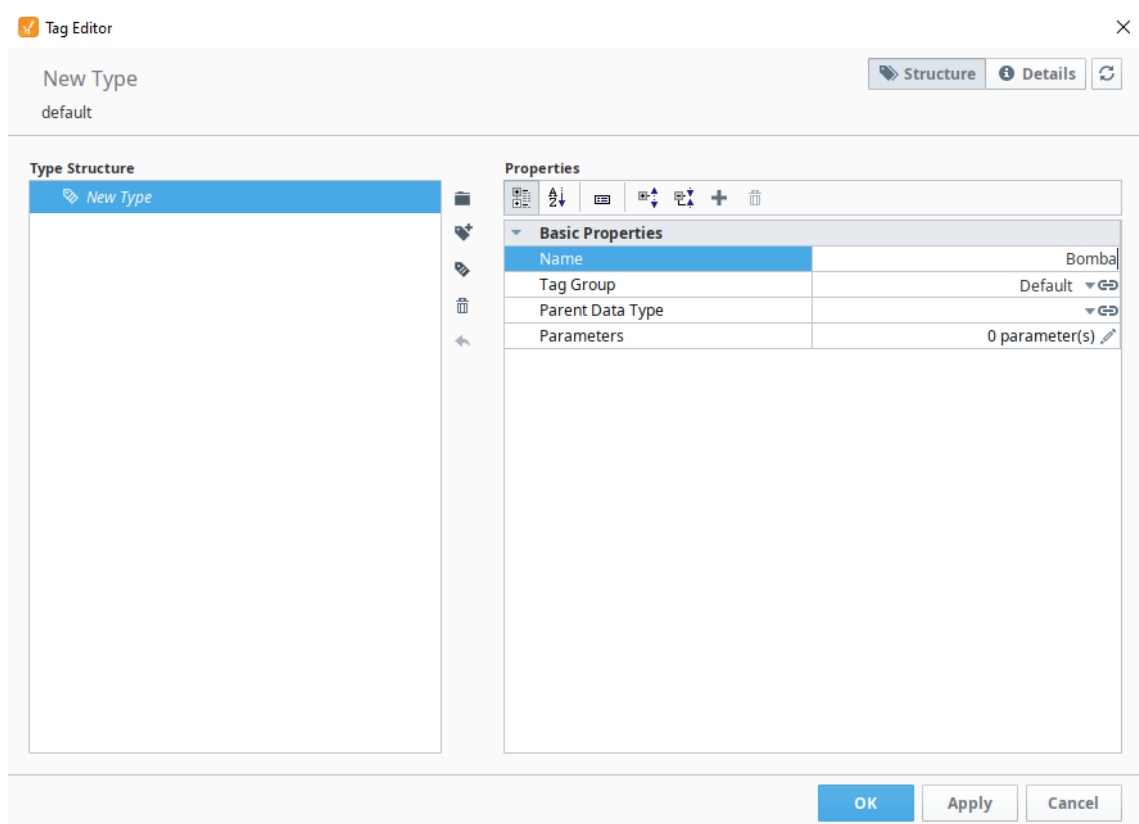


Figura135. Plantilla bomba. Fuente: Elaboración propia

Para añadir los atributos de la señal Bomba:

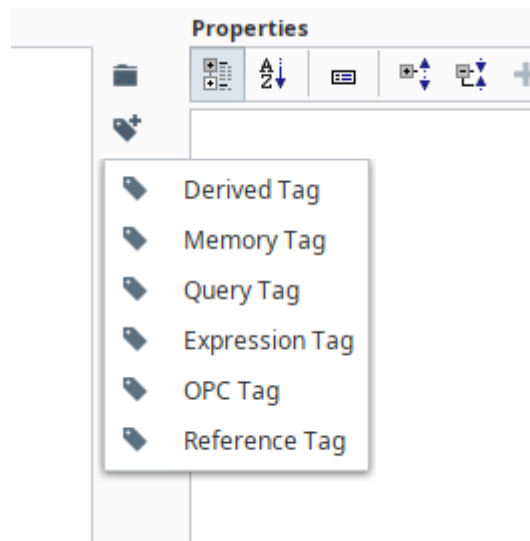


Figura136 .Opciones etiquetas. Fuente: Elaboración propia

Para configurarlo y poder hacer pruebas, se crearán las tags como “Memory Tag”, posteriormente se cambiarán a “OPC” Tag una vez se conecte al autómata o PLC. Se añadirán los atributos de cada una de las señales de la plantilla Bomba como se muestra en las figuras 137 y 138:

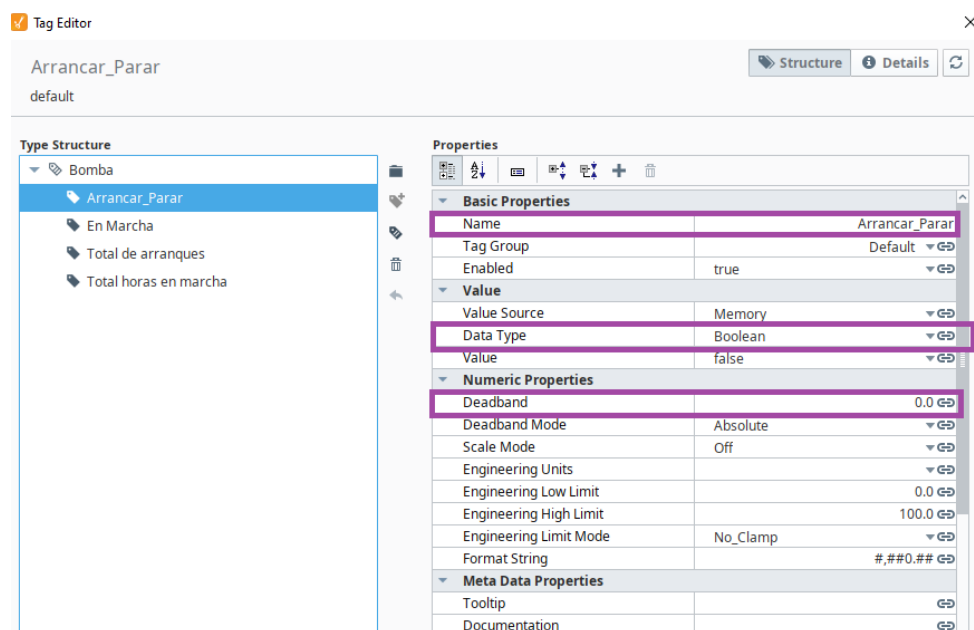


Figura137. Configuración atributos bomba. Fuente: Elaboración propia

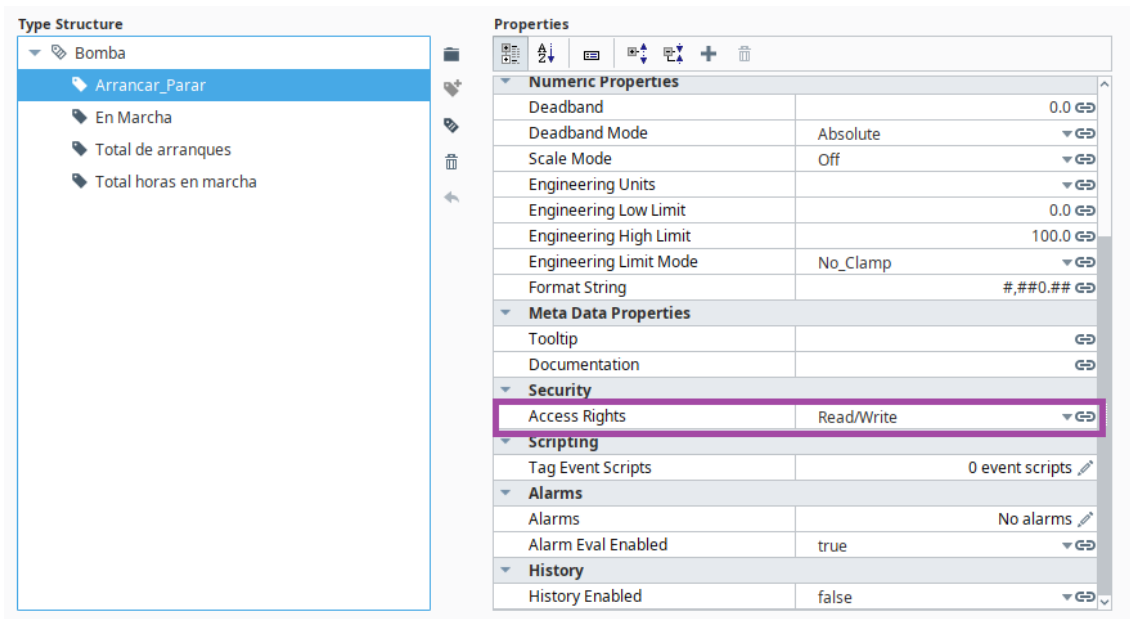


Figura138. Configuración atributos bomba. Fuente: Elaboración propia

De esta manera, ya estaría configurado el datatype “Bomba”. Se la denomina datatype, porque tal y como se ha comentado al principio del anexo, los cambios que se realicen en esta plantilla afectarán a todas las plantillas bomba del proyecto.

Seguidamente, se continúa con la creación del datatype “Contador” de la misma manera que plantilla anteriormente descrita. En este caso, las señales que se reciben son:

- Parcial
- Total
- Caudal instantáneo: volumen de agua que hay en ese momento por sección.

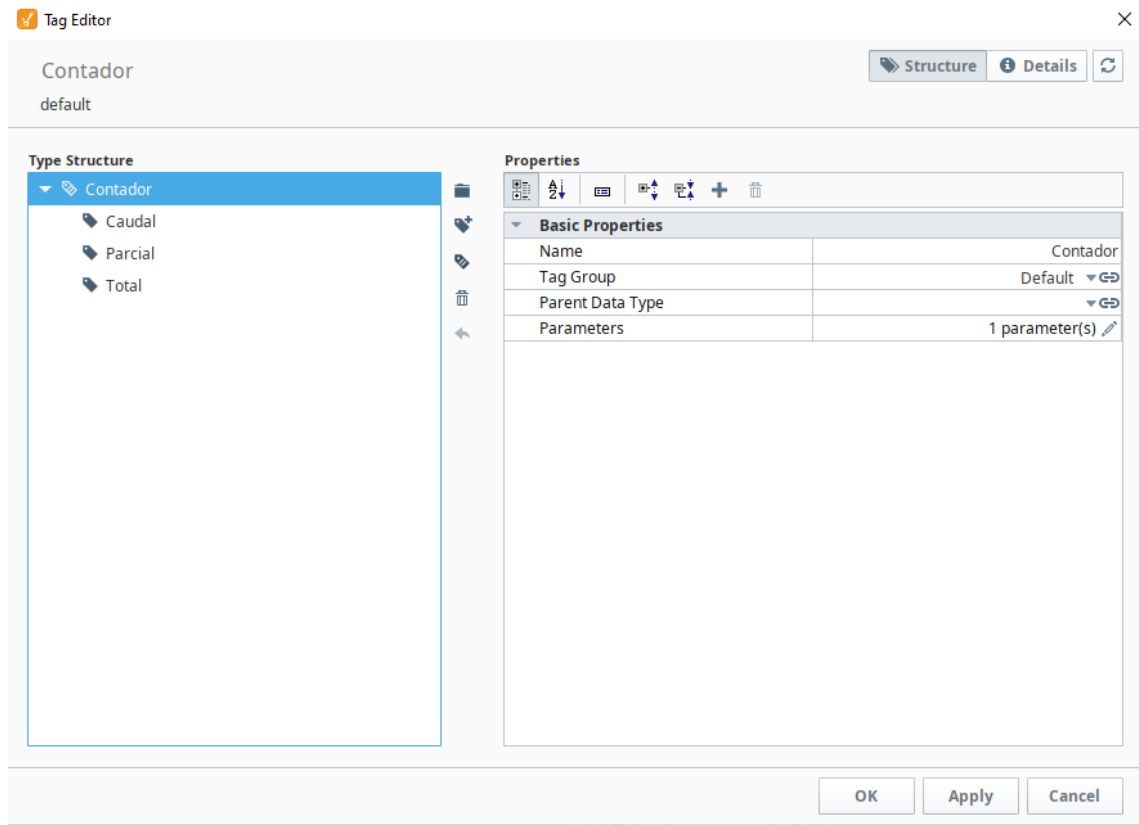
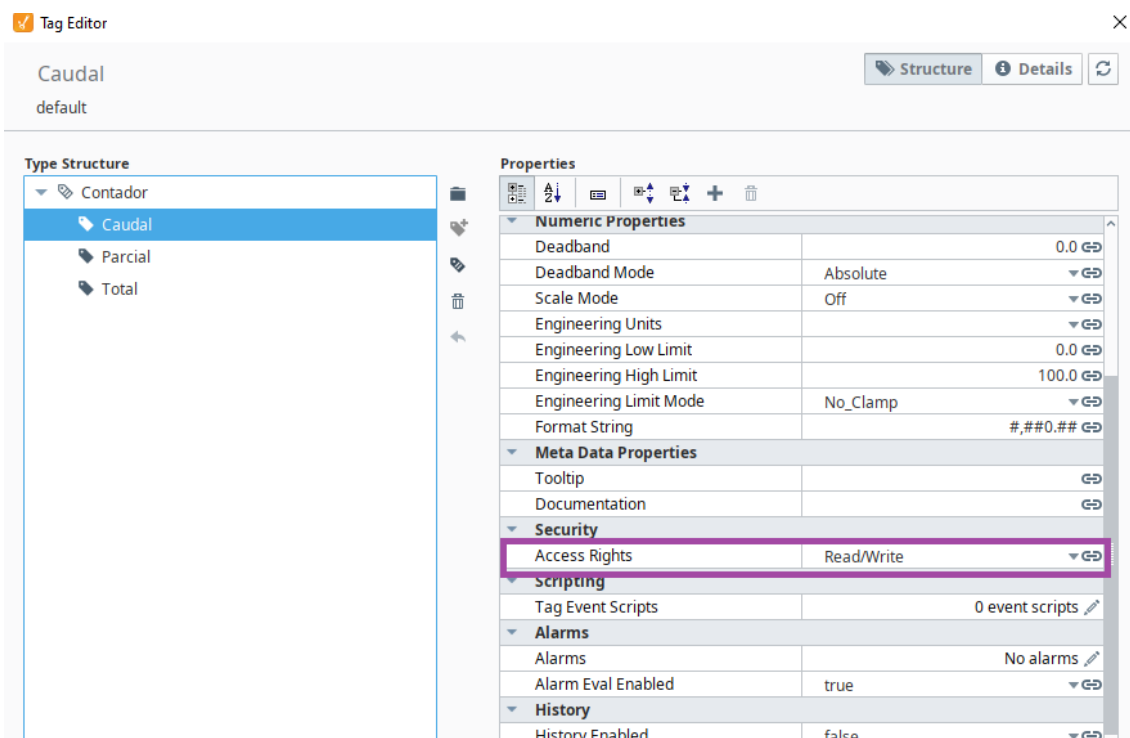
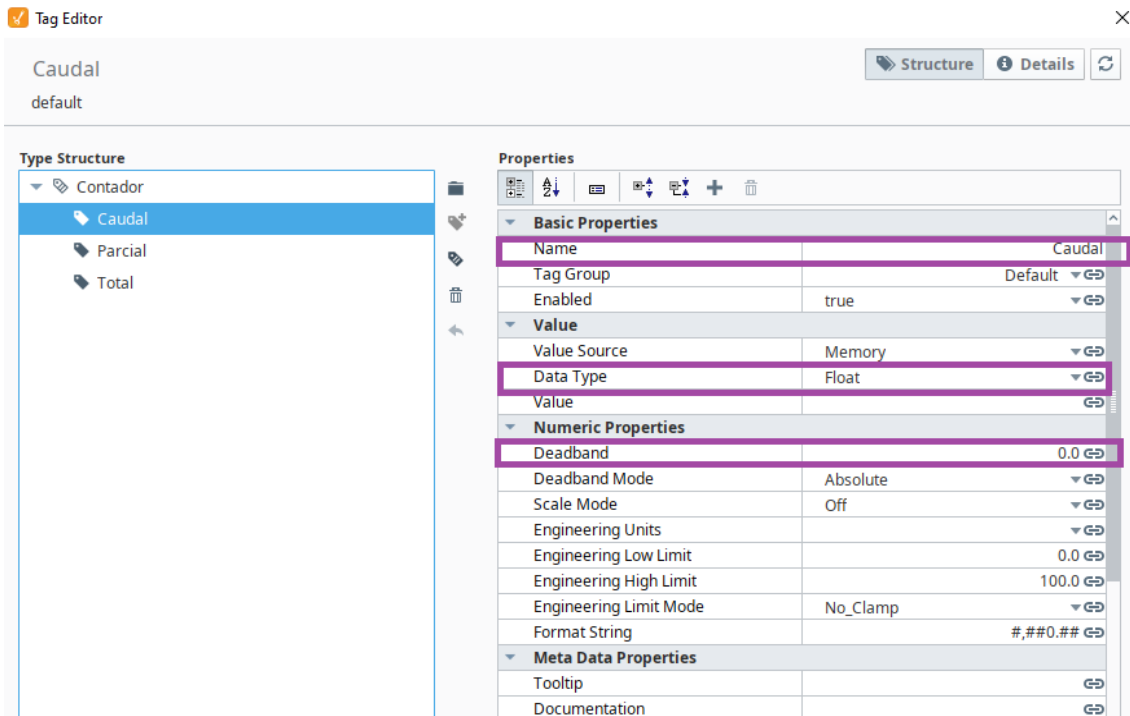


Figura139. Configuración atributos contador. Fuente: Elaboración propia

Nuevamente los atributos a configurar serán las unidades, Deadband y modo escritura/lectura según la lista de señales del ANEXO II. Quedando como se muestra en las figuras 140 y 141:



Figuras 140 y 141. Configuración atributos contador. Fuente: Elaboración propia

El siguiente instrumento que se encuentra medirá el nivel del agua (cantidad de agua máxima y mínima que tenemos por depósito). Por tanto, se debe programar la plantilla “Nivel” con las señales:

- Rango mínimo: valor numérico mínimo de agua que se debe tener en el depósito para que no salten las alarmas.
- Rango máximo: valor numérico máximo de agua que se debe tener en el depósito que no salten las alarmas.
- Valor instantáneo: volumen de agua que se tiene en ese instante de tiempo en el depósito.

Como se ha realizado en anteriores ocasiones, dentro de “Memory Tag”, se configura cada una de las señales con los atributos:

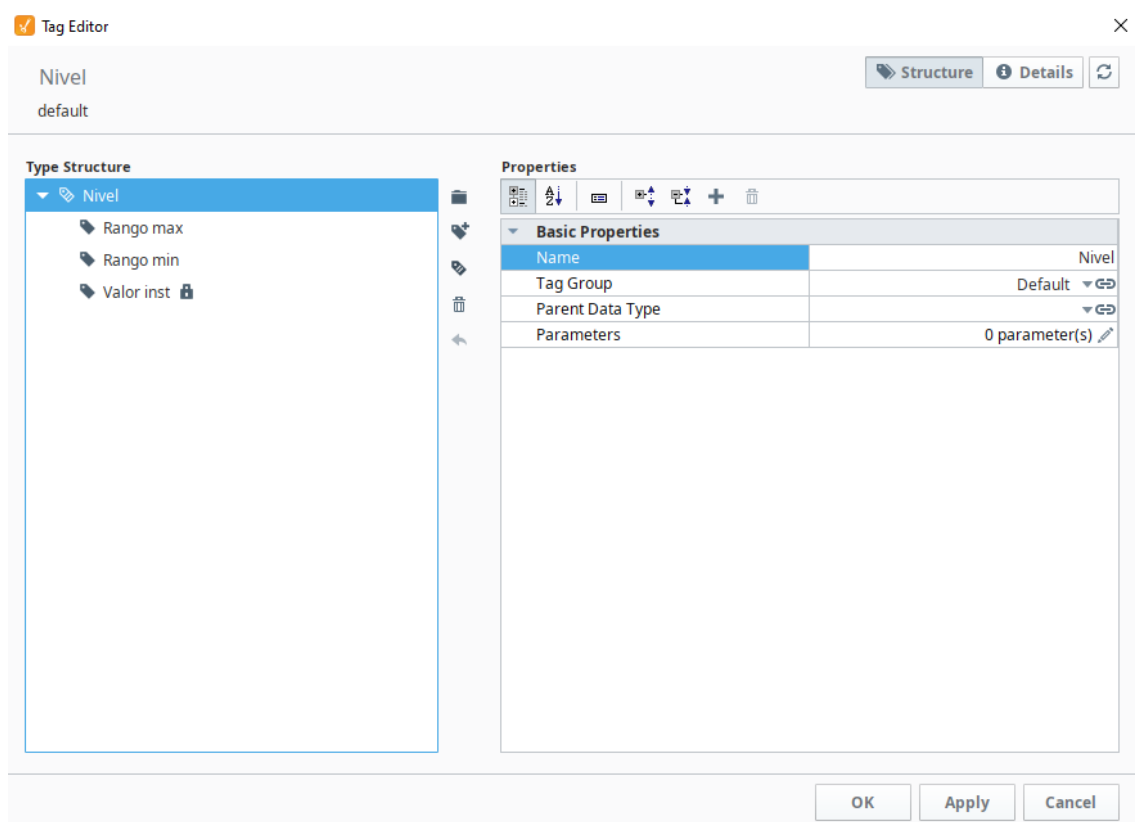
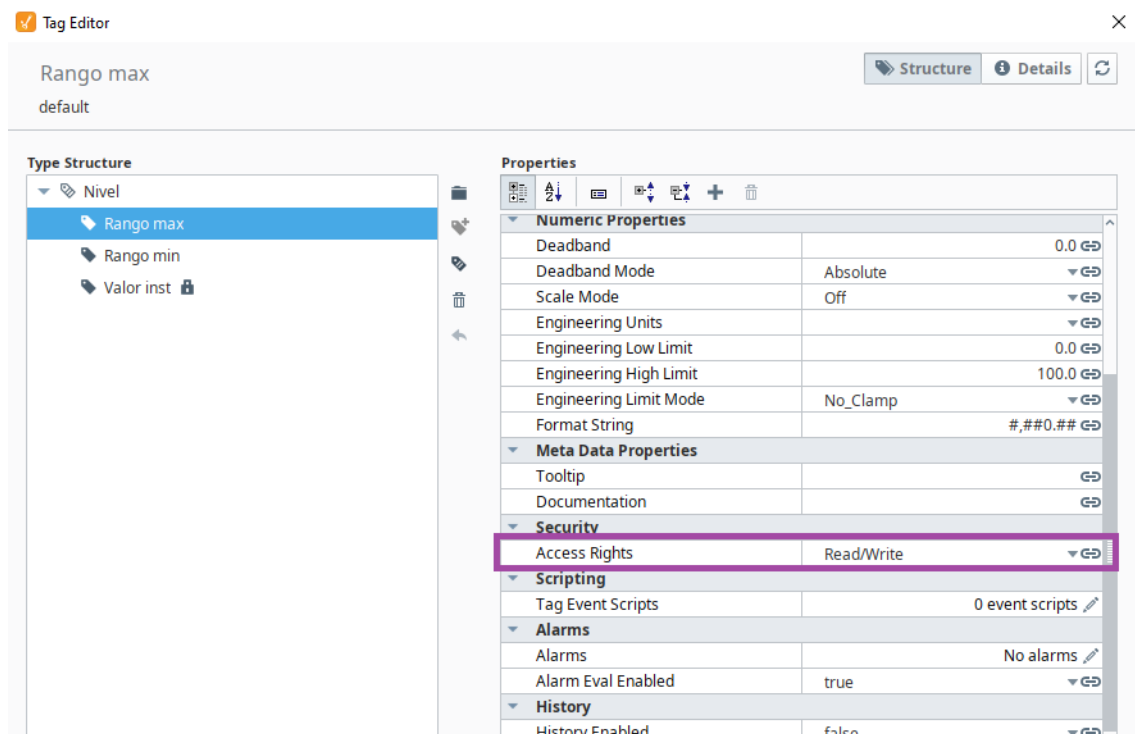
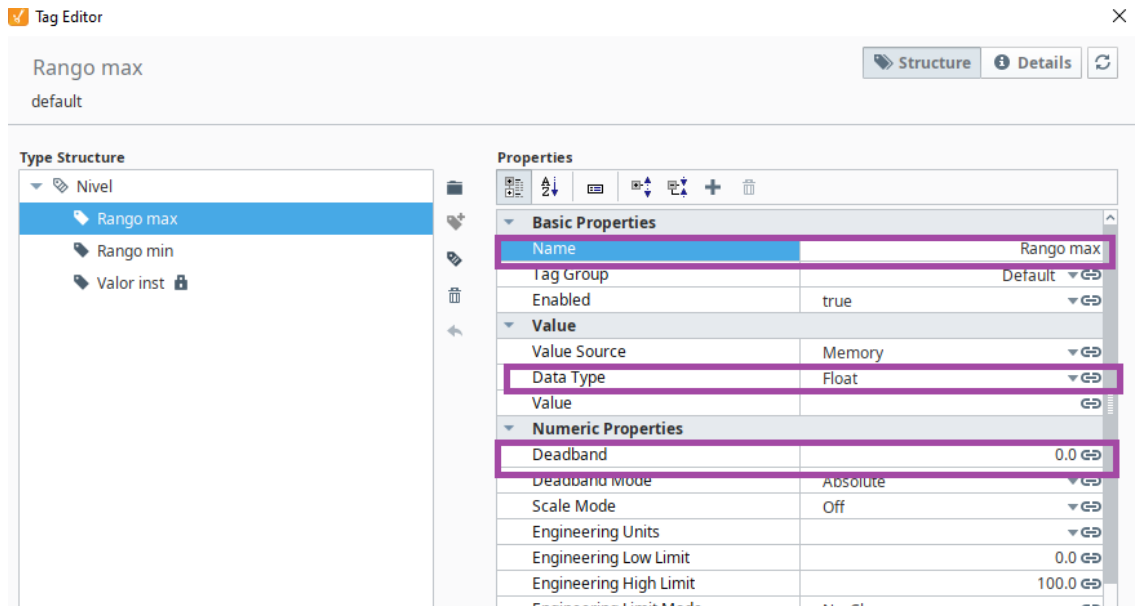


Figura142. Configuración atributos nivel. Fuente: Elaboración propia

Durante todo el proyecto se configurarán los atributos: unidades, Deadband y el modo lectura/escritura en cada una de las plantillas:



Figuras 142 y 143. Configuración atributos nivel. Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se configurará la señal “Rango mínimo” y “Valor instantáneo”.

En último lugar, en todas las estaciones aparecerá la plantilla “Tarifas”. En esta plantilla, se ofrece información sobre el consumo de luz según la franja horaria en la que se encuentre. Se configura la plantilla madre “Tarifas”, distinguiendo entre las distintas franjas horarias. El objetivo de esta plantilla será que durante la tarifa “hora punta” el

depósito se arranque el mínimo de veces posible. En cambio, durante la hora Valle se mantenga el depósito siempre lleno.

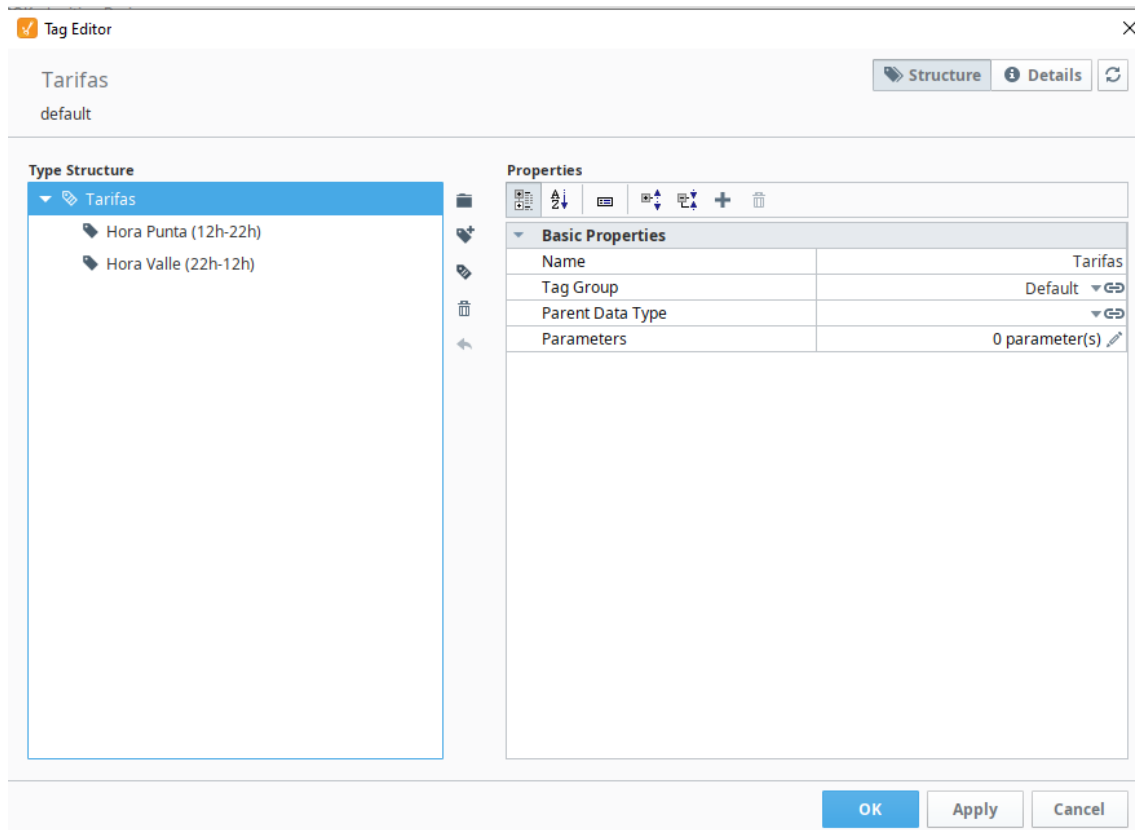


Figura144. Configuración atributos tarifas. Fuente: Elaboración propia

A lo largo del proyecto se ha comentado que la tarifa nocturna (00h-07h) el kilovatio es más barato que durante la diurna, por lo que es óptimo que la estación entre en funcionamiento en esas horas en caso de que se programe.

Tras las creación y programación de las plantillas, se creará una carpeta llamada “Balsa industrial 1” con todos los elementos, resultando como se muestra en la figura145:

esta misma pero con la nomenclatura correspondiente: “Bomba agitadora” y “Bomba dosificadora”. Se creará una carpeta con los elementos como se puede visualizar en la siguiente figura:

<ul style="list-style-type: none"> ▶ Balsa industrial 2 ▶ Agitador balsa almacenamiento Agitador ▶ Bomba 1 Bomba ▶ Bomba 2 Bomba ▶ Bomba 3 Bomba ▶ Bomba 4 Bomba ▶ Bomba dosificada balsa almacenamiento Bomba ▶ Caudal balsa almacenamiento Caudal ▶ Contador balsa almacenamiento Contador ▶ Nivel balsa almacenamiento Nivel ▶ Presion imp balsa almacenamiento Presion ▶ Tarifas balsa almacenamiento Tarifas 	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #0070C0; color: white;"> </td> <td style="background-color: #0070C0; color: white;"> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Agitador</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Bomba</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Bomba</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Bomba</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Bomba</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Bomba</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Caudal</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Contador</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Nivel</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Presion</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>Tarifas</td> </tr> </table>				Agitador		Bomba		Bomba		Bomba		Bomba		Bomba		Caudal		Contador		Nivel		Presion		Tarifas
	Agitador																								
	Bomba																								
	Bomba																								
	Bomba																								
	Bomba																								
	Bomba																								
	Caudal																								
	Contador																								
	Nivel																								
	Presion																								
	Tarifas																								

Figura146. Balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia

BALSA ALMACENAMIENTO 3

La tercera balsa de almacenamiento cuenta con los mismos dispositivos y las mismas señales que el resto de balsas. En este caso, cuenta con tres bombas en vez de cinco. Nuevamente, se crea una carpeta con todos los elementos junto con sus señales que forman la balsa industrial 3:

<ul style="list-style-type: none"> ▶ Balsa industrial 3 ▶ Bomba 1 de balsa almacenamiento Bomba ▶ Bomba 2 de balsa almacenamiento Bomba ▶ Bomba 3 de balsa almacenamiento Bomba ▶ Causal balsa almacenamiento Caudal ▶ Contador balsa almacenamiento Contador ▶ Nivel balsa de almacenamiento Nivel ▶ Presion balsa almacenamiento Presion ▶ Tarifas balsa almacenamiento Tarifas
--

Figura147. Balsa almacenamiento 3. Fuente: Elaboración propia

CAPTACIÓN INDUSTRIAL

La siguiente estación a programar es una captación industrial. Como se ha definido durante el punto 5, una captación son un conjunto de técnicas destinadas a recoger agua del medio natural, de esta manera se puede conducir hacia una estación donde posteriormente se le realizara un tratamiento que dependerá del uso que debe tener esa agua. Según la información y la lista de señales facilitada por Aquatec, esta formado por los siguientes elementos:

- Bomba agitadora
- Bomba dosificadora
- Bomba
- Contador
- Caudal
- Nivel
- Tarifas

Todos estos dispositivos con sus respectivas señales y atributos se han configurado en algunas de las balsas anteriores, por lo que no se volverá a crear una plantilla sino que se reutilizará la ya creada debido a que recibimos los mismos atributos, facilitando así la tarea. La carpeta resulta de la siguiente manera:

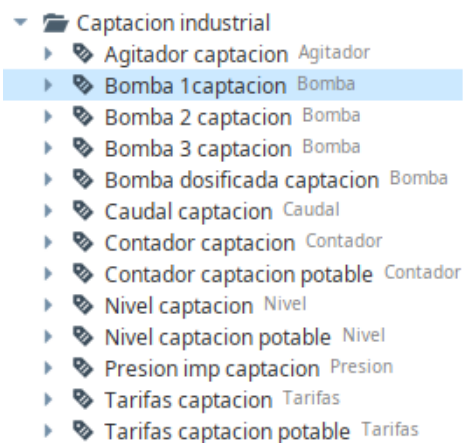


Figura148. Captación industrial. Fuente: Elaboración propia

CAPTACIÓN POTABLE

Seguidamente en este proyecto se va a configurar la estación de captación potable, como se ha definido anteriormente, es un conjunto de técnicas para obtener agua del medio natural con un uso final. Una vez más, Aquatec nos facilita la lista de señales formada por los siguientes elementos:

- Bomba
- Contador
- Caudal
- Nivel
- Tarifas

De los elementos anteriores ya se ha configurado con anterioridad los datatypes con todos sus atributos, por lo que se utilizan de nuevo facilitando así la tarea. La carpeta resulta como se muestra en la figura:

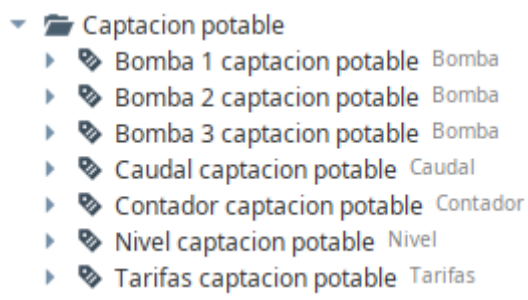


Figura149. Captación potable. Fuente: Elaboración propia

DEPÓSITO POTABLE 1 y 2

La siguiente estación a programar son los depósitos potables: cavidades habilitadas para almacenar agua potable. Como en las anteriores estaciones, los elementos de esta estación han sido facilitados por la empresa Aquatec:

- Bomba dosificadora
- Bomba

- Bomba recirculante: encargada de mover el agua para que no acumule sedimentos.
- Dispensador de cloro: elemento químico se utiliza como desinfectante en las estaciones de tratamiento. Si el tiempo de permanencia es elevado, es necesario mantener un nivel residual de cloro que garantice que no ha habido una posible nueva contaminación microbiológica. Para realizar el correspondiente aporte de cloro, es necesario un sistema de monitorización y dosificación en el tanque.
- Contador
- Caudal
- Nivel
- Tarifas

El “depósito potable 2” contiene los mismos elementos que el 1. En esta estación los elementos que aparecen nuevos son: bomba recirculante y dispensador de cloro. Como se ha hecho en las anteriores estaciones, se crea el datatype “Cloro” con los atributos que se han facilitado en la lista de señales:

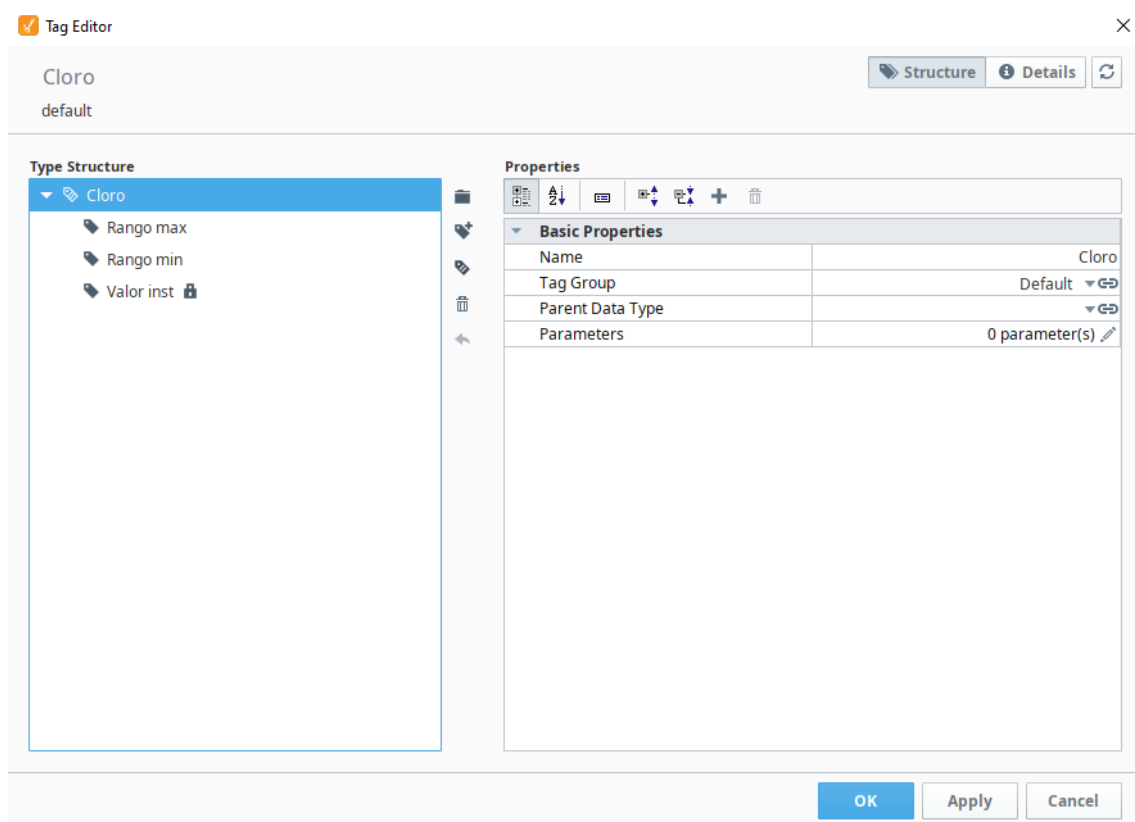


Figura150. Configuración atributos cloro. Fuente: Elaboración propia

Nuevamente, se configurarán las señales “rango máximo”, “rango mínimo” y “valor instantáneo”. Los atributos a configurar serán: unidades, deadband y modo escritura/lectura.

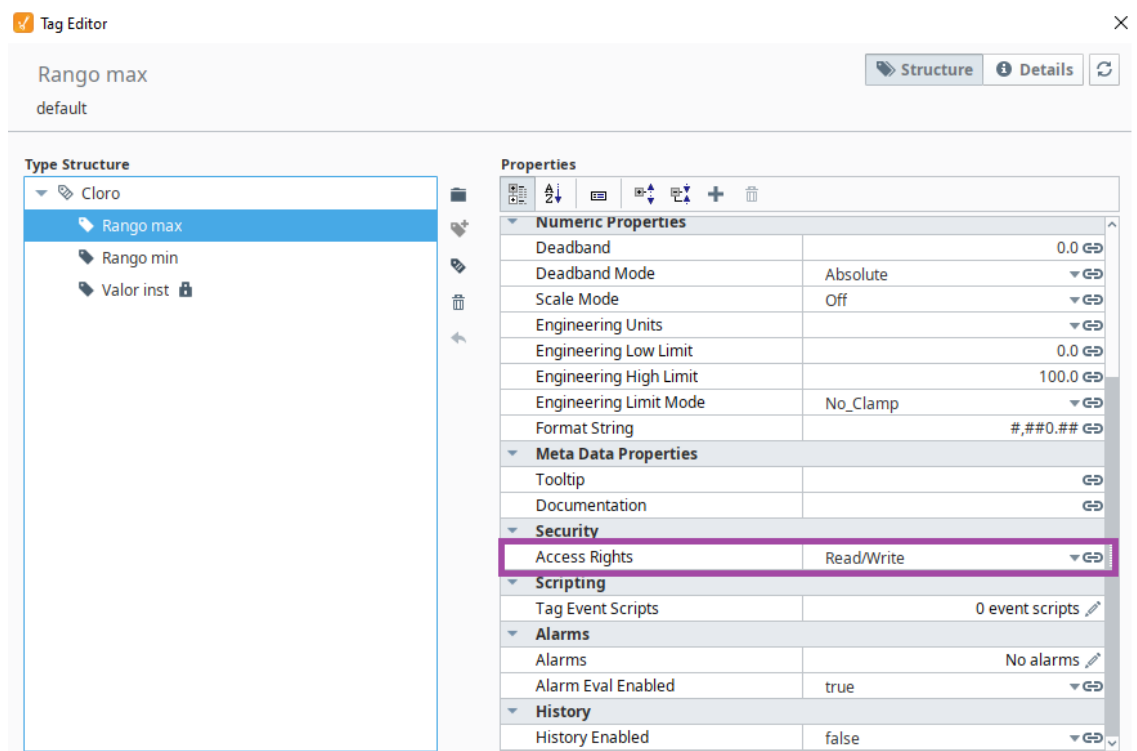
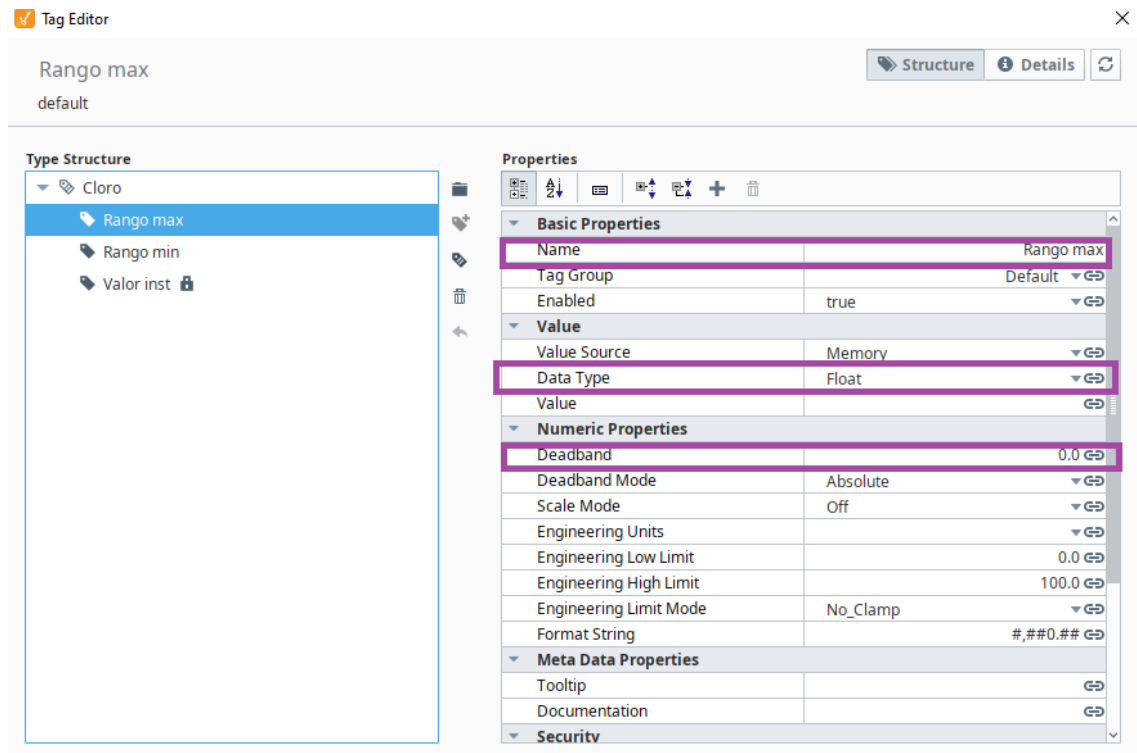


Figura151 y 152. Configuración atributos cloro. Fuente: Elaboración propia

Las plantillas de esta carpeta resultan de la siguiente forma:

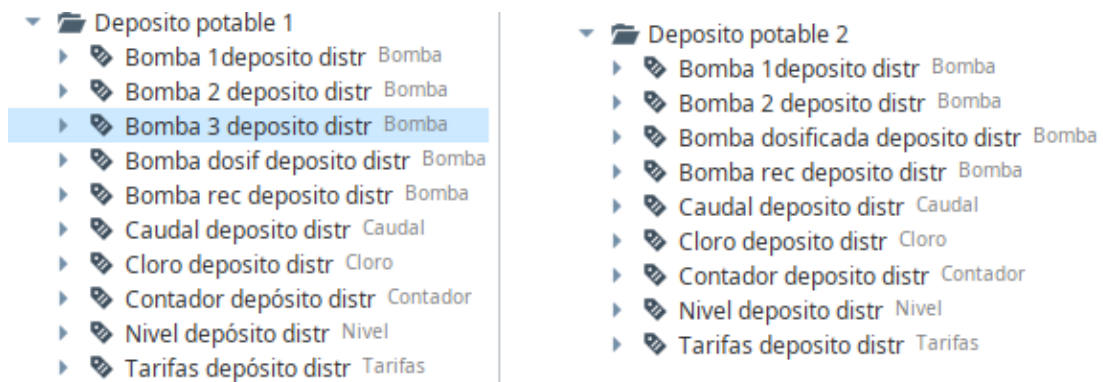


Figura153. Depósito potable 1 y 2. Fuente: Elaboración propia

ETAP

La última estación que se configura en este proyecto es la ETAP (estación de tratamiento de agua potable) en el caso de agua dulce. Infraestructura que recoge el agua sometiéndola a procesos físicos y químicos para que potable cumpliendo los valores de calidad que ordena la legislación. Actualmente la normativa española que rige la calidad del agua de consumo humano es el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (BOE 45/2003, de 21 feb.), que supone la trasposición de la Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre de 1998 del Parlamento Europeo.

En esta ocasión, Aquatec ha facilitado los elementos junto con la lista de señales que lo forman, son los siguientes:

- Bombas de aporte.
- Bomba coagulante: la coagulación es la desestabilización de las partículas coloidales que se consigue por medio de la neutralización de sus cargas eléctricas. El reactivo utilizado debe difundirse de una manera rápida.

- Bomba floculante: agitación lenta pero constante cuya finalidad es aumentar las opciones de que las partículas coloidales descargadas eléctricamente se encuentren con una partícula de flóculo.
- Bomba hipoclorito: dispensadora de cloro
- Bomba dosificadora
- Dispensador de cloro
- Bomba lavado depósito distribuido
- Caudal
- Nivel
- Turbidez: se crea a raíz de tener materia en suspensión en el agua, debido a la erosión de la superficie del suelo. La presencia de turbidez se asocia a una baja calidad del agua de consumo, influye en el proceso de desinfección.

En esta estación el elemento que aparece nuevo es “Turbidez”, por lo que se debe crear su datatype. El resto de elementos ya tenían el datatype creado previamente, por lo que se reutiliza facilitando así la tarea.

Como en las anteriores ocasiones, se crea la plantilla “Turbidez”:

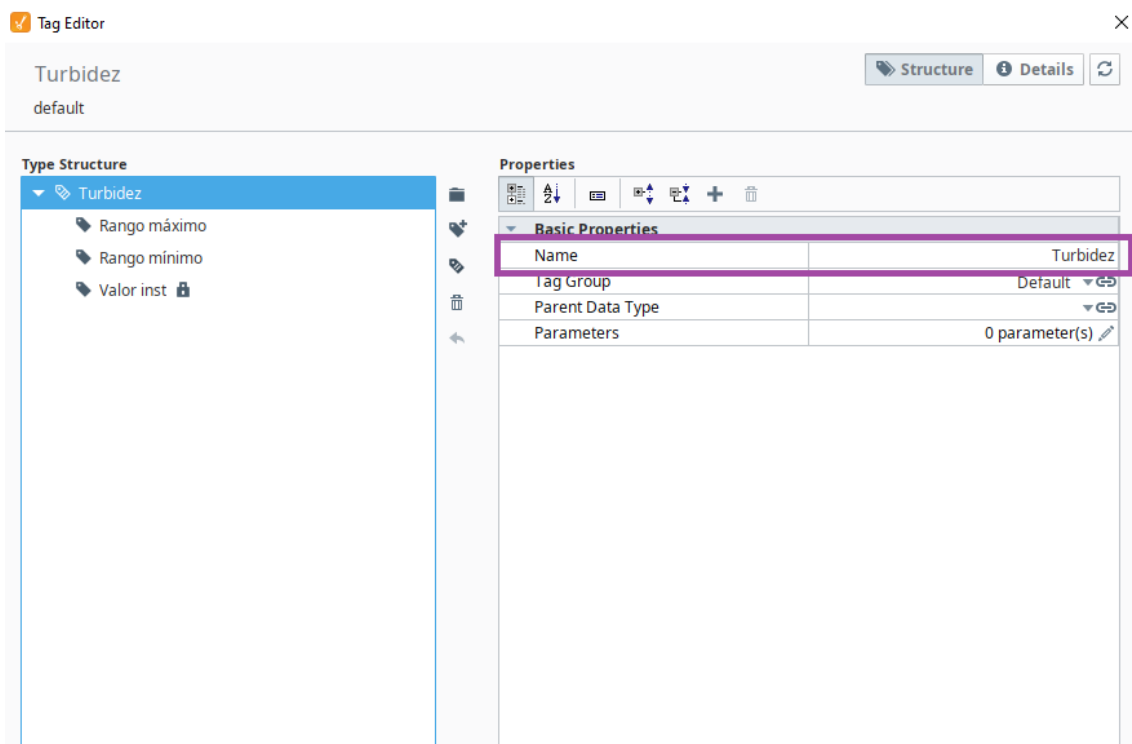
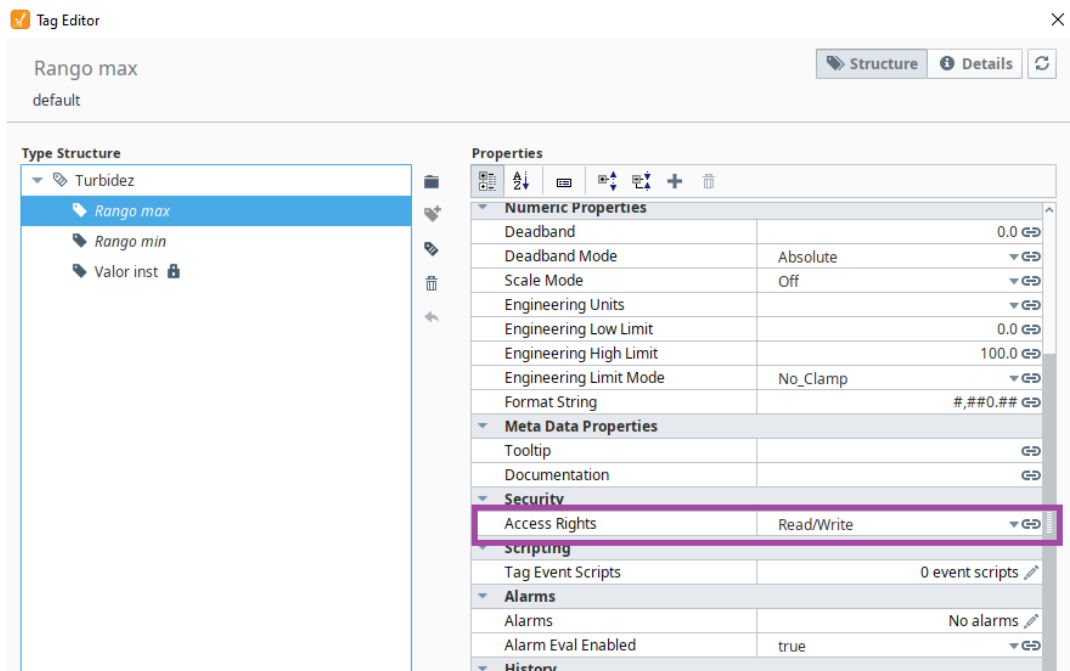
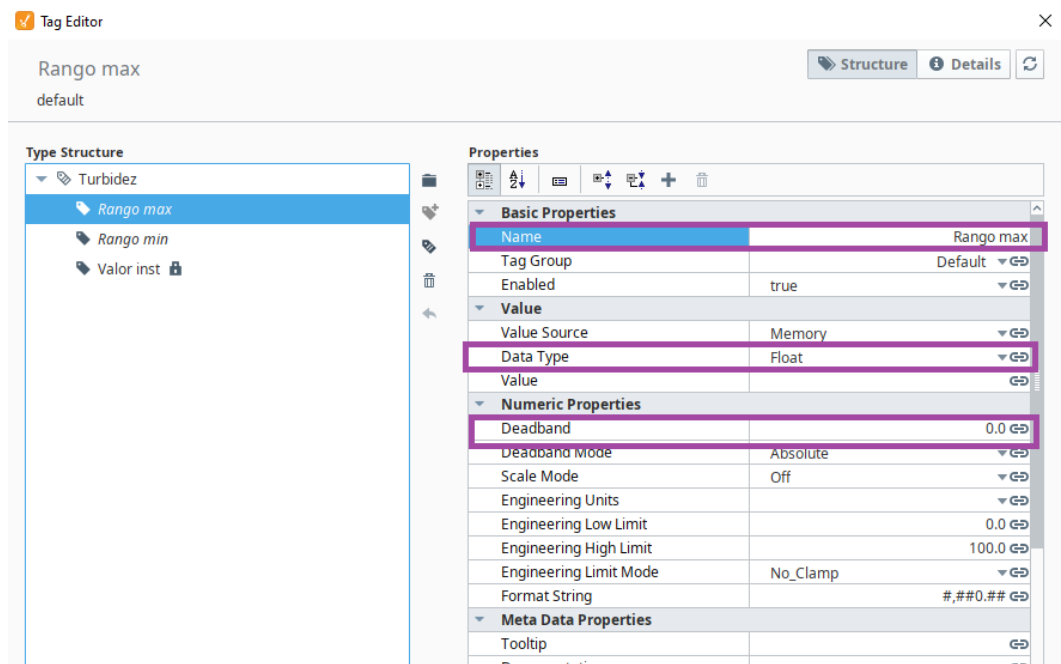


Figura154. Configuración atributos turbidez. Fuente: Elaboración propia

Configurando cada una de las señales con los atributos especificados en la lista de señales:

- Rango máximo
- Rango mínimo
- Valor instantáneo



Figuras 155 y 156. Configuración atributos turbidez. Fuente: Elaboración propia

Finalmente la carpeta con todas las plantillas de la ETAP queda de la siguiente manera:

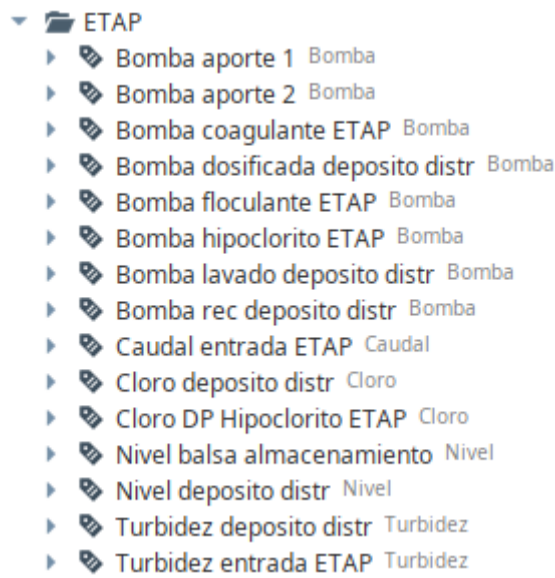


Figura157. Etap. Fuente: Elaboración propia

Con esta última estación ya estarían configuradas todas las plantillas en las ocho estaciones. Para facilitar su manipulación a la hora de realizar cambios, se han creados ocho carpetas con el nombre de cada una de las estaciones:

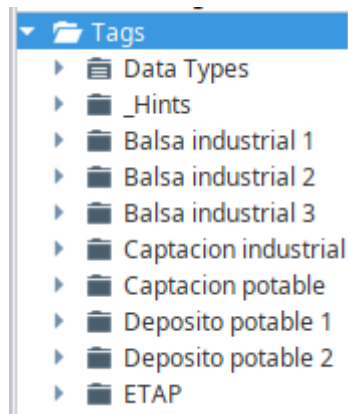


Figura158. Resumen estaciones. Fuente: Elaboración propia

Además en la carpeta “Data Types”, es donde se han creado y se encuentran todas las plantillas madres (datatypes) de los elementos:



Figura159. Datatypes estaciones. Fuente: Elaboración propia

Una vez configuradas las plantillas en cada una de las estaciones, el siguiente paso es realizar las pantallas donde deben aparecer los elementos con información a tiempo real de cada una de las señales. En el ANEXO IV, se explicará cómo realizarlas.

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXO IV

CREACIÓN DE PANTALLAS

ÍNDICE ANEXO IV CREACIÓN DE PANTALLAS

<i>BALSA ALMACENAMIENTO 1</i>	<i>LI</i>
<i>BALSA ALMACENAMIENTO 2</i>	<i>LXIV</i>
<i>BALSA ALMACENAMIENTO 3</i>	<i>LXIX</i>
<i>CAPTACIÓN INDUSTRIAL</i>	<i>LXX</i>
<i>CAPTACIÓN POTABLE</i>	<i>LXXI</i>
<i>DEPÓSITO POTABLE 1 y 2</i>	<i>LXXII</i>
<i>ETAP</i>	<i>LXXV</i>
<i>CREACIÓN POP UPs CADA UNA DE LAS ESTACIONES</i>	<i>LXXVI</i>
<i>VENTANA PRINCIPAL Y VENTANA FIJA</i>	<i>XC</i>

ANEXO IV CREACIÓN DE PANTALLAS

Una vez hecha cada uno de los datatypes de los elementos que forman cada una de las plantillas, el siguiente paso es la realización de las pantallas. Las pantallas son plantillas gráficas donde se muestra cada uno de los elementos junto con sus señales de una forma gráfica y visual tras la programación y configuración. Esta información se mostrará en la ventana general del sinóptico, además de en cada estación con ventanas conocidas como pop up. Esto se explicará de forma detallada a lo largo de este anexo.

Se hará una plantilla general de cada elemento con todas las señales, es decir que en el momento que se realice un cambio en esa plantilla, se cambiara en todas.

BALSA ALMACENAMIENTO 1

Si se empieza con la estación denominada “Balsa almacenamiento 1” (como se ha explicado anteriormente, es un contenedor impermeable de agua cuya función es limitar las oscilaciones de la demanda, regular la presión y el caudal para garantizar el suministro a los consumidores/clientes). Según la información y la lista de señales facilitada por Aquatec, esta formada por los siguientes elementos:

- Bomba: utiliza la energía para mover el agua, normalmente este movimiento se realiza de forma ascendente. Consta de un orificio de entrada (aspiración) y otro de salida (impulsión). La energía de la bomba puede recibirse de diversas fuentes incluida la energía renovable.
- Contador: instrumento que permite contabilizar el volumen de agua continuamente que pasa a través de él.
- Nivel: cantidad de agua máxima y mínima que tenemos por sección.
- Válvula reguladora de presión: controla la presión del circuito evitando la cavitación.

- Tarifas: la discriminación horaria es una modalidad de tarifa eléctrica, se establece un precio para el kilovatio hora más barato durante la noche, y el doble durante el día.

Cada uno de estos elementos contiene una serie de señales, éstas se encuentran en el ANEXO II.

Dentro de la balsa de almacenamiento 1, se empezará con la plantilla “Bomba”. Esta plantilla contiene cuatro señales:

- Arrancar/parar: indica si la bomba está en funcionamiento o parada.
- Total arranques: cantidad numérica de veces que la bomba se ha puesto en funcionamiento.
- Total horas en marcha: cantidad numérica de horas que está funcionando de forma ininterrumpida la bomba.

Una vez se han clarificado estos elementos, dentro de la carpeta Windows, se creará una carpeta a la que se denominará “ESTACIONES”. Dentro de ella, se creará una ventana principal:

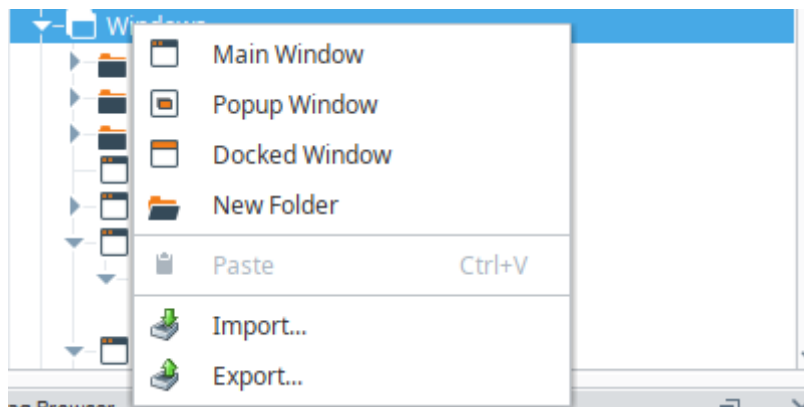


Figura160. Ventana principal. Fuente: Elaboración propia

a la que se llamará “Balsa almacenamiento 1”, como se ve en la figura 161:

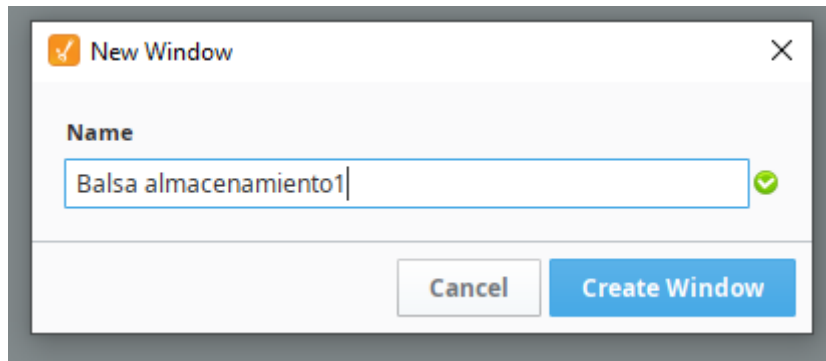


Figura161. Nomenclatura ventana principal. Fuente: Elaboración propia

Con el objetivo de facilitar la manipulación de las plantillas y tenerlas ordenadas, se hará lo mismo que en el anexo anterior. Se crea una carpeta llamada “Estaciones” con todas las pantallas, tal y como se muestra en la siguiente figura162:

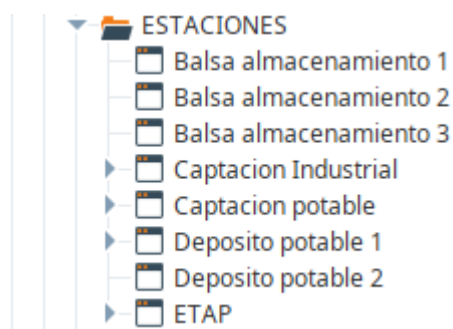


Figura162. Resumen estaciones. Fuente: Elaboración propia

Una vez creada, ya nos debe aparecer la ventana principal toda en blanco donde se deben ir añadiendo los elementos que forman parte de la balsa almacenamiento1.

El siguiente paso será crear las “Templates” y configurarlas para poder ir añadiéndola a las ventanas en blanco. Tal y como ocurría con datatypes, se hará un plantilla general de cada elemento con todas las señales, es decir que en el momento que se realice un cambio en esa plantilla, se cambiará en todas. Se debe crear un nuevo template, clickando en “Templates”, botón derecho-> New template:

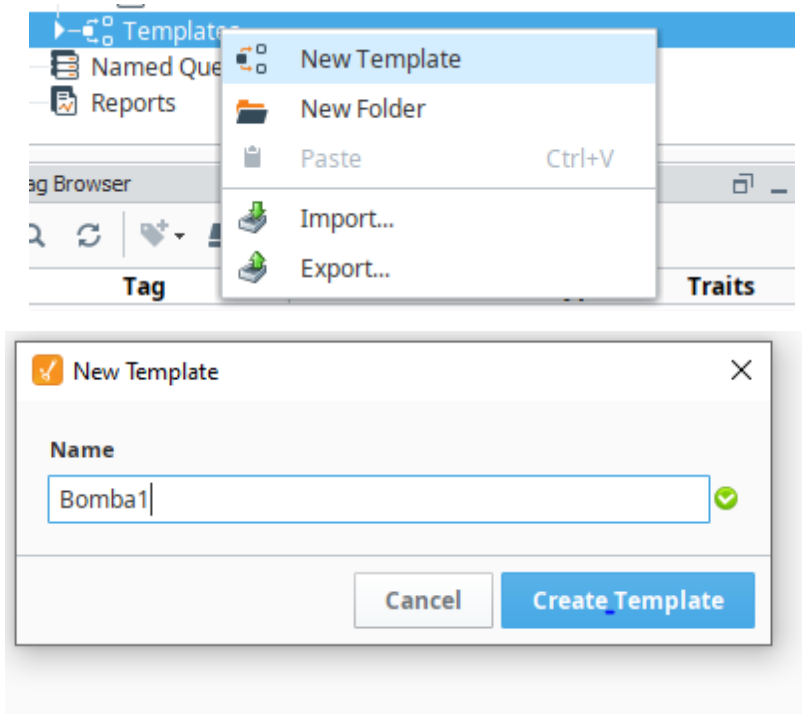


Figura163. Creación template. Fuente: Elaboración propia

Quedando una ventana template en blanco como se ve en la figura 164:

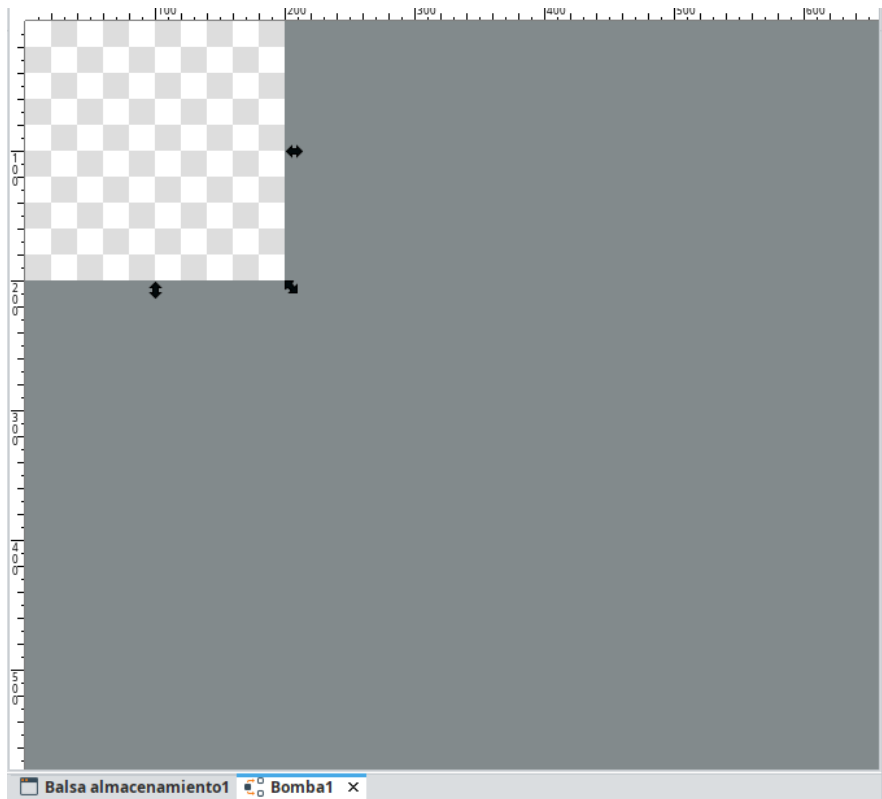


Figura164. Ventana template Fuente: Elaboración propia

Dentro de la paleta de componentes, se encuentra un icono de símbolos. En él es donde se debe seleccionar el elemento que se va a utilizar como bomba.

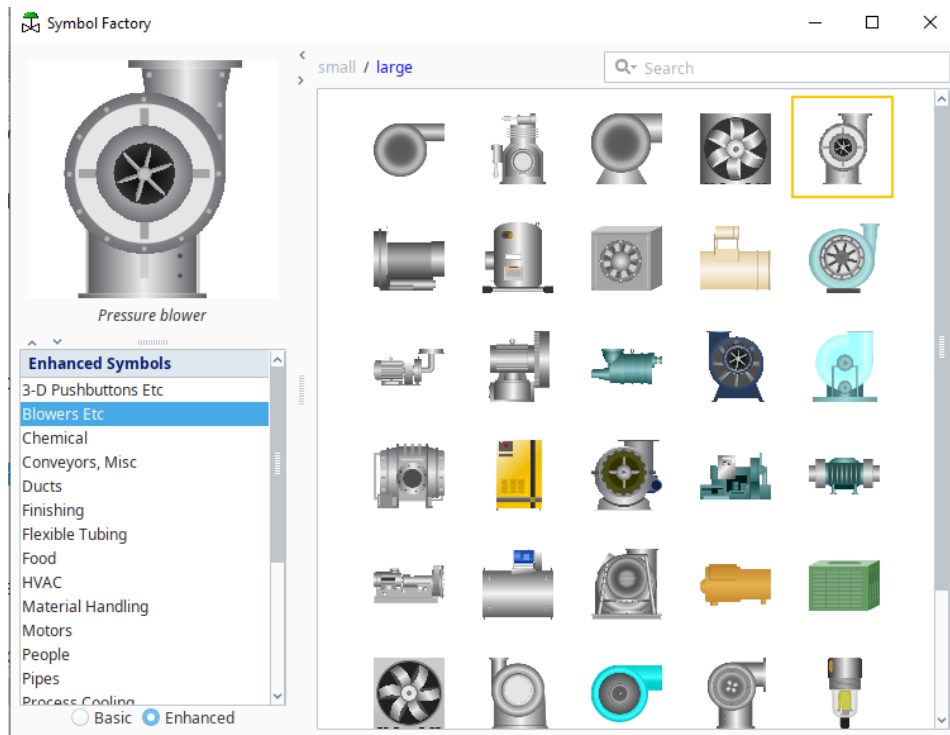


Figura165. Paleta de componentes. Fuente: Elaboración propia

Se debe seleccionar el elemento que cumpla con nuestras necesidades y arrastrar hasta el template:

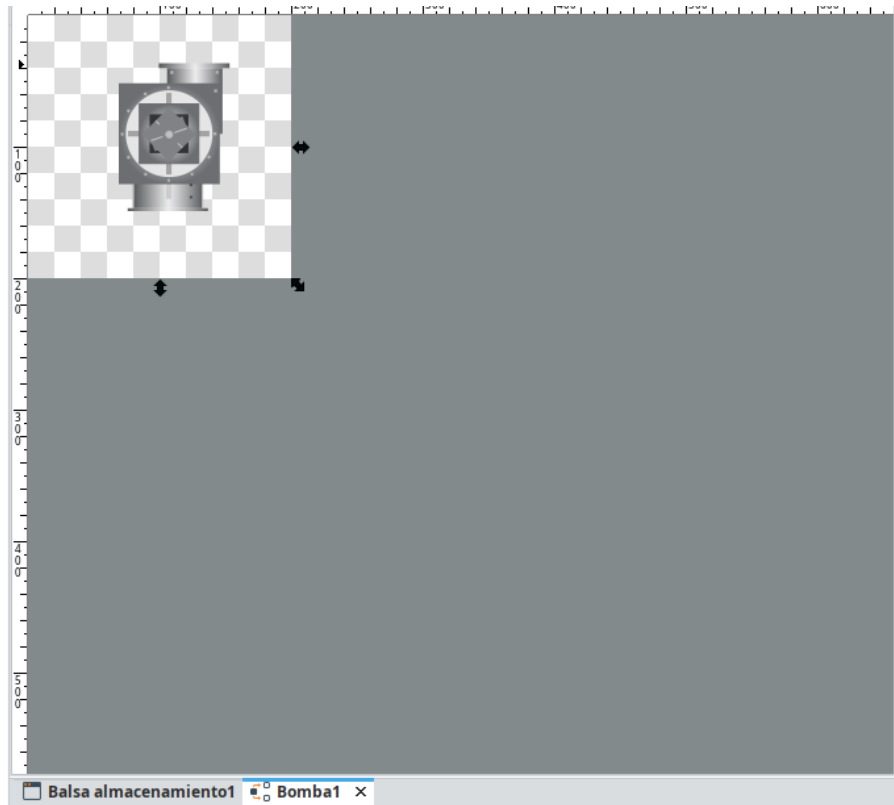


Figura166. Icono bomba. Fuente: Elaboración propia

En el caso de la bomba, se debe configurar para que cuando esté en funcionamiento tanto en el sinóptico general como en el sinóptico de la estación aparezca en verde. Para ello, se debe copiar el elemento y clicar en “Union”.

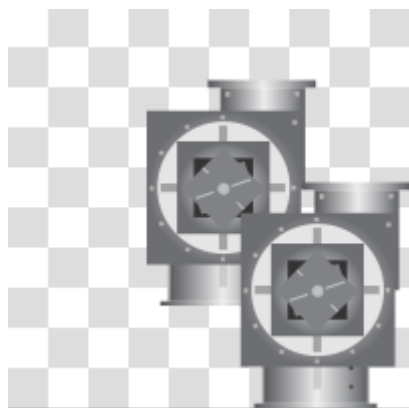


Figura167. Union bomba. Fuente: Elaboración propia

Dentro del editor del elemento en Appearance-> Fill Paint, se debe configurar para que, cuando esté apagado (0) se muestre en blanco. No aparece en el sinóptico en blanco, ya que se ha configurado la transparencia al máximo. Cuando esté encendido (1), aparecerá en verde. Se puede apreciar en la siguiente figura:

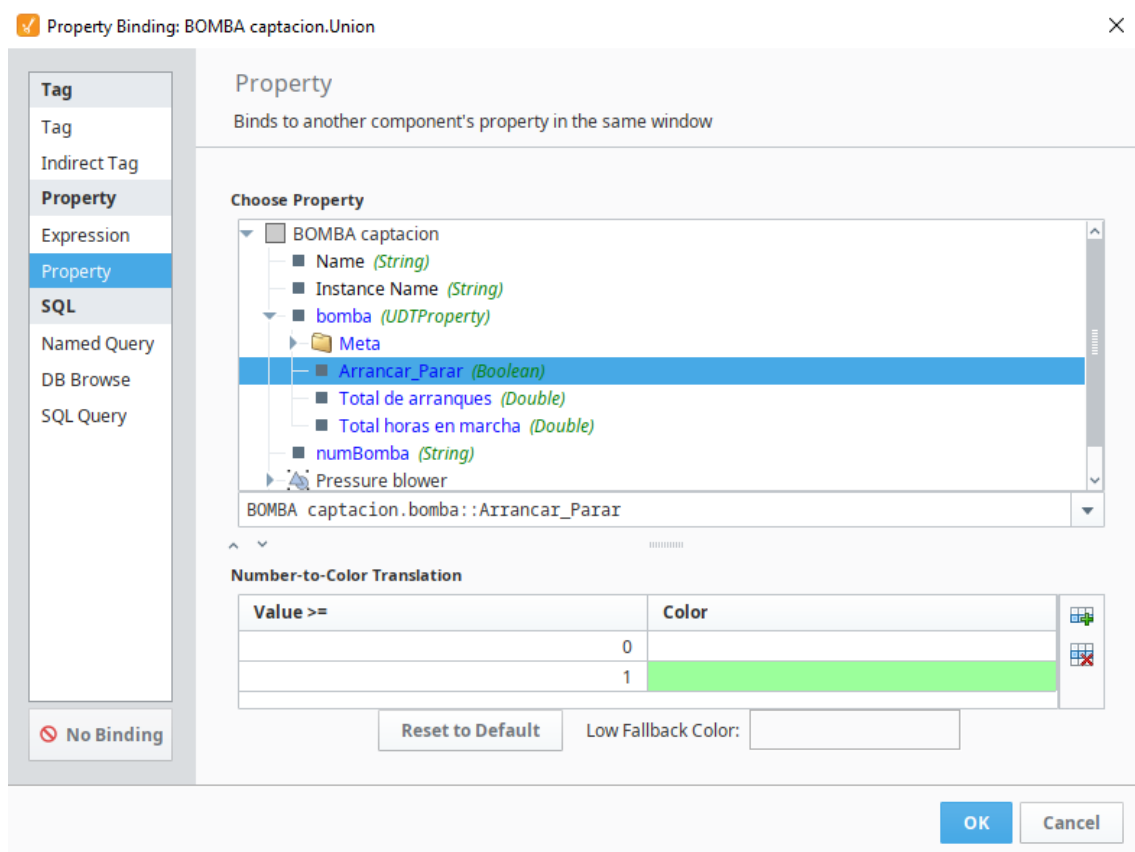


Figura168. Propiedades bomba. Fuente: Elaboración propia

Llegados a este punto, se debe configurar el template para que vaya asociada al datatype "Bomba", para ello desde Customizers:

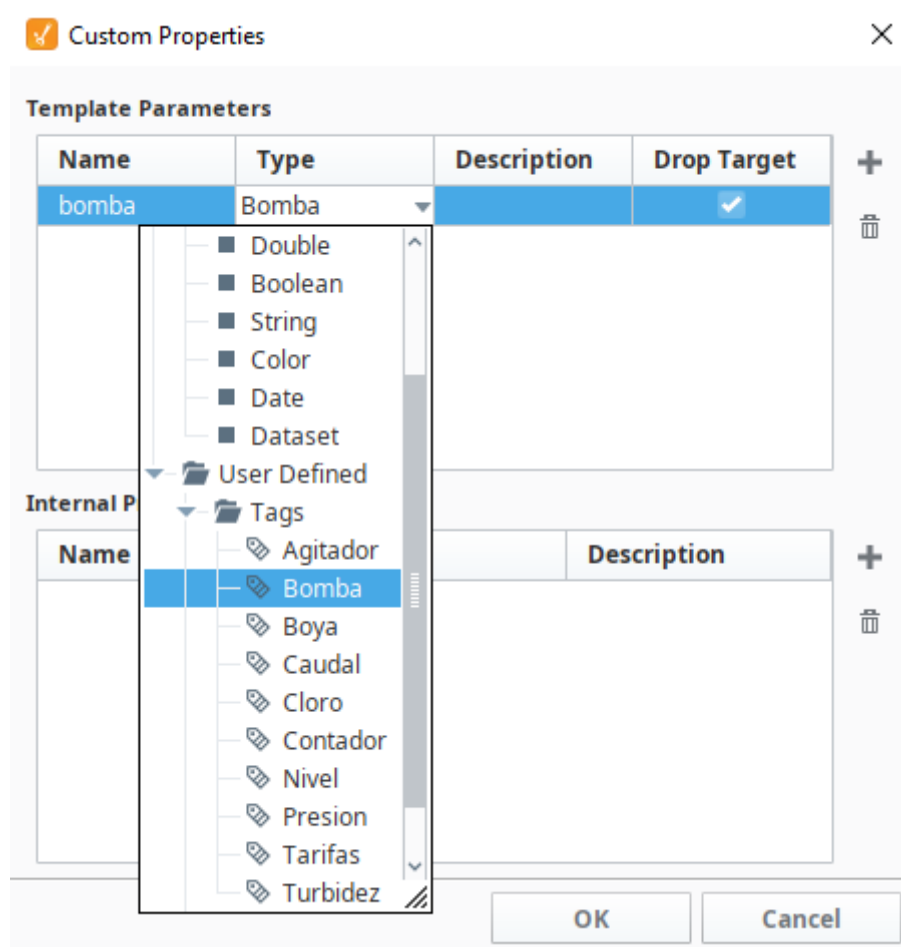


Figura169. Propiedades bomba. Fuente: Elaboración propia

Es importante marcar la opción "Drop Target", ya que ésta permite arrastrar desde las etiquetas a la bomba y coja los valores de esta tag.

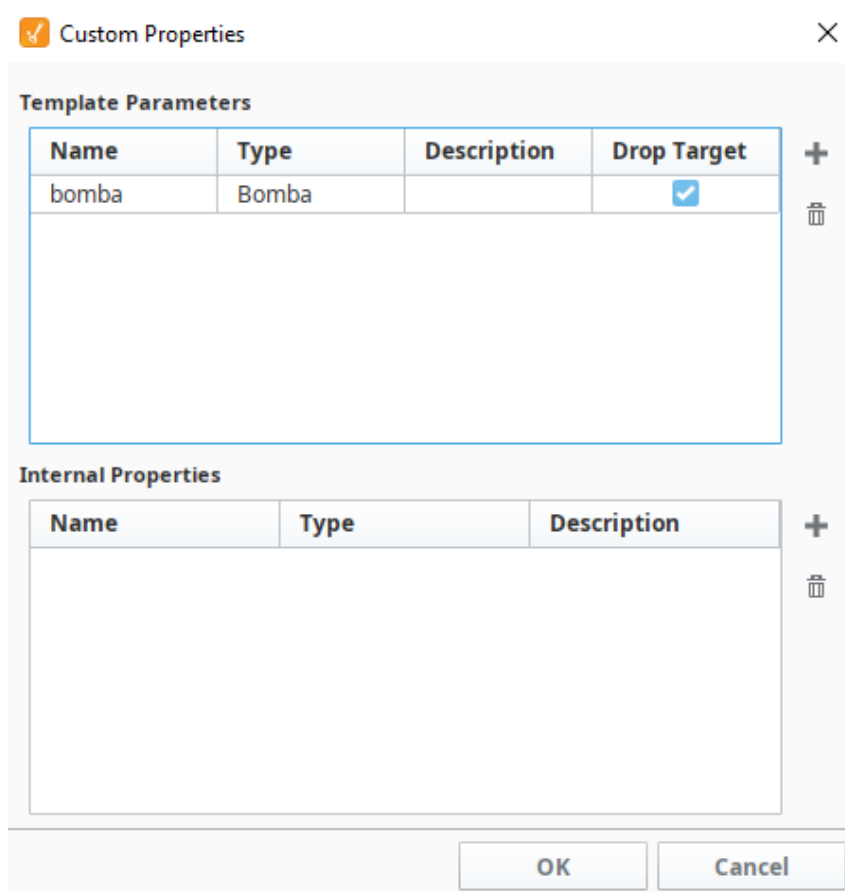


Figura170. Propiedades bomba. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso, es configurar otro elemento de los que se encuentran en la balsa almacenamiento1: Presión. Como se ha realizado anteriormente, se elige un icono de la paleta de elementos, quedando como se muestra en la siguiente figura171:

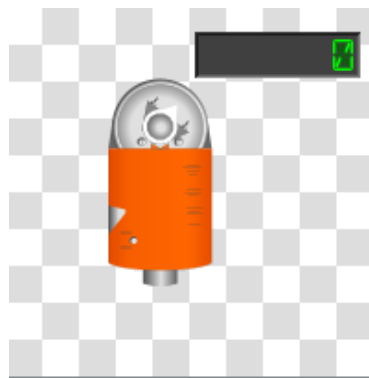


Figura171. Icono presión. Fuente: Elaboración propia

Se ha añadido un display numérico ya que desde Aquatec han indicado que el valor instantáneo de la presión se debe mostrar en el sinóptico general. En este caso, también se asocia el template “PRESION” al datatype creado, Presion:

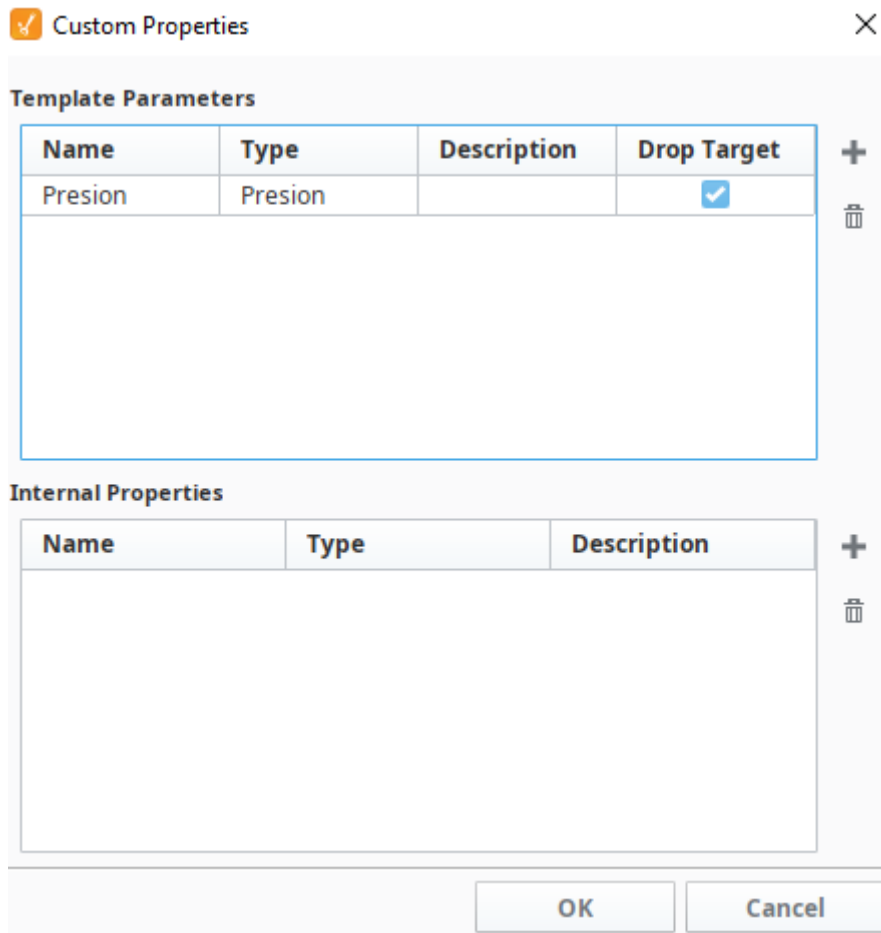


Figura172. Propiedades presión. Fuente: Elaboración propia

El siguiente elemento a configurar será el contador. Este instrumento nos permite saber la cantidad de agua que pasa a través de él, es por esta razón, por la que se ha añadido al template “CONTADOR” dos displays numéricos que mostrarán el valor del caudal y total que está pasando en ese instante de tiempo. Quedando de la siguiente forma:

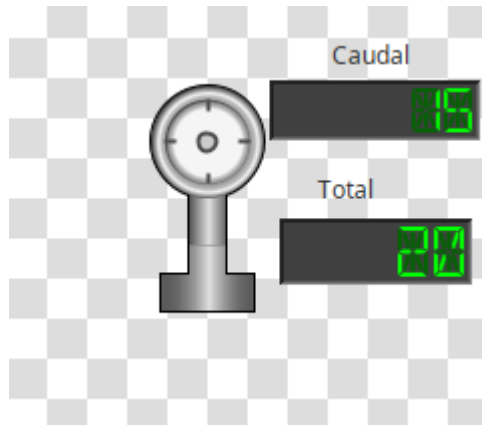


Figura173. Icono contador. Fuente: Elaboración propia

Nuevamente, se asocia el template correspondiente a la Tag “Contador”, marcando “Drop Target”:

Custom Properties ×

Template Parameters

Name	Type	Description	Drop Target	
contador	Contador		<input checked="" type="checkbox"/>	+ 🗑️

Internal Properties

Name	Type	Description	
------	------	-------------	--

+
🗑️

OK Cancel

Figura174. Propiedades contador. Fuente: Elaboración propia

El siguiente elemento a configurar es el Nivel, se elige el icono de un tanque en la paleta de elementos:

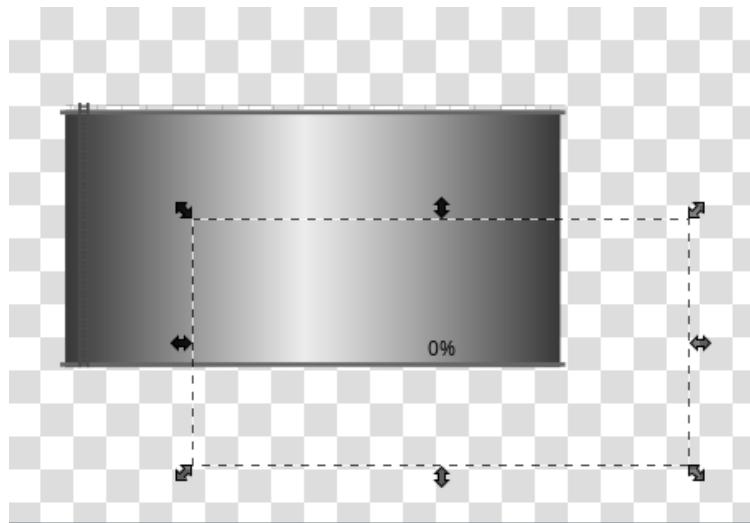


Figura175. Icono nivel depósito. Fuente: Elaboración propia

Tal y como ha ocurrido en el template de Bomba, en el template de Nivel debe aparecer en el sinóptico general el valor instantáneo que tiene el tanque en ese momento. Para ello, se debe seleccionar la opción "Level indicator" que se encuentra dentro de la paleta de Displays:

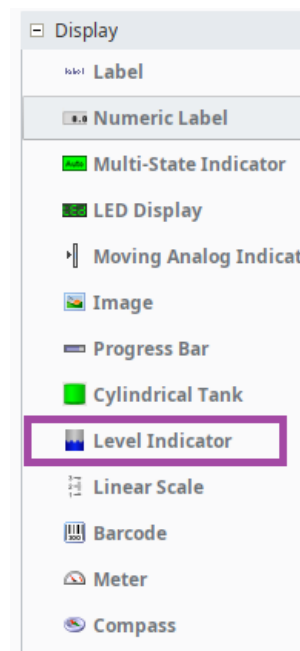


Figura176. Panel selección display. Fuente: Elaboración propia

Este indicador se debe asociar al atributo Valor instantáneo de nivel:

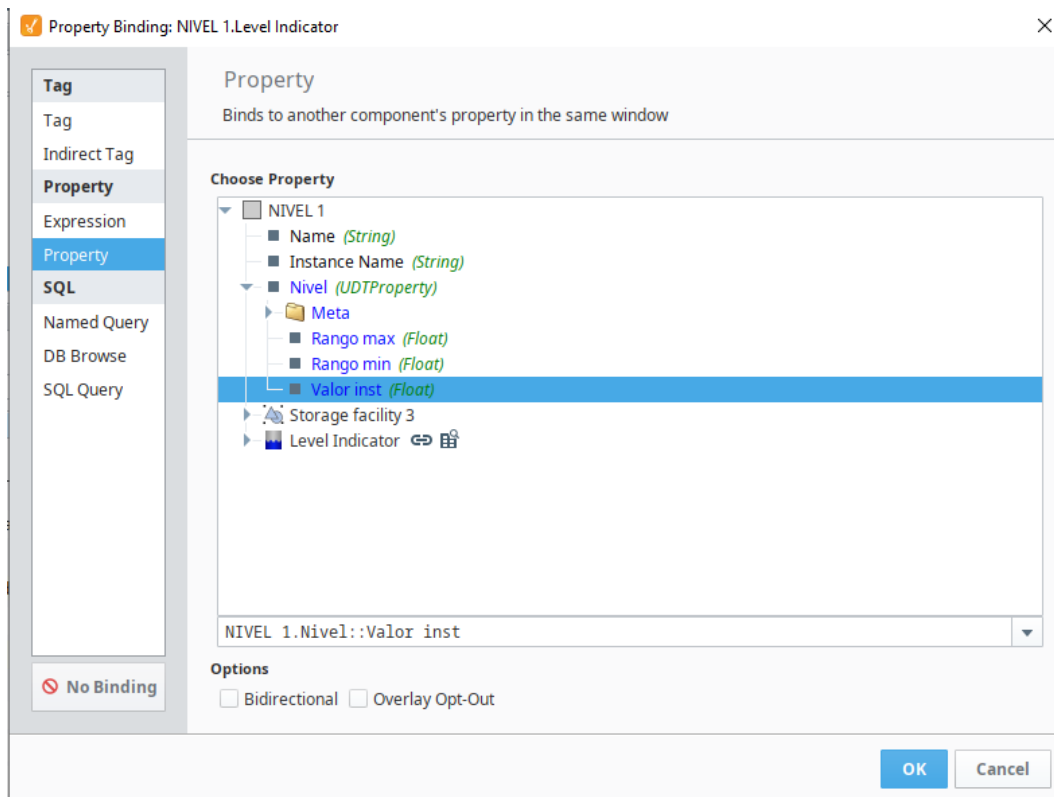


Figura177. propiedades depósito. Fuente: elaboración propia

Previamente a ello, se debe asociar el template Nivel al tag Nivel, sino no aparecerán estas opciones.

Finalmente, después de configurar todas las templates necesarias para esta estación, se arrastran a la ventana en blanco y se realizan las conexiones, quedando de la siguiente forma:

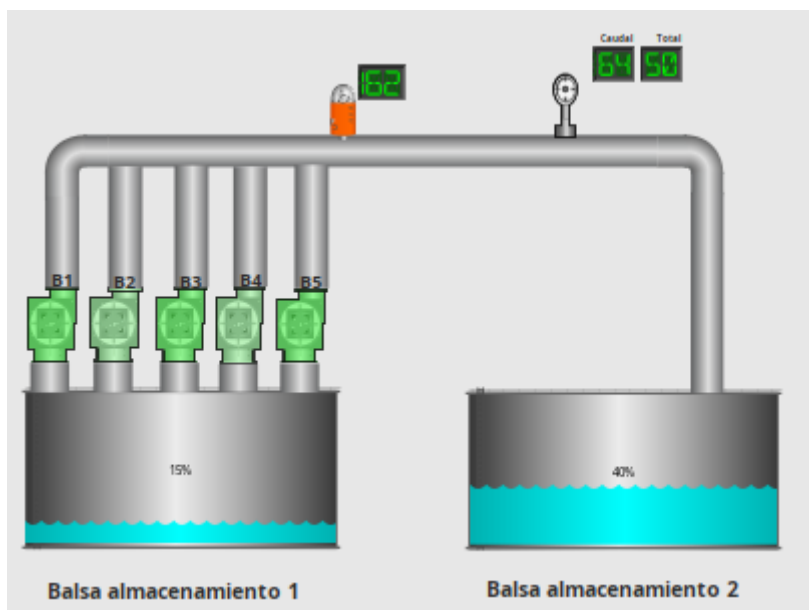


Figura178. Resultado final balsa almacenamiento 1. Fuente: Elaboración propia

BALSA ALMACENAMIENTO 2

Siguiendo con el proyecto, se debe programar la balsa de almacenamiento 2. Ésta tiene la misma función que la anterior. Además de tener los mismos elementos que la balsa de almacenamiento 1 cuenta con:

- Bomba con agitador: encargada de prevenir sedimentos en el fondo del depósito y la formación de natas en la superficie.
- Bomba dosificadora: encargada de la dosificación de coagulante y floculante en el agua. Estos químicos se deben inyectar en pequeñas y precisas cantidades y de forma constante, es decir, el mismo volumen.

En este caso, sólo se debe configurar como nuevo elementos estas dos nuevas bomba. EL resto de templates han sido creados previamente para la balsa anterior.

Como se ha hecho en la balsa anterior, se debe crea un template llamado "Agitador":

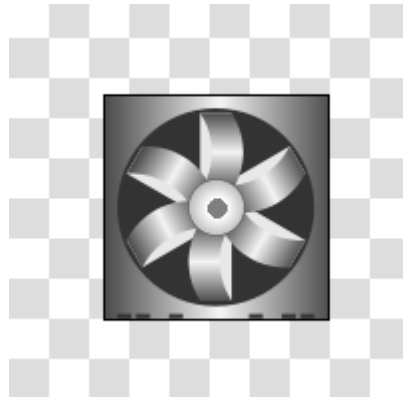


Figura179. Icono bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

Como ocurría con las bombas anteriormente programadas, esta bomba también deberá mostrar en el sinóptico general cuando está en marcha o no. El proceso será el mismo que se ha explicado anteriormente, se realizará una copia del elemento y posteriormente marcaremos “Union” para que se ajusten ambas. Después de ello, desde el editor de visualización-> Appearance-> Fill Paint. Tal y como se muestra en la figura180:

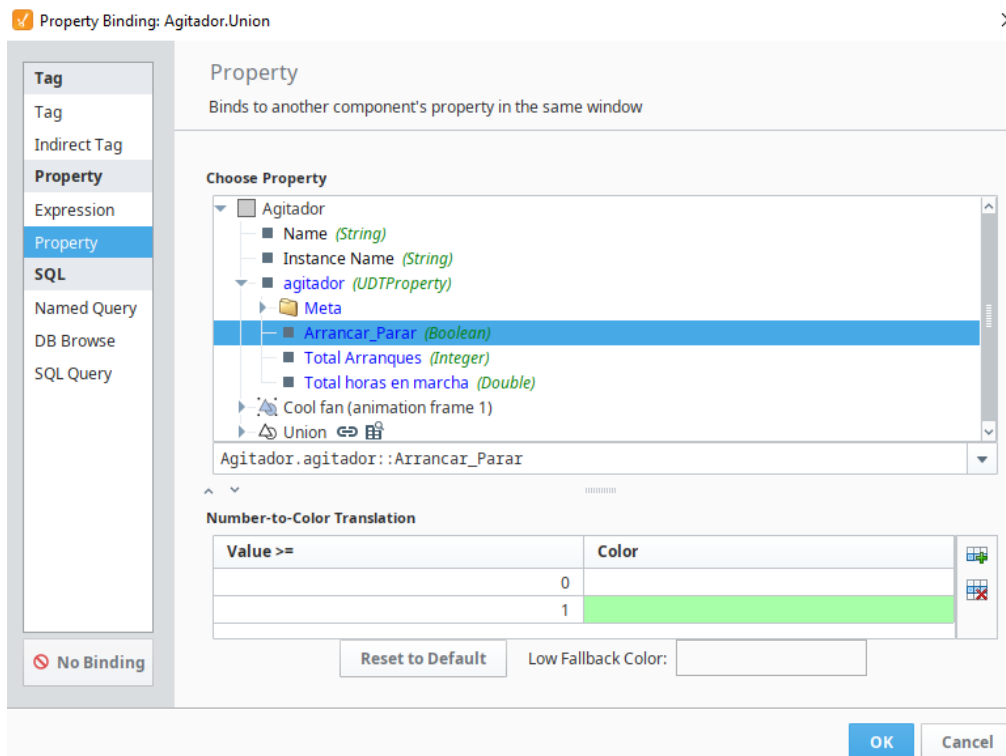


Figura180. Propiedades bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

Se debe configurar para que cuando este apagado (0) se muestre en blanco. No aparece en el sinóptico en blanco ya que se ha configurado la transparencia al máximo. Cuando este encendido (1), aparecerá en verde. Previamente a este paso, se debe asociar este template con su correspondiente etiqueta:

Custom Properties

Template Parameters

Name	Type	Description	Drop Target
agitador	Agitador		<input checked="" type="checkbox"/>

Internal Properties

Name	Type	Description
------	------	-------------

OK Cancel

Figura181. Propiedades bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

En el caso de la bomba dosificadora, también se debe crear su template correspondiente:

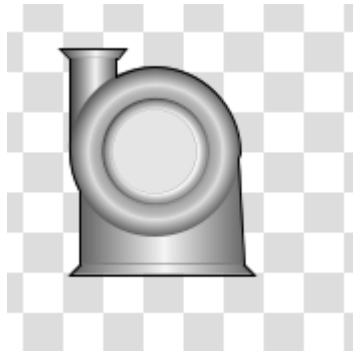


Figura182. Icono bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia

Se asocia el template a su etiqueta correspondiente, dosificadora:

The image shows a software dialog box titled "Custom Properties" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into two main sections: "Template Parameters" and "Internal Properties".
Template Parameters
This section contains a table with four columns: "Name", "Type", "Description", and "Drop Target".

Name	Type	Description	Drop Target
Bodosif	Bomba		<input checked="" type="checkbox"/>

There are plus (+) and trash icons to the right of the table.
Internal Properties
This section contains a table with three columns: "Name", "Type", and "Description".

Name	Type	Description
------	------	-------------

There are plus (+) and trash icons to the right of the table.
At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Figura183. Propiedades bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia

De la misma forma que ocurría con la bomba agitadora, se debe configurar el arrancar/parar de la bomba dosificadora. Siguiendo los mismos pasos explicados en la anterior bomba:

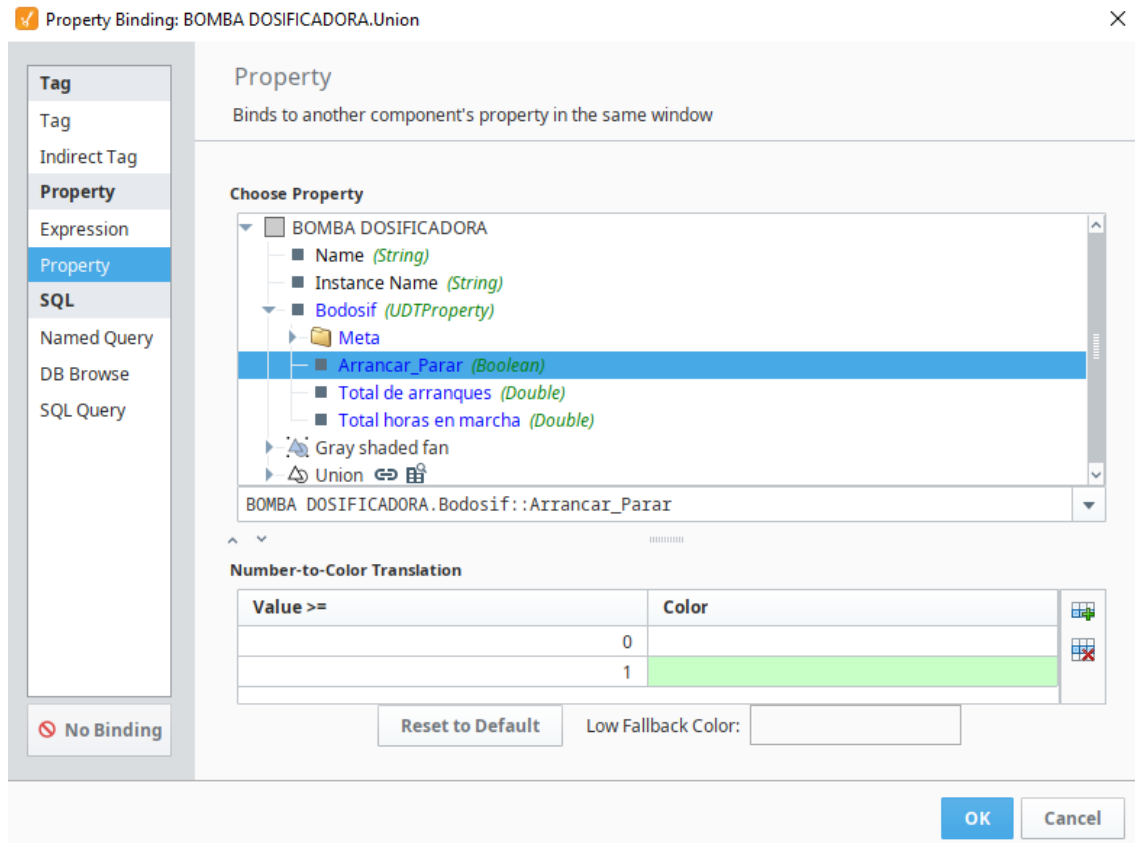


Figura184. Propiedades bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se puede apreciar la configuración de la balsa de almacenamiento 2 en la siguiente figura185:

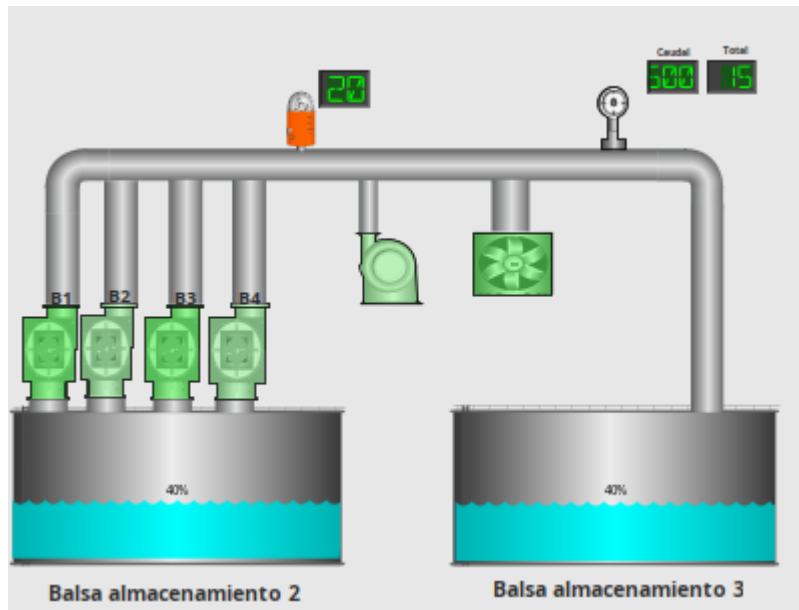


Figura185. Resultado final balsa almacenamiento 2. Fuente: Elaboración propia

BALSA ALMACENAMIENTO 3

La tercera balsa de almacenamiento cuenta con los mismos elementos que las anteriores, y configurados de la misma forma, por lo que quedaría como se muestra en la siguiente figura186:

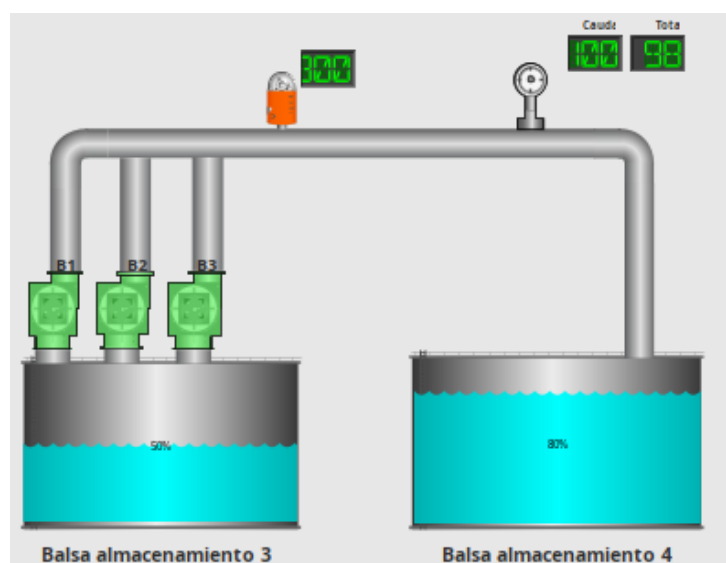


Figura186. Resultado final balsa almacenamiento 3. Fuente: Elaboración propia

CAPTACIÓN INDUSTRIAL

La siguiente estación a programar es una captación industrial. Como se ha definido durante el punto 5, una captación son un conjunto de técnicas destinadas a recoger agua del medio natural, de esta manera se puede conducir hacia una estación donde posteriormente se le realizará un tratamiento que dependerá del uso que debe tener esa agua. Según la información y la lista de señales facilitada por Aquatec, esta formado por los siguientes elementos:

- Bomba agitadora
- Bomba dosificadora
- Bomba
- Contador
- Caudal
- Nivel
- Tarifas

Todos los elementos de esta estación ya están creados de estaciones anteriores, por lo que solo habría que arrastrarlos hasta la ventana en blanco. Quedando la estación como se muestra en la siguiente figura187:

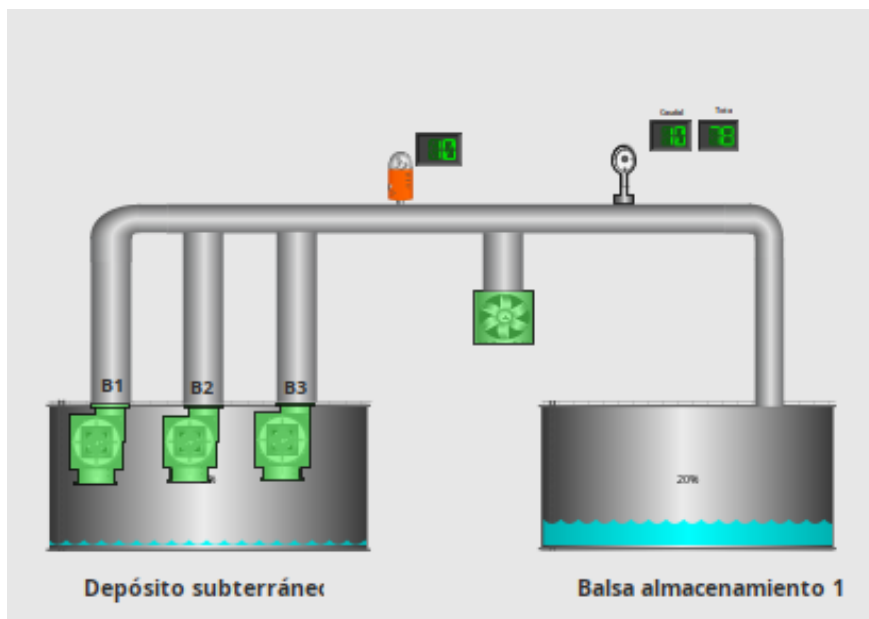


Figura187. Resultado final captación industrial. Fuente: Elaboración propia

CAPTACIÓN POTABLE

A continuación se va a configurar la estación de captación potable: es un conjunto de técnicas para obtener agua del medio natural con un uso final. Esta estación está compuesta por los siguientes elementos:

- Bomba
- Contador
- Caudal
- Nivel
- Tarifas

Como ha ocurrido con la captación industrial, todos los templates de esta estación están ya creados en las estaciones anteriores. Por lo que sólo se debe arrastrar en la nueva ventana quedando como se muestra en la siguiente figura188:

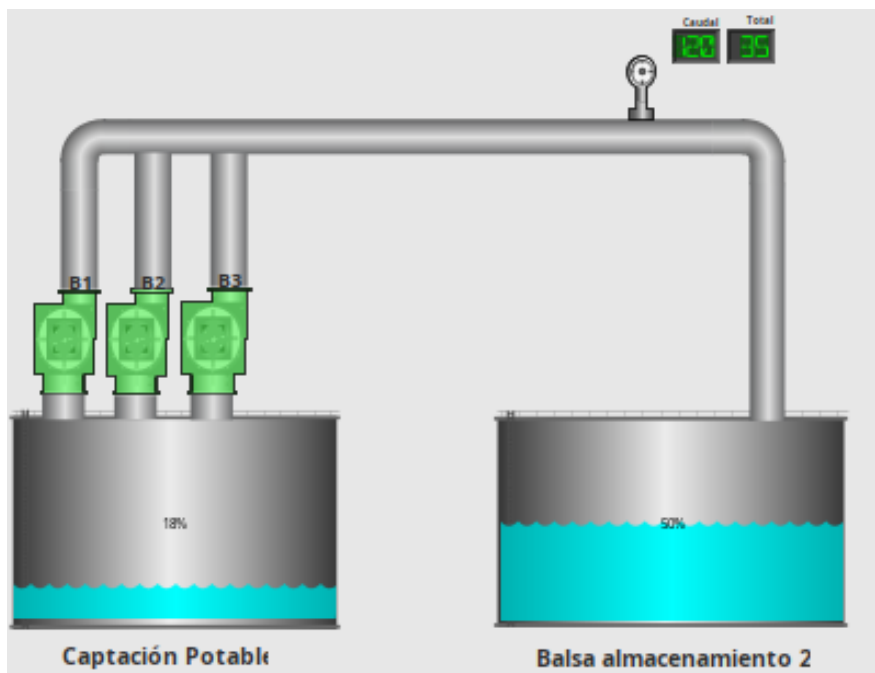


Figura188. Resultado final captación potable. Fuente: Elaboración propia

DEPÓSITO POTABLE 1 y 2

Seguidamente en el proyecto se configurarán los depósitos potables, siendo estos las cavidades habilitadas para almacenar agua potable. Los elementos que forman esta estación son los siguientes:

- Bomba dosificadora
- Bomba
- Bomba recirculante
- Dispensador de cloro
- Caudal
- Nivel
- Tarifas

El “depósito potable 2” contiene los mismos elementos que el 1. En esta estación los elementos que aparece nuevos son: bomba recirculante y dispensador de cloro. Por esta razón se debe crear los templates de ambos elementos.

Si se empieza con la bomba recirculante se debe crear su propio template aunque sea una bomba con los mismos requisitos que todas las mencionadas anteriormente. Quedando como se muestra en la siguiente figura189:

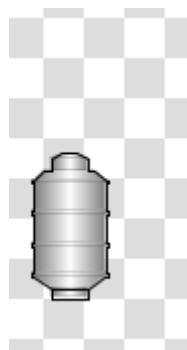


Figura189. Icono bomba rec. Fuente:Elaboración propia

Una vez más, se debe asociar el template con su tag correspondiente.

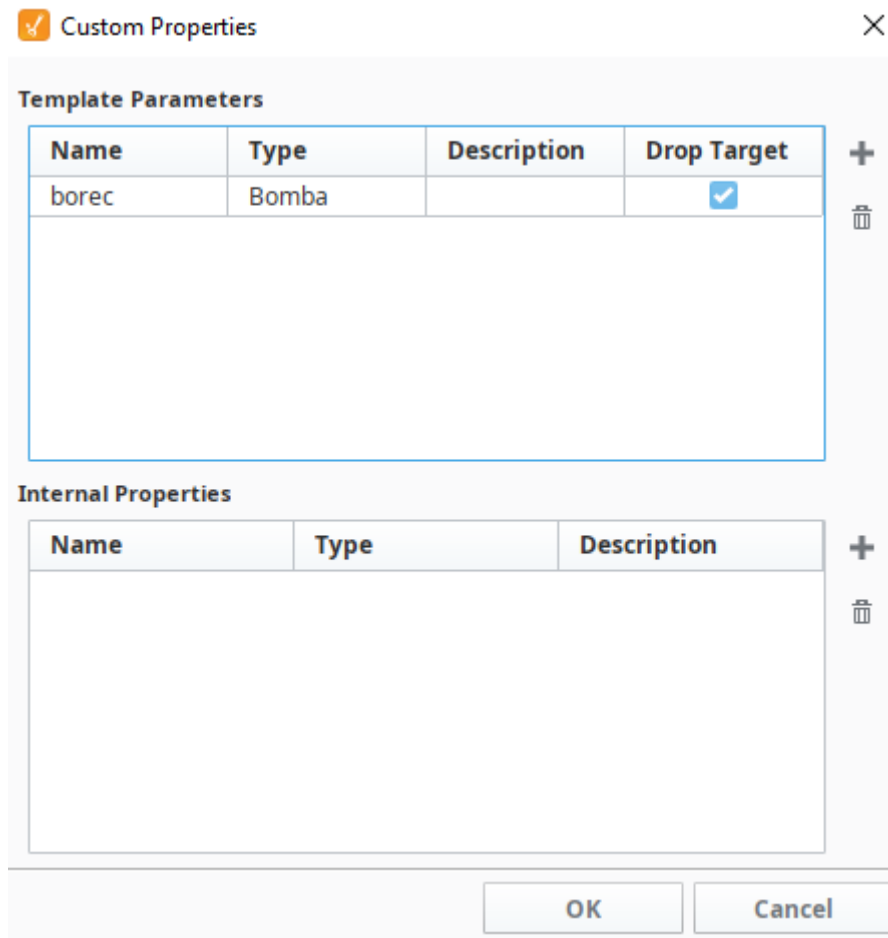


Figura190. propiedades bomba rec. Fuente: elaboración propia

Siguiendo con esta estación, se debe programar el template de cloro. Como se ha hecho anteriormente, se selecciona un icono acorde de la paleta de componentes:



Figura191. icono cloro. Fuente: elaboración propia

Se añade la etiqueta a este template, como se puede ver en la siguiente figura192:

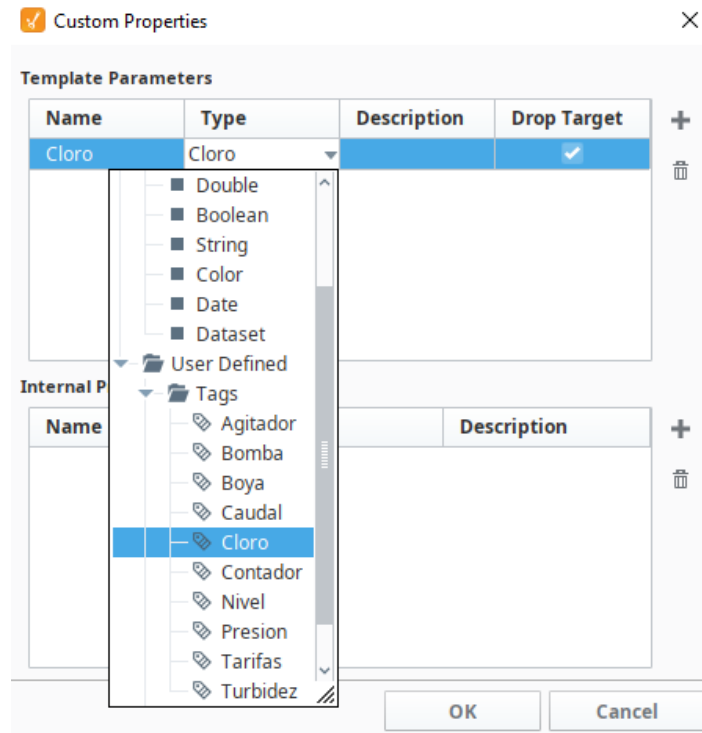


Figura192. Propiedades cloro. Fuente: Elaboración propia

Quedando de la siguiente forma el depósito potable 1, figura193:

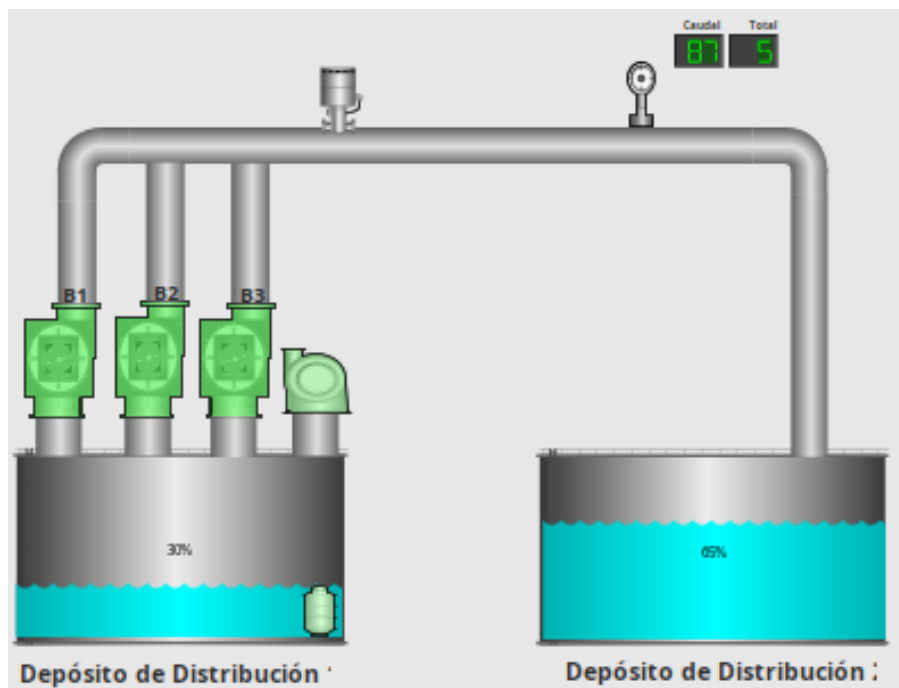


Figura193. Resultado final depósito potable 1. Fuente: Elaboración propia

Y el depósito potable 2 de la siguiente manera que se adjunta en la siguiente figura:

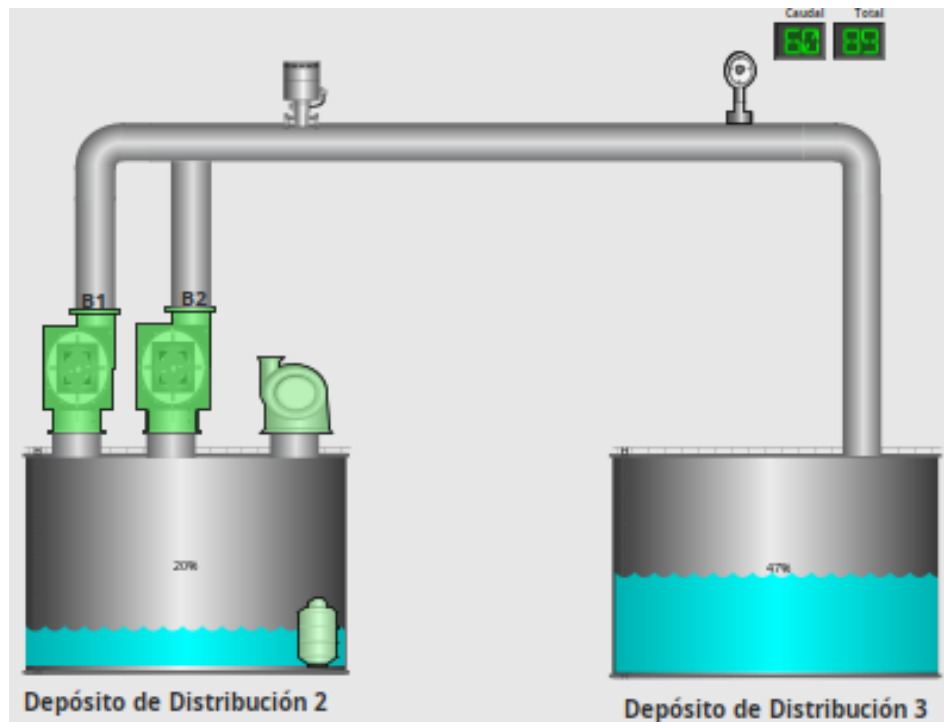


Figura194. Resultado final depósito potable 2. Fuente: Elaboración propia

ETAP

La última estación que se configura en este proyecto es la ETAP (estación de tratamiento de agua potable) en el caso de agua dulce. Se trata de una infraestructura que recoge el agua captada sometiénola a procesos físico y químico para que sea apta para el consumo humano cumpliendo los valores de calidad que ordena la legislación. Lo elementos que forman esta estación son:

- Bomba coagulante
- Bomba hipoclorito.
- Bomba dosificadora
- Dispensador de cloro
- Bomba lavado depósito distribuido

- Caudal
- Nivel
- Turbidez

Los elementos que están dentro de la ETAP se ha decidido que no se muestren de forma gráfica, sino que solo se mostrarán sus valores. Por tanto, no se ha creado template de ningún elemento nuevo. Quedando la estación de la siguiente manera:

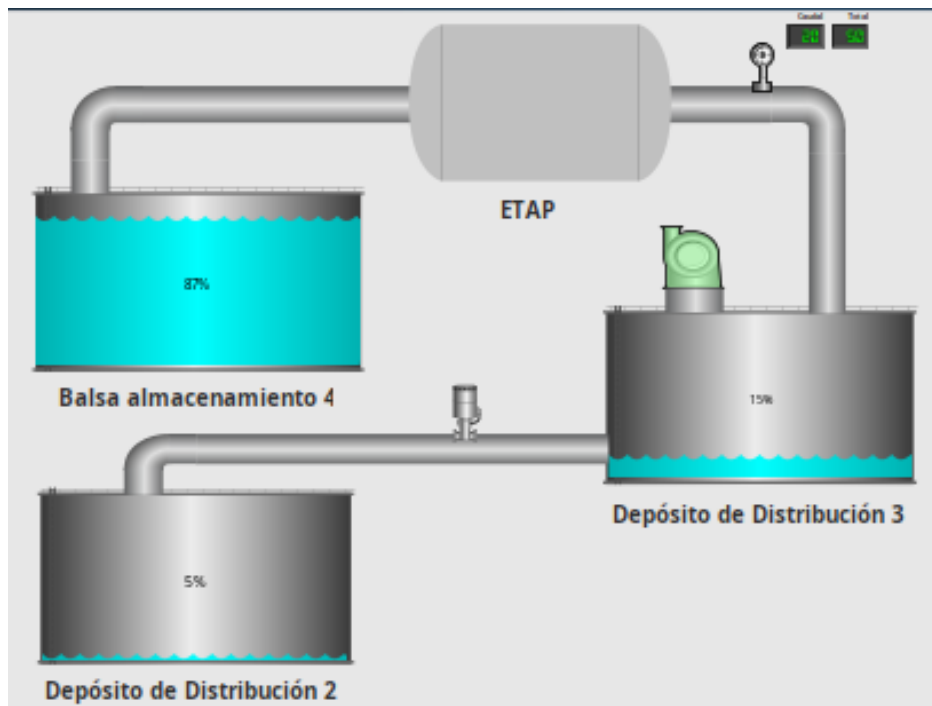


Figura195. Resultado final ETAP. Fuente: Elaboración propia

CREACIÓN POP UPS CADA UNA DE LAS ESTACIONES

El siguiente paso en el proyecto es la realización de cada ventana emergente con el resto de información necesaria de cada elemento pero, que no debe aparecer en el sinóptico general. El criterio a seguir a la hora de que información debe aparecer en el sinóptico general y cual en una ventana emergente, ha sido establecido por Aquatec.

Si se empieza por el elemento bomba. Desde la ventana de Windows, botón derecho y se seleccionará pop up:

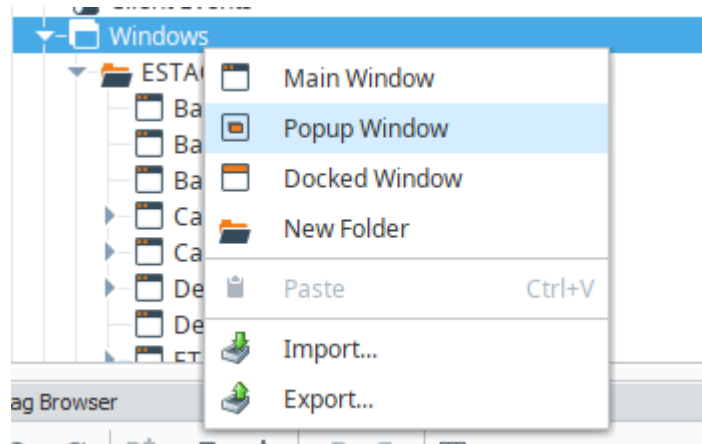


Figura196. Selección pop up. Fuente: Elaboración propia

En este caso, se llamará “Bomba” ya que será la ventana emergente que se va a utilizar en todas las bombas que se encuentren durante el proyecto.

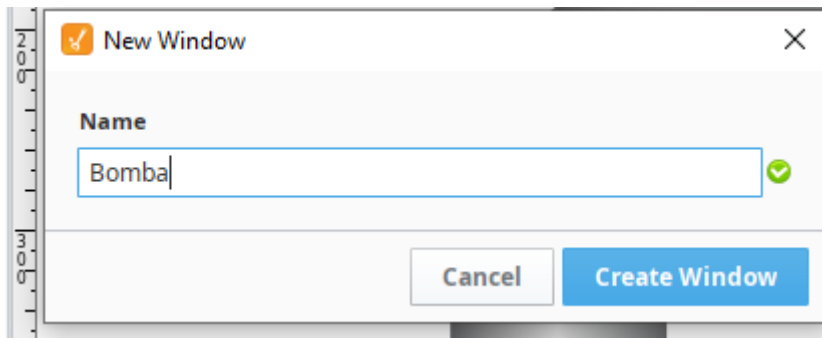


Figura197. Selección pop up. Fuente: Elaboración propia

Como ocurría con las ventanas fijas, en las ventanas emergentes también se abre una nueva ventana totalmente en blanco. En esta ventana, se debe crear un parámetro nuevo (distinto a las señales facilitadas por Aquatec) para que se pueda utilizar en el resto de bombas que se encuentran en el proyecto: bomba captación, bomba dosificadora, bomba rectificadora entre ellas.

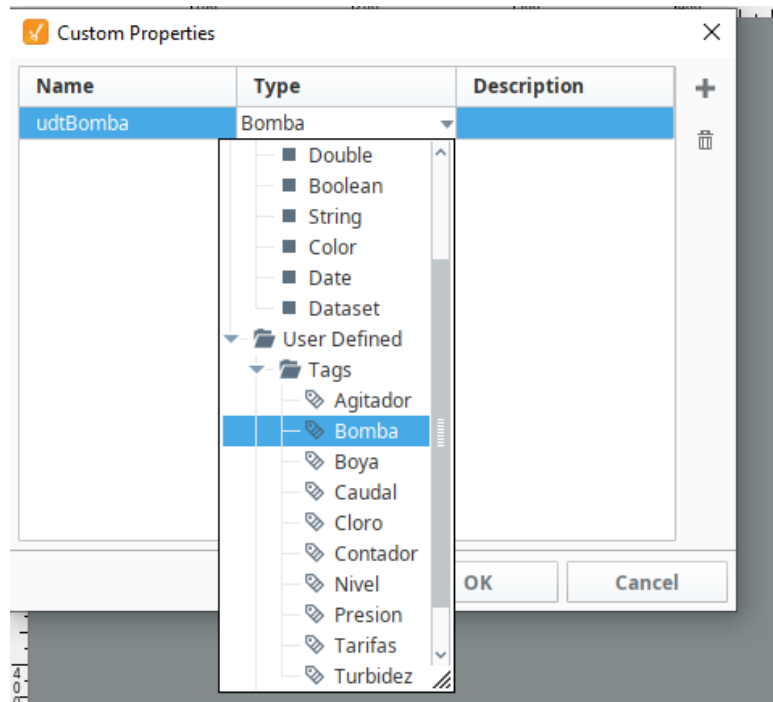


Figura198. Parámetro UDT. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es desde la ventana “Display”, seleccionar la opción “Label” y “Numeric label” para poder añadir los nombres de las señales y los valores de cada una de ellas:

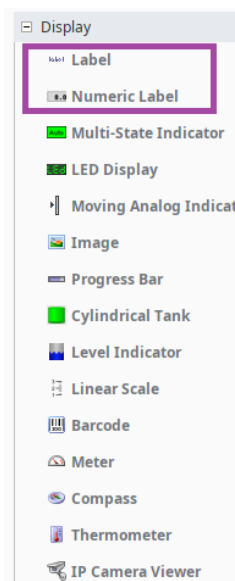
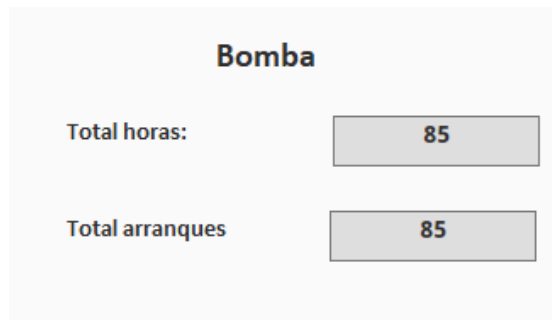


Figura199. Elección display. Fuente: Elaboración propia

Quedando de la siguiente forma:



The image shows a window titled "Bomba" with a light gray background. It contains two rows of text and input fields. The first row has the text "Total horas:" followed by a gray rectangular input field containing the number "85". The second row has the text "Total arranques" followed by a similar gray rectangular input field containing the number "85".

Figura200. Pop up bomba. Fuente: Elaboración propia

Además, dentro del “Numeric label” se debe seleccionar el parámetro general configurados anteriormente para bomba (udtBomba) de la siguiente forma: primero desde el editor en el campo “Value” se deben limpiar/eliminar todos los datos preconcebidos. Después de ello, se debe seleccionar dentro de “Property” el parámetro general creado en el template (en este caso “udtBomba”) y marcar el total horas en marcha para el primer valor (como se puede ver en la figura201), y el total arranques para el segundo.

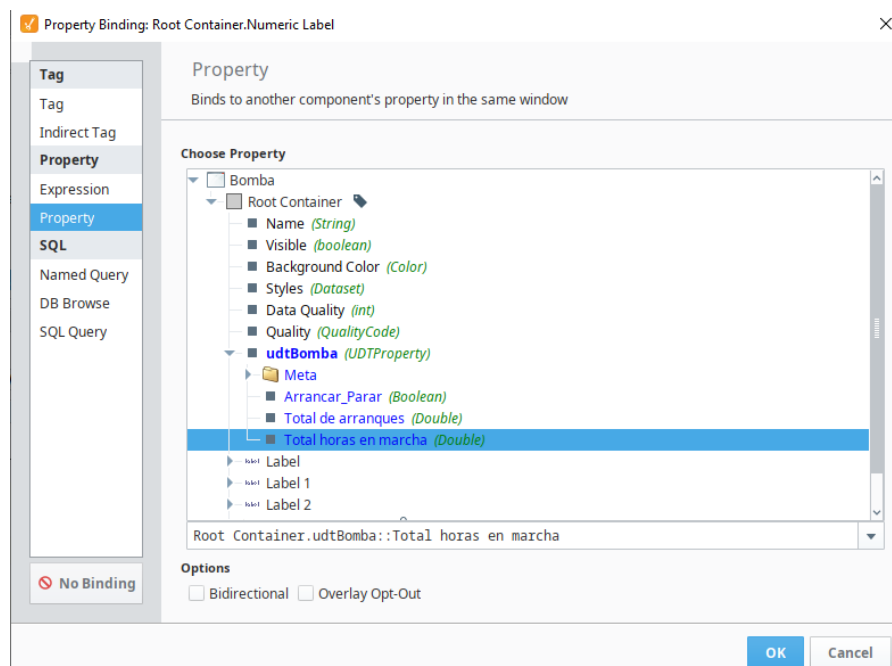


Figura201. Propiedades UDT bomba. Fuente: Elaboración propia

Además, en el caso de las bombas, se ha añadido un pulsador para que el usuario pueda activar y desactivar la bomba desde la vista cliente. La configuración a seguir ha sido la misma que en el resto del proyecto, dentro de las propiedades del botón y teniendo en cuenta su estado siempre. Cuando la bomba se encuentre apagada (0), se ponga en rojo el botón y muestre el mensaje “OFF”. En cambio, cuando este activa (1), cambie a color verde y aparezca el mensaje “ON”:

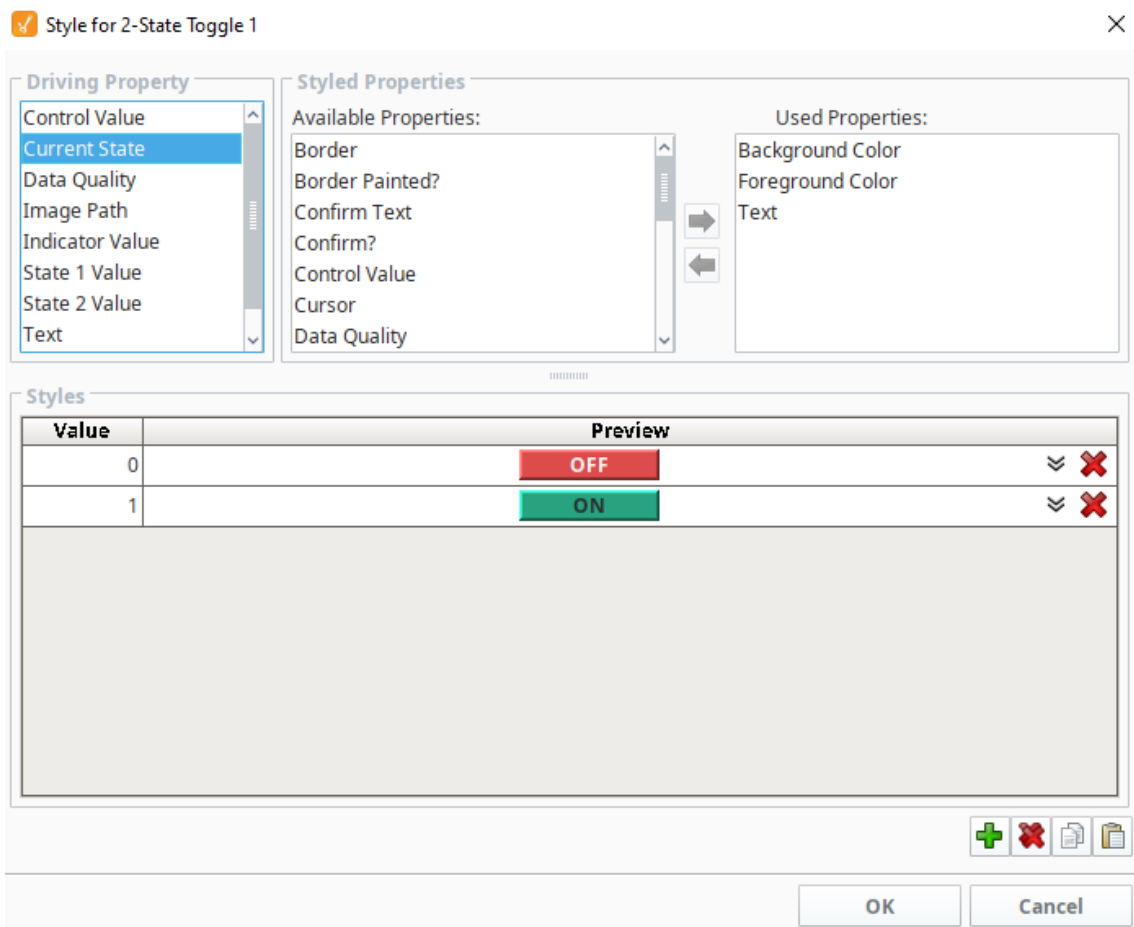


Figura202. Botón bomba. Fuente: Elaboración propia

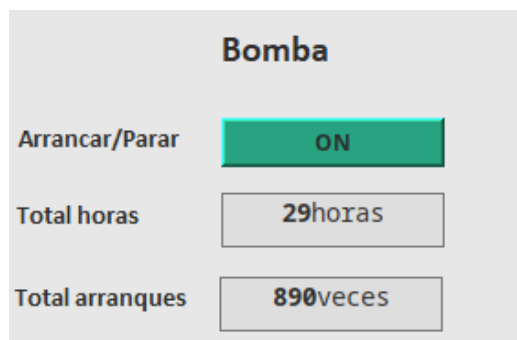


Figura203. Pop up activada bomba. Fuente: Elaboración propia

Se ha configurado de forma que aparezca una segunda ventana preguntando si estamos seguros de la activación/desactivación de la bomba o si ha sido un error, como se muestra en la siguiente figura204:

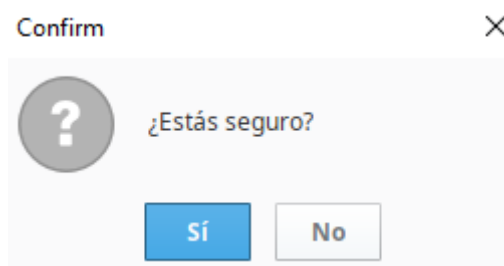


Figura204. Activar/desactivar bomba. Fuente: Elaboración propia

De esta forma se apagará la bomba y se mostrará tanto en el pop up como en la pantalla de la estación en cuestión que la bomba no está en uso en ese momento, como se muestra en las figuras 205 y 206:



Figura205. Pop up desactivada bomba. Fuente: Elaboración propia

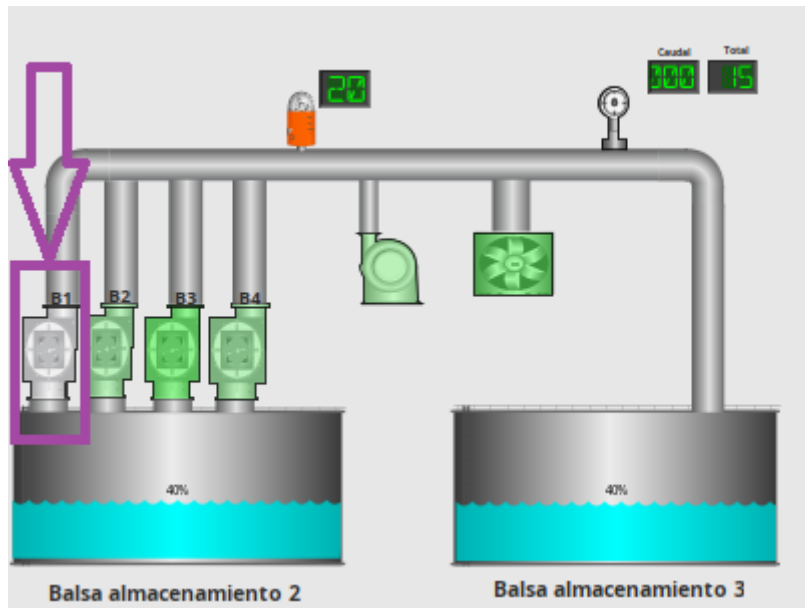


Figura206. Pop up desactivada bomba. Fuente: Elaboración propia

Una problemática que se encontró en este punto, fue que aún estando la bomba bien vinculada a su parámetro udt, no reaccionaba al pulsar sobre la bomba ni sobre el pulsador. La solución fue que de forma predeterminada no está marcado la bidireccionalidad dentro de las propiedades, por lo que la bomba no responde a la orden.

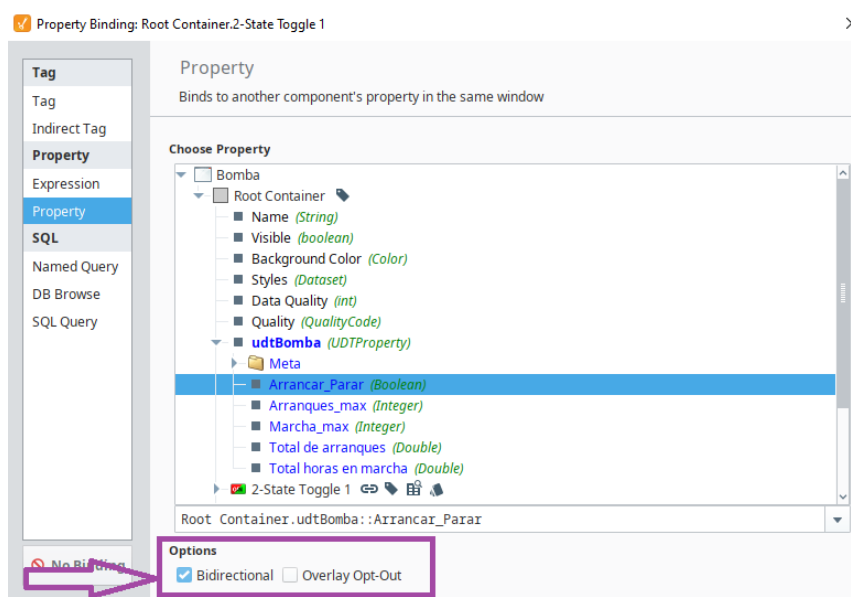


Figura207. Pop up activar/desactivar bomba. Fuente: Elaboración propia

Para terminar la configuración y que al clicar sobre el elemento aparezca su ventana emergente correspondiente se deben realizar los siguientes pasos:

3. Desde el template del elemento seleccionado, se debe marcar la opción "Scripting".

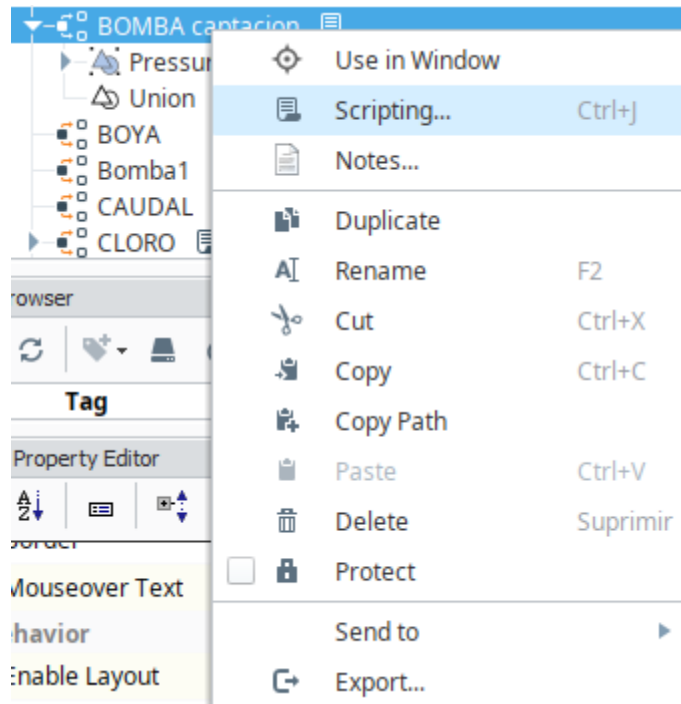


Figura208. Ventana scripting. Fuente: Elaboración propia

4. Dentro de esta ventana se deben configurar varios campos. En primer lugar, "mouseClicked" y "Open/Swap" para que se abra una ventana emergente. En el campo "Window" el nombre de la ventana que debe abrirse y por último, añadir el parámetro general previamente configurado. Los pasos se pueden visualizar en la siguiente figura209:

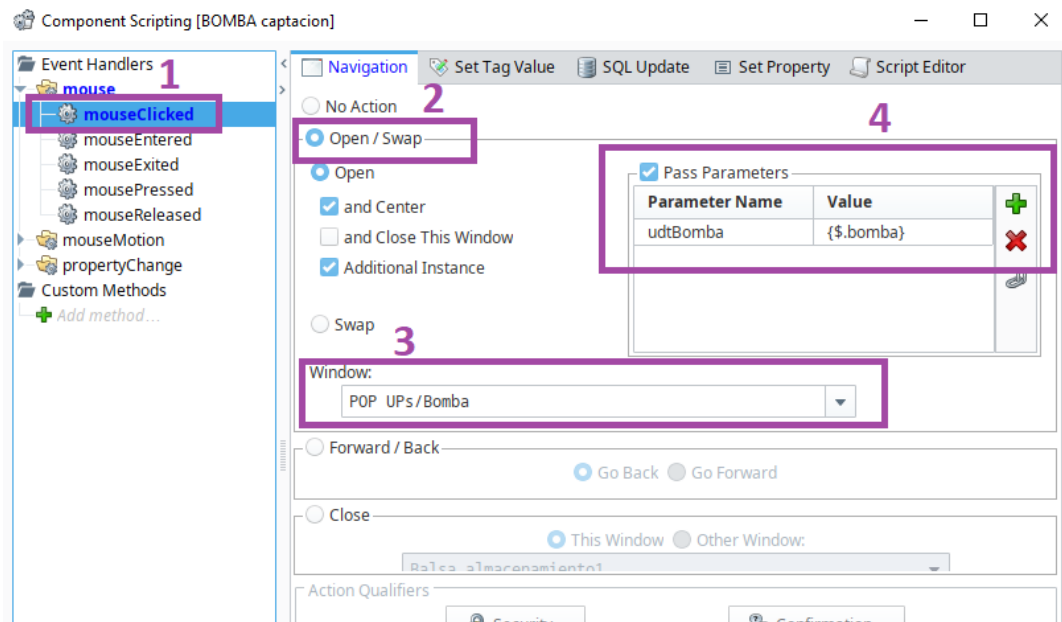


Figura209. Configuración pop up. Fuente: Elaboración propia

Siguiendo este mismo sistema, para poder detectar errores con mayor facilidad (entre ellas no crean conflicto). Se crea un pop up para la bomba dosificadora (figura211) y para la bomba agitadora (figura210).

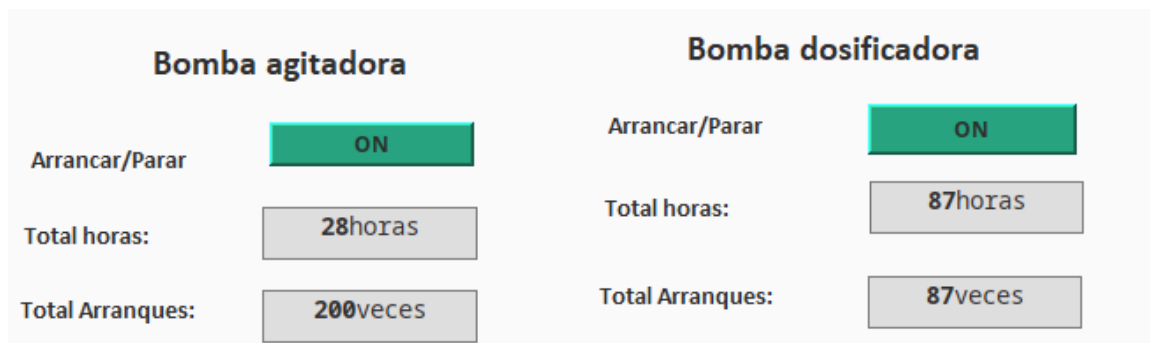


Figura210. Pop up bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia Figura211. Pop up bomba dosificadora. Fuente: Elaboración propia

El pop up se aprecia de la siguiente forma en el sinóptico general:

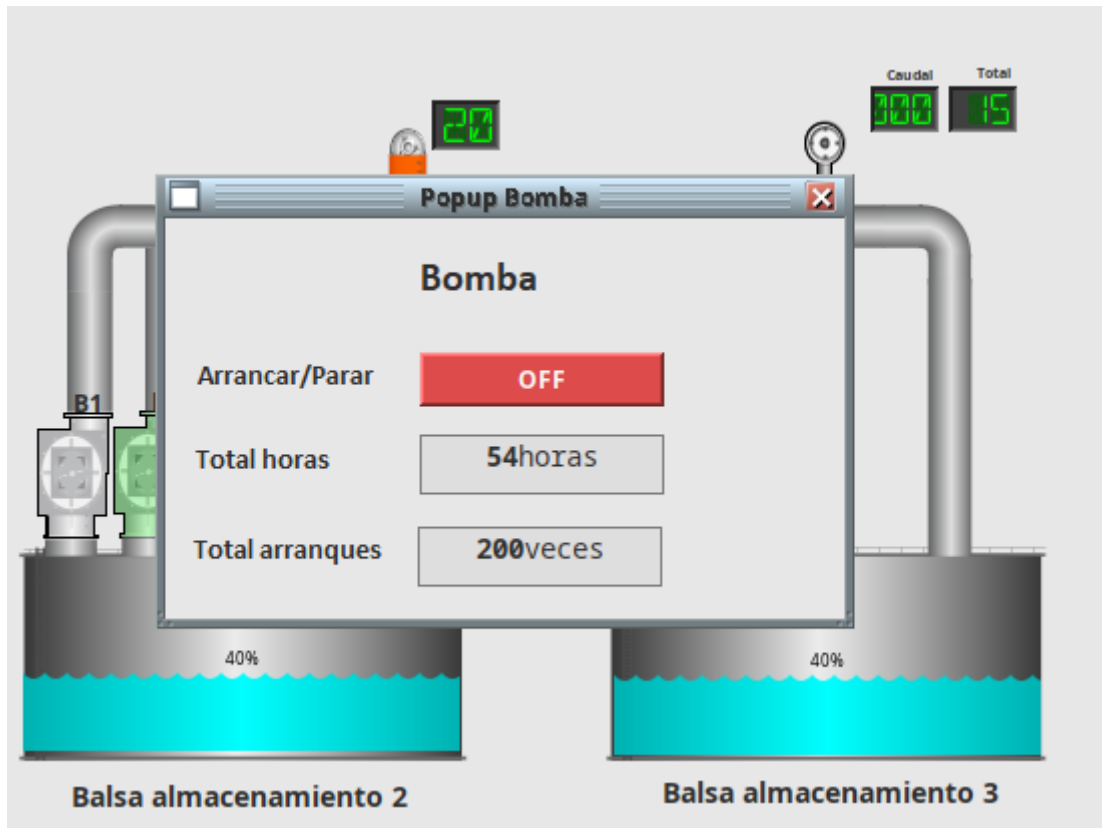


Figura212. Pop up bomba esquema principal. Fuente: Elaboración propia

El siguiente elemento en el que se va a configurar la ventana emergente será el contador. Tal y como se ha hecho anteriormente con la bomba, se crea un pop up a la que se llamará “contador p” y en el que se va a configurar un parámetro general para que sirva para todos los elementos cloro que aparezcan en el proyecto, figura213:

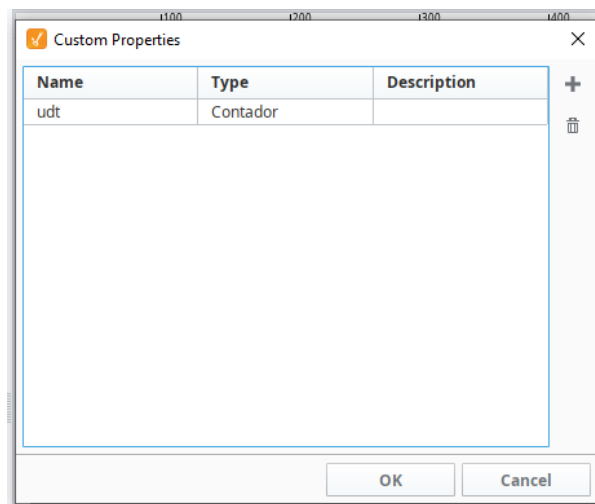


Figura213. Parámetro UDT contador. Fuente: Elaboración propia

Una vez el parámetro creado, con la ayuda de la paleta llamada “Display” se añaden tres “Label” y tres “Numeric label” para mostrar así los valores de caudal, parcial y total como se muestra en la siguiente figura214:

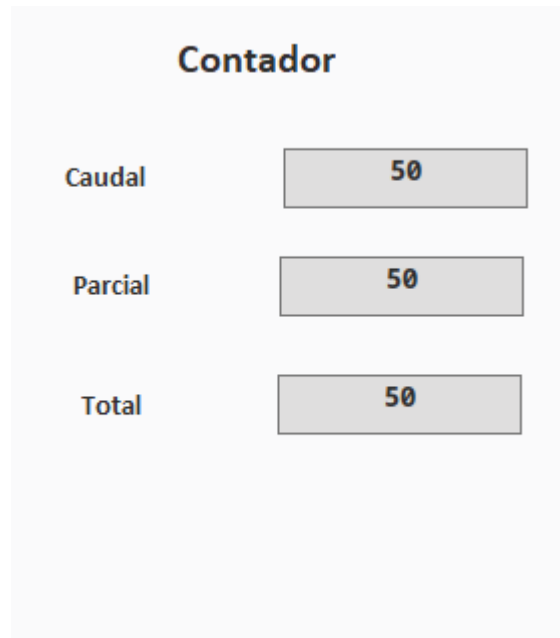


Figura214. Pop up contador. Fuente: Elaboración propia

En este caso, se deben configurar cada uno de los parámetros generales en las casillas numéricas.

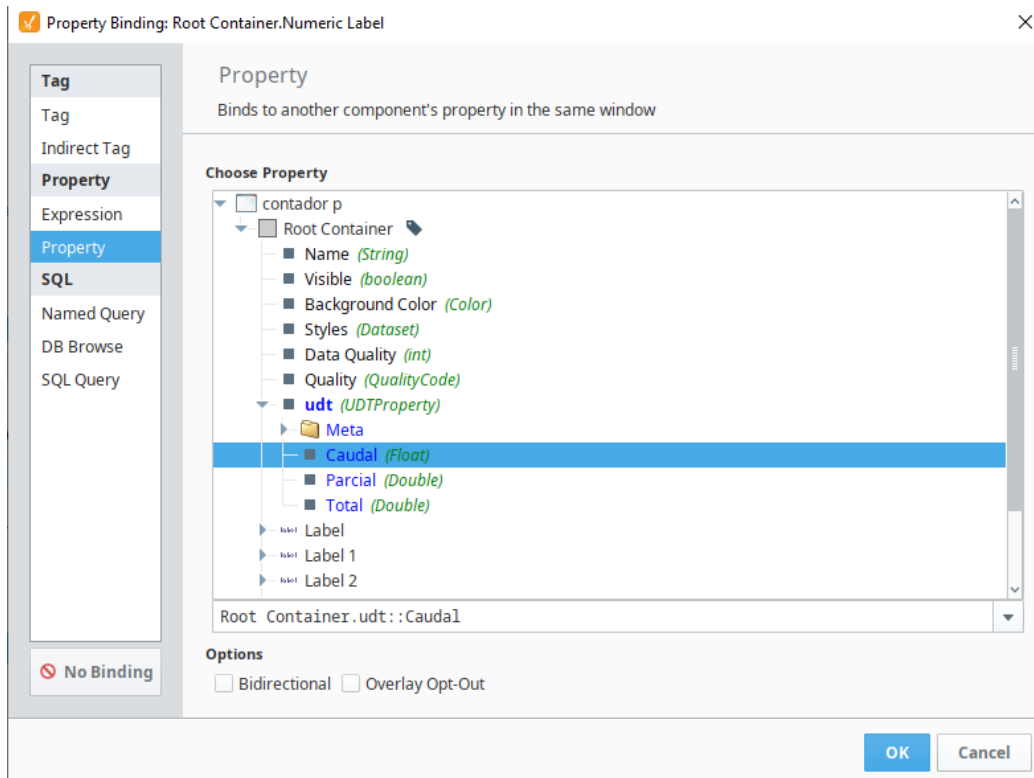


Figura215. Propiedades UDT contador. Fuente: Elaboración propia

Si en vez de configurarlo de esta manera, se arrastra el valor desde la etiqueta directamente. Este valor aparece en todos los pop ups en los que se haya configurado este template, por lo que no funcionará correctamente y los valores obtenidos no serán los reales.

La siguiente ventana a configurar es la del elemento presión. En este caso, las señales recibidas son el rango máximo, rango mínimo y el valor instantáneo. Éste último se muestra tanto en el sinóptico general como en la ventana emergente. Siguiendo el mismo proceso que con el resto de elementos se obtiene el siguiente pop up:

Presion	
Rango mínimo	89
Rango máximo	89
Valor inst	89

Figura216. Pop up presión. Fuente: Elaboración propia

Y en el sinóptico general, si se clic encima del dispositivo configurado como “Presion” aparece el siguiente pop up quedando así:

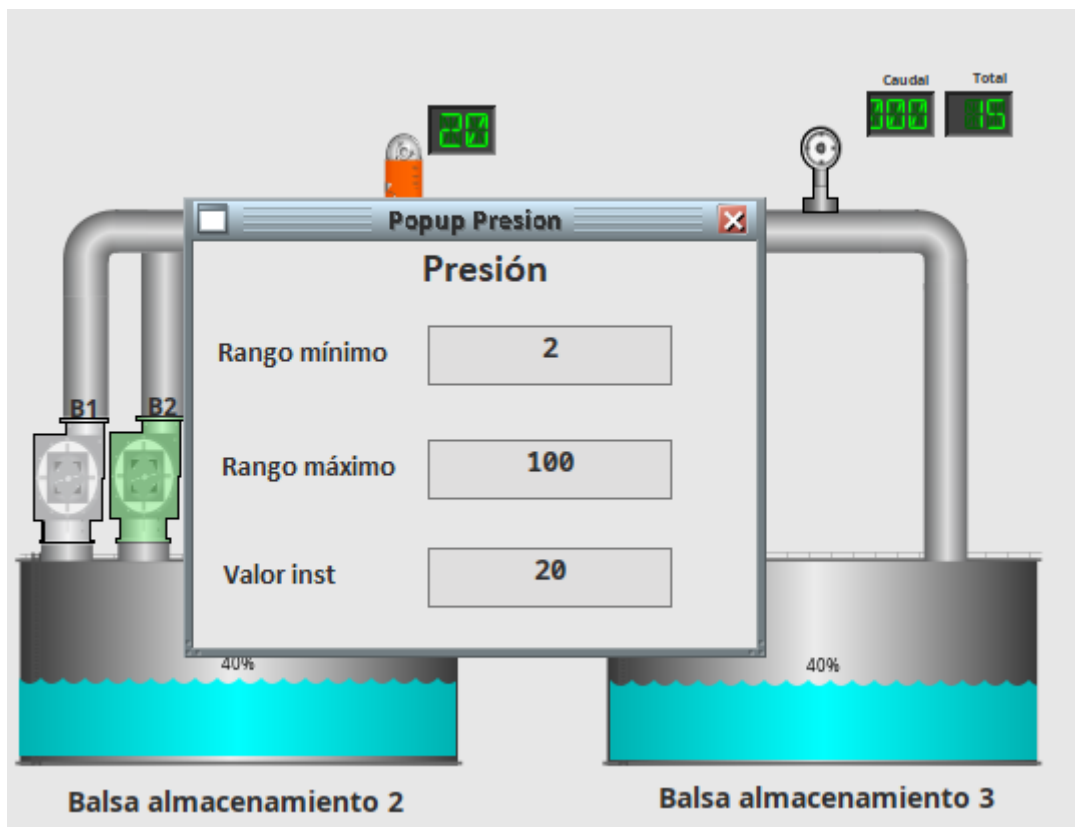


Figura218. Pop up presión esquema principal. Fuente: Elaboración propia

La ventana emergente “tarifas”, aparece en todas las estaciones de la siguiente forma:



Figura219. Pop up tarifas. Fuente: Elaboración propia

Se ha configurado de la misma manera que la bomba, se ha creado un botón para cada una de las tarifas y con un mensaje de confirmación de activación/desactivación.

La última ventana que se debe configurar, es la del pop up del elemento Nivel. En este proyecto aparecen varios tanques con varios niveles, ya que tenemos dos tanques mínimo por estación salvo en el caso de la ETAP que aparecen tres. Debido a ello y para que no entraran en conflicto, se han realizado tres templates distintos de Nivel con su respectivo template y su respectivo pop up.

Nota: Se ha creado una bomba captación ya que han aparecido problemas en dos bombas que se encontraban en la balsa de almacenamiento 1 y 2. La bomba que se ha creado nueva, ha sido configurada como el resto y se ha insertado en las balsas en las bombas ubicadas en la posición 2 y 4.

VENTANA PRINCIPAL Y VENTANA FIJA

El siguiente paso del proyecto es la configuración de la ventana principal donde aparecerá el sinóptico general junto con dos ventanas informativas que se configurarán como fijas (docked window). Estas ventanas permanecerán visibles en todas las pantallas.

En primer lugar se ha creado una ventana fija en la parte superior siguiendo el patrón de Aquatec, con la siguiente información:

- hora y fecha a tiempo real
- usuario que ha accedido al proyecto
- título
- eslóganes del proyecto, tanto de Suez como de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Esta ventana quedaría tal y como se muestra en la figura220:



Figura220. Ventana fija superior. Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el patrón de Aquatec, se configura una ventana fija en la parte izquierda, en ella se mostrará diferente información tal y como se muestra en la figura221:

- árbol informativo de todas las estaciones que forman el proyecto
- botón con el número de alarmas en vigencia en ese instante de tiempo. Al clicar sobre el botón, llevará al usuario a una nueva ventana donde se mostrarán todas las ventanas en vigor.
- historización de todas las bombas a tiempo real que han sido representadas mediante un reloj.
- botón de bloqueo de usuario
- botón para cambiar de usuario dentro del proyecto

- botón para salir del proyecto.

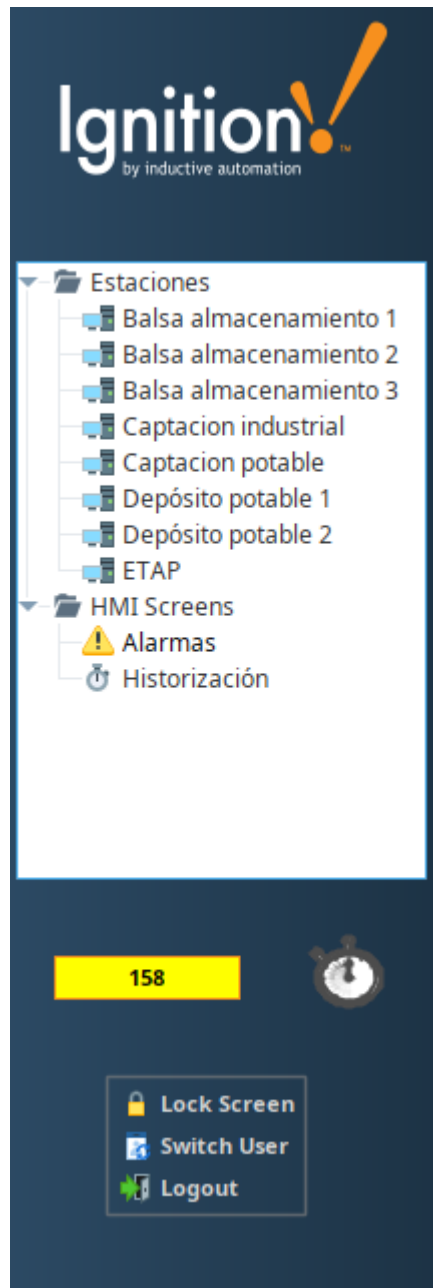


Figura221. Ventana fija izq. Fuente: Elaboración propia

Por último, se debe configurar como ventana fija el sinóptico general, siguiendo el patrón establecido por Aquatec, quedaría como se muestra en la siguiente figura222:

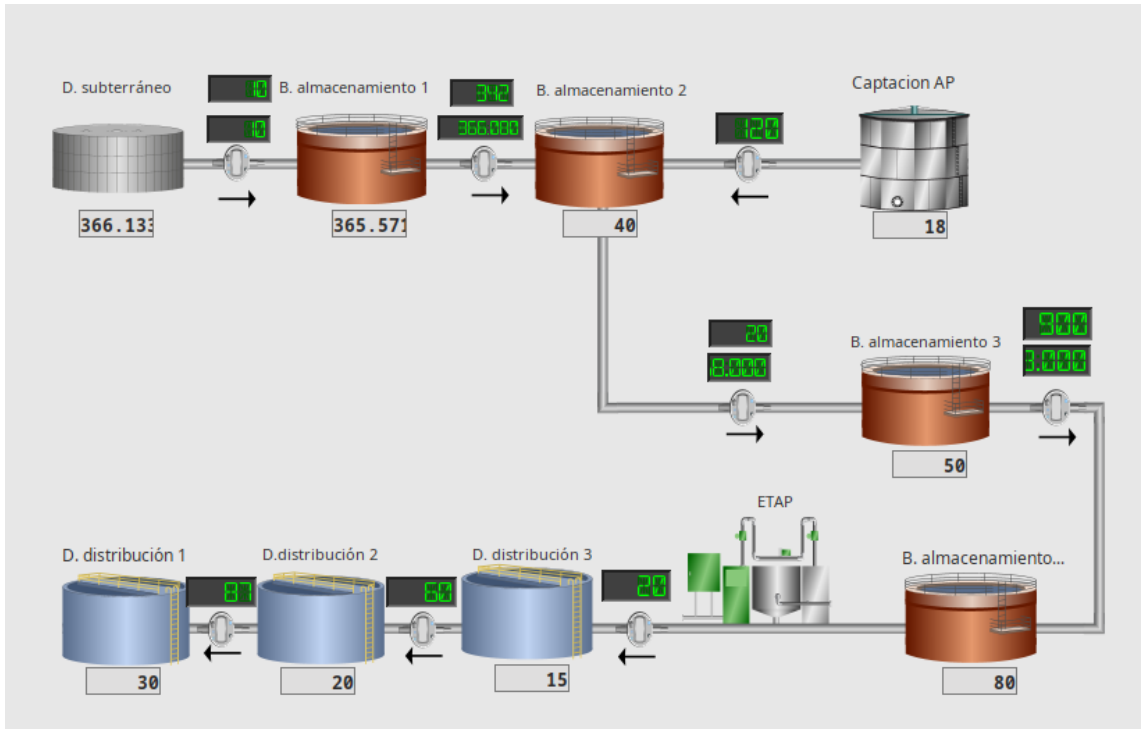


Figura222. Sinóptico general. Fuente: Elaboración propia

Para finalizar este punto y antes de visualizarlo con la vista cliente, se debe tener en cuenta que es necesario marcar “Open on Startup”.

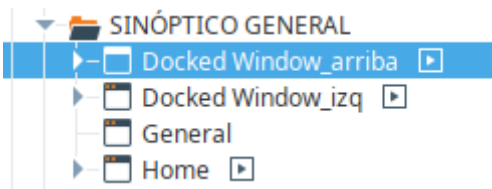


Figura223. Ventanas fijas. Fuente: Elaboración propia

Esta opción fuerza que sea lo primero a visualizar cuando se abre el proyecto en la vista cliente. Si se vuelve a la figura 223, se ha marcado esta opción en las dos ventanas fijas y en la ventana llamada “Home” que es la que contiene el sinóptico general

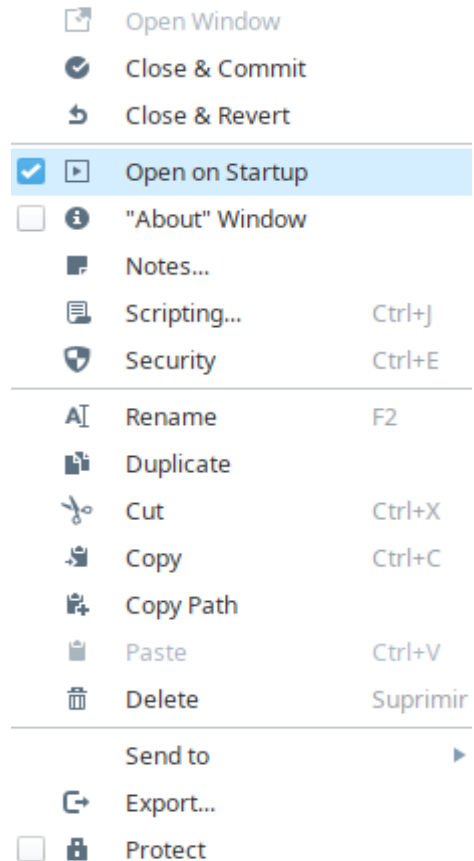


Figura224. Startup. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso será desde las herramientas ejecutar el proyecto tal y como lo vería el cliente. Primeramente pedirá las credenciales del usuario con el que hemos configurado el proyecto:

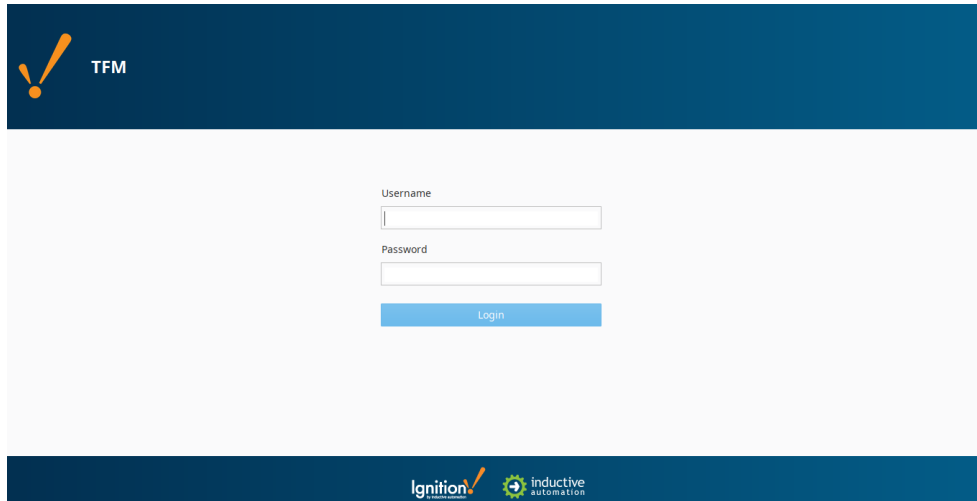


Figura225. Proyecto login. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se abrirán las ventanas que hemos configurado fijas junto con el sinóptico general:

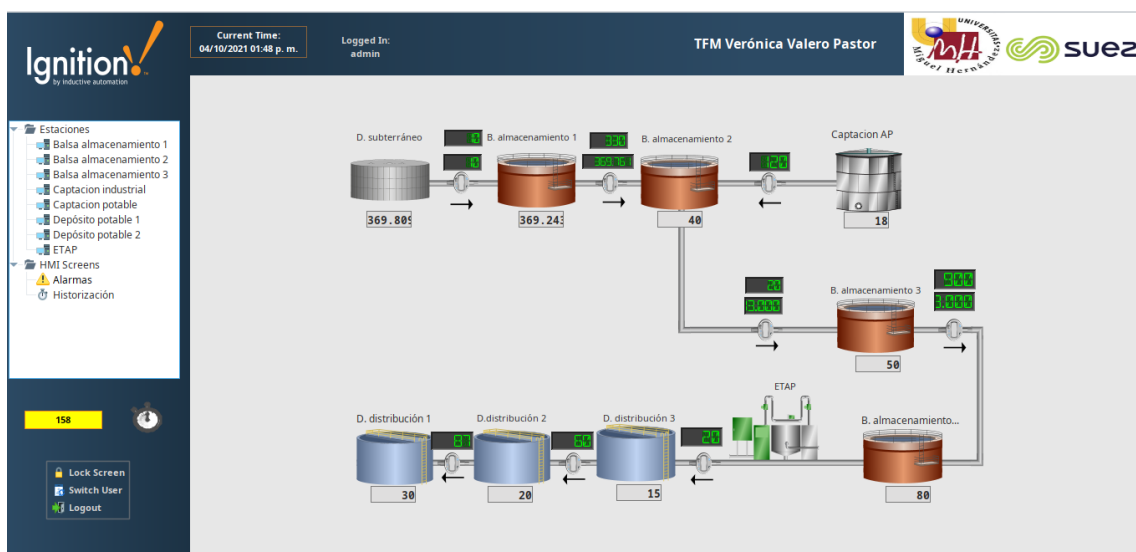


Figura226. Vista principal. Fuente: Elaboración propia

Cada vez que se pincha en cada una de las estaciones, ésta se abre. A su vez, se abren los pop ups de los dispositivos configurados en la misma. Si se coge de ejemplo balsa almacenamiento2, se abre la siguiente pantalla:

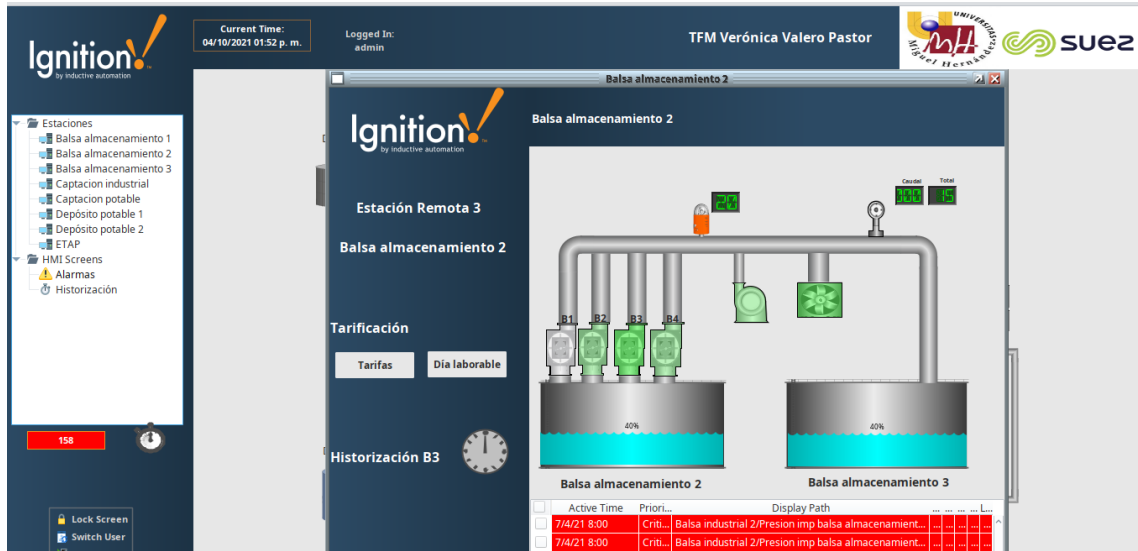


Figura227. Balsa almacenamiento 2 sinóptico general. Fuente: Elaboración propia

A su vez, si se pulsa dentro de la balsa almacenamiento2, se abre el siguiente pop up facilitando los datos de rangos máximo y mínimo y valor instantáneo como se ve en la figura:

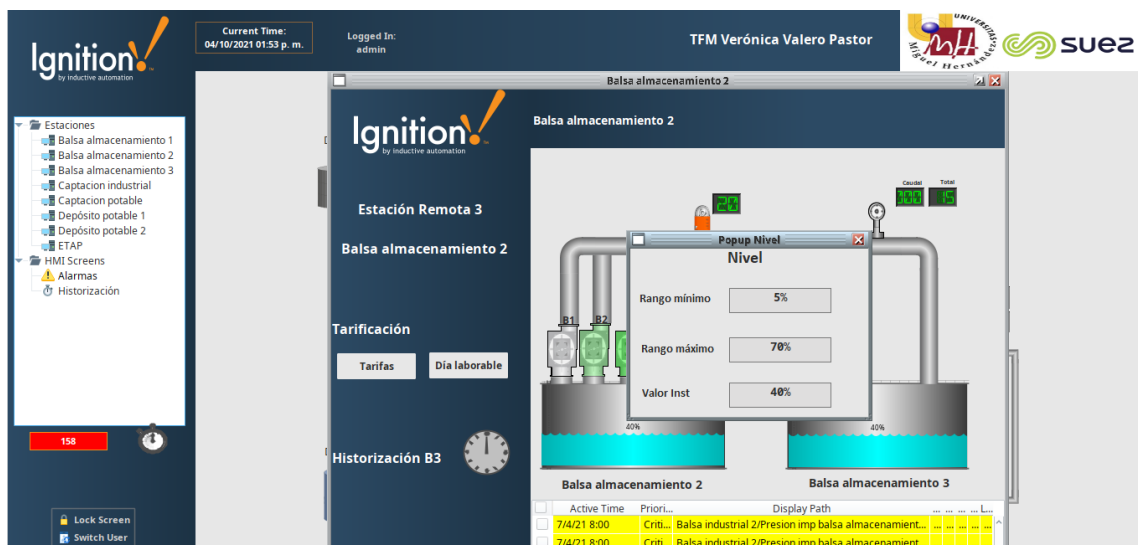


Figura228. Balsa almacenamiento 2 sinóptico general. Fuente: Elaboración propia

El mismo proceso ocurre con el resto de elementos de las distintas estaciones. En la figura 228, se puede observar un cartel con el mensaje de “Historización” además de algunas alarmas, estos apartados se desarrollarán en detalle en el siguiente anexo, el ANEXO V HISTORIZACIÓN Y ALARMAS.

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXO V

HISTORIZACIÓN Y ALARMAS

ÍNDICE ANEXO V. HISTORIZACIÓN Y ALARMAS

HISTORIZACIÓN..... *XCVIII*

ALARMAS..... *CXV*

CUADRO DE MONITORIZACIÓN..... *CXXXV*

ANEXO V. HISTORIZACIÓN Y ALARMAS

Después de realizar los datatypes y las pantallas, el siguiente paso es la creación de alarmas de monitorización para alertar en caso de posible fallo. Además, con la finalidad de historizar para tener previsión ante futuros fallos. Esta información se mostrará en la ventana general del sinóptico. En este anexo se expone el funcionamiento de las alarmas, además se explicará el funcionamiento de la historización.

HISTORIZACIÓN

En primer lugar, se debe instalar una base de datos, donde se guarden los históricos. Se decide instalar la base de datos Postgres, la instalación se realiza desde la web oficial: <https://www.postgresql.org/> (figura229) seleccionando las características técnicas de nuestro portátil: es un equipo con el sistema operativo Windows de 64 bits. La versión que se va a utilizar de esta base de datos es la 13.2.



Figura229. Descarga postgre. Fuente: [web oficial postgre](https://www.postgresql.org/)

Una vez instalada la base de datos, se debe conectar a Ignition. Desde la web localhost, en el apartado Tags-> History se añade la base de datos, teniendo en cuenta que se realice bien la conexión y aparezca como “Running”.

Provider Name	Enabled	Type	Description	Status	
Basededatos	true	Datasource History Provider		Running	edit

Figura230. Base de datos añadida. Fuente: Localhost ignition

Además el software de Ignition cuenta con unos simuladores propios que generan datos. Desde la web localhost, en el apartado de OPC UA en Device Connections es donde se debe crear para posteriormente ser conectado. A continuación se van a detallar los pasos a seguir, primeramente se crea un nuevo dispositivo, se debe seleccionar la opción “Programmable Device Simulator” tal y como se muestra en la figura231. Es un simulador, tal y como si fuera un PLC.

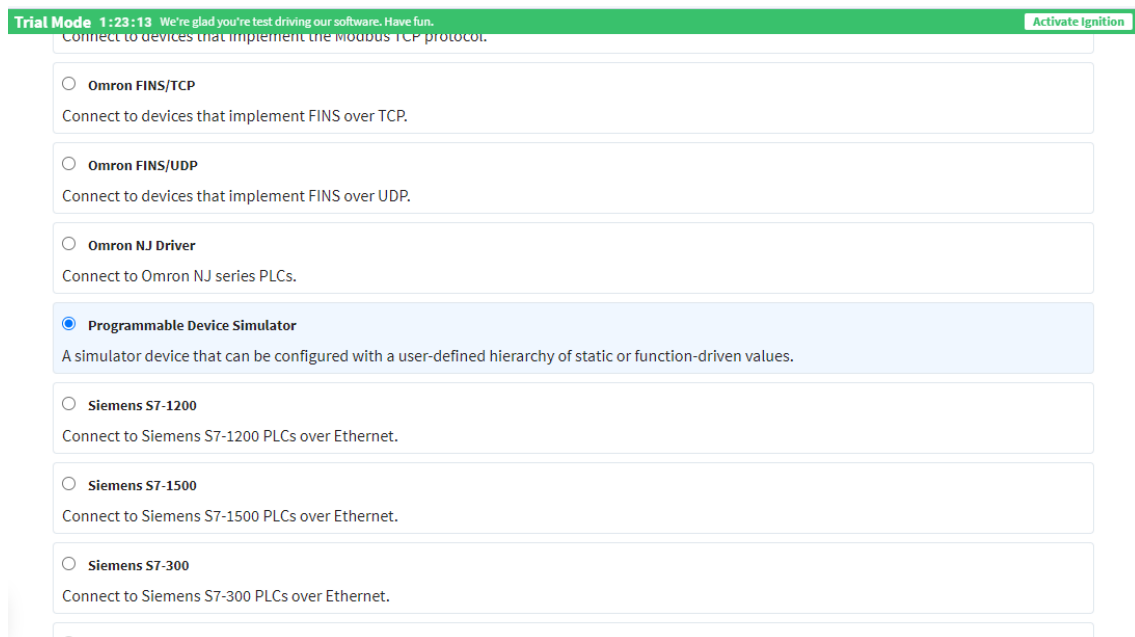


Figura231. PLC. Fuente: Localhost ignition

Se le da un nombre, en este caso se le ha llamado “simulador”:

Name	Type	Description	Enabled	Status	
simulador	Programmable Device Simulator		true	Running	More edit

Figura232. PLC simulador. Fuente: Localhost ignition

Una vez ya creado, aparece en el proyecto.

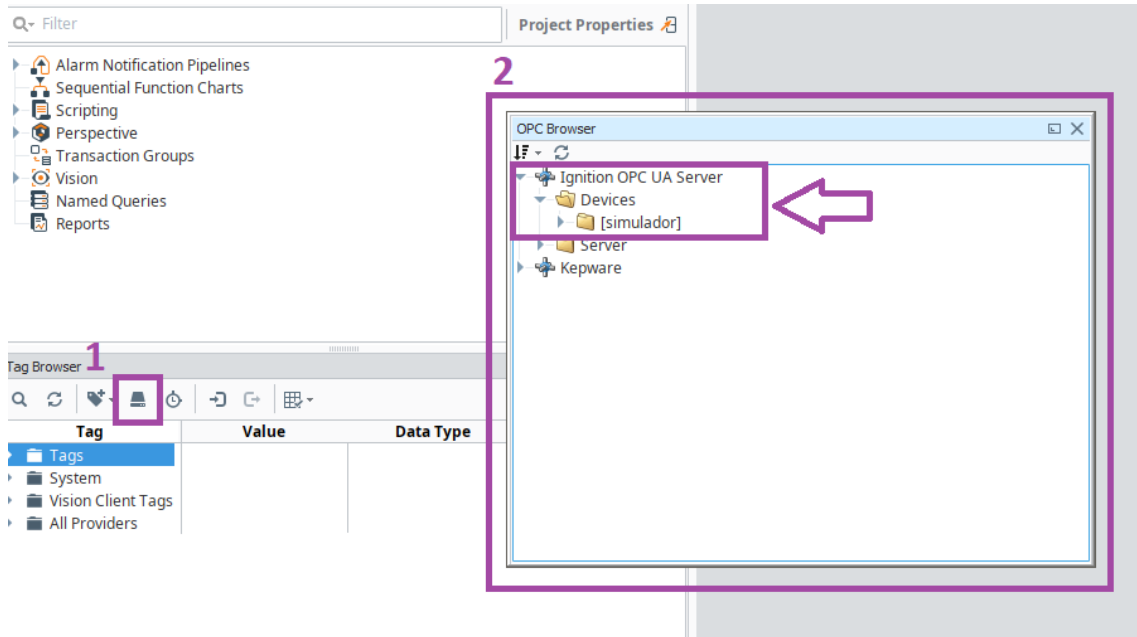


Figura233. PLC simulador. Fuente: Elaboración propia

Pero sólo aparece el nombre, hay que importar el simulador dentro de las opciones que ofrece Ignition. En este caso, se ha seleccionado “Dairy Simulator”:

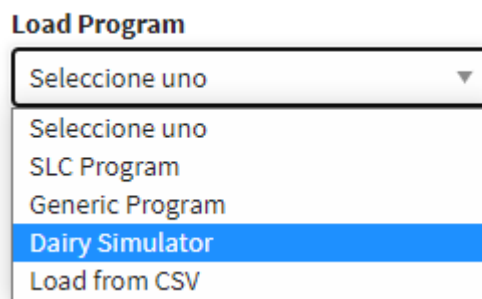


Figura234. Predeterminado simulador. Fuente: Elaboración propia

Una vez importado, aparecen muchos datos predeterminados, a su vez, estos datos son modificables. En otras palabras, se pueden eliminar los datos predeterminados, modificarlos o incluso crear nuevos según conveniencia del ingeniero que este desarrollando la SCADA.

Load Program
 Dairy Simulator ▼
 Load Simulator Program

Export Instruction File Clear All

Time Interval	Browse Path	Value Source	Data Type	
0	Overview/AU 1/Fan 1 HOA	0	Int16 ▼	Remove
0	Overview/AU 1/Fan 2 HOA	0	Int16 ▼	Remove
0	Overview/AU 2/Fan 1 HOA	0	Int16 ▼	Remove
0	Overview/AU 2/Fan 2 HOA	0	Int16 ▼	Remove
0	Overview/AU 3/Fan 1 HOA	0	Int16 ▼	Remove
0	Overview/AU 3/Fan 2 HOA	0	Int16 ▼	Remove
0	Overview/CaseCount	ramp(0.0, 100.0, 300.0, true)	Double ▼	Remove

Figura235. Datos predeterminados. Fuente: Elaboración propia

Después de la creación de los datos necesarios para el proyecto como se ven en la figura 236 y figura 237. En resumen, lo que se consigue es crear un PLC personalizado con los datos que se van a utilizar.

Export Instruction File
Clear All

Time Interval	Browse Path	Value Source	Data Type
0	Balsa industrial 1/Bomba 1/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 1/Bomba 2/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 1/Bomba 3/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 1/Bomba 4/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 1/Bomba 5/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 1/Contador/Caudal	realistic(1.0E15, 1.2E16, 6.0E19, 2.5E21,	Int16 Remove
0	Balsa industrial 1/Nivel balsa almacena	realistic(1.0E46, 6.0E36, 4.8E41, 1.2E31,	Int16 Remove
0	Balsa industrial 1/Nivel balsa almacena	realistic(1.0E40, 4.0E53, 5.5E39, 1.2E20,	Int16 Remove
0	Balsa industrial 1/Presion imp balsa aln	realistic(1.0E12, 1.2E56, 6.0E15, 2.5E71,	Int16 Remove
0	Balsa industrial 2/Agitador balsa almace	true	Boolean Remove

Figura236. Creación datos. Fuente: Elaboración propia

Export Instruction File
Clear All

Time Interval	Browse Path	Value Source	Data Type
0	Balsa industrial 2/Bomba 1/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 2/Bomba 2/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 2/Bomba 3/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 2/Bomba 4/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 2/Bomba dosificada bal	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 2/Contador/Caudal	ramp(0.0, 1.0E72, 3.0E58, true)	Double Remove
0	Balsa industrial 3/Bomba 1/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 3/Bomba 2/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 3/Bomba 3/estado	true	Boolean Remove
0	Balsa industrial 3/Contador/Caudal	ramp(0.0, 1.0E72, 3.0E58, true)	Float Remove

Figura237. Creación datos. Fuente: Elaboración propia

Ya aparecen en el proyecto los datos aleatorios que se cambian, por tanto, se pueden utilizar en los elementos:

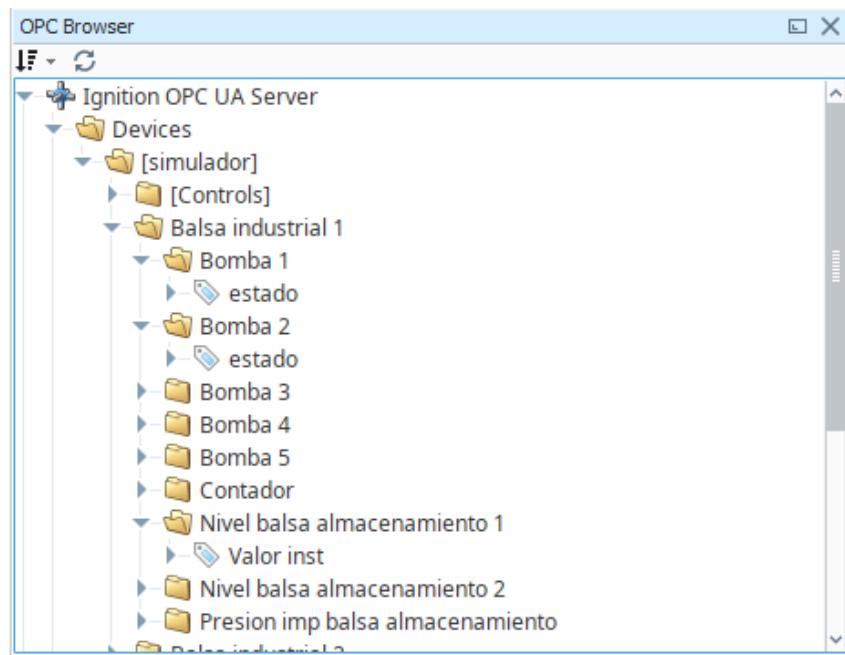


Figura238. Creación datos. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es cambiar las tags de Memory a OPC y dentro de OPC, los elementos que se quieren historizar dentro de cada plantilla. Para ello, se debe conectar al dato que se ha creado en el simulador.

Si se realizan estos cambios en Bomba 1 de la Balsa industrial 1:

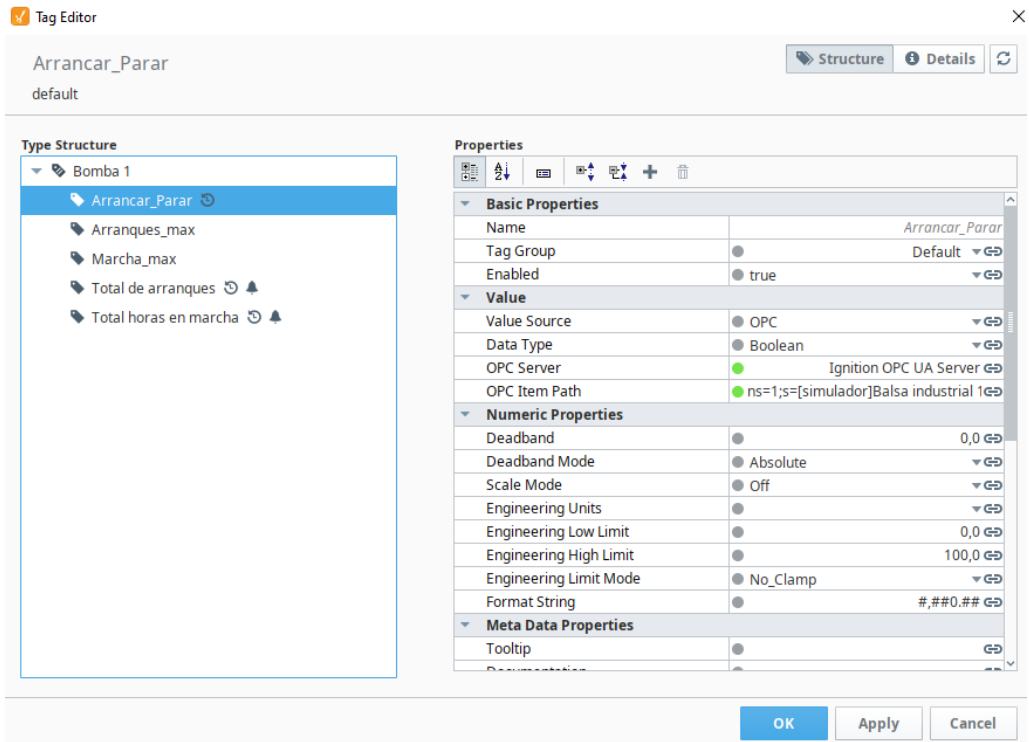


Figura239. Bomba 1 balsa industrial 1. Fuente: Elaboración propia

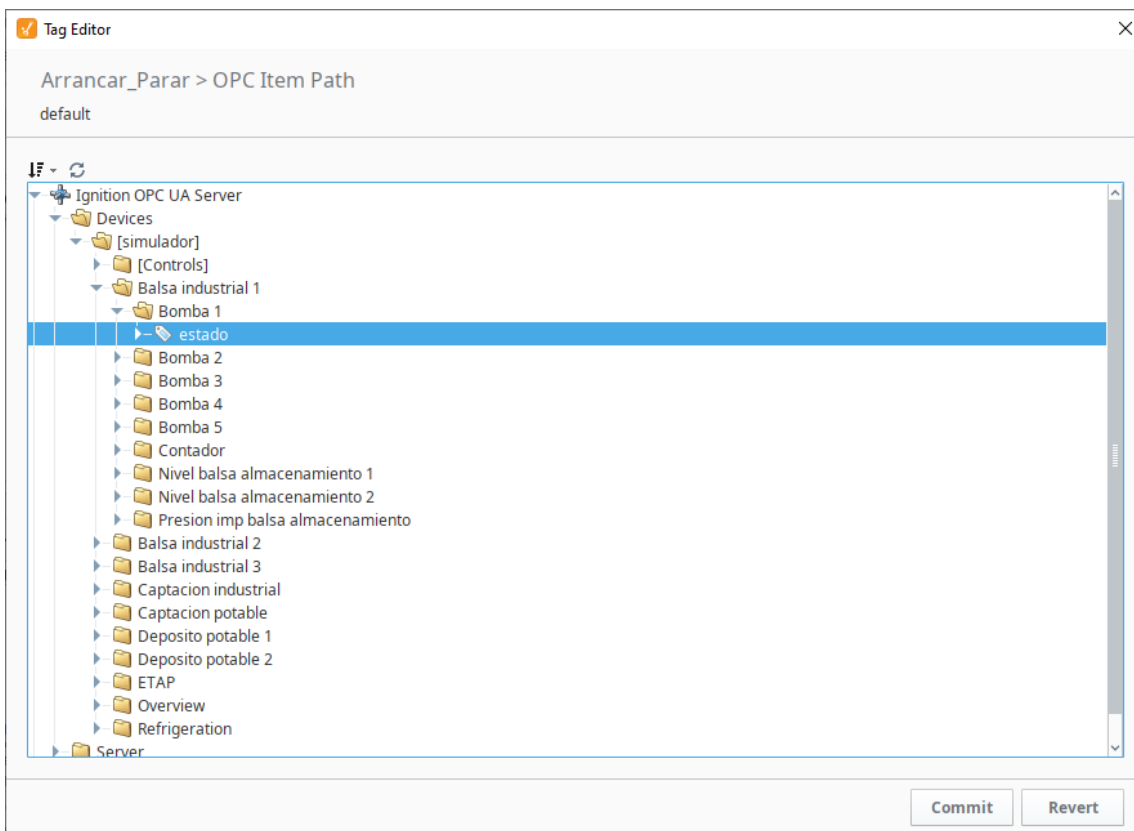


Figura240. Bomba 1 simulador. Fuente: Elaboración propia

Para facilitar la tarea, en las plantillas que se iban a historizar en todos los elementos, véase las bombas, se ha modificado el valor de Memory a OPC en el datatype. Es por esta razón que en la figura241 aparece en gris, y el resto de cambios realizado en verde, porque cada bomba tiene su propia dirección.

Además de configurar y personalizar el simulador y añadir, estos valores en las tags de los elementos que se quieren historizar se debe realizar más cambios. Siguiendo la guía Inductive Automation y cogiendo de ejemplo la bomba agitadora, se deben realizar varios cambios más:

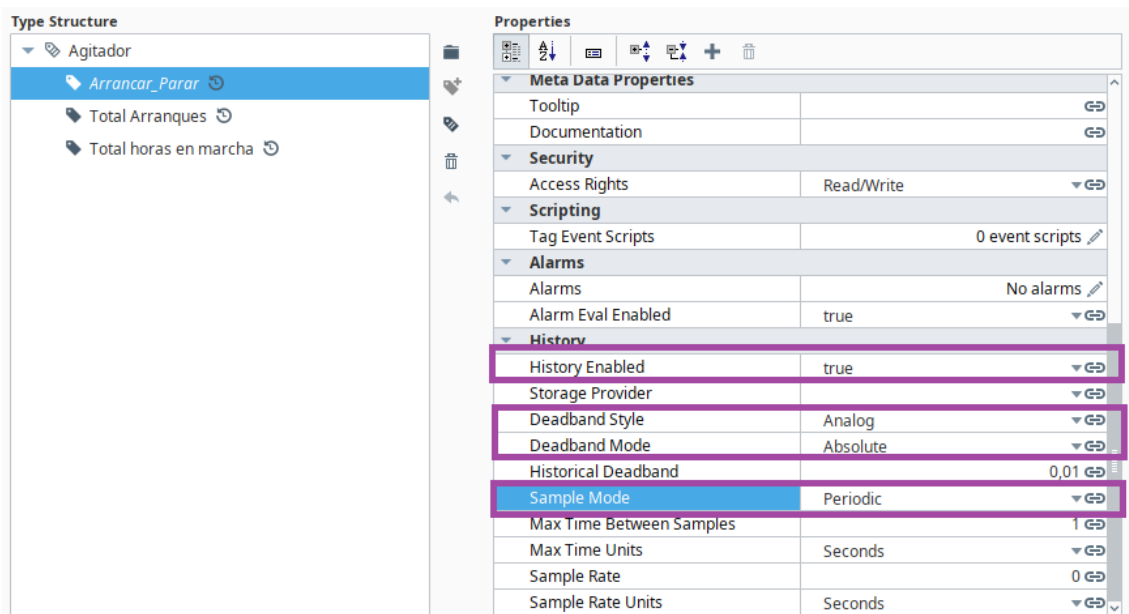


Figura241. Historización bomba agitador simulador. Fuente: Elaboración propia

Primeramente, se debe habilitar la historización, ya que de forma predeterminada aparece deshabilitada. Seguidamente, seleccionamos el modo y el estilo Deadband, en este caso, se han dejado con los valores que vienen de forma predeterminada. El programa permite la selección también de forma discreta y en porcentajes, pero para la obtención de mayor información a golpe de vista se ha decidido que sea analógica y en valores absolutos. El siguiente paso será configurar cómo quiere que se mida: cuando supere el valor que hemos asignado Deadband (On Change), de forma periódica para ver si supera el valor asignado (Periodic) o que se ejecute cuando se dan una serie de etiquetas (Tag Group). En este caso se ha configurado On Change para que informe si supera el umbral:

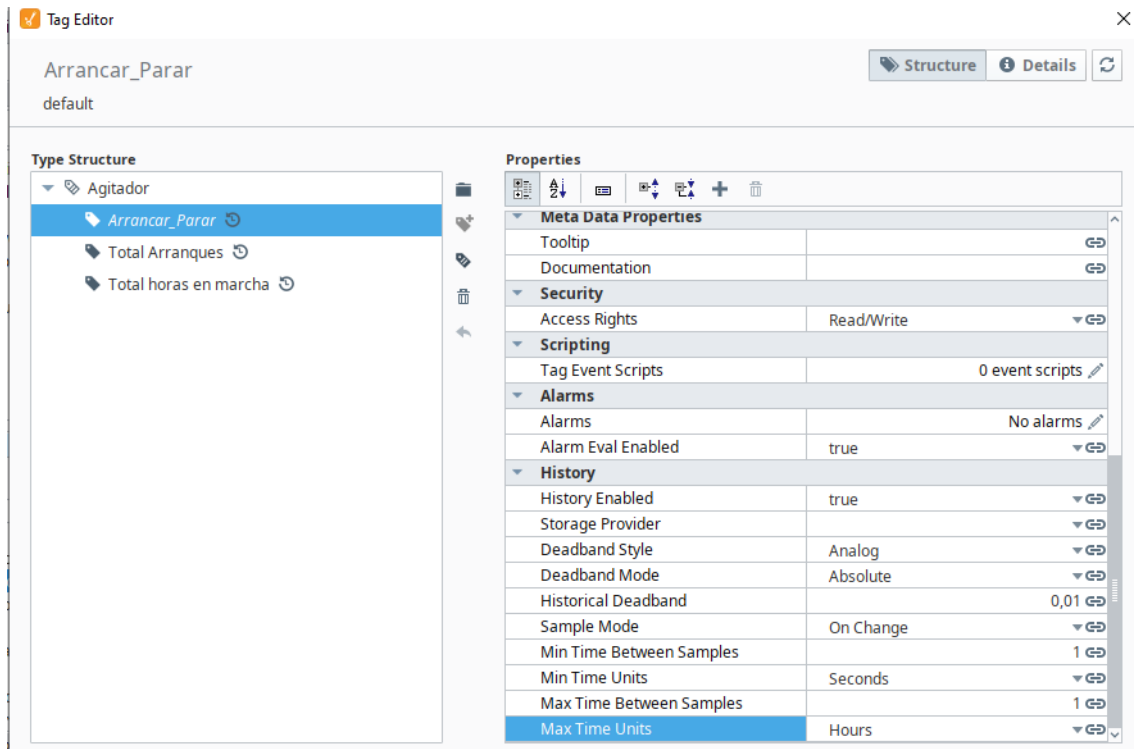


Figura242. Historización bomba agitadora simulador. Fuente: Elaboración propia

Con un mínimo de tiempo entre las muestras de 1 segundo y un máximo de 1 hora. De esta forma, tenemos la posibilidad de obtener muchas mediciones aunque no se haya superado el umbral.

Repetimos este proceso en los tres atributos (Arrancar_ parar, Total Arranques y Total horas en marcha) que tiene el Datatype de Agitador. Una vez se tiene configurado, aparece un símbolo nuevo al lado del nombre del atributo:

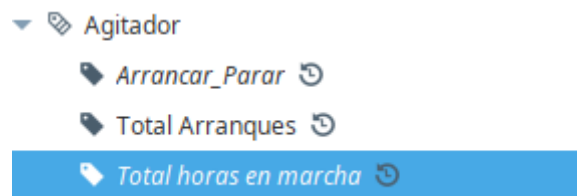


Figura243. Atributos de Agitador. Fuente: Elaboración propia

Se repite el proceso con la plantilla Bomba:

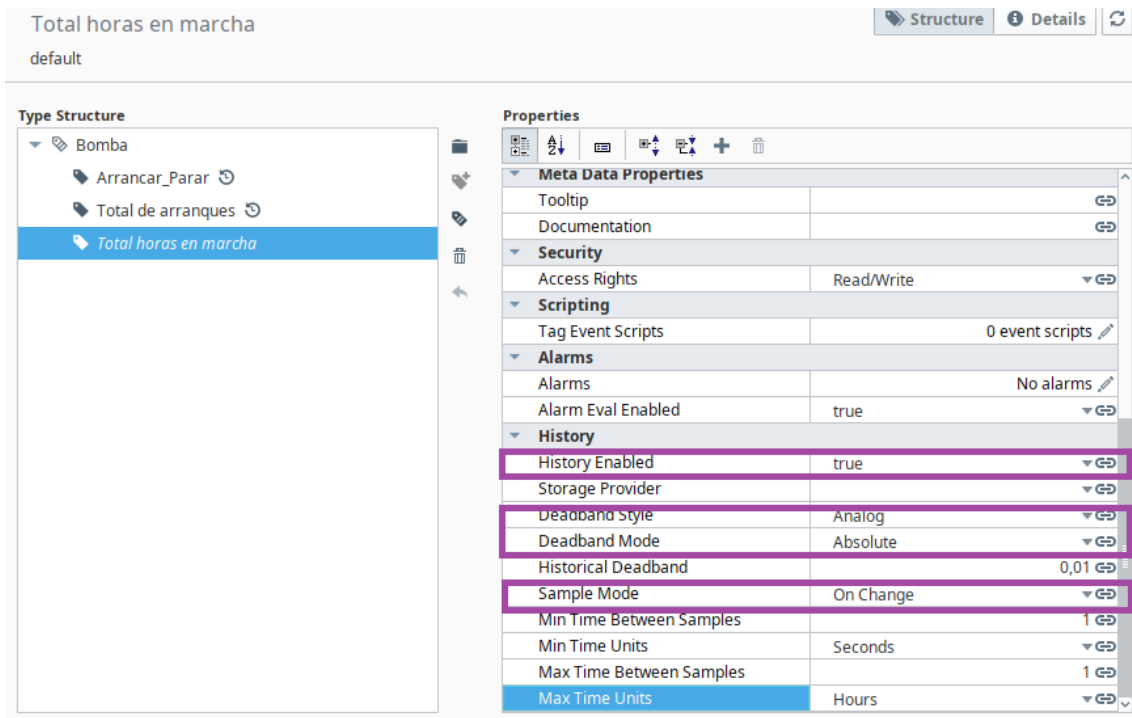


Figura244. Historización bomba 1 simulador. Fuente: Elaboración propia

En el caso de la plantilla Cloro, solo historizaremos el valor instantáneo que indica la cantidad numérica de agua que hay en ese instante de tiempo:

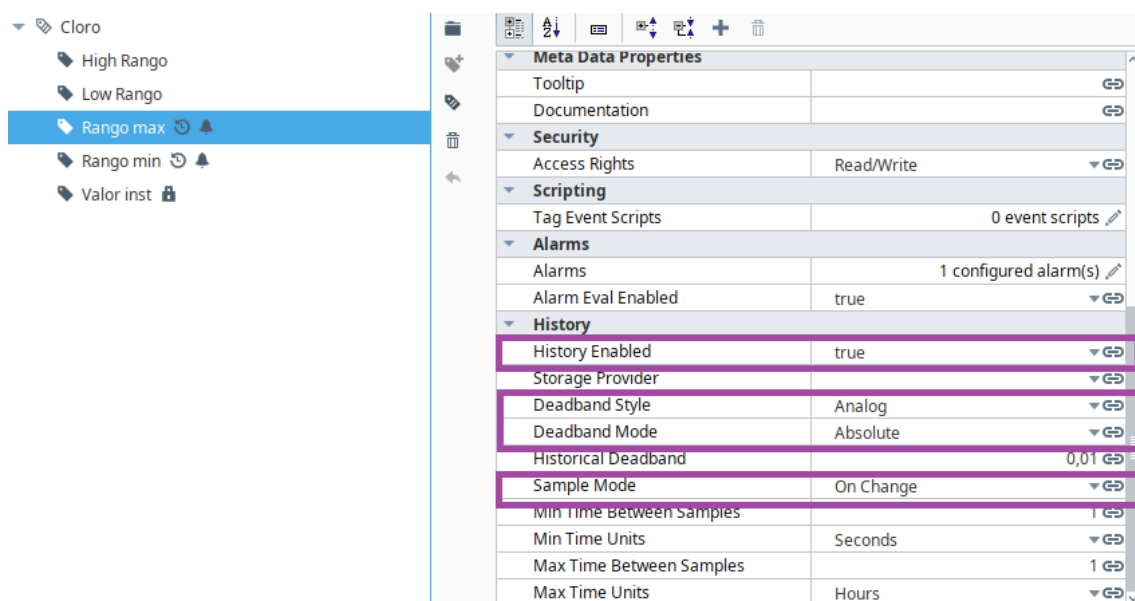


Figura245. Historización cloro simulador. Fuente: Elaboración propia

En el caso del contador quedará de la siguiente forma:

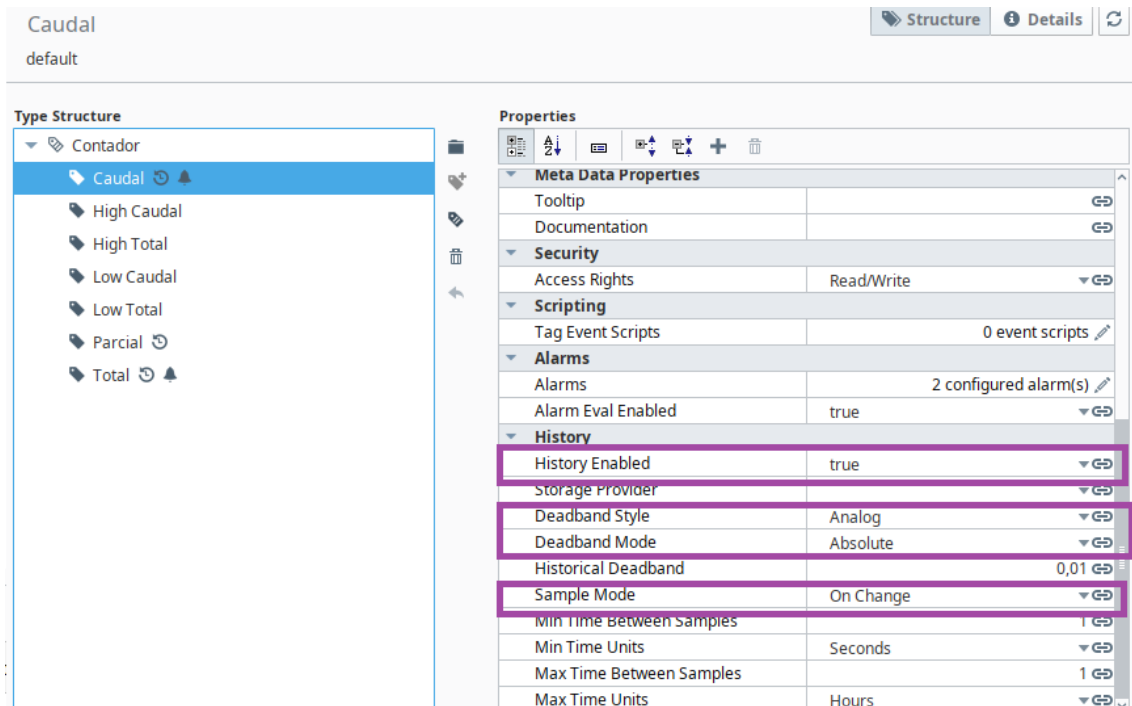


Figura246. Historización contador simulador. Fuente: Elaboración propia

En las plantillas Nivel y Presión ocurre lo mismo que en la plantilla Cloro, se configurará el valor instantáneo:

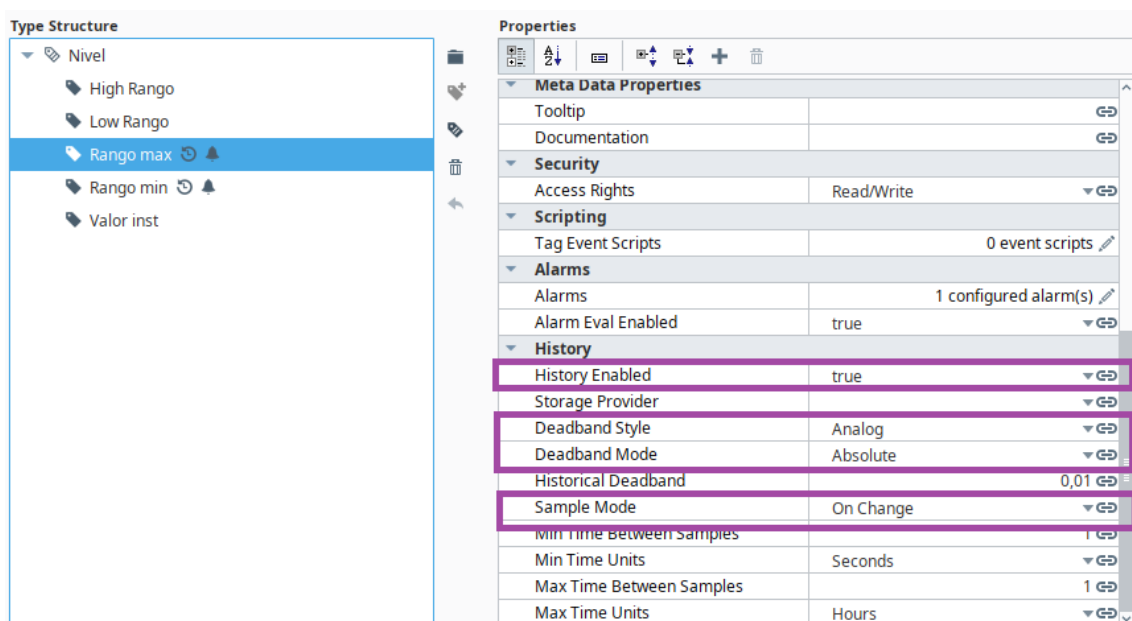


Figura247. Historización nivel simulador. Fuente: Elaboración propia

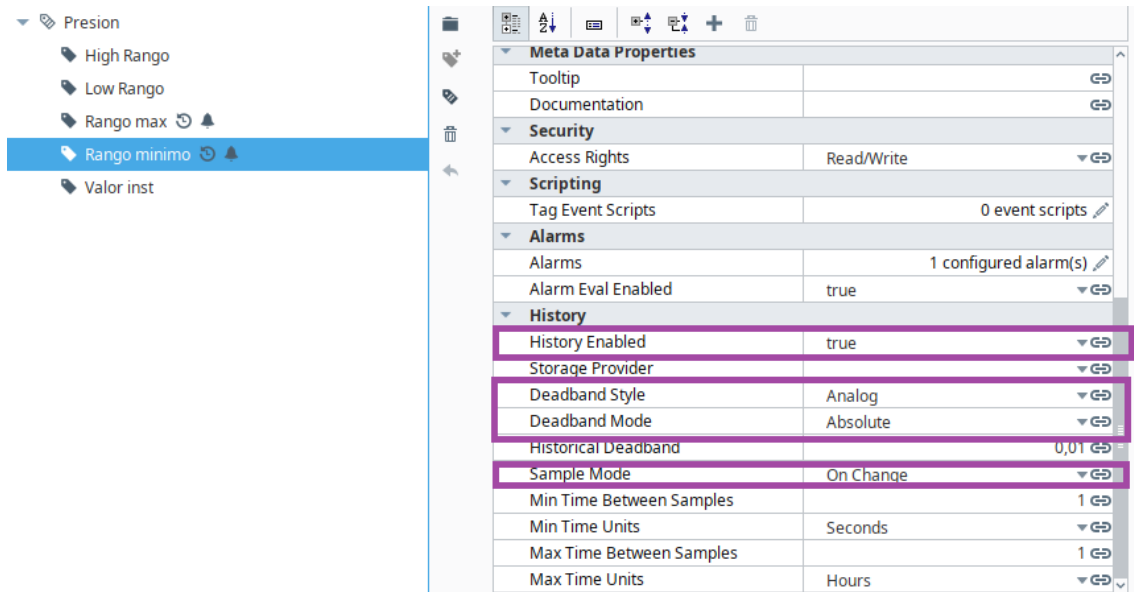


Figura248. Historización presión simulador. Fuente: Elaboración propia

Se finalizará este apartado de configuración de la historización con la plantilla Turbidez:

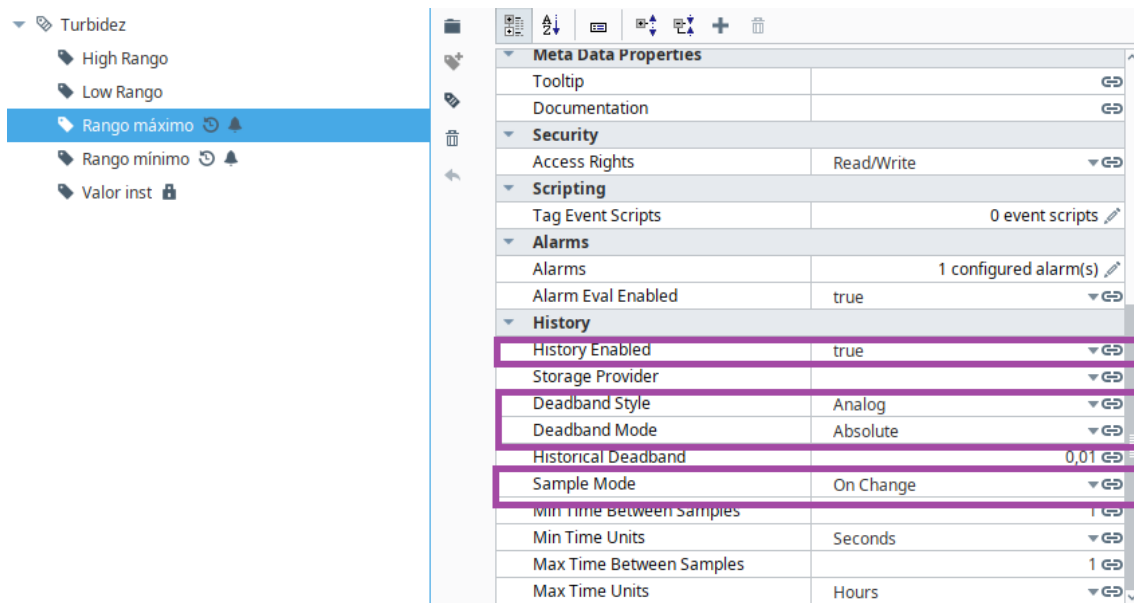


Figura249. Historización turbidez simulador. Fuente: Elaboración propia

En todas las plantillas se debe marcar o en el datatype o en la plantilla del elemento que el StoreProvider es “Basededatos”, es la base de datos que ha sido instalada anteriormente (Postgres).

Una vez realizada la configuración en cada una de las plantillas, se debe crear una nueva ventana emergente llama “HIS” por cada estación. Con la herramienta “Easy Chart” dentro de la paleta Charts:

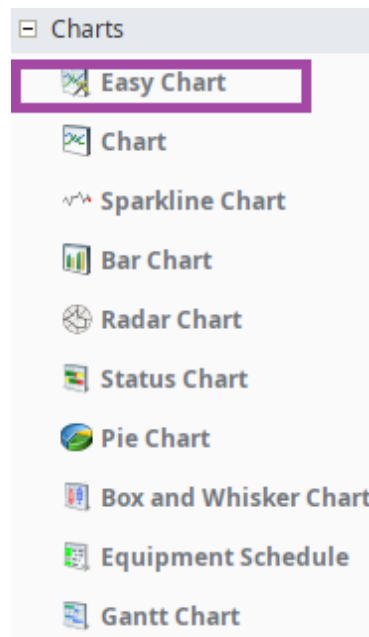


Figura250. Herramienta easy chart. Fuente: Elaboración propia

Se creará una gráfica con los datos que queremos historizar para poder monitorizarlos de una forma visual y rápida. Si se configuran a tiempo real las bombas de la balsa almacenamiento 1, quedaría como se muestra en la siguiente tabla:

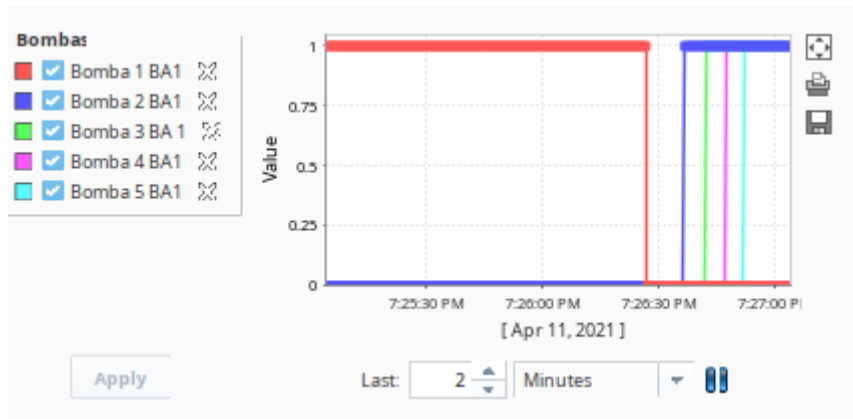


Figura251. Historización bombas ba1. Fuente: Elaboración propia

Se repite el proceso realizado con las bombas para historizar cada uno de los elementos de cada estación. Así se obtienen 8 nuevas ventanas emergentes (popup), con los valores obtenido en un período de tiempo, en este caso está configurado a tiempo real:



Figura252. Historización ba1. Fuente: Elaboración propia



Figura253. Historización b2. Fuente: Elaboración propia

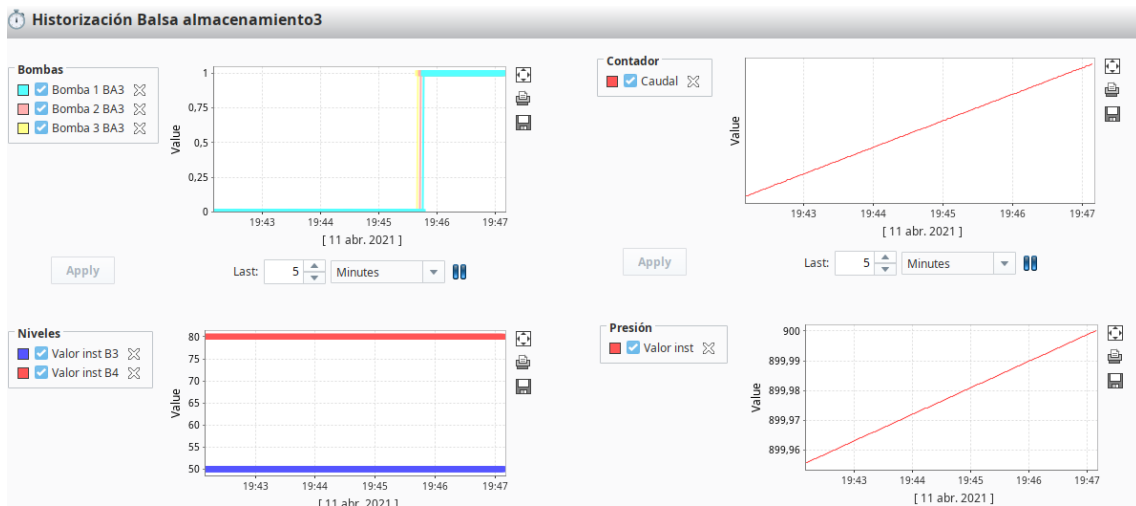


Figura254. Historización b3. Fuente: Elaboración propia



Figura255. Historización captación industrial. Fuente: Elaboración propia

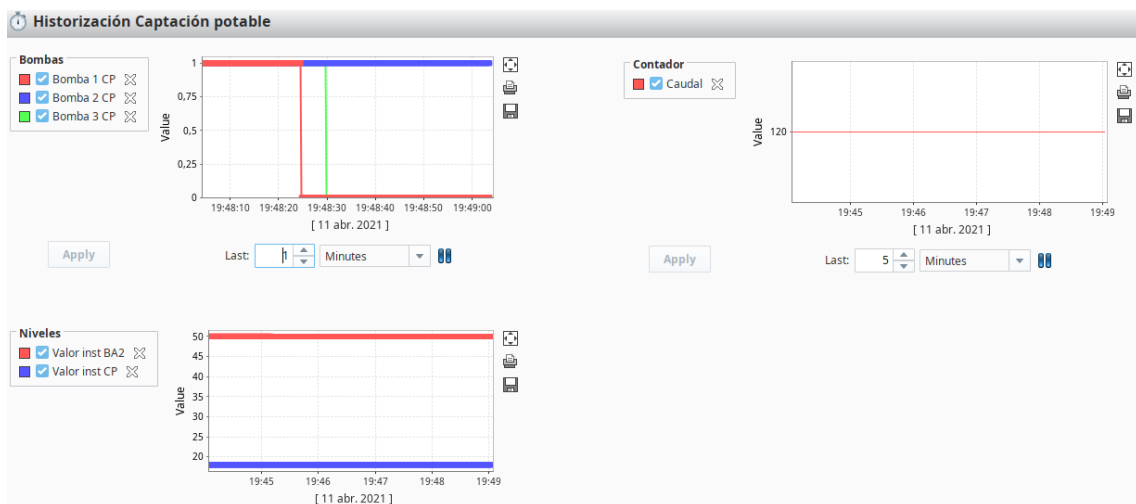


Figura256. Historización captación industrial. Fuente: Elaboración propia

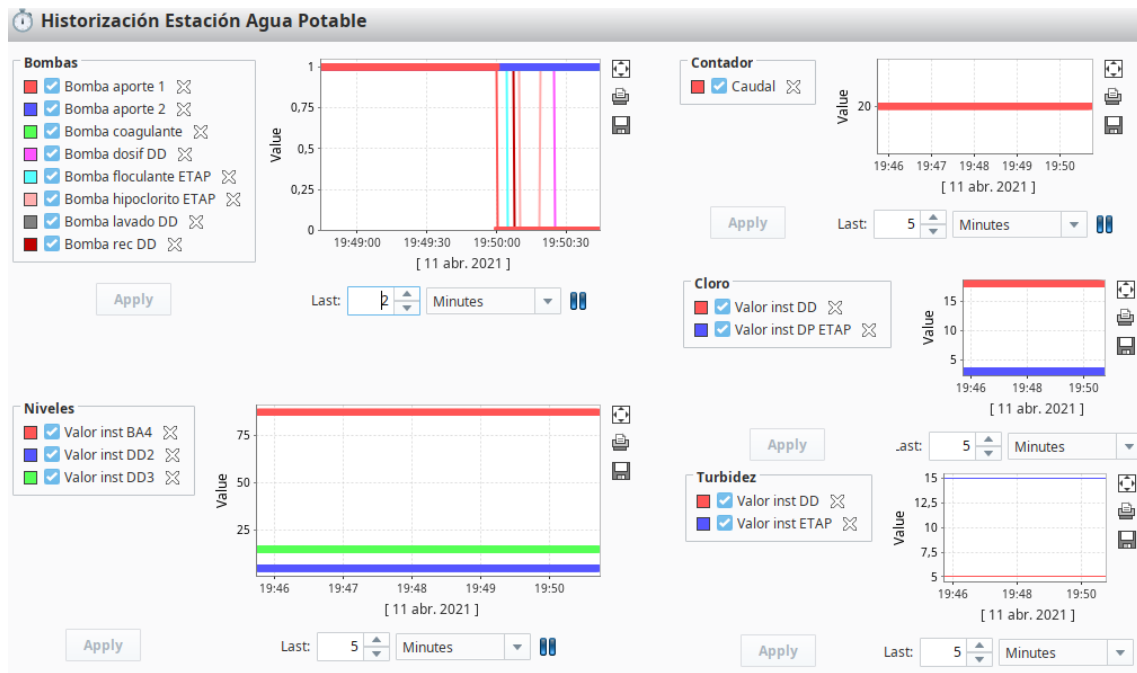


Figura257. Historización etap. Fuente: Elaboración propia



Figura258. Historización depósito distribución 1. Fuente: Elaboración propia

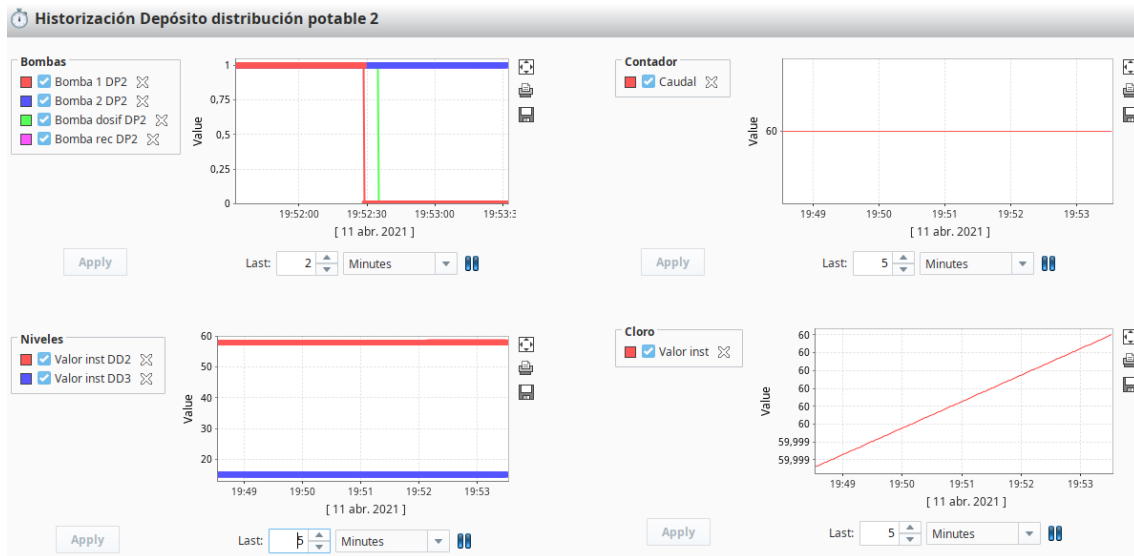


Figura259. Historización depósito distribución 2. Fuente: Elaboración propia

ALARMAS

El siguiente paso es realizar la monitorización de las alarmas. Para ello, siguiendo la guía Inductive Automation desde las plantillas generales en la carpeta “Datatypes” se irán realizando varios cambios. Si se empieza por la plantilla Agitador (figura260), de forma predeterminada no tiene alarmas configuradas:

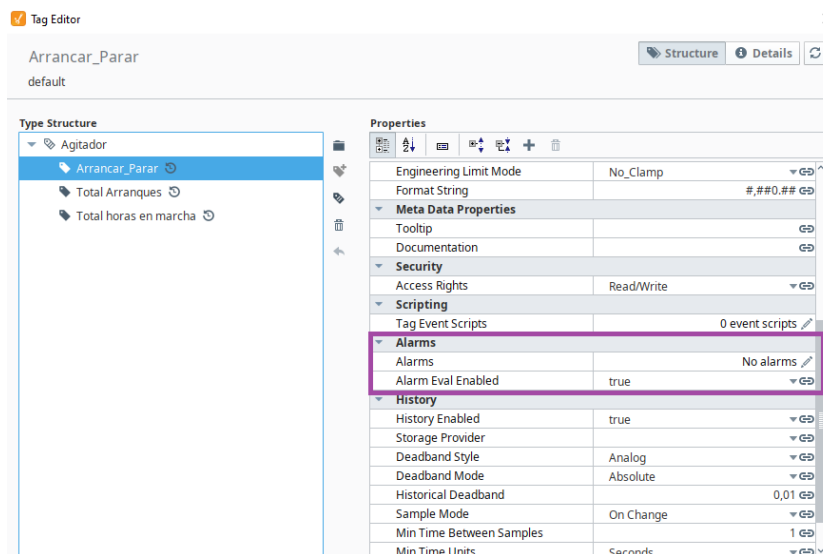


Figura260. Configuración alarmas bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla, se configurará una alarma para que salte cuando se sobrepasa un número máximo de arranque (100 veces). Y otra alarma que saltará cuando lleve un máximo de horas en marcha seguidas (24 horas).

Primeramente, se selecciona el nombre que va a tener la alarma. En este caso, se selecciona el nombre "Arranques_max", seguidamente se debe seleccionar la Prioridad (urgencia para actuar) que debe tener la alarma. Al tratarse de una alarma del máximo números de arranque de una bomba, se ha seleccionado Low. A su vez, en las características de la alarma, se ha configurado para que salte una alarma cuando el valor supere 75, por lo que quedan un 25% de arranques de la bomba y así se puede tener previsión para cambiarla.

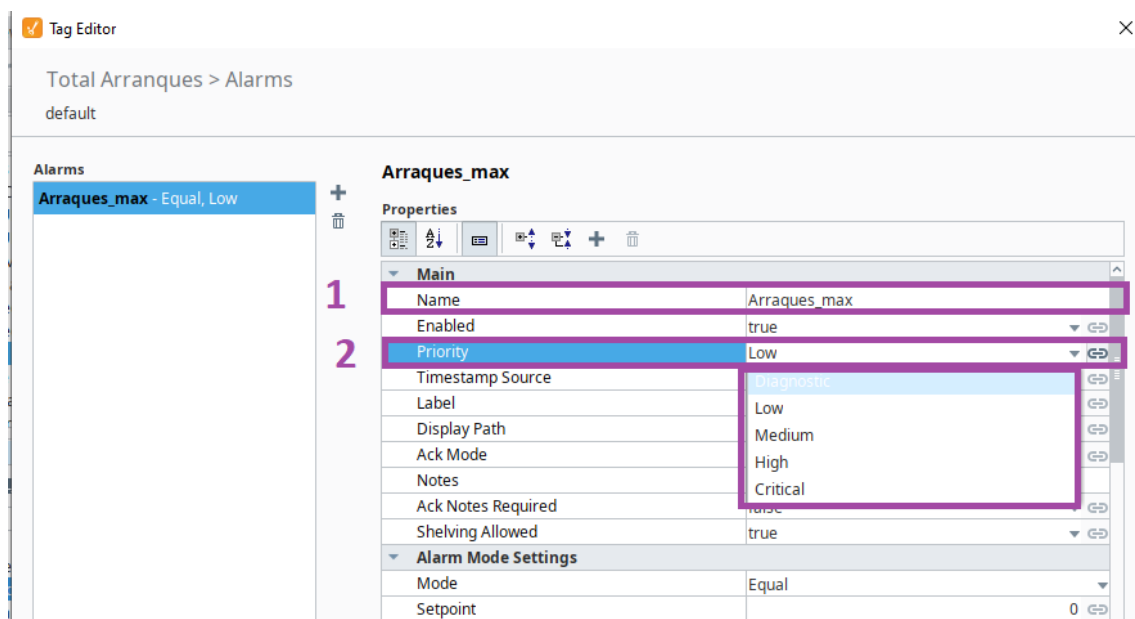


Figura261. Configuración alarmas bomba agitadora2. Fuente: Elaboración propia

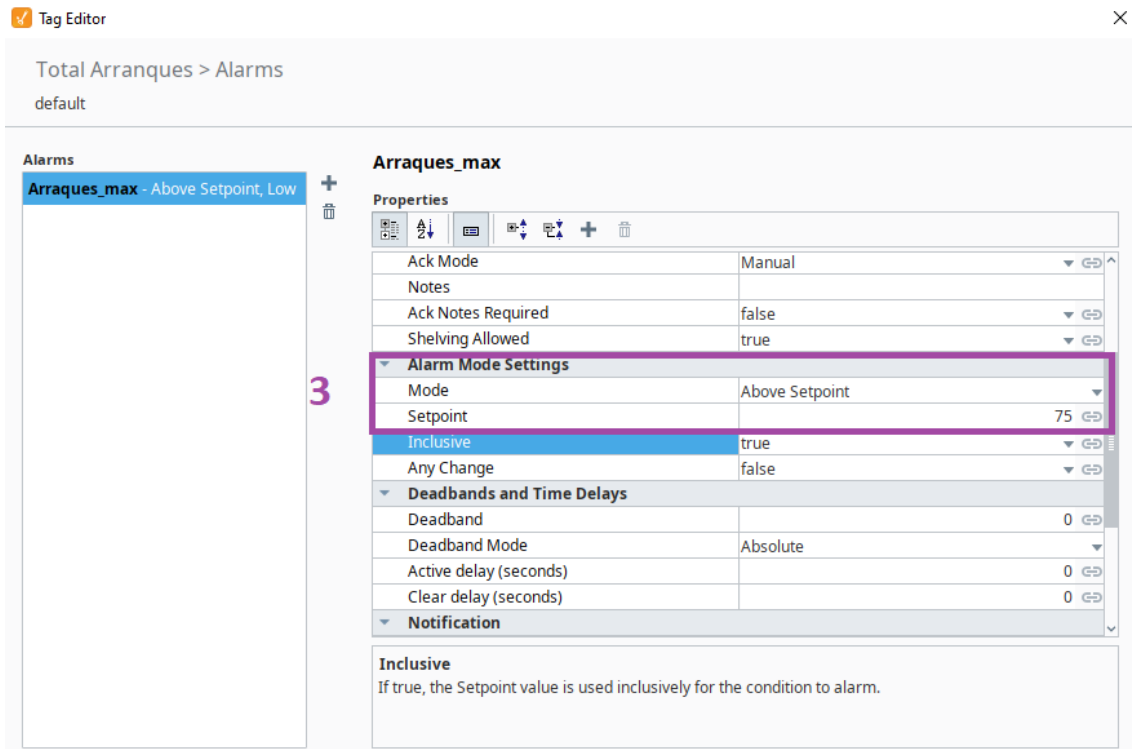


Figura262. Configuración alarmas bomba agitadora3. Fuente: Elaboración propia

Realizamos una prueba, y en la balsa almacenamiento 2 se cambia el total de arranque a 80. Como ha superado el valor que hemos marcado como máximo (75) a continuación, en nuestra tabla de monitorización aparece una alarma:

Balsa industrial 2/Agitador balsa al...	Active, Unacknowledged	Low	Arranque_ma	4dfc3f10-01b2-4de2-...
---	------------------------	-----	-------------	------------------------

Figura263. Alarma en vigor bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

Si se cambia el valor a 45, como ha bajado de nuestro valor máximo de arranques (75), aparece como "cleared" (limpio):

1/16/21, 11:13 AM	Balsa industrial 2/Agitador balsa al...	Cleared, Unacknowledged	Low	Arranque_ma
-------------------	---	-------------------------	-----	-------------

Figura264. Rearme bomba agitador. Fuente: Elaboración propia

Esta sería una forma de crear las etiquetas para poder monitorizar los dispositivos. En este proyecto, se ha apostado por realizar las etiquetas de monitorización dinámicas UDT. Consiste en crear una nueva señal en el datatype (dentro de la carpeta Datatypes) y vincularla dentro de la señal que queremos monitorizar, así aparece en todas las plantillas y no se debe ir configurando una a una.

Si se empieza la configuración en la plantilla “Agitador”, se crea una nueva señal que sea “Arranques_max” con un valor de 75 como se muestra en la siguiente figura:

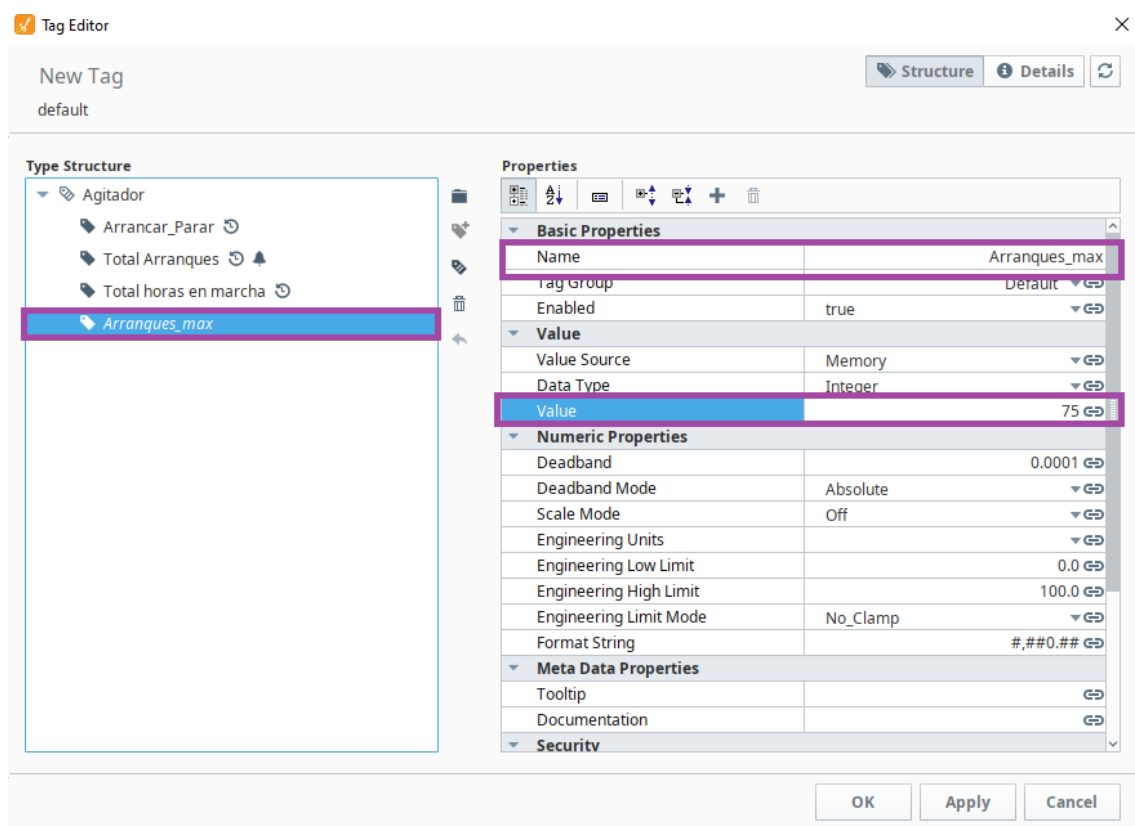


Figura265. Configuración alarmas bomba agitadora4. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es vincular dentro de la señal “Total Arranques”, esta señal que se acaba de crear. Para ello, dentro del apartado de las características de la alarma:

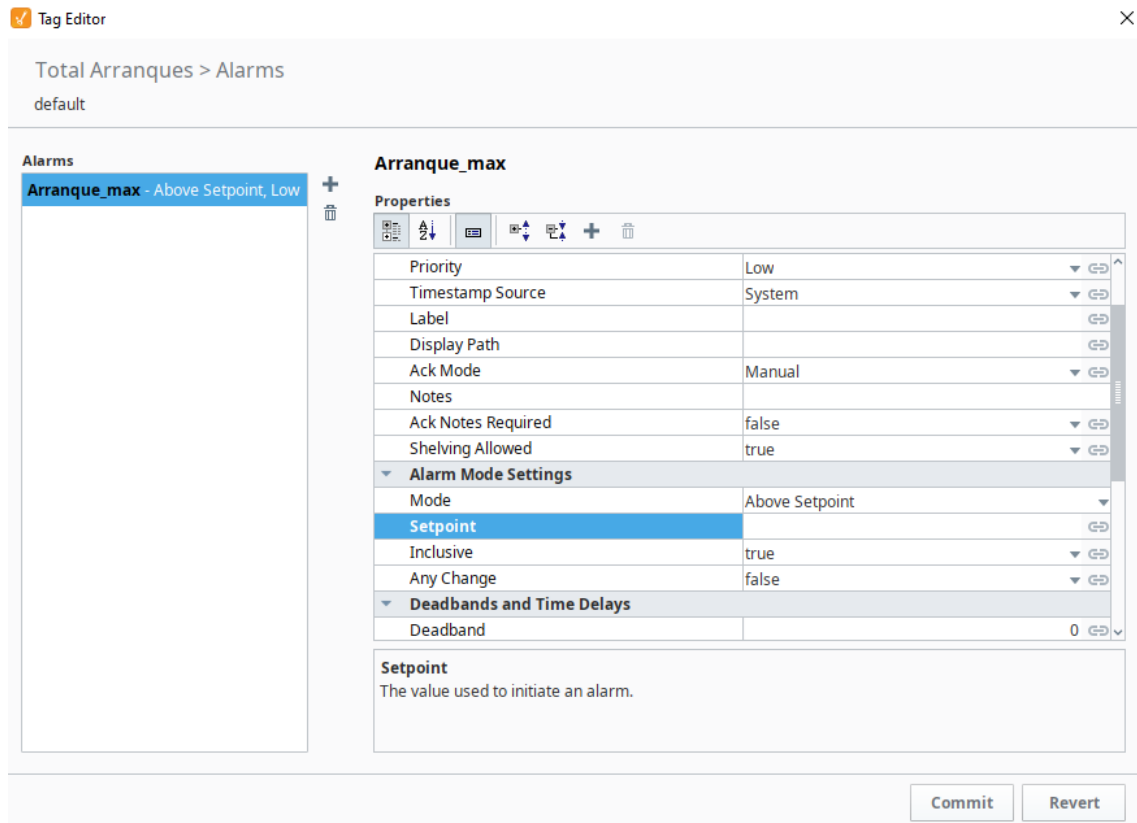


Figura266. Configuración alarmas bomba agitadora5. Fuente: Elaboración propia

Se debe eliminar el valor de setpoint configurado para el anterior caso, y asociarlo a la señal UDT que se acaba de configurar:

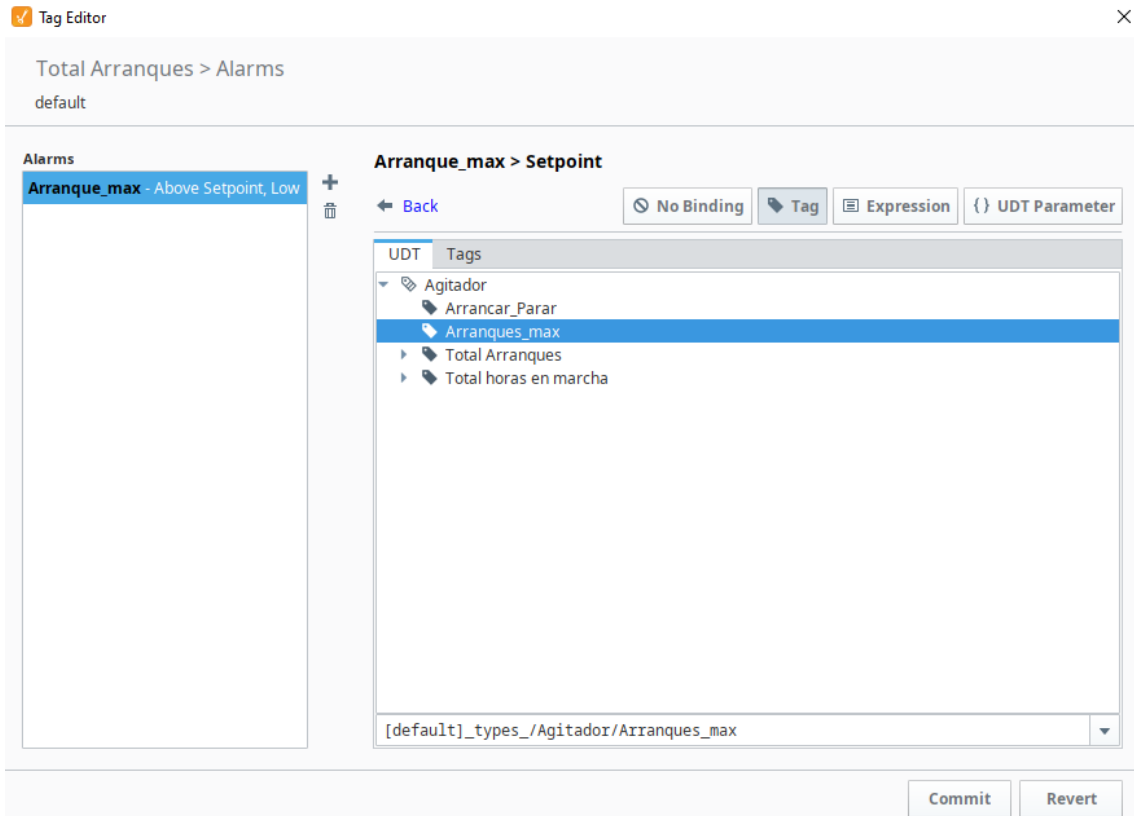


Figura267. Configuración alarmas bomba agitadora6. Fuente: Elaboración propia

Lo que se consigue así, es que en todas las estaciones donde este agregada esta plantilla ahora aparezca el nuevo atributo:

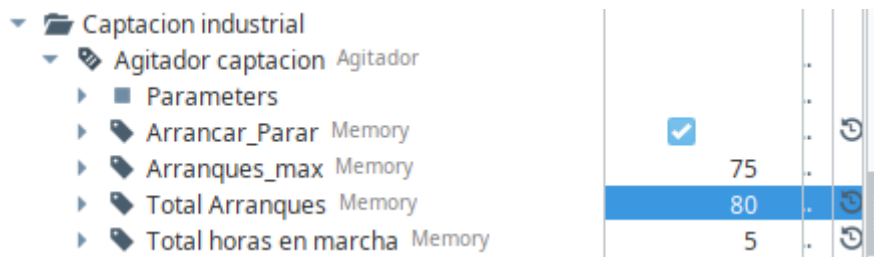


Figura268. Configuración alarma bomba agitadora. Fuente: Elaboración propia

Y saltará en cuanto superé el valor de 75:

Figura269. Alarma en vigor bomba agitadora captación. Fuente: Elaboración propia

Además, se ha configurado Active Delay a 60 segundos para que tarde, 1 minuto en saltar y confirmar que es una alarma y no un falso positivo.

Se realizan los mismos pasos para crear una alarma en la señal “Total horas en marcha”. En primer lugar, se debe crear una señal nueva llama “Marcha_max” con un valor de 24. Seguidamente, en la señal “Total horas en marcha” se ha configurado en las características de la alarma para que en cuanto el valor llegue a 24 salte. Para ello, se ha asociado a la señal UDT creada anteriormente “Marcha_max”:

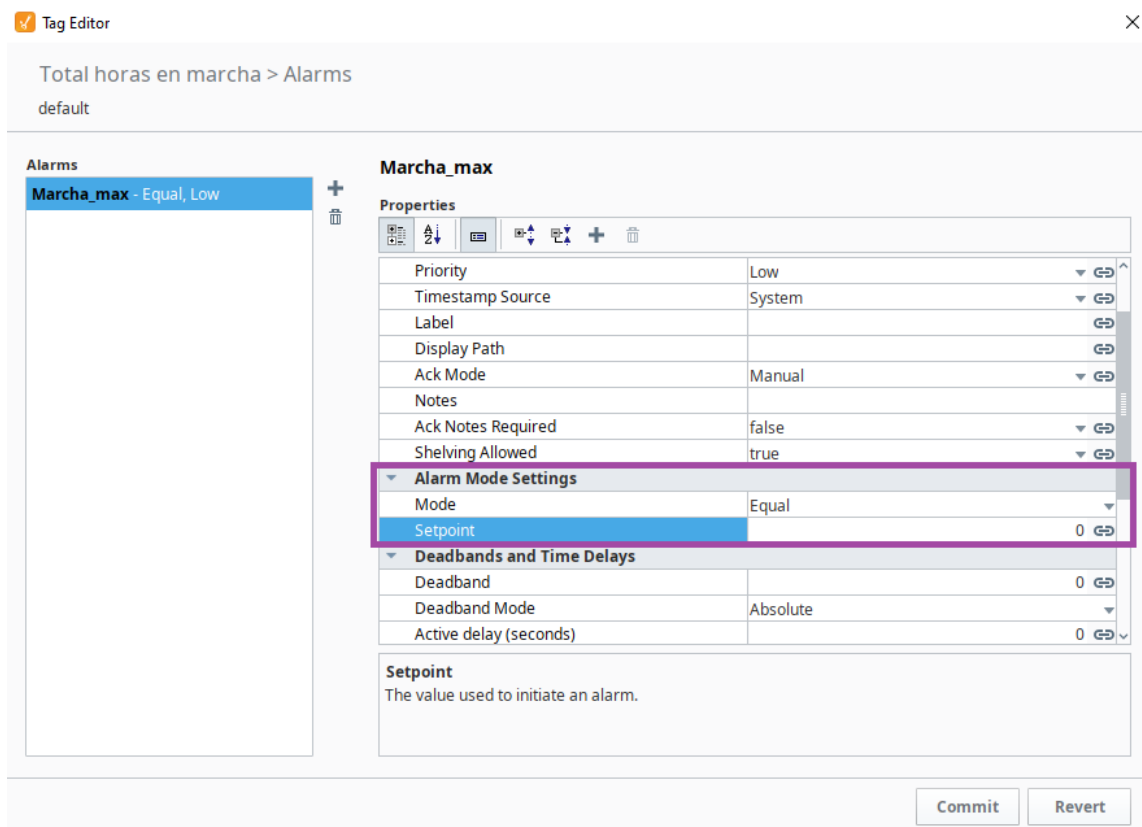


Figura270. Configuración bomba agitadora captación. Fuente: Elaboración propia

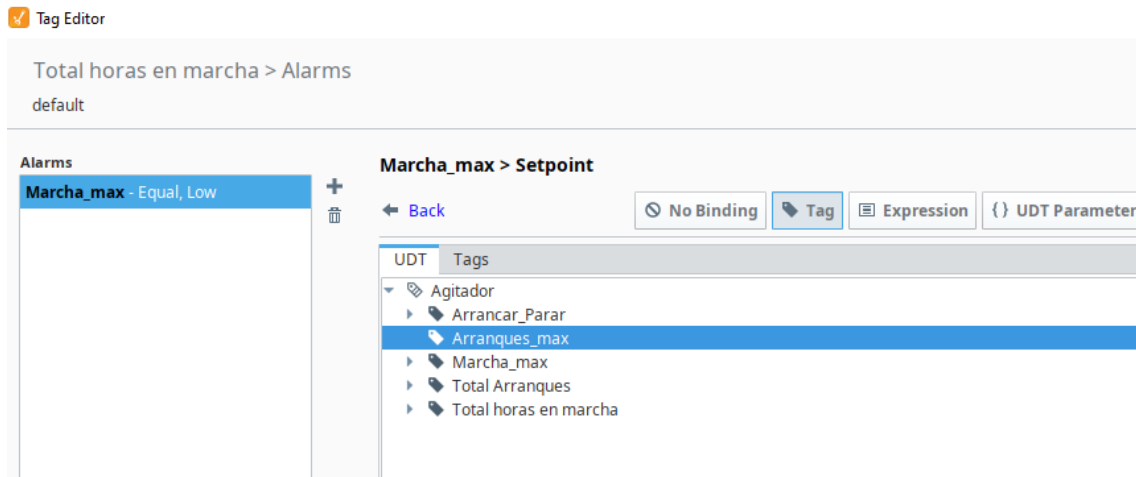


Figura271. Configuración bomba agitadora captación. Fuente: Elaboración propia

En el sinóptico, ya aparece nuestra plantilla agitador con los dos atributos creados extra y los símbolos de monitorización en las señales de total arranques y total horas:



Figura271. Configuración bomba agitadora captación. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso, es configurar la plantilla Bomba. Como se ha hecho anteriormente, se crea una señal nueva llamada “Arranques_max” con un valor de 100. En la señal “Total de arranques” hemos configurado tal y como se muestra en la figura siguiente:

Tag Editor

Total de arranques > Alarms
default

Alarms

Arranques_max - Above Setpoint, Low

Arranques_max

Properties

Main	
Name	Arranques_max
Enabled	true
Priority	Low
Timestamp Source	System
Label	
Display Path	
Ack Mode	Manual
Notes	
Ack Notes Required	false
Shelving Allowed	true
Alarm Mode Settings	
Mode	Above Setpoint
Setpoint	[.]Arranques_max
Inclusive	true

(Name)
(Description)

Figura272. Configuración bomba captación. Fuente: Elaboración propia

El nombre, la prioridad a la que se ha asignado baja. Dentro de las características, se ha configurado para que salte la alarma si supera el valor de la señal de UDT:

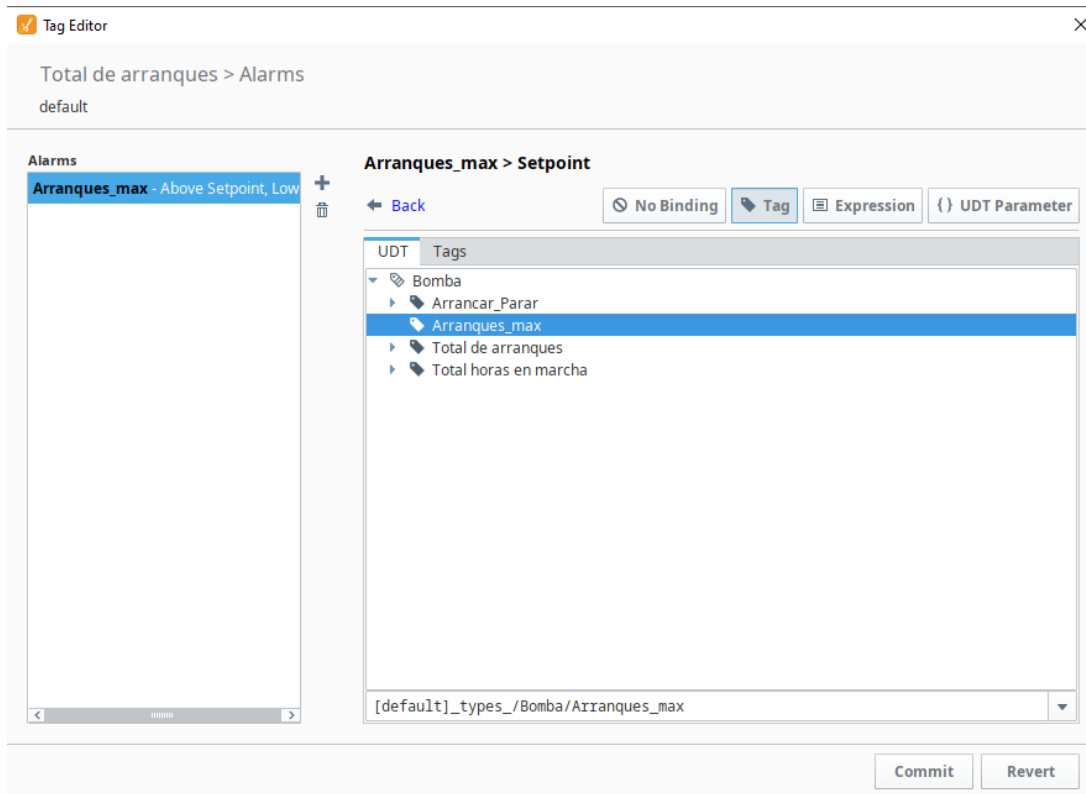


Figura273. Configuración bomba captación. Fuente: Elaboración propia

Además, se ha configurado para que la alarma salte 60 segundos después de que haya sobrepasado el valor para confirmar que es una alarma real. Se realiza el mismo proceso para configurar la alarma con Total horas en marcha. Una vez configuradas ambas, aparece el símbolo en el esquema:



Figura274. Resultado configuración bomba captación. Fuente: Elaboración propia

El proyecto continua con la configuración de la plantilla de Cloro, en este caso se han configurado sólo dos señales más para realizar la monitorización: “High Rango” y “Low Rango” como se muestra en la figura275. Asignando a High Rango un valor máximo de 20 y a Low Rango un valor de 5:

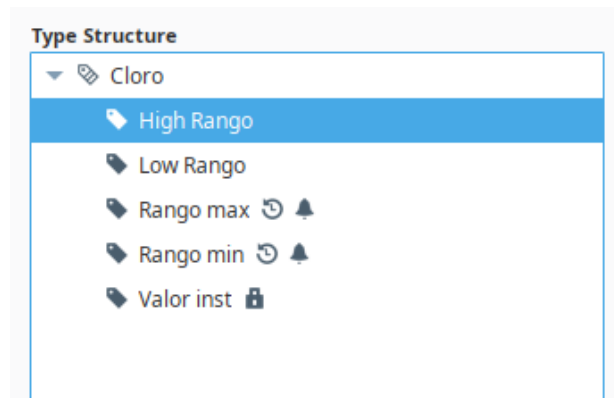


Figura275. Resultado configuración cloro captación. Fuente: Elaboración propia

Se ha configurado de la misma forma que sus antecesoras, dentro de la señal Rango máximo (Rango max), se habilitado el apartado alarmas:

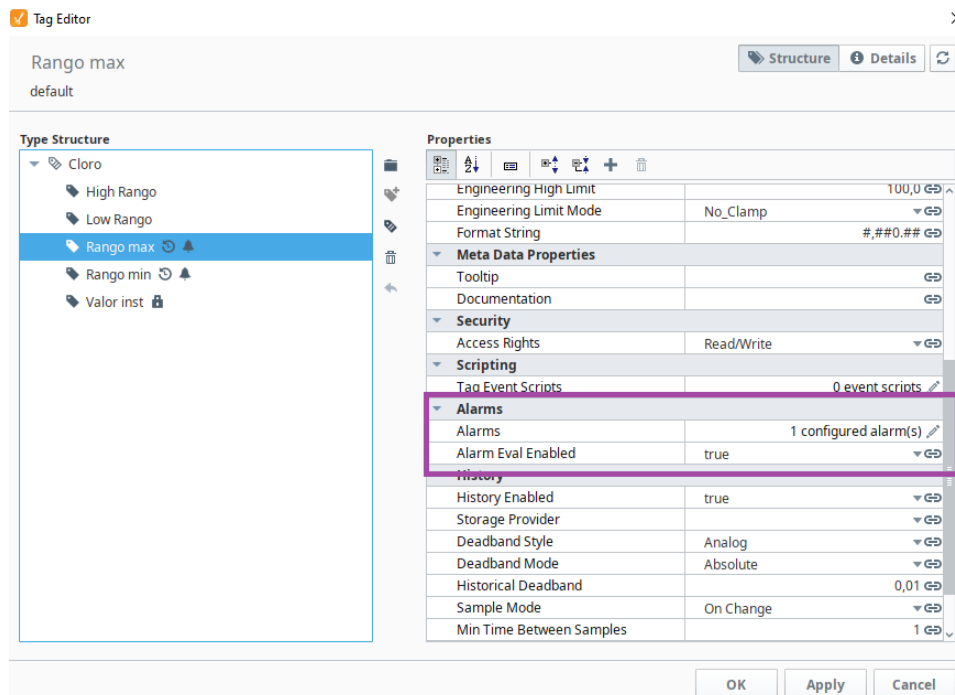


Figura276. Configuración cloro captación. Fuente: Elaboración propia

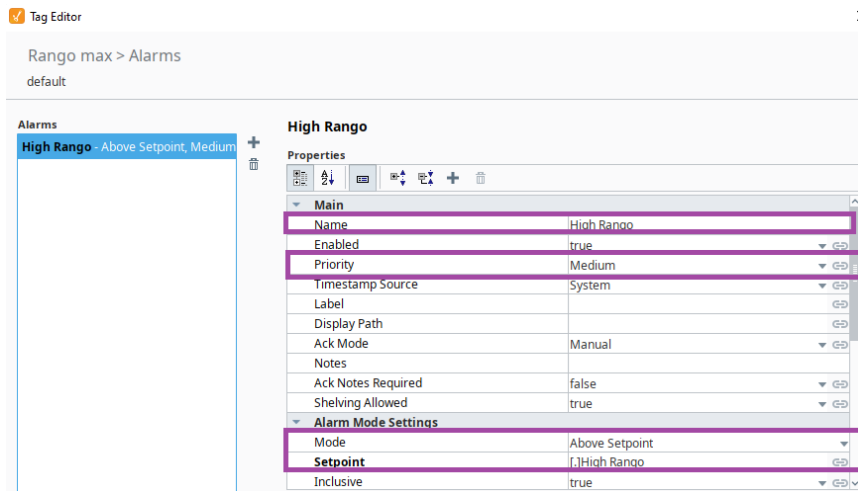


Figura277. Configuración cloro captación. Fuente: Elaboración propia

Nuevamente, se le asigna el nombre High Rango. En este caso, se le ha asignado a la alarma una prioridad media ya que es importante tener controlado el cloro que se le inyecta al agua ya que ayuda a que no se infecte de bacterias e insectos. Dentro de las características de la alarma, se configura para que la alarma salte cuando supere el valor fijado en la etiqueta UDT High Rango (20).

Se repite el mismo proceso para la asociación de la alarma Low Rango, como se muestra en la siguiente figura278:

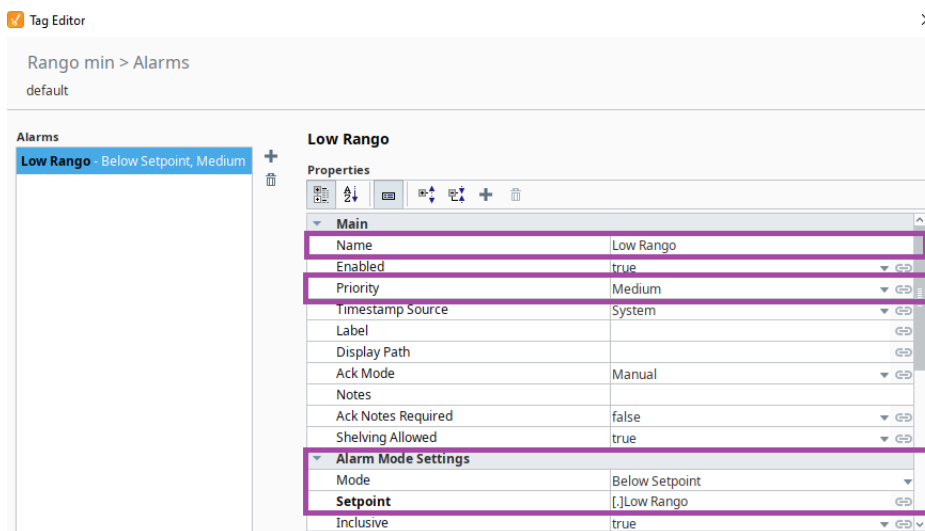


Figura278. Configuración cloro captación. Fuente: Elaboración propia

En este caso, el valor mínimo de rango para que salte esta alarma está configurado a 5, por esta razón se debe seleccionar “Below Setpoint”.

En el siguiente punto se configuran cuatro señales nuevas dentro de la plantilla madre “Contador”, éstas serán: High Total y High Caudal, junto con sus valores mínimos que se configurarán como Low Total y Low Caudal. Se decide monitorizar este par de señales ya que el caudal instantáneo mide la cantidad de agua que se tiene en ese instante de tiempo, y el total mide la cantidad total de agua. La estructura queda de la siguiente manera:

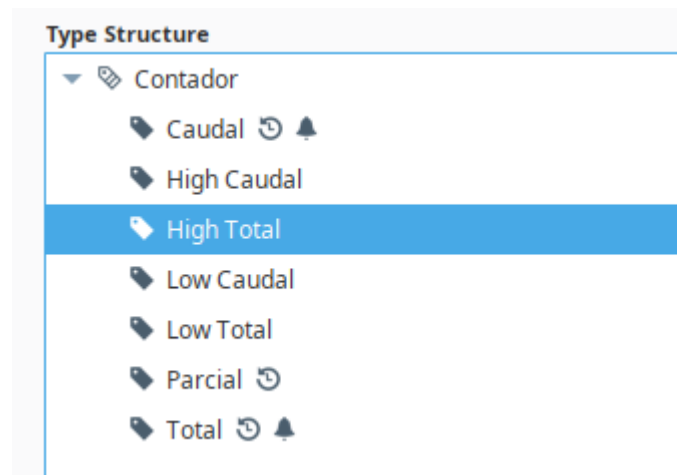


Figura279. Resultado contador captación. Fuente: Elaboración propia

Dentro de Caudal, se habilita monitorización:

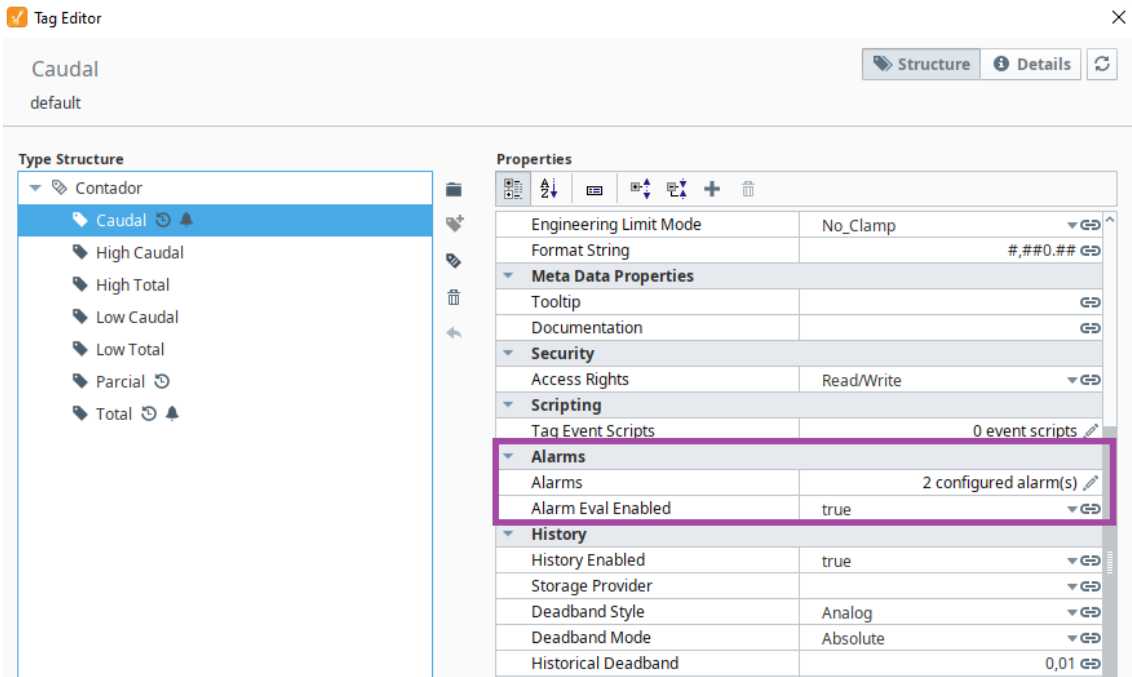


Figura280. Configurador contador captación. Fuente: Elaboración propia

En primer lugar se configura High Caudal, de la siguiente manera:

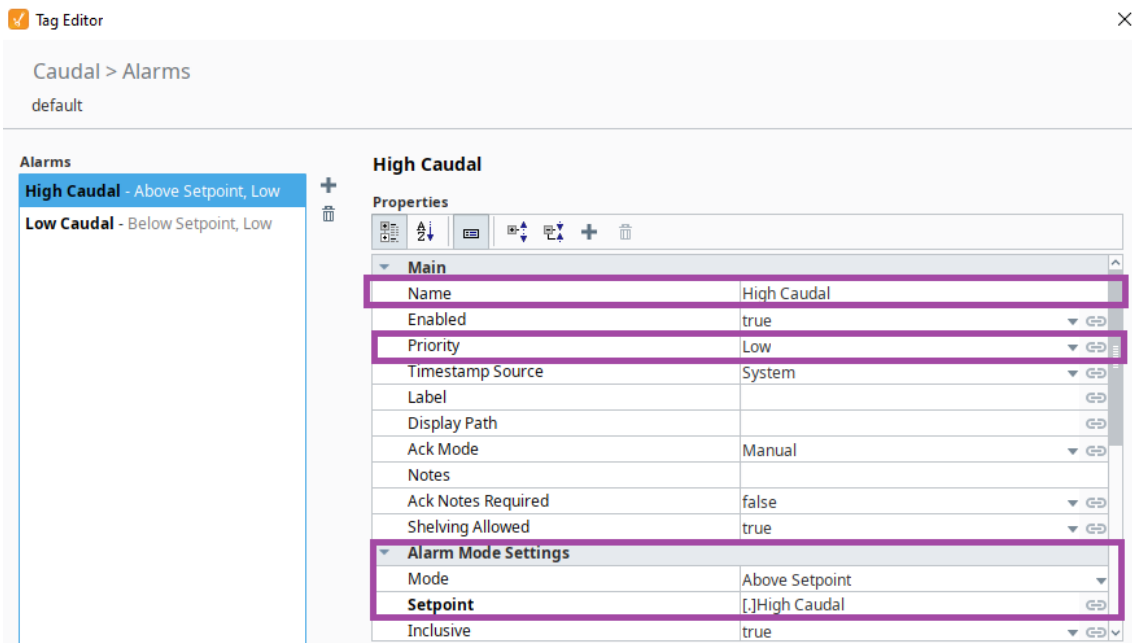


Figura281Configurador contador captación. Fuente: Elaboración propia

Se le debe asignar un nombre, prioridad baja y configurado para que salte cuando supere el valor de 30. De la misma manera, se configura Low Caudal:

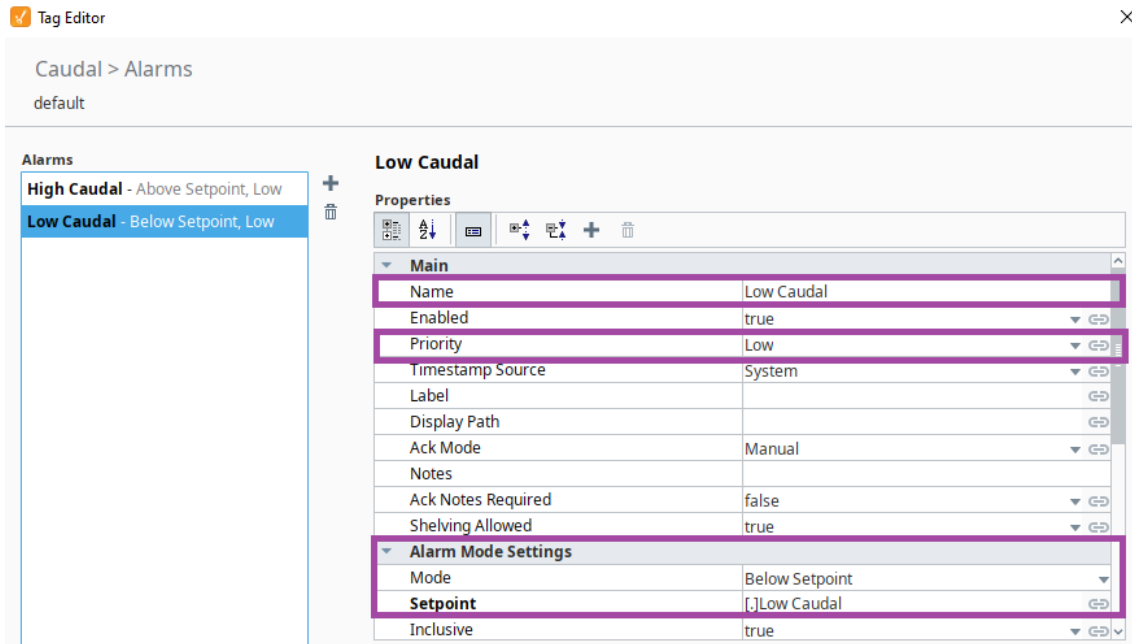


Figura282. Configurador contador captación. Fuente: Elaboración propia

En este caso, la alarma saltará si el valor es menor de 5.

En el caso de las señales High/Low Total se configurará de la misma forma salvo que el valor máximo de la señal High Total será 100, mientras que 10 será el valor mínimo tal y como se observa en las siguientes figuras:

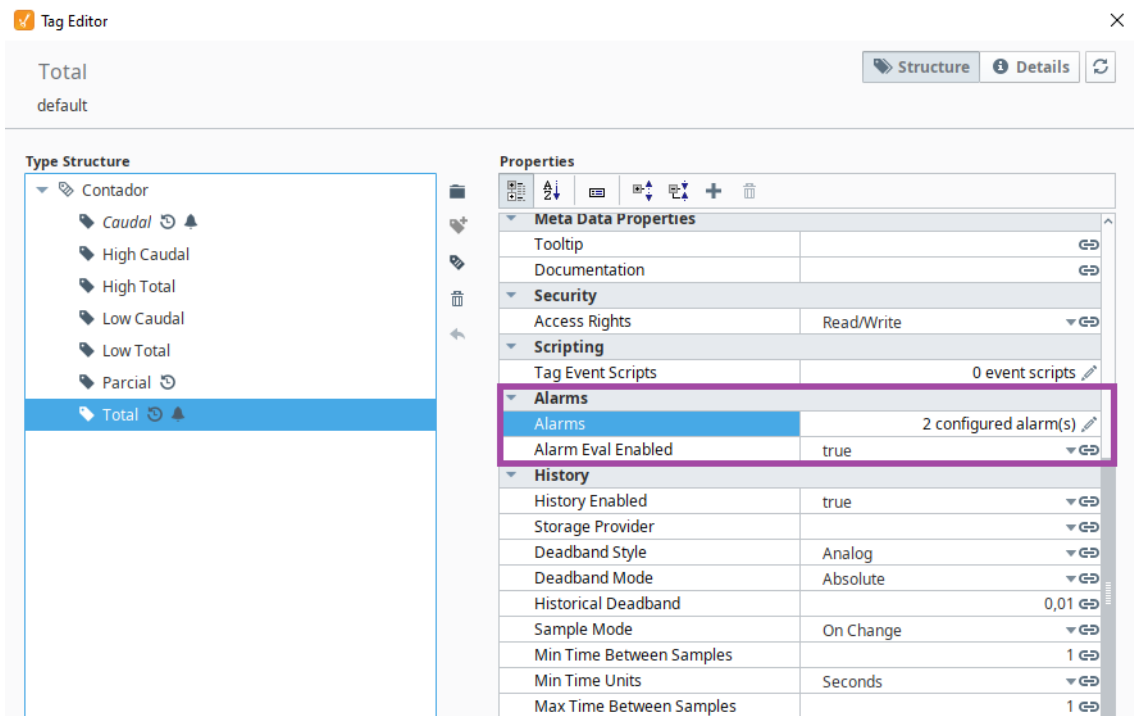


Figura283. Configurador contador captación. Fuente: Elaboración propia

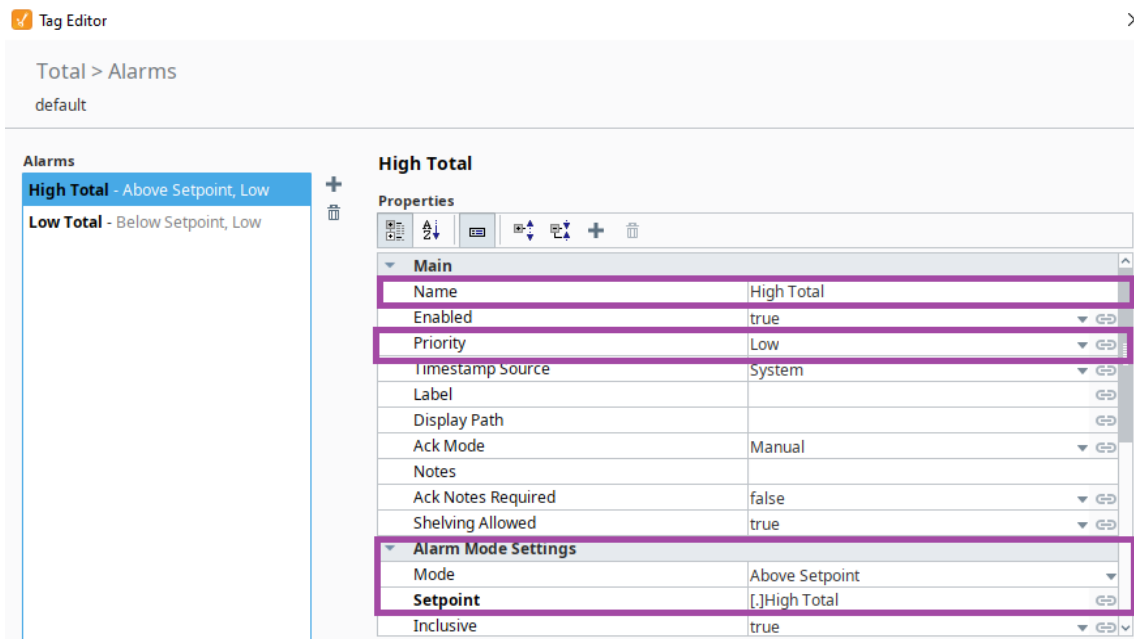


Figura284. Configurador contador captación. Fuente: Elaboración propia

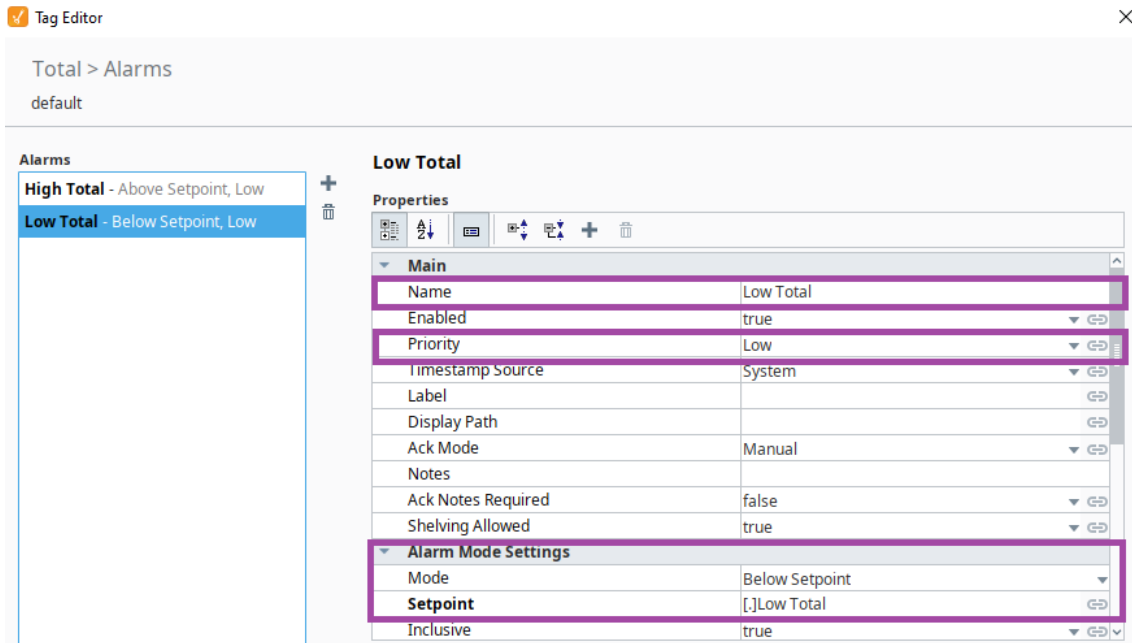


Figura285. Configurador contador captación. Fuente: Elaboración propia

La siguiente plantilla a monitorizar será la de Nivel, se crea sólo dos nuevas señales: High Rango y Low Rango, con un valor de 50 y 10 respectivamente.

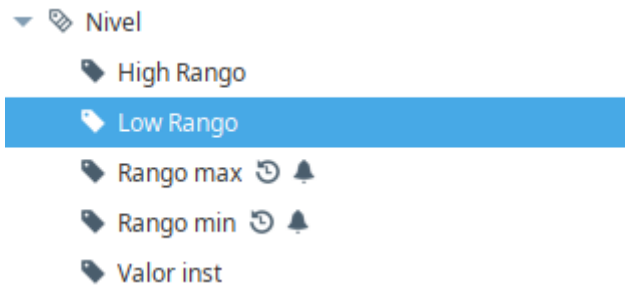


Figura286. Resumen nivel captación. Fuente: Elaboración propia

Se configura las señales de la misma manera que las configuradas anteriormente, dinámicas UDT. Resultando como se muestra en la figura287 High Rango y en la figura288 Low Rango, en ambas alarmas se les ha asignado prioridad alta.

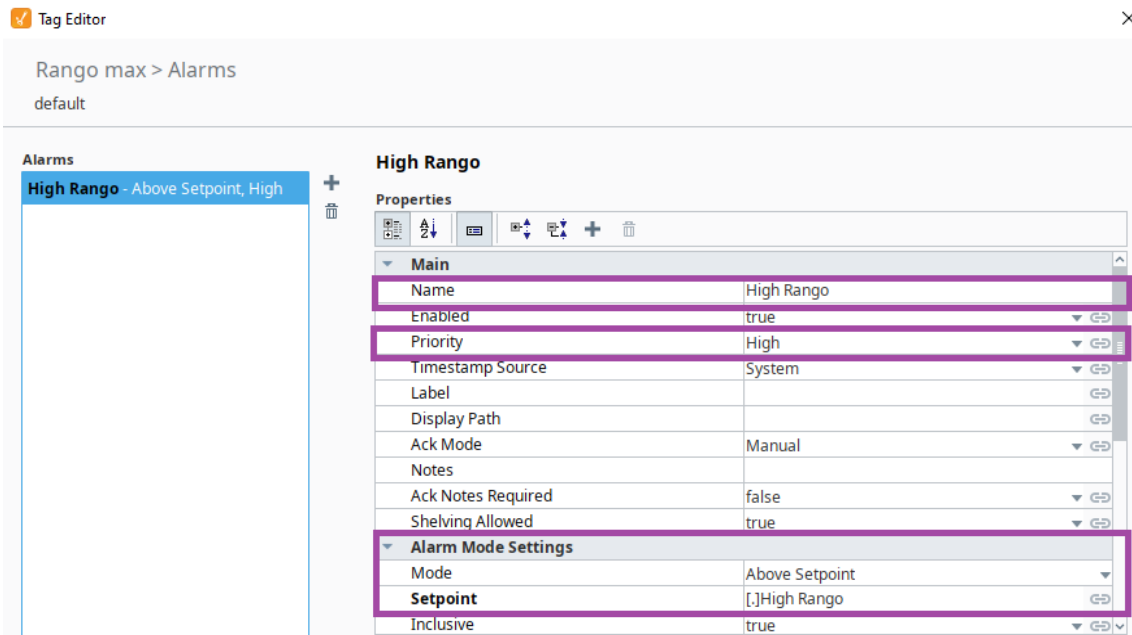


Figura287. High Rango. Fuente: Elaboración propia

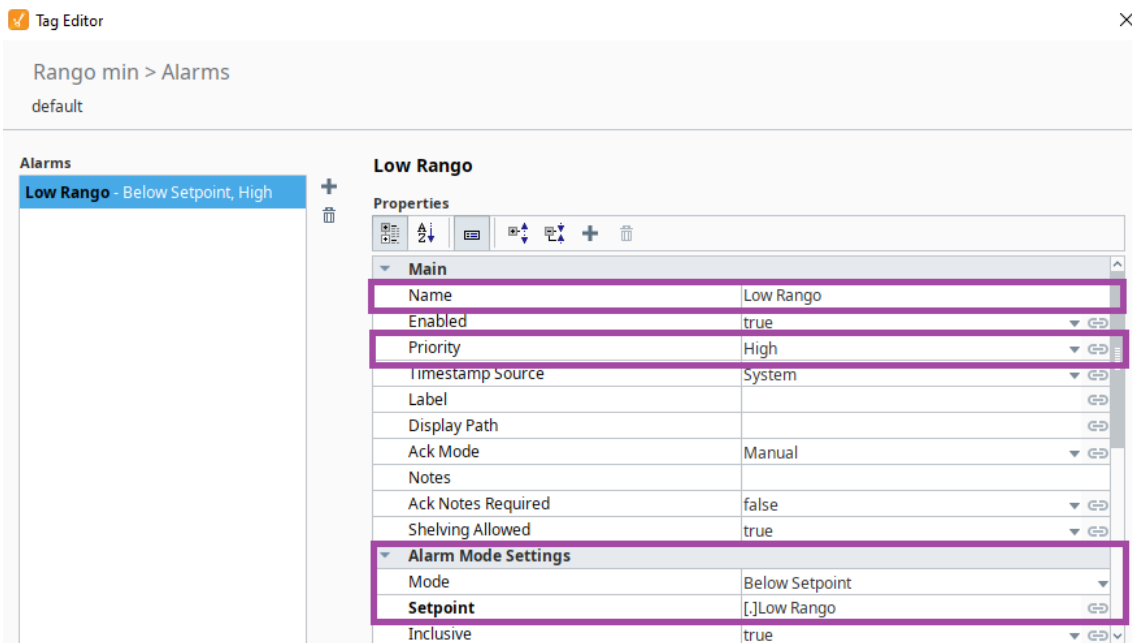


Figura288. High Rango. Fuente: Elaboración propia

Finalizando esta sección, se debe configurar la plantilla Presión. Siguiendo el mismo formato de monitorización, se configuran como plantillas dinámicas UDT donde se han creado dos señales nuevas: High Rango y Low Rango.

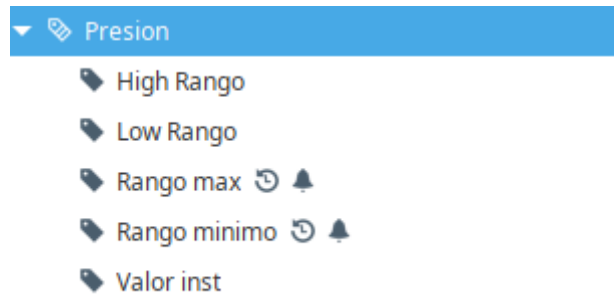


Figura289. Resultado presión. Fuente: Elaboración propia

Se configura la plantilla dinámica UDT en ambas y se le asigna una prioridad Crítica:

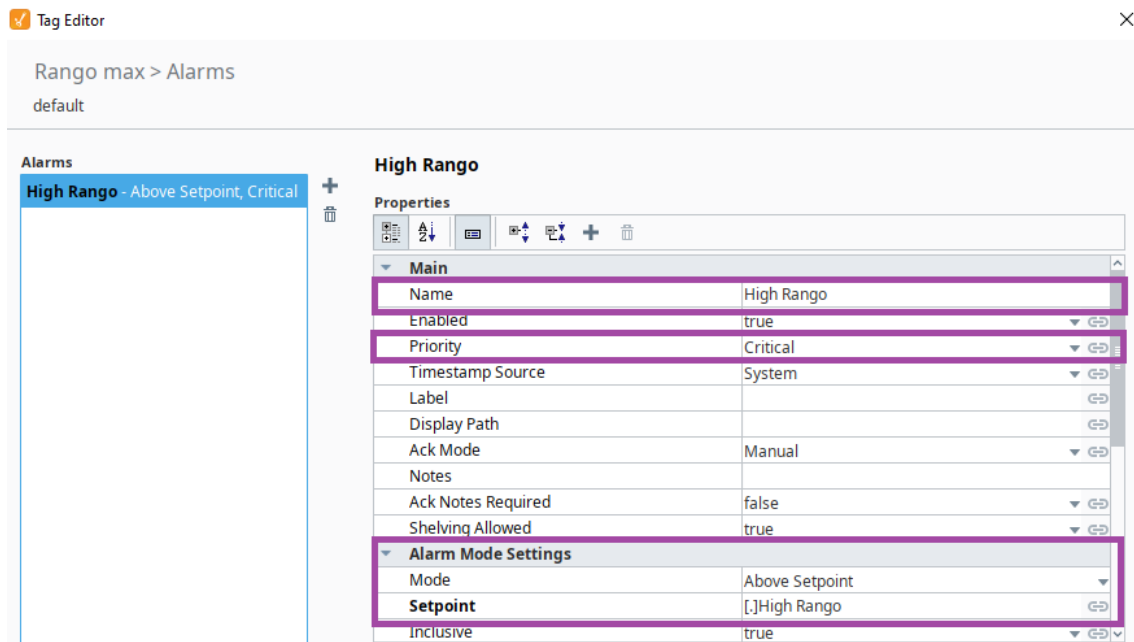


Figura290. Configurador presión. Fuente: Elaboración propia

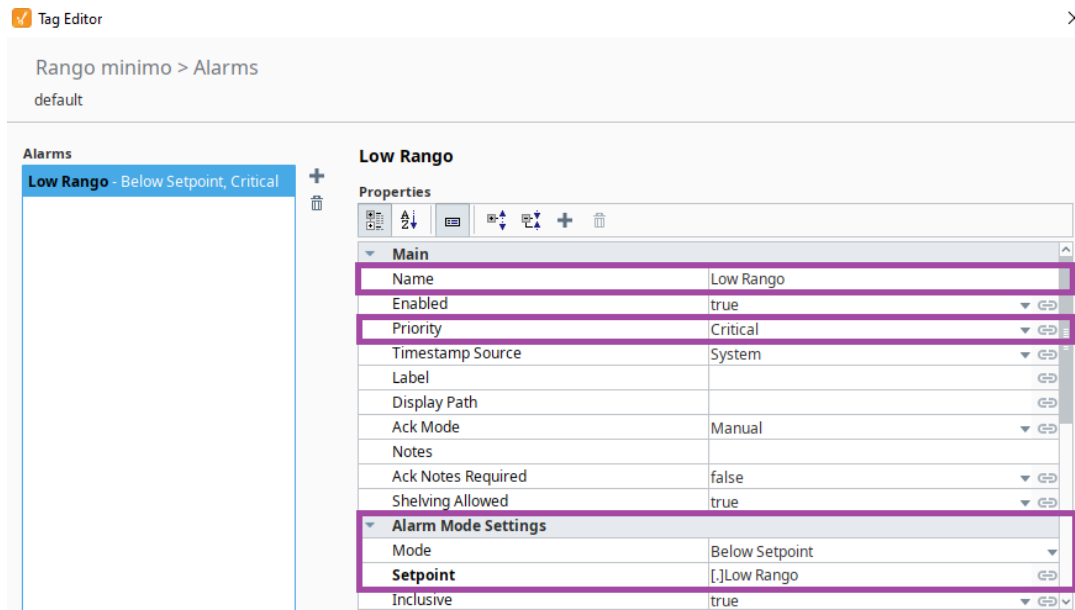


Figura291. Configurador presión. Fuente: Elaboración propia

Para finalizar con esta sección, se debe configurar la plantilla Turbidez. Como se ha realizado durante todo el proyecto, se configura la plantilla como una de las plantillas dinámicas UDT. Para ello se han creado dos nuevas señales: High Rango y Low Rango, con unos valores de 30 y 5 respectivamente. La prioridad asignada en este caso ha sido baja.

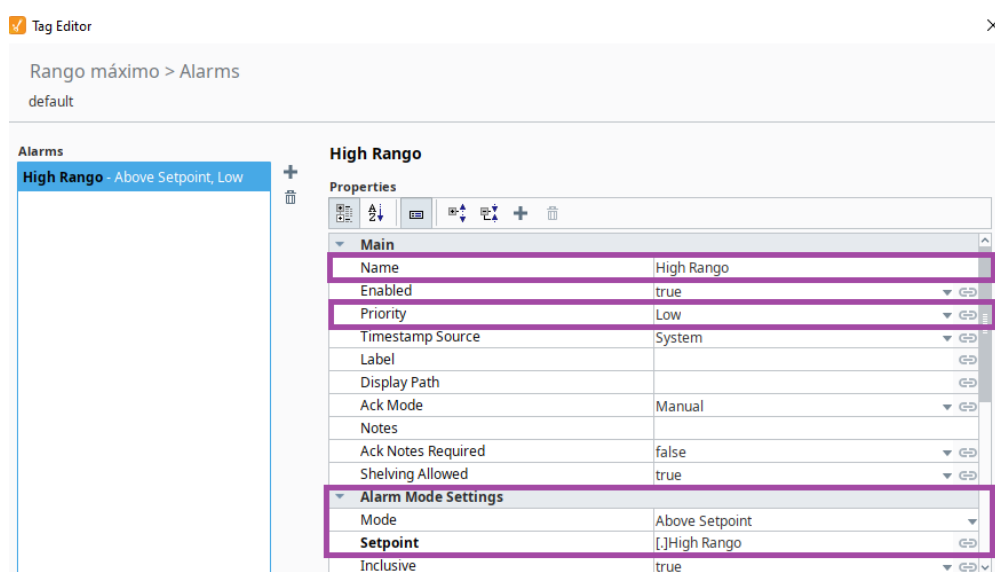


Figura292. Configurador presión. Fuente: Elaboración propia

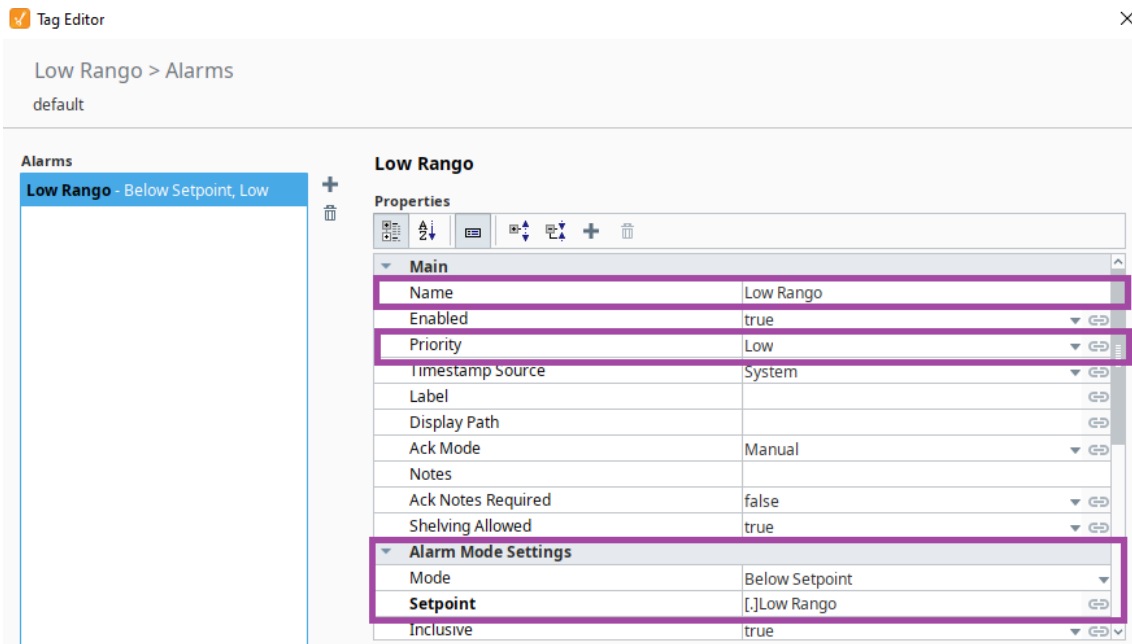


Figura293. Configurador presión. Fuente: Elaboración propia

CUADRO DE MONITORIZACIÓN

Una vez configuradas las plantillas, se crea un cuadro de monitorización en el que cada vez que salte una alarma se reflejará y lo operarios puedan actuar.

Dentro de la paleta de componentes, en la sección de alarmas, se encuentra: Alarm Status Table.

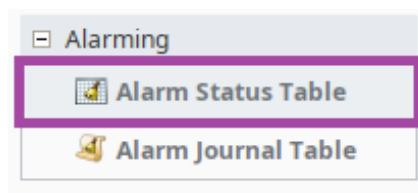


Figura294. Alarm Status Table. Fuente: Elaboración propia

Esta herramienta crea un cuadro en el que aparecerán las alarmas. Además, en este cuadro está la posibilidad de cómo se desea visualizar cada alarma: cambiar el color, letra, que parpadee para que se más visible, entre ellos. En este proyecto las alarmas han sido configuradas de la siguiente manera:

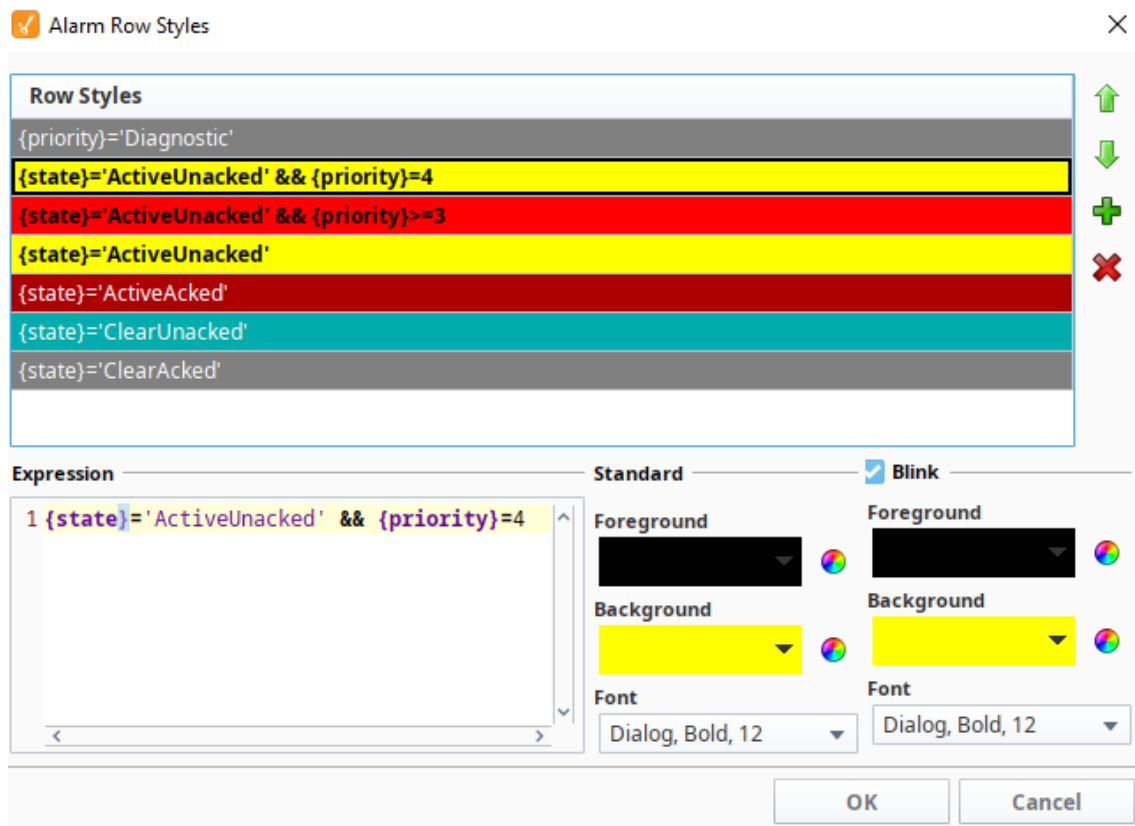


Figura294. Configuración alarmas. Fuente: Elaboración propia

Hay algunas alarmas que venían de forma predeterminada ya creadas como son {state}='ClearUnacked' cuando la alarma rearma (esta todo dentro de los valores fijados) pase a azul. También permite configurar el orden de urgencia en el rol.

En este caso, hemos creado la alarma {state}='ActiveUnacked' && {priority}=4 y la hemos puesto en la segunda posición. Lo que se consigue así es que las alarmas que previamente en las etiquetas se han configurado como Críticas, las asuma en primer lugar y además aparezcan parpadeando en rojo y negro en la tabla. El resto de configuración predeterminada, ha sido retocada para que las alarmas que tienen

prioridad High aparezcan en rojo (en este caso no parpadean). Y las que tienen prioridad Low/Medium aparezcan en amarillo. Como resultado, se obtiene la siguiente figura:

Active Time	Display Path	Current State	Name	Priority	Active Duration	Event Id	Label
1/16/21, 4:56 PM	ETAP/Nivel Deposito Distribucion 3/Rango min/Low Rang	Active, Unac	Low Rang	High	16 hours, 57 minu	8bbe3bb...	Low Rang
1/16/21, 8:15 PM	Balsa Industrial 1/Nivel balsa almacenamiento 1/Rango max/Hig	Active, Unac	High Rang	High	13 hours, 38 minu	e42148f3...	High Ran.
1/16/21, 8:16 PM	Balsa Industrial 1/Nivel balsa almacenamiento 2/Rango max/Hig	Active, Unac	High Rang	High	13 hours, 37 minu	ede60fbc...	High Ran.
1/16/21, 8:17 PM	Balsa Industrial 2/Nivel balsa almacenamiento 2/Rango max/Hig	Active, Unac	High Rang	High	13 hours, 37 minu	318f1b1...	High Ran.
1/16/21, 8:17 PM	Balsa Industrial 3/Nivel balsa almacenamiento 2/Rango min/Low	Active, Unac	Low Rang	High	13 hours, 37 minu	dce3623e...	Low Rang
1/16/21, 8:17 PM	Balsa Industrial 2/Nivel balsa almacenamiento 3/Rango min/Low	Active, Unac	Low Rang	High	13 hours, 36 minu	279c765...	Low Rang
1/16/21, 8:18 PM	Balsa Industrial 3/Nivel balsa almacenamiento 4/Rango min/Low	Active, Unac	Low Rang	High	13 hours, 36 minu	3fe6e0c...	Low Rang
1/16/21, 8:18 PM	Balsa Industrial 3/Nivel balsa de almacenamiento 3/Rango min/Low	Active, Unac	Low Rang	High	13 hours, 35 minu	0c37cbbc...	Low Rang
1/16/21, 8:20 PM	Captacion potable/Nivel balsa almacenamiento 2/Rango min/Low	Active, Unac	Low Rang	High	13 hours, 34 minu	b7b0c414...	Low Rang
1/16/21, 8:20 PM	Captacion potable/Nivel captacion potable/Rango min/Low Ra	Active, Unac	Low Rang	High	13 hours, 33 minu	95df11b6...	Low Rang
1/16/21, 8:21 PM	Deposito potable 1/Nivel Deposito Distribucion 2/Rango min/Low	Active, Unac	Low Rang	High	13 hours, 33 minu	97bb4774...	Low Rang
1/16/21, 8:21 PM	Deposito potable 1/Nivel deposito distribucion 1/Rango max/Hig	Active, Unac	High Rang	High	13 hours, 32 minu	9e42078...	High Ran.
1/16/21, 8:25 PM	Deposito potable 2/Cloro deposito distr/Rango min/Low Ra	Active, Unac	Low Rang	Medium	13 hours, 28 minu	2263566b...	Low Rang
1/16/21, 8:25 PM	Deposito potable 2/Cloro deposito distr/Rango max/High Ra	Active, Unac	High Rang	Medium	13 hours, 28 minu	b1618f76...	High Ran.
1/16/21, 8:26 PM	ETAP/Cloro deposito distr/Rango min/Low Rang	Active, Unac	Low Rang	Medium	13 hours, 28 minu	2e89ebf6...	Low Rang
1/16/21, 8:26 PM	ETAP/Cloro deposito distr/Rango max/High Rang	Active, Unac	High Rang	Medium	13 hours, 28 minu	e11cc6c3...	High Ran.
1/16/21, 9:17 PM	Deposito potable 1/Cloro deposito distr/Rango max/High Ra	Active, Unac	High Rang	Medium	12 hours, 36 minu	6ab99368...	High Ran.
1/16/21, 9:18 PM	Deposito potable 1/Cloro deposito distr/Rango min/Low Ra	Active, Unac	Low Rang	Medium	12 hours, 36 minu	2340e722...	Low Rang
1/16/21, 9:35 PM	ETAP/Cloro DP Hipoclorito ETAP/Rango max/High Rang	Active, Unac	High Rang	Medium	12 hours, 19 minu	cf599e75...	High Ran.
1/16/21, 9:35 PM	ETAP/Cloro DP Hipoclorito ETAP/Rango min/Low Rang	Active, Unac	Low Rang	Medium	12 hours, 19 minu	351583c6...	Low Rang
1/16/21, 4:21 PM	Deposito potable 1/Cloro deposito distr/Rango max/High Ra	Cleared, Unac	High Rang	Medium	4 hours, 3 minutes	2029eca3...	High Rang
1/16/21, 4:21 PM	Deposito potable 2/Cloro deposito distr/Rango max/High Ra	Cleared, Unac	High Rang	Medium	4 hours, 4 minutes	0c0b5d03...	High Rang
1/16/21, 4:21 PM	ETAP/Cloro deposito distr/Rango max/High Rang	Cleared, Unac	High Rang	Medium	4 hours, 5 minutes	0a7e0f6b...	High Rang
1/16/21, 8:24 PM	Deposito potable 1/Cloro deposito distr/Rango max/High Ra	Cleared, Unac	High Rang	Medium	48 minutes, 46 sec	8a124206...	High Rang
1/16/21, 8:24 PM	Deposito potable 1/Cloro deposito distr/Rango min/Low Ra	Cleared, Unac	Low Rang	Medium	49 minutes, 1 sec	2c760946...	Low Rang
1/16/21, 9:13 PM	Deposito potable 1/Cloro deposito distr/Rango max/High Ra	Cleared, Unac	High Rang	Medium	4 minutes, 10 seco	1f430e06...	High Rang
1/16/21, 9:13 PM	Deposito potable 1/Cloro deposito distr/Rango min/Low Ra	Cleared, Unac	Low Rang	Medium	4 minutes, 8 seco	c17bca0e...	Low Rang
1/16/21, 8:26 PM	ETAP/Cloro DP Hipoclorito ETAP/Rango min/Low Ra	Cleared, Unac	Low Rang	Medium	1 hours, 3 minutes	20c201de...	Low Rang
1/16/21, 8:26 PM	ETAP/Cloro DP Hipoclorito ETAP/Rango max/High Rang	Cleared, Unac	High Rang	Medium	1 hours, 3 minutes	0bc2a296...	High Rang
1/16/21, 9:30 PM	ETAP/Cloro DP Hipoclorito ETAP/Rango max/High Rang	Cleared, Unac	High Rang	Medium	4 minutes, 38 seco	6295c48e...	High Rang
1/16/21, 9:30 PM	ETAP/Cloro DP Hipoclorito ETAP/Rango min/Low Ra	Cleared, Unac	Low Rang	Medium	4 minutes, 29 seco	b0dadf62...	Low Rang
1/16/21, 1:18 PM	ETAP/Bomba coagulante ETAP/Total horas en marcha/Marcha n	Active, Unac	Marcha ma	Low	20 hours, 35 minu	02c3c464...	Marcha...
1/16/21, 1:18 PM	ETAP/Contador ETAP/Caudal/High Cauda	Active, Unac	High Cauda	Low	20 hours, 35 minu	0744f026...	High Cau.
1/16/21, 1:18 PM	Deposito potable 2/Contador deposito distr/Caudal/High Cai	Active, Unac	High Cauda	Low	20 hours, 35 minu	be159203...	High Cau.

Figura295. Resumen alarmas. Fuente: Elaboración propia

Ha sido ordenado por orden criticidad, por lo que el sistema de colores y el orden de criticidad hace que de una forma muy visual y rápida se pueda saber el problema que está ocurriendo y permita actuar con rapidez.

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXO VI

ACRÓNIMOS

ANEXO VI. ACRÓNIMOS

ACRÓNIMOS	DEFINICIÓN
SCADA	Viene del inglés Supervisory Control and Data Acquisition. En castellano: Supervisión, Control y Adquisición de Datos
PLC	Viene del inglés Programmable Logic Controller. En castellano: automáta programable
IT	Viene del inglés Information Technology. En castellano: Tecnología de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
Tecnología LED	Viene del inglés: Ligth-Emitting Diode. En castellano: diodo emisor de luz
SAMUR	Servicio de Asistencia Municipal de Urgencia y Rescate
CISEM	Centro Integrado de Seguridad y Emergencias
IoT	Viene del término en inglés Internet of Things. En castellano: internet de las cosas
I+D+i	Investigación, desarrollo e innovación
RECI	Red Española de Ciudades Inteligentes
ONTSI	Observatorio Nacional de Telecomunicaciones y Servicios de la Información
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación

SETSI	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información
SEGITTUR	Sociedad Estatal de Gestión de la Información y las Tecnologías Turística
OMS	Organización Mundial de la Salud
FAO	Viene del inglés Food and Agriculture Organization. En castellano: Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
ETAP	Estación de Tratamiento de Agua Potable
ETAM	Estación de Tratamiento de Agua Marina
EDAR	Estaciones Depuradoras de Agua Residuales
SIG	Sistemas de Información Geográficos
HMI	Viene del inglés Human Machine Interface. En castellano: Interfaz Hombre-Máquina
RTU	Viene del inglés: Remote Terminal Unit . En castellano: Unidad de Terminal Remota
OPC UA	Viene del inglés: Open Protocol Communication Unified Architecture. En castellano: Protocolo de Comunicación de Unificación de Arquitectura
MQTT	Messaging Queing Telemetry Transport
WiMAX	Viene del inglés: Worldwide Interoperability for Microwave Access. En castellano: interoperabilidad mundial para acceso por microondas

3G	3º Generación. Permite la transmisión de datos, voz y vídeo a una alta velocidad y sin cables
RAE	Real Academia Española

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE



ANEXO VII

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Estudio y guía metodológica sobre las ciudades Inteligentes, ONTSI, Noviembre 2015
- [2] “Ciudad Inteligente” [En línea:]<https://economipedia.com/definiciones/ciudad-inteligente-smart-city.html>
- [3] “Smart cities”,V Forum Retos Internacionales del Ecosistema Salud [en línea]:
<https://forumries.com/las-ciudades-inteligentes-o-smart-cities-son-una-revolucion-necesaria-de-gran-importancia-para-el-correcto-funcionamiento-de-un-pais/>
- [4] “Mapa de ciudades inteligentes”, Red Española de Ciudades Inteligentes [en línea]:
<http://reddecidadesinteligentes.es/mapa-de-ciudades/>
- [5] “Libro Smart City”, Febrero 2017 [en línea]: <http://www.libroblancosmartcities.com/>
- [6] Las normas de las ciudades inteligentes. Informe de situación, AENOR
- [7] “ONTSI”, red.es [en línea]: <https://www.ontsi.red.es/es/sobre-ontsi>
- [8] Apuntes de la asignatura “Autómatas programables”, Ingeniería de Sistemas y Automática de la universidad de Oviedo:
http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc_resumen.pdf
- [9] Juan Amigo, “Autómatas programables (PLC)”, Módulo: Operación de equipos industriales, 2013. <https://slideplayer.es/slide/10176399/>
- [10] “¿Qué es SCADA?” según Wonderware [en línea]<https://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-scada/>
- [11] “El rol de SCADA” [en línea]<https://idboxrt.com/scada/>
- [12] ¿Qué es SCADA y cómo funciona? [en línea]<https://www.opertek.com/blog/que-es-scada-y-como-funciona/>
- [13] SCADA software, Inductive Automation [en línea]:
<https://inductiveautomation.com/scada-software/>

- [14] Web oficial SIMATIC WinCC Open Architecture [en línea]: <https://www.winccoa.com/company>
- [15] Web oficial Indusoft [en línea]: <https://www.indusoft.com>
- [16] “Plant SCADA (formerly Citect SCADA)”, Schneider Electric [en línea]: <https://www.se.com/au/en/product-range-presentation/1500-citect-scada/>
- [17] Web oficial Topaki [en línea]: <https://www.topkapi-scada.com/en/company/areal>
- [18] StruxureWare SCADA Expert ClearSCADA, Schneider Electric [en línea]: <https://www.se.com/il/en/product-range-presentation/61264-struxureware-scada-expert-clearscada/>
- [19] Web oficial del grupo Suez [en línea]. <https://www.suez.es>
- [20] “Desarrollo de SCADAs. Introducción Wincc Open Architecture”, Sothis [en línea]: <https://www.sothis.tech/desarrollo-de-scadas-introduccion-a-wincc-open-architecture/>
- [21] Andrés Marcelo Macancela y Danny Fabián Valencia, “Diseño de sistema SCADA aplicado a la planta de producción de material gráfico de editorial Don Bosco”, Universidad del Uzuay. <http://dspace.uzuay.edu.ec/bitstream/datos/5076/1/11515.pdf>
- [22] “Software sin límites, Igniton” Inductive Automation https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/220445/Igniton-de-Inductive-Automation.pdf
- [23] “WinCC OA basic”, Siemens [en línea] <https://w3.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/visualization-software/simatic-wincc-open-architecture/wincc-oa-basic-sw/Pages/default.aspx?tabcardname=security>
- [24] “ClearScada” [en línea] https://www.se.com/ww/en/product-range/61264-ecostruxure%E2%84%A2-geo-scada-expert/?subNodeId=12368183735en_WW
- [25] “Sistema seguridad”, Ignition, Inductive Automation [en línea]: <https://inductiveautomation.com/ignition/system-security>

- [26] Web oficial Wincc Open Architecture [en línea]: http://www.etm.at/index_e.asp?id=2
- [27] EcoStruxure Geo SCADA Expert, Schneider Electronic [en línea]: https://www.schneider-electric.com/en/product-range/61264-ecostruxure%E2%84%A2-geo-scada-expert/189054796-description/?subNodId=189054796en_WW
- [28] Soporte web oficial Inductive Automation [en línea]: <https://support.inductiveautomation.com/>
- [29] “Software para sistemas industriales”, Siemens [en línea]: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/tr/Catalog/Products/10206579?tree=CatalogTree>
- [30] Web oficial Citect de Schneider Electric [en línea]: <https://www.citect.schneider-electric.com>