

Instituto Tecnológico MD | Proyecto Fin de Asignatura
Sistemas de Control y Monitorización de Procesos

DISEÑO Y CONTROL DE UN SISTEMA SCADA DE UNA ESTACIÓN
DE AGUAS RESIDUALES

Dpto. | Automatización y Robótica Industrial
Tutor. | Hugo Hernández
Alumno. | Jesús Alguacil Mérida

Índice

| | |
|--|----|
| Capítulo 1. Introducción ----- | 3 |
| 1.1. Acerca del Título ----- | 3 |
| 1.2. Objeto del Proyecto ----- | 4 |
| Capítulo 2. Elenco de Señales ----- | 5 |
| Capítulo 3. Pantalla (HMI) ----- | 10 |
| 3.1. Configuración de las Comunicaciones ----- | 11 |
| Capítulo 4. Aplicación (SCADA) ----- | 13 |
| 4.1. Programación Autómata (SCL) ----- | 13 |
| 4.2. Desarrollo del Scada (HMI) ----- | 16 |
| 4.2.1 Inicio Scada ----- | 18 |
| 4.2.2 Funcionamiento Automático ----- | 20 |
| 4.2.3 Funcionamiento Manual ----- | 21 |
| 4.2.4 Alarmas ----- | 22 |
| 4.2.5 Graficas ----- | 25 |
| 4.2.6 Mantenimiento ----- | 26 |
| Capítulo 5. Conclusiones Finales ----- | 28 |

Capítulo 1. Introducción

1.1. Acerca del Título

El objetivo de este proyecto es implementar el SCADA de la depuradora de aguas residuales. El SCADA esta realizado mediante el software TIA PORTAL V14 de Siemens.

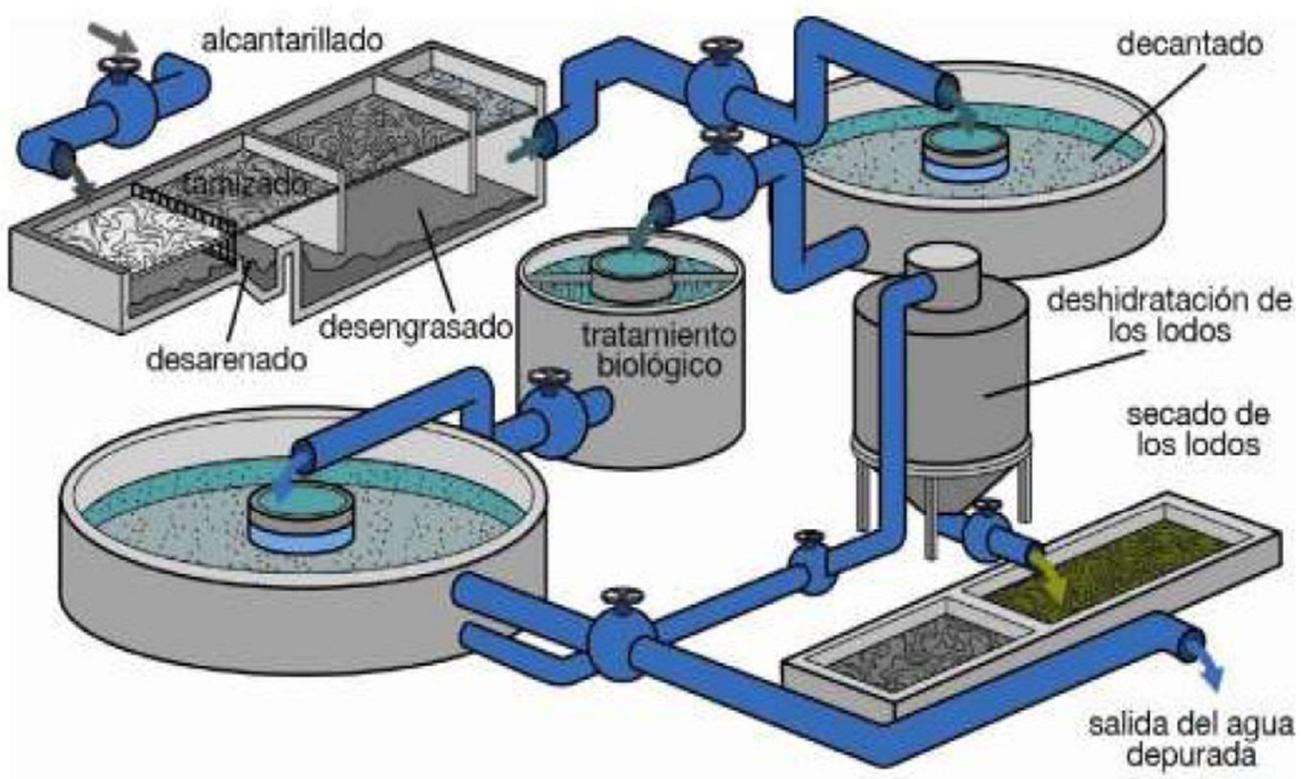


Ilustración 1: Vista general de la Depuradora

Esta ilustración es un esquema del flujo que toma las aguas residuales, desde que entra en el tanque de Tamizado, pasando por todos los tanques hasta que sale depurada por el conducto, y los respectivos lodos son secados en tanques.

1.2. Objeto del Proyecto

Se ha desarrollado una aplicación SCADA para la gestión de una planta de aguas residuales. A través de la Aplicación, se visualizan todos los sistemas de la planta, y también se influye en la gestión de esta a través de un modo (Automático/Manual).

En dicha instalación, las aguas residuales pasan por varios tratamientos hasta su conversión y posterior salida en agua depurada. Sin embargo, los lodos restantes del proceso de depurado se almacenarán en tanques para su conversión en abono.

La finalidad del proyecto es, por una parte, la puesta en marcha de todo el sistema de aguas residuales, y finalmente, el desarrollo de la aplicación del scada que permitirá a los operarios poder operar todo el sistema.

Capítulo 2. Elenco de Señales

Para una correcta interpretación, es necesario identificar las variables que se hayan utilizado en la aplicación scada. Para ello se recurre a las siguientes tablas de variables.

| VARIABLES ESCALADAS DE LAS ANALOGAS | TIPO | DIRECCION |
|---|------|-----------|
| Caudalímetro Tubería entrada a Alcantarillado | Real | %MD100 |
| Caudalímetro Tubería entrada a Tanque de Decantado | Real | %MD104 |
| Caudalímetro Tubería entrada a Tanque de tratamiento Biológico | Real | %MD108 |
| Caudalímetro Tubería entrada a Tanque de tratamiento Físico-Químico | Real | %MD112 |
| Caudalímetro Tubería entrada a Tanque de Deshidratación de lodos | Real | %MD116 |
| Caudalímetro Tubería entrada a Tanque de Secado de lodos | Real | %MD120 |
| Caudalímetro Tubería de salida del Agua Depurada | Real | %MD124 |
| Nivel Tanque de Tamizado | Real | %MD128 |
| Nivel Tanque de Desengranado | Real | %MD132 |
| Nivel Tanque de Decantado | Real | %MD136 |
| Nivel Tanque de tratamiento Biológico | Real | %MD140 |
| Nivel Tanque de tratamiento Físico-Químico | Real | %MD144 |
| Nivel Tanque de Deshidratación de lodos | Real | %MD148 |
| Nivel Tanque de Secado de lodos | Real | %MD152 |
| Escritura de Nivel Tamizado Manual | Real | %MD156 |
| Escritura de Caudalímetro de salida del agua Depurada | Real | %MD160 |
| Escritura de Nivel Tanque de Decantado | Real | %MD164 |
| Escritura de Nivel Tanque de tratamiento Biológico | Real | %MD168 |
| Escritura de Nivel Tanque de tratamiento Físico-Químico | Real | %MD172 |
| Escritura de Nivel Tanque de Deshidratación de lodos | Real | %MD176 |
| Escritura de Nivel Tanque de Secado de lodos | Real | %MD180 |
| Escritura de Nivel Sistema de Salida de Agua Depurada | Real | %MD184 |

| VARIABLES AUXILIARES | TIPO | DIRECCION |
|---|------|-----------|
| Emergencia Tanque Decantado (Pantalla) | Bool | %M50.1 |
| Emergencia Tanque Biológico (Pantalla) | Bool | %M50.2 |
| Emergencia Tanque Físico-Químico (Pantalla) | Bool | %M50.3 |
| Modo Manual (Tamizado) | Bool | %M50.4 |
| Válvula de corte Abierta (Alcantarillado)(Pantalla) | Bool | %M51.0 |
| Válvula de corte Abierta (Tanque Decantado)(Pantalla) | Bool | %M51.1 |
| Válvula de corte Abierta (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M51.2 |
| Válvula de corte Abierta (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M51.3 |
| Válvula de corte Abierta (Tanque Des Lodos)(Pantalla) | Bool | %M51.4 |
| Válvula de corte Abierta (Tanque Secado Lodos)(Pantalla) | Bool | %M51.5 |
| Válvula de corte Abierta (Salida Agua Depurada)(Pantalla) | Bool | %M51.6 |
| Válvula de corte Cerrada (Alcantarillado)(Pantalla) | Bool | %M52.0 |
| Válvula de corte Cerrada (Tanque Decantado)(Pantalla) | Bool | %M52.1 |
| Válvula de corte Cerrada (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M52.2 |
| Válvula de corte Cerrada (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M52.3 |
| Válvula de corte Cerrada (Tanque Des Lodos)(Pantalla) | Bool | %M52.4 |
| Válvula de corte Cerrada (Tanque Secado Lodos)(Pantalla) | Bool | %M52.5 |
| Válvula de corte Cerrada (Salida Agua Depurada)(Pantalla) | Bool | %M52.6 |
| Apertura Válvula de corte (Alcantarillado)(Pantalla) | Bool | %M53.0 |
| Apertura Válvula de corte (Tanque de Decantado)(Pantalla) | Bool | %M53.1 |
| Apertura Válvula de corte (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M53.2 |
| Apertura Válvula de corte (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M53.3 |
| Apertura Válvula de corte (Tanque Des Lodos)(Pantalla) | Bool | %M53.4 |
| Apertura Válvula de corte (Tanque Secado Lodos)(Pantalla) | Bool | %M53.5 |
| Apertura Válvula de corte (Salida Agua Depurada)(Pantalla) | Bool | %M53.6 |
| Cierre Válvula de corte (Alcantarillado)(Pantalla) | Bool | %M54.0 |
| Cierre Válvula de corte (Tanque de Decantado)(Pantalla) | Bool | %M54.1 |
| Cierre Válvula de corte (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M54.2 |
| Cierre Válvula de corte (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M54.3 |
| Cierre Válvula de corte (Tanque Des Lodos)(Pantalla) | Bool | %M54.4 |
| Cierre Válvula de corte (Tanque Secado Lodos)(Pantalla) | Bool | %M54.5 |
| Cierre Válvula de corte (Salida Agua Depurada)(Pantalla) | Bool | %M54.6 |
| Protección de la Bomba (Alcantarillado)(Pantalla) | Bool | %M55.0 |
| Protección de la Bomba (Tanque Decantado)(Pantalla) | Bool | %M55.1 |
| Protección de la Bomba (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M55.2 |
| Protección de la Bomba (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M55.3 |
| Protección de la Bomba (Tanque Des Lodos)(Pantalla) | Bool | %M55.4 |
| Protección de la Bomba (Tanque Secado Lodos)(Pantalla) | Bool | %M55.5 |
| Protección de la Bomba (Salida Agua Depurada)(Pantalla) | Bool | %M55.6 |
| Activación de la bomba (Alcantarillado)(Pantalla) | Bool | %M56.0 |
| Activación de la bomba (Tanque de Decantado)(Pantalla) | Bool | %M56.1 |
| Activación de la bomba (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M56.2 |
| Activación de la bomba (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M56.3 |
| Activación de la bomba (Tanque Des Lodos)(Pantalla) | Bool | %M56.4 |
| Activación de la bomba (Tanque Secado Lodos)(Pantalla) | Bool | %M56.5 |
| Activación de la bomba (Salida Agua Depurada)(Pantalla) | Bool | %M56.6 |

| VARIABLES AUXILIARES | TIPO | DIRECCION |
|---|------|-----------|
| Estado de la Bomba (Alcantarillado)(Pantalla) | Bool | %M57.0 |
| Estado de la Bomba (Tanque Decantado)(Pantalla) | Bool | %M57.1 |
| Estado de la Bomba (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M57.2 |
| Estado de la Bomba (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M57.3 |
| Estado de la Bomba (Tanque Des Lodos)(Pantalla) | Bool | %M57.4 |
| Estado de la Bomba (Secado de Lodos)(Pantalla) | Bool | %M57.5 |
| Estado de la Bomba (Salida Agua Depurada)(Pantalla) | Bool | %M57.6 |
| Activación del Agitador (Tanque de Decantado)(Pantalla) | Bool | %M58.1 |
| Activación del Agitador (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M58.2 |
| Activación del Agitador (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M58.3 |
| Estado del Agitador (Tanque Decantado)(Pantalla) | Bool | %M58.4 |
| Estado del Agitador (Tanque Biológico)(Pantalla) | Bool | %M58.5 |
| Estado del Agitador (Tanque Físico-Químico)(Pantalla) | Bool | %M58.6 |
| Aviso Emergencia | Bool | %M58.7 |
| Botón Start | Bool | %M59.0 |
| Botón Stop | Bool | %M59.1 |
| Automático (Tamizado) | Bool | %M59.2 |
| Manual (Tamizado) | Bool | %M59.3 |
| Potencia HMI | Bool | %M59.4 |
| Act. Marcha | Bool | %M59.5 |
| Act. Abrir Válvula Alcantarillado (Auto) | Bool | %M59.6 |
| Act. Cerrar Válvula Alcantarillado (Auto) | Bool | %M59.7 |
| Act. Activar Bomba Alcantarillado (Auto) | Bool | %M60.0 |
| Act. Abrir Válvula Alcantarillado (Man) | Bool | %M60.1 |
| Act. Cerrar Válvula Alcantarillado (Man) | Bool | %M60.2 |
| Act. Activar Bomba Alcantarillado (Man) | Bool | %M60.3 |
| Act. Abrir Válvula Decantado (Auto) | Bool | %M60.4 |
| Act. Cerrar Válvula Decantado (Auto) | Bool | %M60.5 |
| Act. Activar Bomba Decantado (Auto) | Bool | %M60.6 |
| Act. Activar Agitador Decantado (Auto) | Bool | %M60.7 |
| Act. Abrir Válvula Decantado (Man) | Bool | %M61.0 |
| Act. Cerrar Válvula Decantado (Man) | Bool | %M61.1 |
| Act. Activar Bomba Decantado (Man) | Bool | %M61.2 |
| Act. Activar Agitador Decantado (Man) | Bool | %M61.3 |
| Act. Abrir Válvula Biológico (Auto) | Bool | %M61.4 |
| Act. Cerrar Válvula Biológico (Auto) | Bool | %M61.5 |
| Act. Activar Bomba Biológico (Auto) | Bool | %M61.6 |
| Act. Activar Agitador Biológico (Auto) | Bool | %M61.7 |
| Act. Abrir Válvula Biológico (Man) | Bool | %M62.0 |
| Act. Cerrar Válvula Biológico (Man) | Bool | %M62.1 |
| Act. Activar Bomba Biológico (Man) | Bool | %M62.2 |
| Act. Activar Agitador Biológico (Man) | Bool | %M62.3 |
| Act. Abrir Válvula Físico-Químico (Auto) | Bool | %M62.4 |
| Act. Cerrar Válvula Físico-Químico (Auto) | Bool | %M62.5 |
| Act. Activar Bomba Físico-Químico (Auto) | Bool | %M62.6 |
| Act. Activar Agitador Físico-Químico (Auto) | Bool | %M62.7 |

| VARIABLES AUXILIARES | TIPO | DIRECCION |
|--|------|-----------|
| Act. Abrir Válvula Físico-Químico (Man) | Bool | %M63.0 |
| Act. Cerrar Válvula Físico-Químico (Man) | Bool | %M63.1 |
| Act. Activar Bomba Físico-Químico (Man) | Bool | %M63.2 |
| Act. Activar Agitador Físico-Químico (Man) | Bool | %M63.3 |
| Act. Abrir Válvula Deshidratación lodos (Auto) | Bool | %M63.4 |
| Act. Cerrar Válvula Deshidratación lodos (Auto) | Bool | %M63.5 |
| Act. Activar Bomba Deshidratación lodos (Auto) | Bool | %M63.6 |
| Act. Abrir Válvula Deshidratación lodos (Man) | Bool | %M63.7 |
| Act. Cerrar Válvula Deshidratación lodos (Man) | Bool | %M64.0 |
| Act. Activar Bomba Deshidratación lodos (Man) | Bool | %M64.1 |
| Act. Abrir Válvula Secado de lodos (Auto) | Bool | %M64.2 |
| Act. Cerrar Válvula Secado de lodos (Auto) | Bool | %M64.3 |
| Act. Activar Bomba Secado de lodos (Auto) | Bool | %M64.4 |
| Act. Abrir Válvula Secado de lodos (Man) | Bool | %M64.5 |
| Act. Cerrar Válvula Secado de lodos (Man) | Bool | %M64.6 |
| Act. Activar Bomba Secado de lodos (Man) | Bool | %M64.7 |
| Act. Abrir Válvula Salida de agua depurada (Auto) | Bool | %M65.0 |
| Act. Cerrar Válvula Salida de agua depurada (Auto) | Bool | %M65.1 |
| Act. Abrir Válvula Salida de agua depurada (Man) | Bool | %M65.2 |
| Act. Cerrar Válvula Salida de agua depurada (Man) | Bool | %M65.3 |
| Act. Emer Tanque Tamizado | Bool | %M65.4 |
| Act. Emer Tanque Desengranado | Bool | %M65.5 |
| Act. Emer Tanque Decantado | Bool | %M65.6 |
| Act. Emer Tanque Biológico | Bool | %M65.7 |
| Act. Emer Tanque Físico-Químico | Bool | %M66.0 |
| Act. Emer Deshidratación lodos | Bool | %M66.1 |
| Act. Emer Secado de lodos | Bool | %M66.2 |
| Act. Emer Salida Agua Depurada | Bool | %M66.3 |
| Modo Manual (Desengranado) | Bool | %M66.4 |
| Modo Manual (Decantado) | Bool | %M66.5 |
| Modo Manual (Biológico) | Bool | %M66.6 |
| Modo Manual (Físico-Químico) | Bool | %M66.7 |
| Modo Manual (Deshidratación de lodos) | Bool | %M67.0 |
| Modo Manual (Secado de lodos) | Bool | %M67.1 |
| Manual (Desengranado) | Bool | %M67.2 |
| Manual (Decantado) | Bool | %M67.3 |
| Manual (Biológico) | Bool | %M67.4 |
| Manual (Físico-Químico) | Bool | %M67.5 |
| Manual (Deshidratación lodos) | Bool | %M67.6 |
| Manual (Secado lodos) | Bool | %M67.7 |
| Automático (Desengranado) | Bool | %M68.0 |
| Automático (Decantado) | Bool | %M68.1 |
| Automático (Biológico) | Bool | %M68.2 |
| Automático (Físico-Químico) | Bool | %M68.3 |
| Automático (Deshidratación lodos) | Bool | %M68.4 |
| Automático (Secado lodos) | Bool | %M68.5 |

| VARIABLES AUXILIARES | TIPO | DIRECCION |
|--|------|-----------|
| Emergencia Tanque Tamizado | Bool | %M68.6 |
| Emergencia Tanque Deshidratación lodos | Bool | %M68.7 |
| Emergencia Tanque Secado lodos | Bool | %M69.0 |
| Emergencia Salida Agua Depurada | Bool | %M69.1 |
| Automático (Salida Agua Depurada) | Bool | %M69.2 |
| Manual (Salida Agua Depurada) | Bool | %M69.3 |
| Act. Activar Bomba Salida Agua Depurada (Auto) | Bool | %M69.4 |
| Act. Activar Bomba Salida Agua Depurada (Manual) | Bool | %M69.5 |
| Modo Manual (Salida Agua Depurada) | Bool | %M69.6 |

| VARIABLES AUXILIARES ESCALABLES | TIPO | DIRECCION |
|--|------|-----------|
| Variable a Escalar Tanque Tamizado | Real | %MD2 |
| Variable a Escalar Tanque Desengranado | Real | %MD6 |
| Variable a Escalar Tanque Decantado | Real | %MD10 |
| Variable a Escalar Tanque Biológico | Real | %MD14 |
| Variable a Escalar Tanque Físico-Químico | Real | %MD18 |
| Variable a Escalar Tanque Deshidratación lodos | Real | %MD22 |
| Variable a Escalar Tanque Secado Lodos | Real | %MD26 |
| Variable a Escalar Caudalímetro Alcantarillado | Real | %MD30 |
| Variable a Escalar Caudalímetro Decantado | Real | %MD34 |
| Variable a Escalar Caudalímetro Biológico | Real | %MD38 |
| Variable a Escalar Caudalímetro Físico-Químico | Real | %MD42 |
| Variable a Escalar Caudalímetro Deshidratación lodos | Real | %MD46 |
| Variable a Escalar Caudalímetro Secado de lodos | Real | %MD50 |
| Variable a Escalar Caudalímetro Salida Agua Depurada | Real | %MD54 |

Con esto están declaradas las variables internas que nos servirán para programar la aplicación Scada.

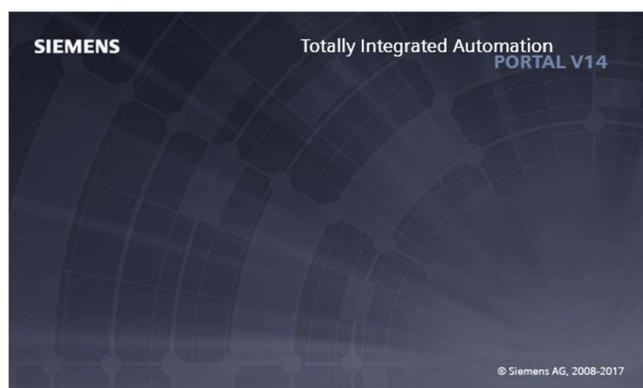
Capítulo 3. Pantalla (HMI)

La pantalla HMI es donde se ejecutará la aplicación SCADA que se ha diseñado. Esta pantalla va en conexión profinet con el autómata S7-1500, y este a su vez tiene una conexión profibus que enlaza con las periferias descentralizadas, encargadas de actuar y recoger todos los datos de la planta de aguas residuales.



Ilustración 2: Pantalla HMI de Siemens modelo TP1500 Comfort

El Software de programación de los autómatas y HMI de siemens es el TIA PORTAL, es donde se ha desarrollado la aplicación para la planta de aguas residuales.



3.1. Configuración de las Comunicaciones

La comunicación entre pantalla y autómata se realiza por profinet. En Vista de redes seleccionar los elementos que sean necesarios para la conexión.



Ilustración 3: Vista de Redes para la conexión del autómata y la pantalla

Después se pasa a ajustar la dirección IP y la máscara Subred, dentro de los apartados de configuración de la pantalla HMI

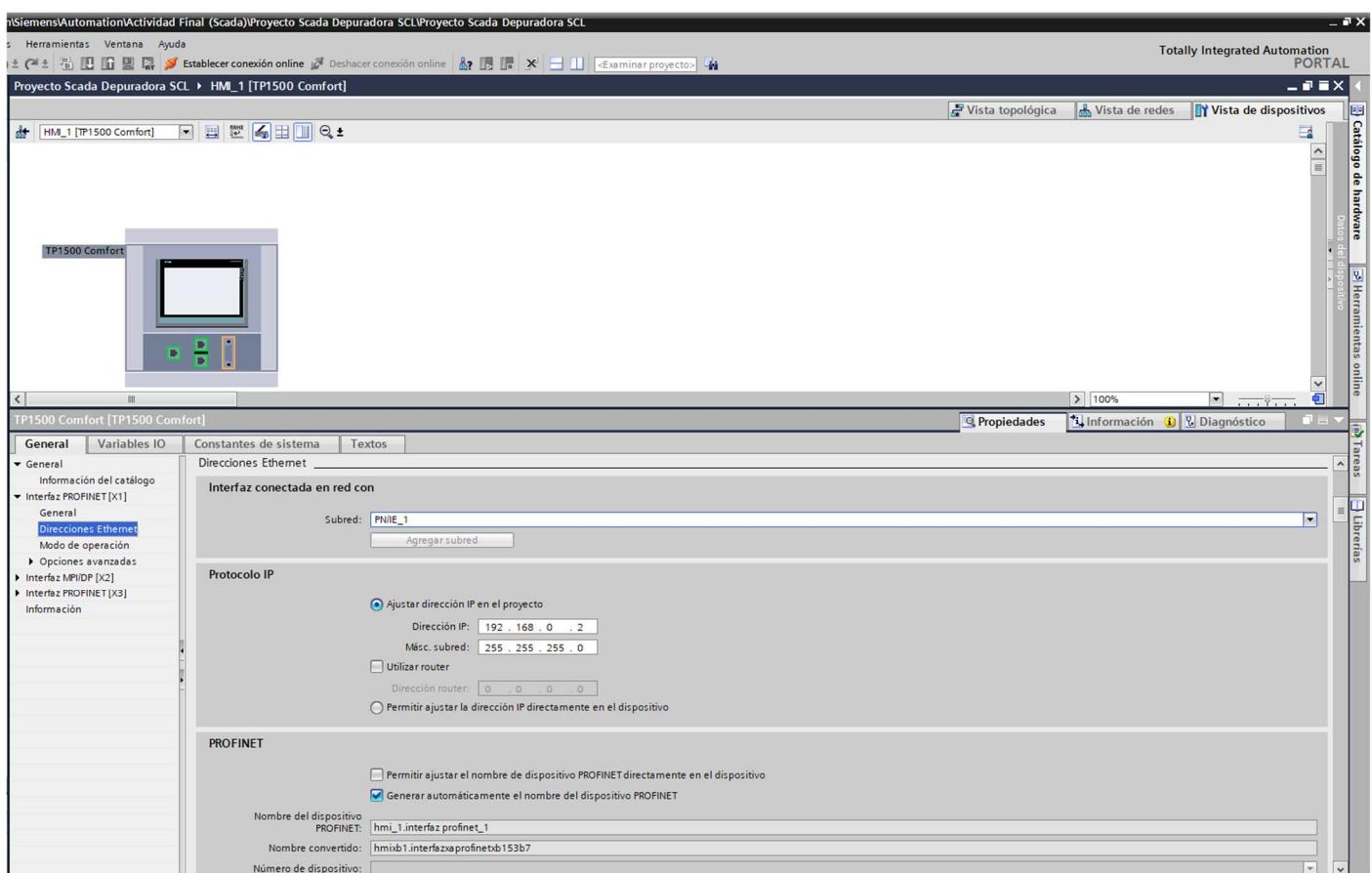


Ilustración 4: Ajuste de la IP y la Mascara en la Pantalla HMI

Después se pasa a ajustar la dirección IP y la máscara Subred, dentro de los apartados de configuración del Autómata.

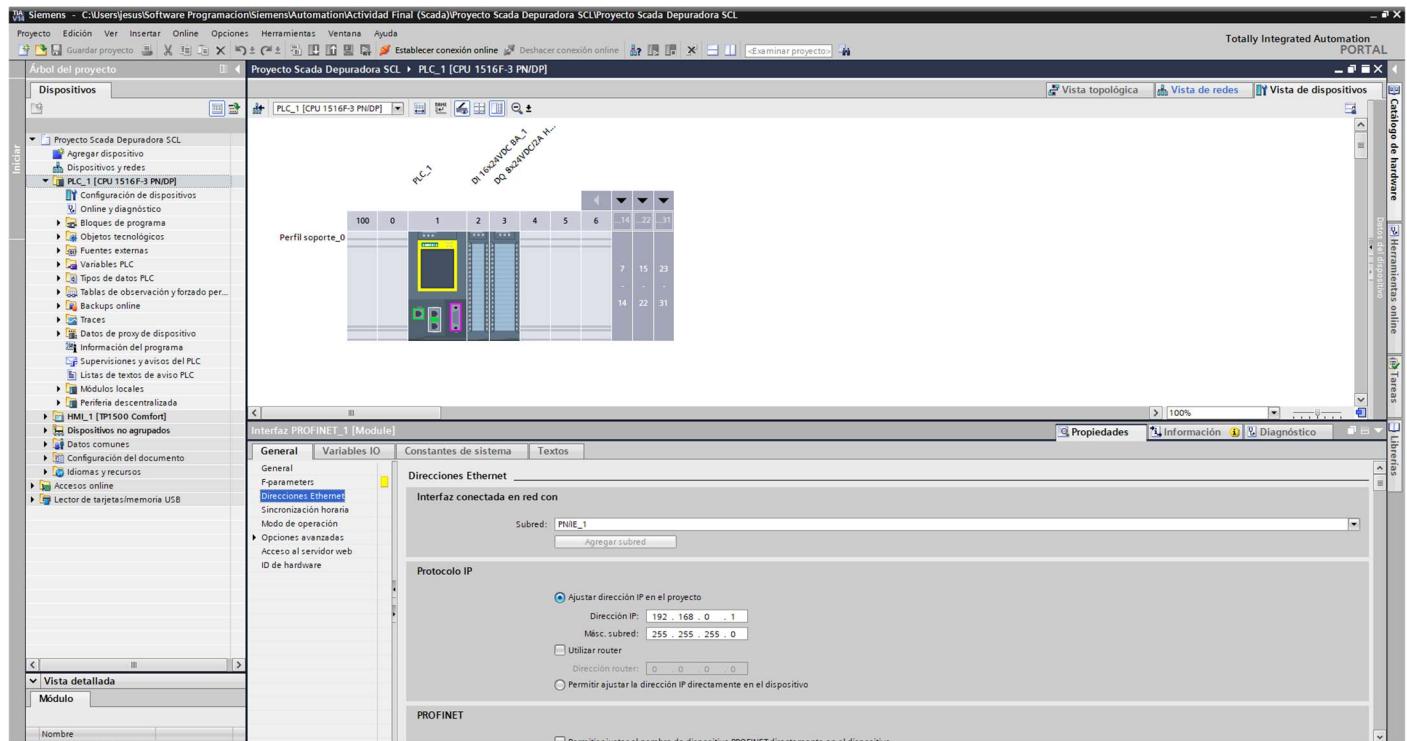


Ilustración 5: Ajuste de la IP y la Mascara en el Autómata S7-1500

Capítulo 4. Aplicación (SCADA)

La aplicación que se ha desarrollado para la planta de aguas residuales se ha desarrollado íntegramente dentro del software (Tia Portal) sin necesidad de programas externos.

La programación de la aplicación del scada consta de dos partes, la programación del autómata, y la programación de la pantalla HMI. Cabe destacar que la programación del autómata se ha desarrollado íntegramente en lenguaje (SCL). Lo que se ha pretendido al programar el autómata en el lenguaje de alto nivel (SCL), es que se quede un programa mucho mas limpio y ordenado, que si se hubiera utilizado (KOP).

En la programación de la pantalla HMI, se ha utilizado parte de la librería de wincc, todo lo demás es una librería creada por mí, con mis propios iconos.

4.1. Programación Autómata (SCL)

La programación del autómata consta del (OB1 Main) donde están los FC. (11 Bloques FC) cada FC es un apartado del programa, y un DB1 de Alarmas. En ese DB es donde están alojadas todas las alarmas del scada. He optado por esta solución ya que de esta manera me permite alojar las alarmas en una base de datos para posteriormente poder hacer un histórico de alarmas.

A continuación, se muestran unos ejemplos de los bloques donde está escrito el software del scada.

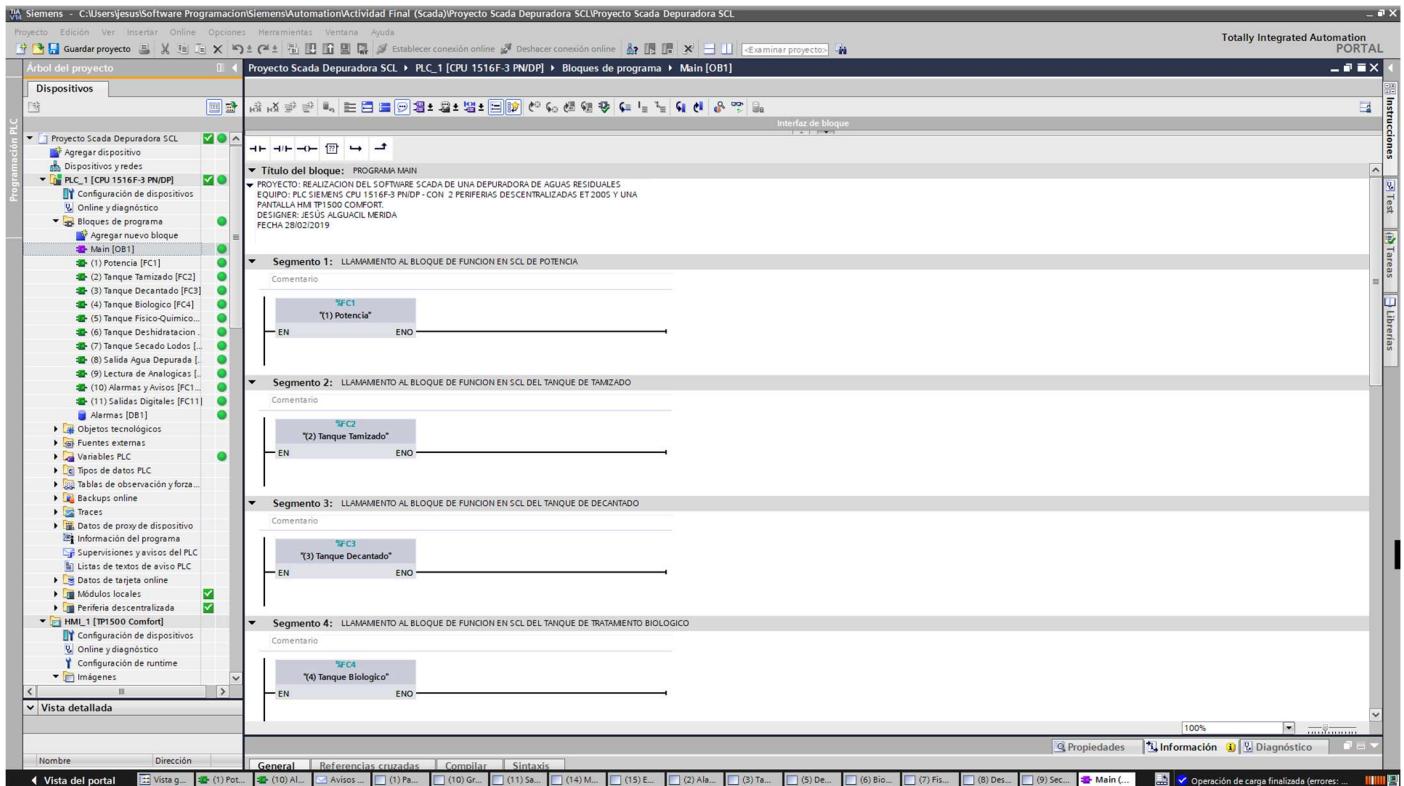


Ilustración 6: Bloque Principal (OB1) Llamadas a los bloques FC

```

IF... ODE... POR... WHILE... (...,) REGION
1 // BLOQUE DE FUNCION DE ACTIVACION DEL START Y STOP DE LA DEPURADORA Y LA SELECCION AUTOMATICA - MANUAL DE TODOS LOS TANQUES
2
3 // ACTIVACION DEL START DE LA DEPURADORA
4 IF [Con esta instrucion Activo y Desactiva la operatividad de la depuradora de aguas, representado en el scada con un led verde y rojo en la cabecera del scada]
5 _verde o rojo
6 //SET DE LA MARCA (ACTIVACION DE MARCHA)
7 IF "Boton Start" THEN
8     "Act. Marcha" := TRUE;
9 END_IF;
10 // RESET DE LA MARCA (ACTIVACION DE MARCHA)
11 IF "Boton Stop" THEN
12     "Act. Marcha" := FALSE;
13 END_IF;
14
15 (* Con estas instrucciones habilito los modos (AUTOMATICO) y (MANUAL) de todos los servicios por separado, por ejemplo, puedo poner en (MANUAL) el tanque tamizado mientras que el resto de la depuradora funciona en (AUTOMATICO) *)
16
17 (* Con estas instrucciones habilito los modos (AUTOMATICO) y (MANUAL) de todos los servicios por separado, por ejemplo, puedo poner en (MANUAL) el tanque tamizado mientras que el resto de la depuradora funciona en (AUTOMATICO) *)
18
19 // SELECCION AUTOMATICO - MANUAL DEL TANQUE TAMIZADO
20 "Automatico (Tamizado)" := "Act. Marcha" AND NOT "Modo Manual (Tamizado)" AND NOT "Emergencia Tanque Tamizado";
21 "Manual (Tamizado)" := "Act. Marcha" AND "Modo Manual (Tamizado)" AND NOT "Emergencia Tanque Tamizado";
22
23 // SELECCION AUTOMATICO - MANUAL DEL TANQUE DECANTADEO
24 "Automatico (Decantado)" := "Act. Marcha" AND NOT "Modo Manual (Decantado)" AND NOT "Emergencia Tanque Decantado (Pantalla)";
25 "Manual (Decantado)" := "Act. Marcha" AND "Modo Manual (Decantado)" AND NOT "Emergencia Tanque Decantado (Pantalla)";
26
27 // SELECCION AUTOMATICO - MANUAL DEL TANQUE TRATAMIENTO BIOLOGICO
28 "Automatico (Biologico)" := "Act. Marcha" AND NOT "Modo Manual (Biologico)" AND NOT "Emergencia Tanque Biologico (Pantalla)";
29 "Manual (Biologico)" := "Act. Marcha" AND "Modo Manual (Biologico)" AND NOT "Emergencia Tanque Biologico (Pantalla)";
30
31 // SELECCION AUTOMATICO - MANUAL DEL TANQUE TRATAMIENTO FISICO-QUIMICO
32 "Automatico (Fisico-Quimico)" := "Act. Marcha" AND NOT "Modo Manual (Fisico-Quimico)" AND NOT "Emergencia Tanque Fisico-Quimico (Pantalla)";
33 "Manual (Fisico-Quimico)" := "Act. Marcha" AND "Modo Manual (Fisico-Quimico)" AND NOT "Emergencia Tanque Fisico-Quimico (Pantalla)";
34
35 // SELECCION AUTOMATICO - MANUAL DEL TANQUE DESHIDRATACION DE LODOS
36 "Automatico (Deshidratacion lodos)" := "Act. Marcha" AND NOT "Modo Manual (Deshidratacion de lodos)" AND NOT "Emergencia Tanque Deshidratacion lodos";
37 "Manual (Deshidratacion lodos)" := "Act. Marcha" AND "Modo Manual (Deshidratacion de lodos)" AND NOT "Emergencia Tanque Deshidratacion lodos";
38
39 // SELECCION AUTOMATICO - MANUAL DEL TANQUE SECADO DE LODOS
40 "Automatico (Secado lodos)" := "Act. Marcha" AND NOT "Modo Manual (Secado de lodos)" AND NOT "Emergencia Tanque Secado lodos";
41 "Manual (Secado lodos)" := "Act. Marcha" AND "Modo Manual (Secado de lodos)" AND NOT "Emergencia Tanque Secado lodos";
42
43 // SELECCION AUTOMATICO - MANUAL DEL SISTEMA DE SALIDA DE AGUA DEPURADA
44 "Automatico (Salida Agua Depurada)" := "Act. Marcha" AND NOT "Modo Manual (Salida Agua Depurada)" AND NOT "Emergencia Salida Agua Depurada";
45 "Manual (Salida Agua Depurada)" := "Act. Marcha" AND "Modo Manual (Salida Agua Depurada)" AND NOT "Emergencia Salida Agua Depurada";
46

```

Ilustración 7: Bloque FC1 de la Activación del Start – Stop y el Modo Automático/Manual

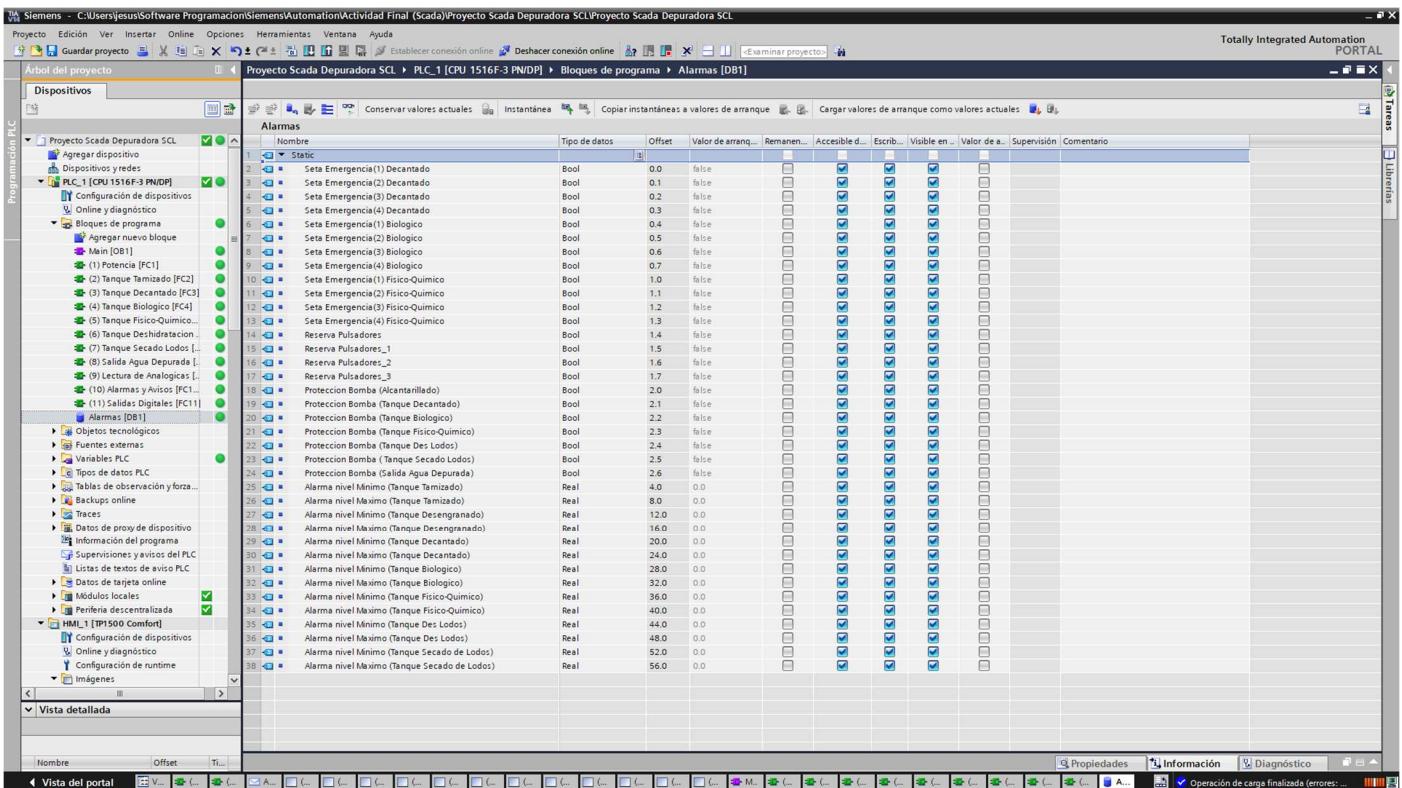


Ilustración 8: Bloque DB1 donde se almacenan todas las alarmas del SCADA

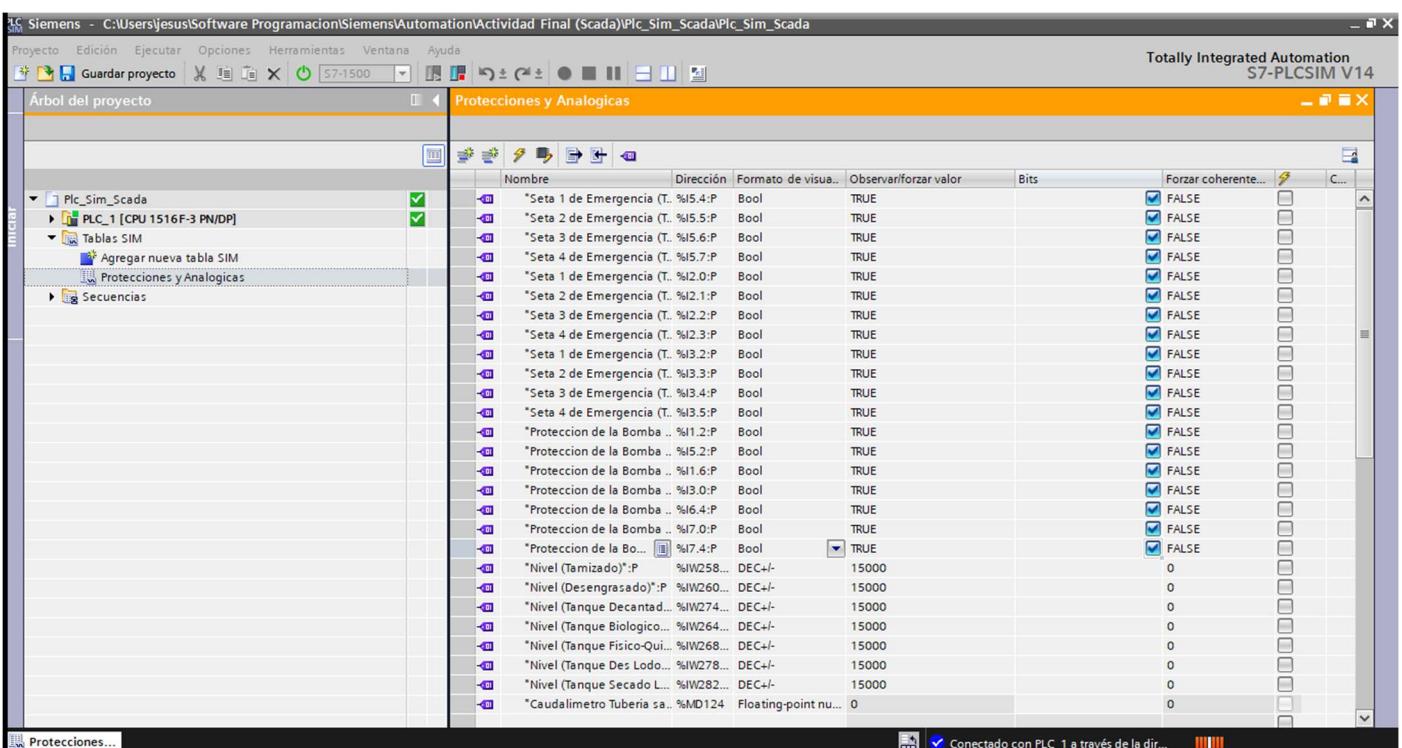


Ilustración 9: Señales necesarias del PLCSim que se necesitan para la simulación del SCADA

4.2. Desarrollo del Scada (HMI)

El desarrollo del Scada HMI se ha realizado igual que con el autómata, con el software (TIA PORTAL) la programación consta de 15 imágenes fijas, donde se pueden visualizar y manipular de manera independiente cada sistema, tanques, válvulas y bombas. De esta manera si por ejemplo estoy en el tanque de tamizado y pongo este tanque en modo manual, solo los servicios de dicho tanque funcionaran de manera manual el resto de la planta seguirá funcionando en automático. También se ha añadido 1 imagen de mantenimiento de planta, en el que están incluidas las visualizaciones de las entradas y salidas digitales. De esta manera si existe una avería, en este apartado se puede verificar que el autómata está recibiendo las señales de entrada, y esta activando las señales de salida. Y además consta de 1 imagen emergente que está configurada en forma de menú, donde están alojados todos los botones de navegación a las diferentes imágenes que conforman la aplicación SCADA. De esta forma no existen botones de navegación que puedan molestar en el scada.

A continuación, se mostrarán las imágenes que componen el Scada y la utilización de las mismas, para poder hacer la simulación de manera correcta.

Para comenzar el funcionamiento del scada se tienen que activar una serie de variables en el plcsim, para hacer la simulación, que son las seguridades de la planta. en ella se incluyen los pulsadores físicos de emergencia y las protecciones de los motores. Sin estas variables activas la planta de aguas no funcionara y saldrán todas las alarmas indicando que los pulsadores de emergencia están activados y que han saltado las protecciones de los motores.

Para ello dejo aquí una ilustración del plcsim. Las variables ya están declaradas, en (TABLAS SIM) hay un apartado de (Protecciones y analógicas) una vez abierto ese apartado saldrán todas las variables que se necesitan activar.

para ello se envía un archivo conjunto con el archivo del software del scada, el archivo se llama (Plc_Sim_Scada.sim14) en ese archivo ya está todo configurado, solo abrir la tabla SIM de la ilustración.

The screenshot shows the SIMATIC Manager software interface. The title bar reads "Siemens - C:\Users\jesus\Software Programación\Siemens\Automation\Actividad Final (Scada)\Plc_Sim_Scada\Plc_Sim_Scada". The menu bar includes Projecto, Edición, Ejecutar, Opciones, Herramientas, Ventana, Ayuda. The toolbar includes Guardar proyecto, S7-1500, and various icons for file operations. The status bar at the bottom right says "Connected with PLC_1 through the dir..." and shows a connection icon.

The main window has two panes. The left pane, titled "Árbol del proyecto", shows the project structure with nodes like "Plc_Sim_Scada", "PLC_1 [CPU 1516F-3 PN/DP]", "Tablas SIM", "Agregar nueva tabla SIM", "Protecciones y Analogicas", and "Secuencias". The right pane is titled "Protecciones y Analogicas" and contains a table with the following columns: Nombre, Dirección, Formato de visual., Observar/forzar valor, Bits, Forzar coherente..., and C... (with a delete icon). The table lists numerous items such as "Seta 1 de Emergencia (%I5.4:P)", "Seta 2 de Emergencia (%I5.5:P)", and various protection levels for pumps and tanks. Most entries have the "Forzar coherente" checkbox checked and the "Bits" column set to 0.

Ilustración 9: Señales necesarias del PLCSim que se necesitan para la simulación del SCADA

NOTA: Las variables analógicas que se encuentran en el plcsim, de los niveles, no hace falta manipularlos. Los declaré en esa tabla para comprobaciones. Aun así, si quieren manipularlos son totalmente funcionales, y sus valores influyen en el scada como si se tratara de los sensores reales de medición.

4.2.1 Inicio Scada

Una vez configurado el plcsim vamos ya con el inicio del scada.

Comenzamos con la imagen principal. En ella nos encontramos una infografía estática que representa el flujo del agua, desde que entra por la línea del alcantarillado hasta que sale por la línea de agua depurada. También se encuentra la infografía representativa de los lodos desde que salen del tanque de tratamiento de agua depurada hasta el tanque de secado de los lodos.

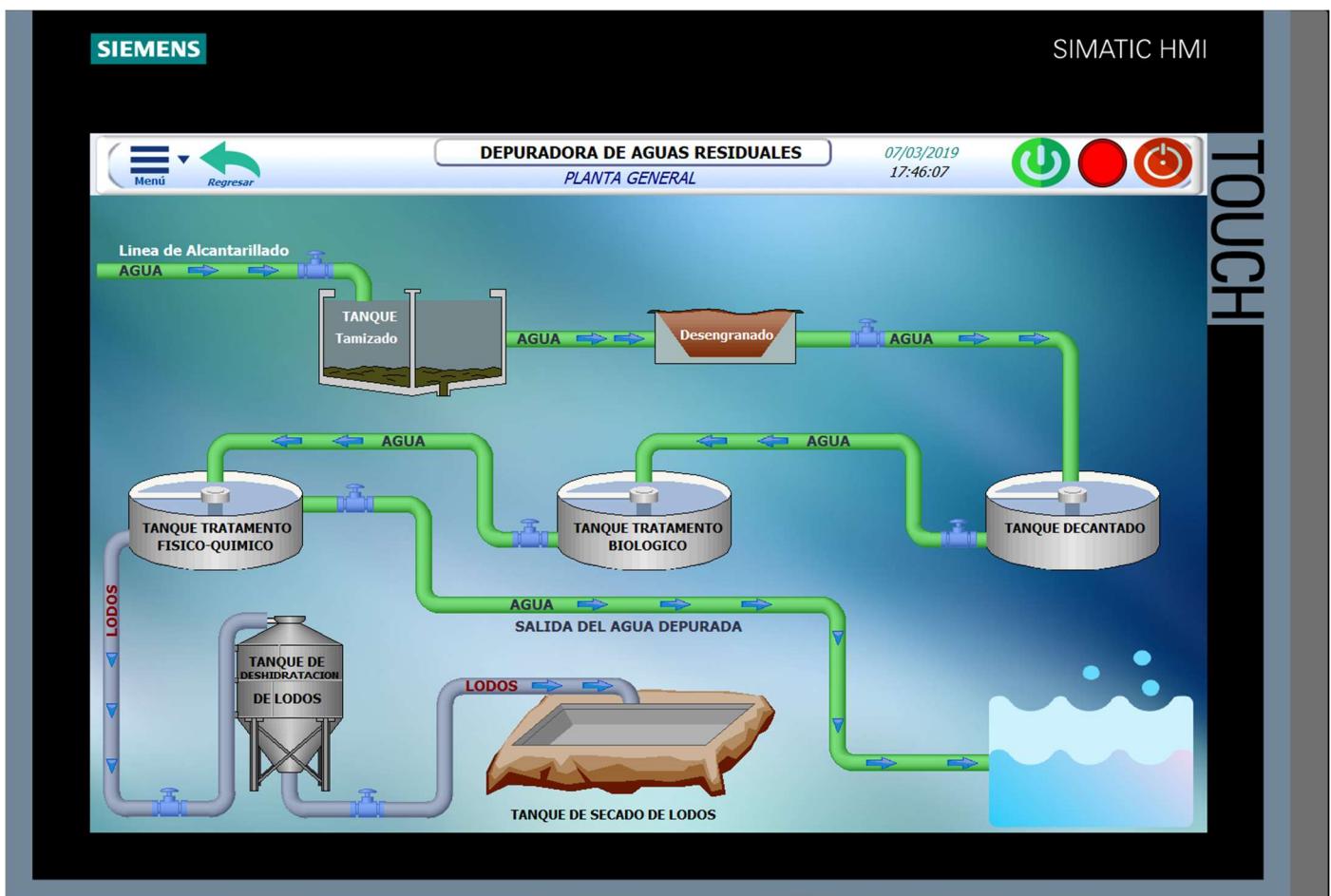


Ilustración 10: Imagen principal de inicio del sistema Scada de la planta de aguas residuales

Para iniciar el sistema pulsamos en el botón verde de Start ubicado en la parte superior Derecha. Al activarse el sistema, el led de color rojo que hay entre el botón Start y Stop, se pondrá de color verde indicando que el sistema está funcionando correctamente.

Una vez iniciado el sistema, en la imagen principal no se activará nada, ya que como dije anterior mente, la imagen principal solamente es informativa. Para acceder a los distintos sistemas de la planta, tendremos que hacer uso del botón (**MENÚ**) ubicado en la parte superior izquierda.

Al activar el Botón menú, sale una imagen emergente que es donde se encuentran todos los accesos de navegación de la aplicación scada. A través de este menú podremos movernos a cualquier pantalla.

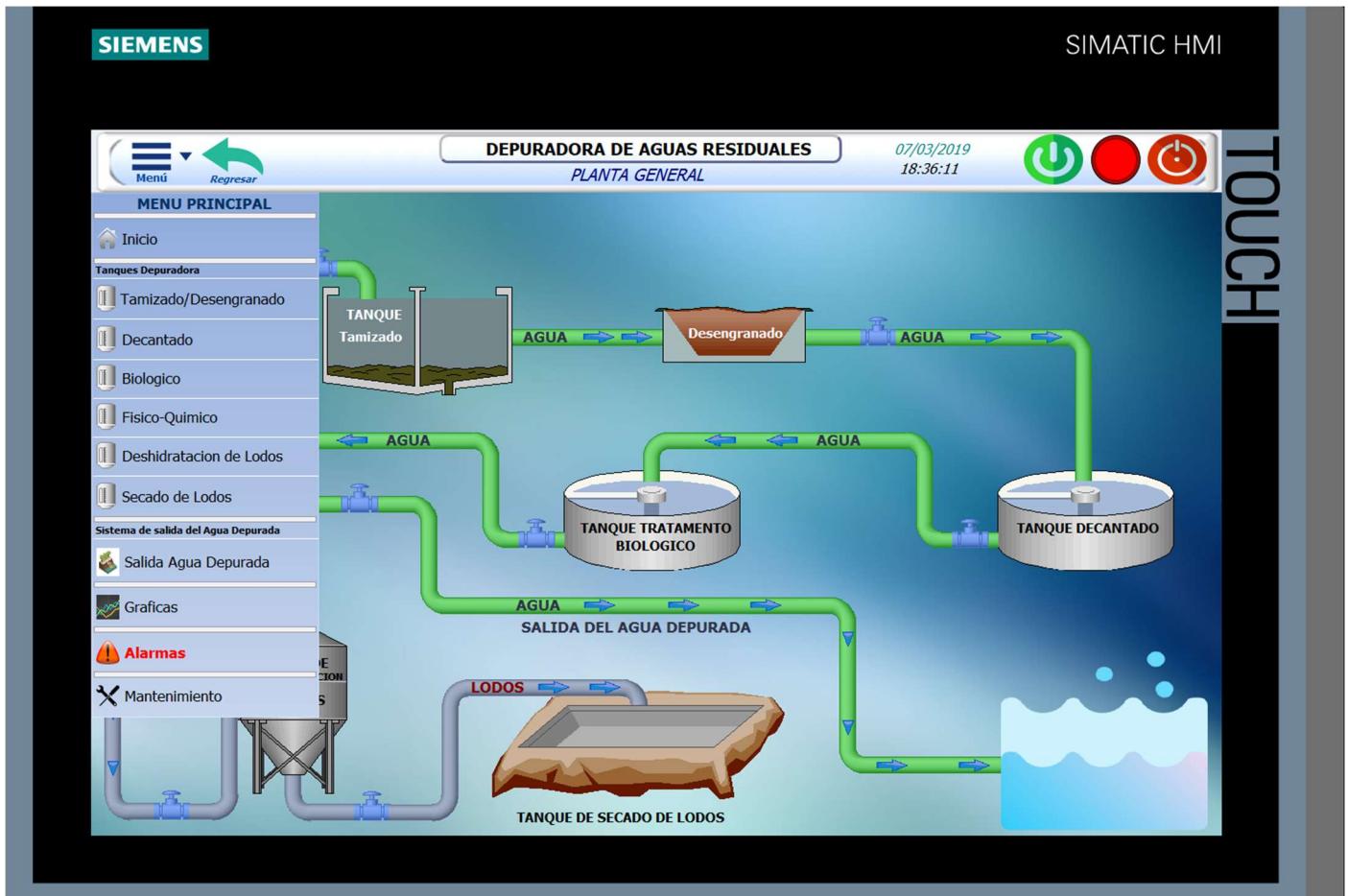


Ilustración 11: Imagen emergente que contiene los accesos de navegación del scada

En cada Imagen disponemos de una cabecera donde indica en la imagen en la que nos encontramos, los botones de start y stop, la fecha y hora, un botón de regresar a pagina anterior y un botón de menú.

De esta manera, aunque nos encontremos en la imagen, de por ejemplo (Graficas) podremos acceder a cualquier Información.

4.2.2 Funcionamiento Automático

Funcionamiento en Automático y Manual de los Tanques.

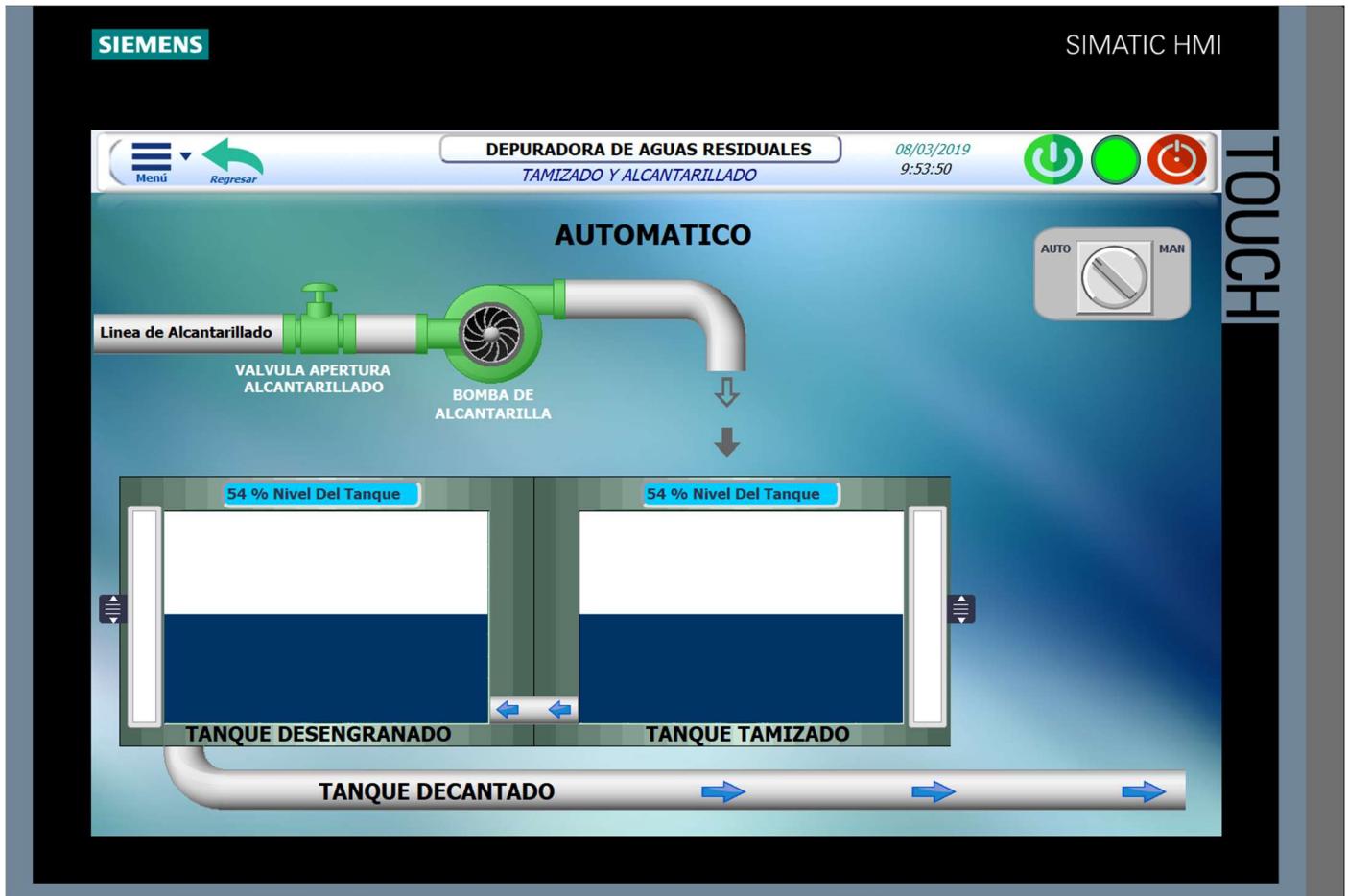


Ilustración 12: Imagen scada de los tanques de (Tamizado y Desengranado)

Los tanques tienen su funcionamiento en automático y manual mediante los parámetros introducidos en la programación SCL, me explico.

El funcionamiento de todos los servicios de los tanques, en automático está condenado a los niveles de los tanques, quiere decir que, si tengo seleccionado el modo automático, tanto las válvulas como los motores como los agitadores, se detendrán al alcanzar un límite de los tanques y estos a su vez activarán las alertas indicando que determinado tanque se encuentra en su nivel máximo o mínimo. Una vez que el tanque recupere su nivel estable que esta entre el 16 y el 89 % los sistemas de dicho tanque se activaran de nuevo. Para ello, el selector ubicado en la parte superior derecha tiene que estar en modo AUTO. Para poder manipular los niveles de los tanques, todos estos tienen unos deslizadores con los que se puede simular el llenado real de los tanques, y a su vez los tanques tienen en su parte superior un marcador que indica el porcentaje de llenado del tanque. Estos deslizadores están programados a las señales analógicas reales, por el método de normalizado y escalado. Estos deslizadores funcionan tanto en Auto como en Manual.

4.2.3 Funcionamiento Manual

Funcionamiento en manual

Al activar el modo manual (MAN) en el selector, aparecerá la infográfica, los botones de activación de la válvula y la bomba y el marcador del nivel del tanque en manual. (en el caso de los 3 tanques decantado, biológico, físico-químico) también aparecerá el botón de activación del agitador.



Ilustración 13: Imagen del modo (MANUAL) del tanque de Decantado

Abajo del todo se encuentra el marcador de nivel. Este marcador nos servirá para indicarle al sistema que porcentaje de nivel en el tanque deseamos. De este modo los sistemas estarán activos hasta que llegue al nivel que nosotros le indicamos, salvo el agitador, el agitador lo activaremos y desactivaremos nosotros en manual. Decir que cada tanque tiene su sistema manual y no interfiere en nada con los demás sistemas.

4.2.4 Alarmas

Apartado de las Alarmas.

La imagen principal de las alarmas cuenta con la amplitud de toda la pantalla para poder visualizar las alarmas más cómodamente. Dispone de un botón de información donde da información clara y concisa de la alarma que se ha disparado, su condición-fallo y su posible solución. También dispone de un botón de acuse para acusar la alarma una vez solucionada.

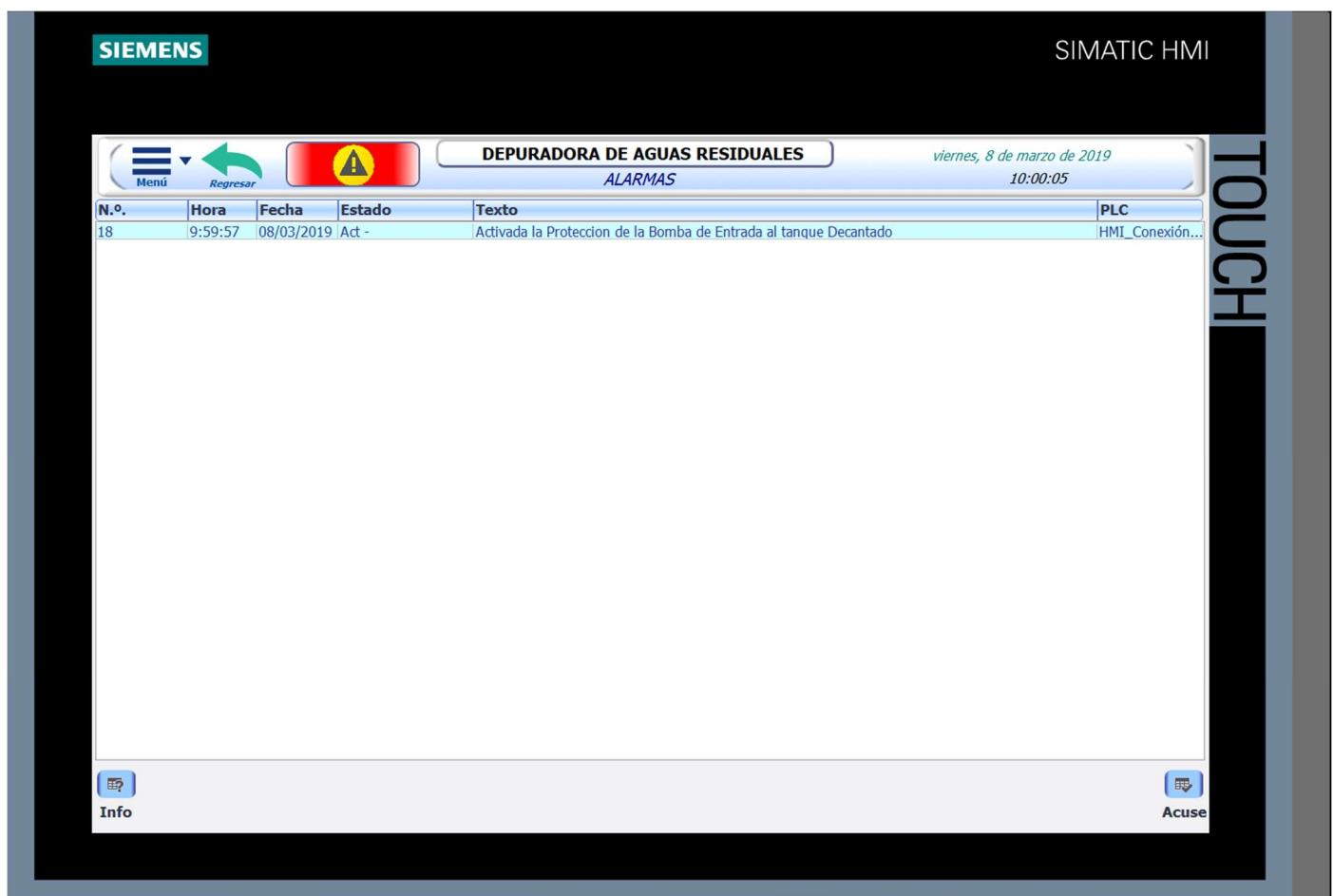


Ilustración 14: Imagen scada de las Alarmas

Seleccionamos el botón Info y nos aparecerá un texto informativo con el posible fallo y también la posible solución para seguir.

En la ilustración 15 lo detallo a continuación.

Al disponer del siguiente texto de ayuda, se intenta facilitar al operario de la planta, la eliminación de la alarma o aviso, y la restauración del sistema.

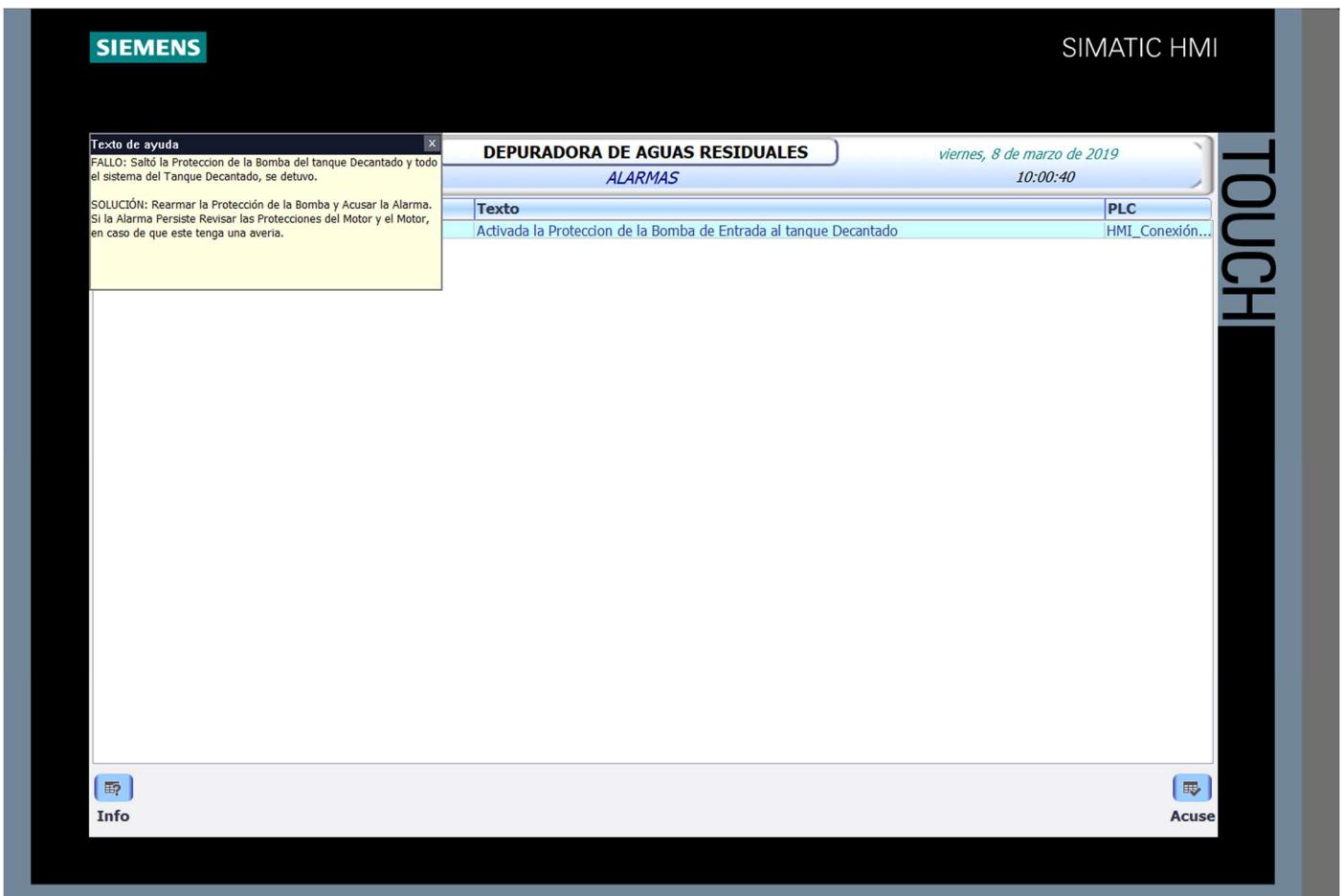


Ilustración 15: Texto informativo de Alarmas

También se ha dispuesto en las pantallas principales de los tanques, un visor de alarma que se activara en el momento en el que cualquier aviso-alarma se active. De este modo si se produce una alarma podremos visualizarla y saber qué tipo de alarma se activó, sin necesidad de ir al menú y a su vez al apartado alarmas, ya que este visor al pulsar sobre él, nos lleva directamente a la imagen principal de las alarmas.

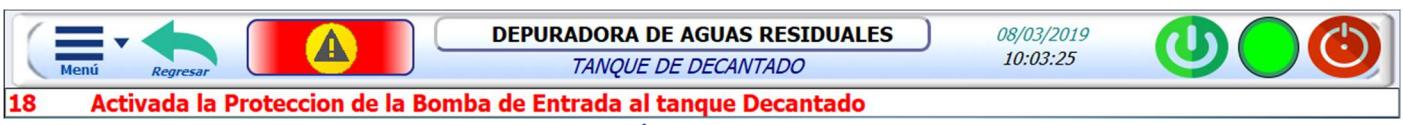


Ilustración 15: Visor de Alarmas

Alarmas en la imagen Principal. Se ha dispuesto que en caso de alarma-aviso, si nos encontramos en la imagen principal de inicio, nos salga un letrero de emergencia y a su vez un acceso directo al tanque donde se produjo la emergencia. Por ejemplo, en esta imagen vemos que se produjo una alarma en el tanque de decantado, esa grafica solo se activará si existe una alarma en dicho tanque.

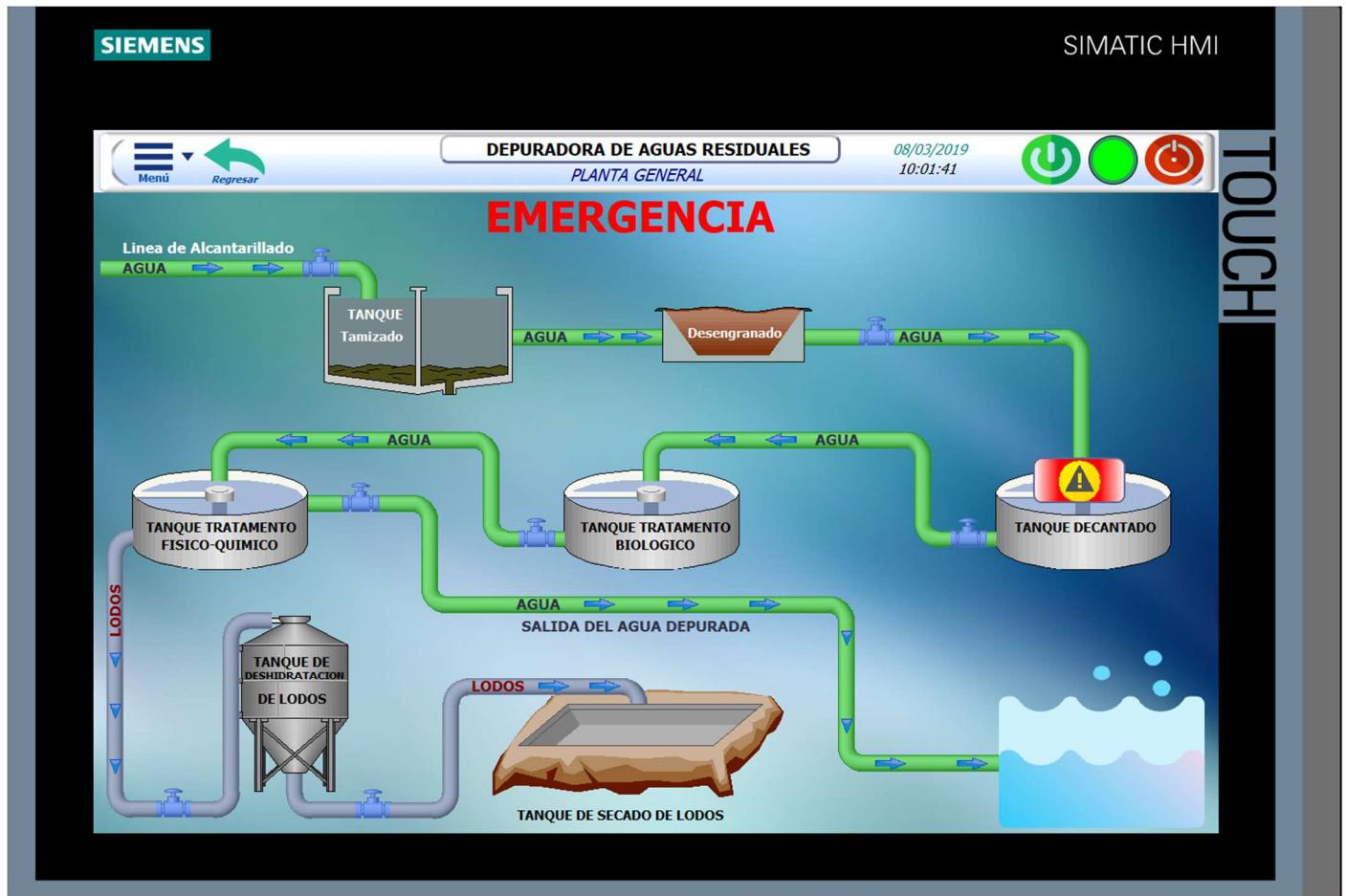


Ilustración 16: Visor de emergencia en la imagen principal de inicio

De este modo si nos encontramos en la imagen principal de inicio y se produce una alarma tendremos un acceso directo al tanque en el que se produjo dicha alarma.

4.2.5 Graficas

Apartado de Graficas

En este apartado, se muestran las graficas del caudal de entrada de agua al alcantarillado, el caudal de salida de lodos y el caudal de salida del agua depurada.

Para poder hacer la simulación se visualizarán los 3 deslizadores con los que poder simular las señales analógicas. En un caso real los deslizadores no existirían puesto que las gráficas se representarían directamente de los sensores analógicos de caudal.

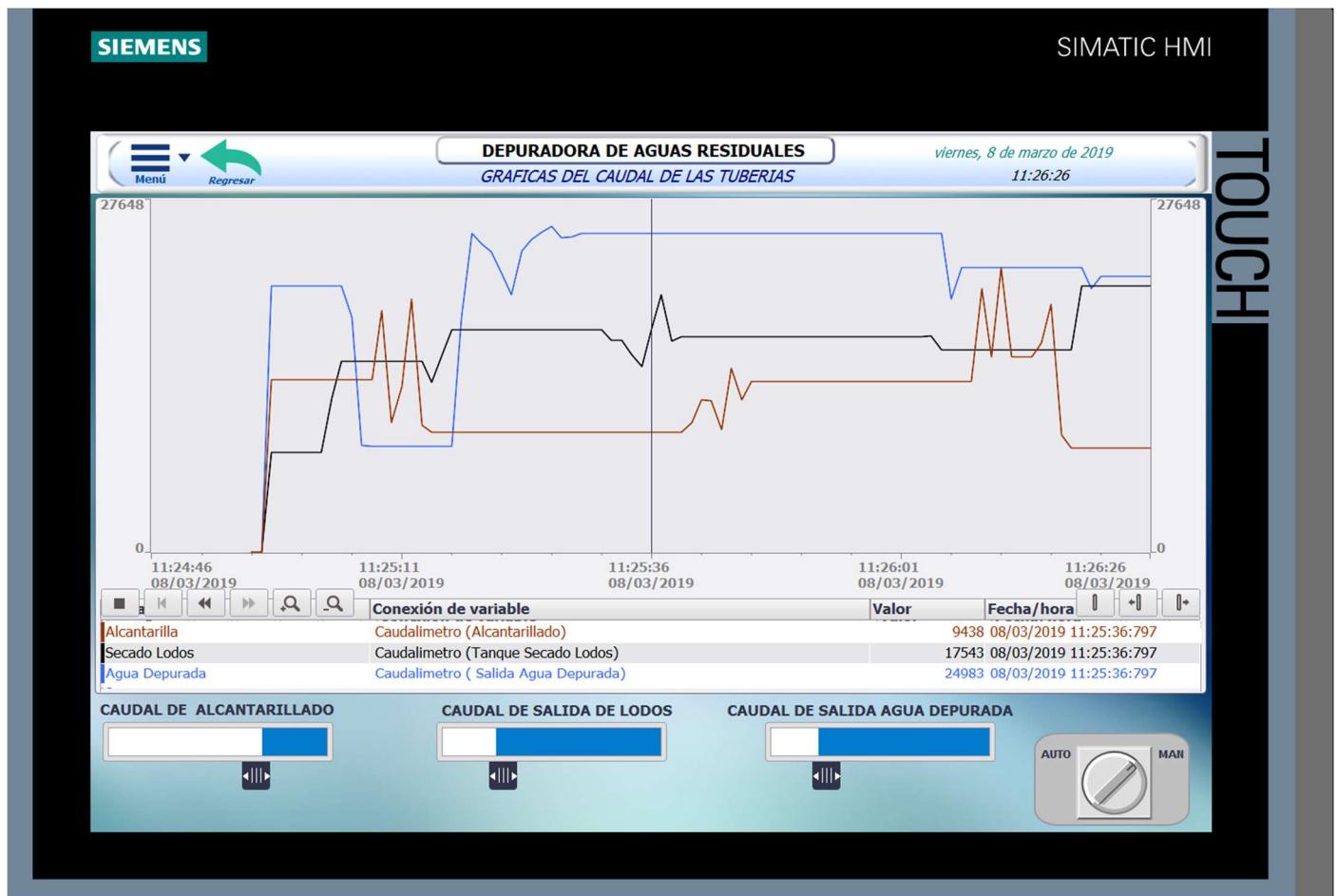


Ilustración 17: Imagen de Graficas de Caudal

4.2.6 Mantenimiento

Apartado de Mantenimiento.

Dentro del menú se encuentra un acceso de navegación a la imagen de mantenimiento. Esta imagen a sido creada solamente para personal de mantenimiento y de instalación, dentro de esta imagen se encuentran los accesos a las visualizaciones de las entradas y salidas digitales del autómata. Con ello lo que se prevé es una mayor rapidez a la hora de detectar una avería en el sistema. Este apartado es exclusivamente para personal de mantenimiento y o instalación. Por ello el acceso a dicha imagen va condicionada por un inicio de sesión con un usuario y password. El Usuario es “**Mantenimiento**” La clave para poder acceder es (“**123456789**”). Una vez introducida la password se pulsa “Aceptar” y después volver a pulsar el acceso a “Mantenimiento”. De esta manera nos llevará a la imagen de mantenimiento.

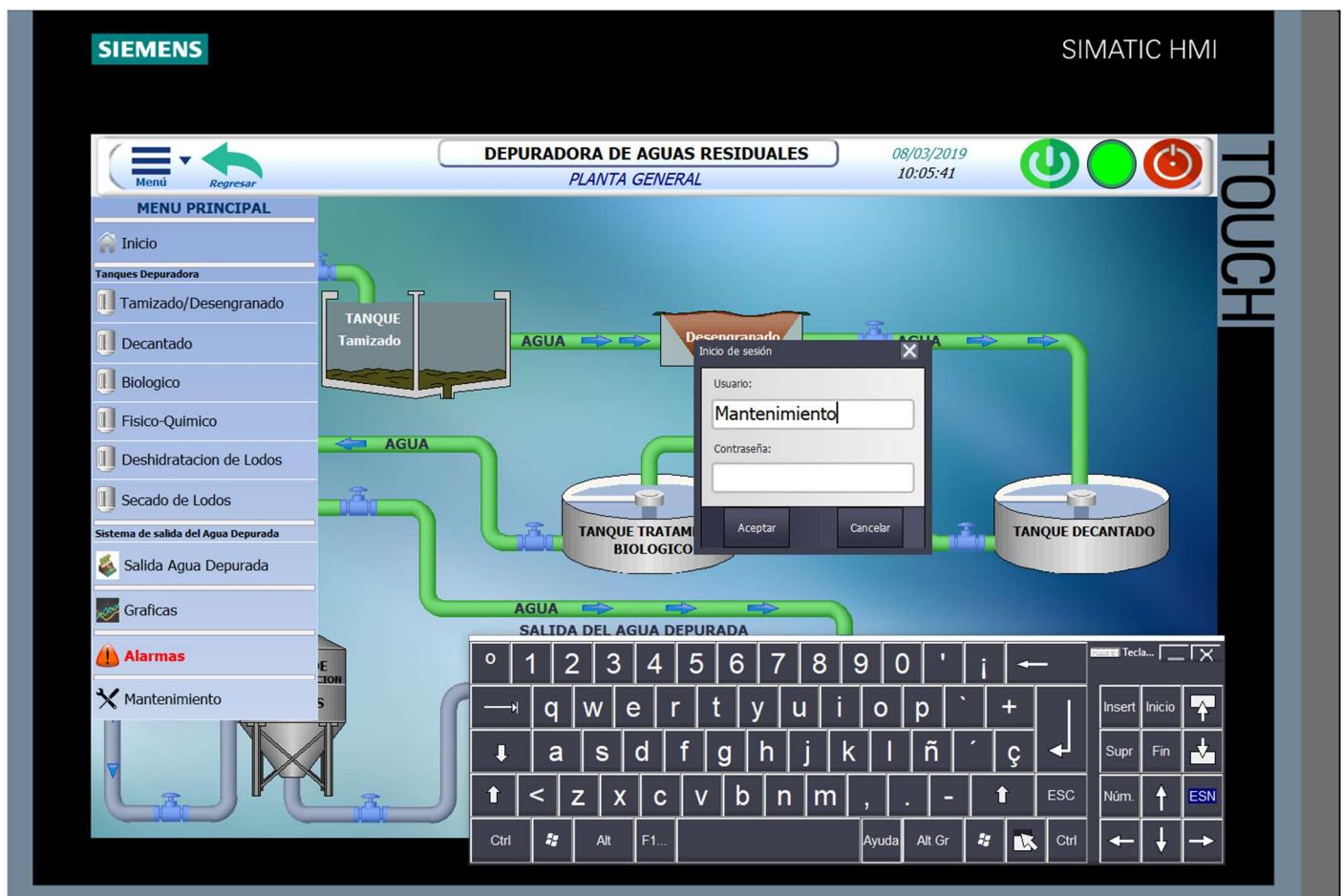
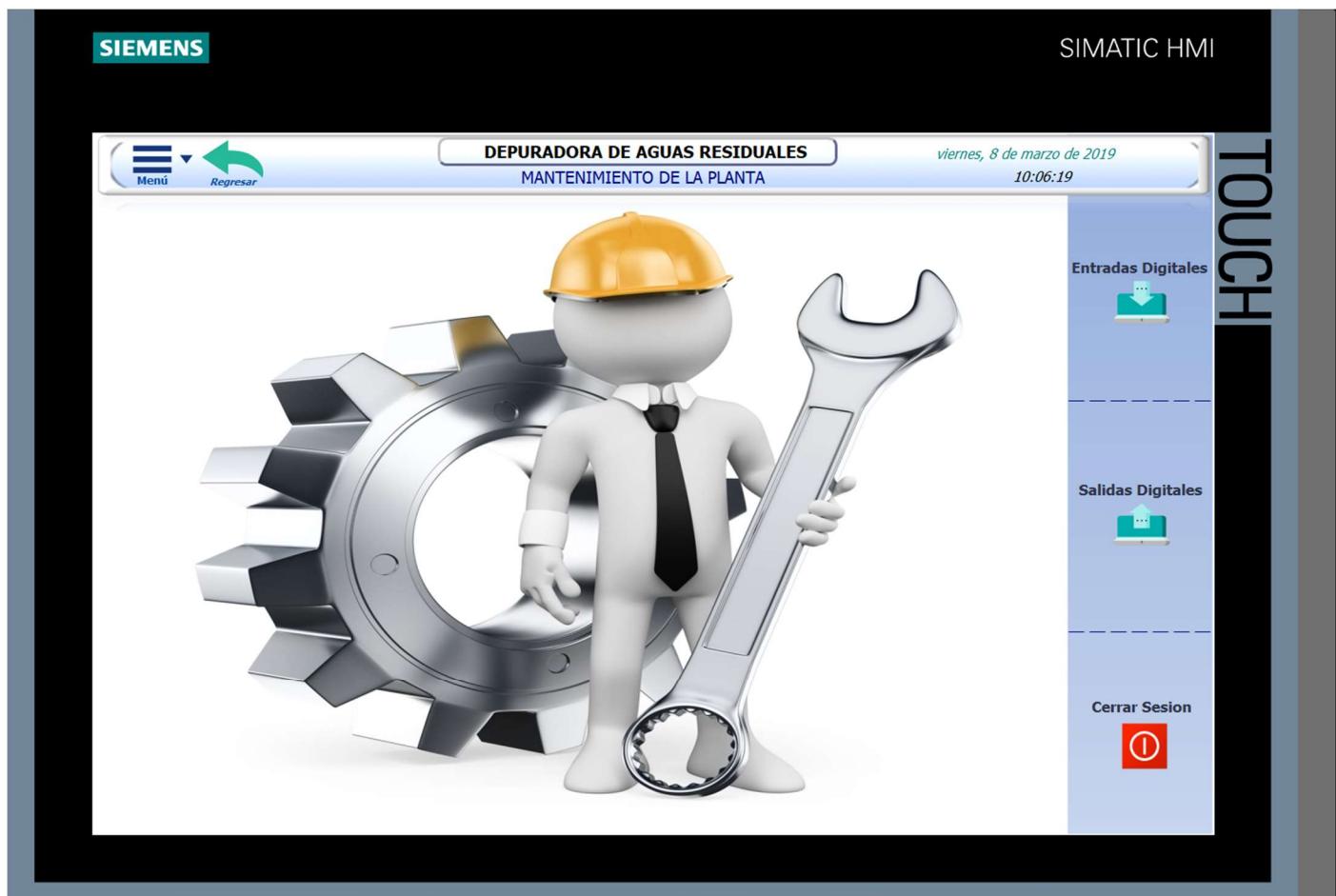


Ilustración 18: Acceso mediante inicio de sesión al apartado de Mantenimiento

Una vez dentro, podremos acceder a las visualizaciones de las entradas y salidas.



| DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES ENTRADAS DIGITALES 0-32 | | |
|---|--|--|
| viernes, 8 de marzo de 2019 11:47:28 | | |
| (10.0) Pulsador de Emergencia Principal | (11.3) Bomba del (Alcantarillado) | (12.6) Valvula Abierta (Tanque Fisico-Quimico) |
| (10.1) Pulsador de Rearme Potencia Principal | (11.4) Valvula Abierta (Tanque Biologico) | (12.7) Valvula Cerrada (Tanque Fisico-Quimico) |
| (10.2) Pulador de Paro Potencia Principal | (11.5) Valvula Cerrada (Tanque Biologico) | (13.0) Proteccion Bomba (Tanque Fisico-Quimico) |
| (10.3) Reserva 1 Zona Principal | (11.6) Protección Bomba (Tanque Biologico) | (13.1) Bomba del (Tanque Fisico-Quimico) |
| (10.4) Reserva 2 Zona Principal | (11.7) Bomba del (Tanque Biologico) | (13.2) Seta 1 Emergencia (Tanque Fisico-Quimico) |
| (10.5) Reserva 3 Zona Principal | (12.0) Seta 1 de Emergencia (Tanque Biologico) | (13.3) Seta 2 Emergencia (Tanque Fisico-Quimico) |
| (10.6) Reserva 4 Zona Principal | (12.1) Seta 2 de Emergencia (Tanque Biologico) | (13.4) Seta 3 Emergencia (Tanque Fisico-Quimico) |
| (10.7) Reserva 5 Zona Principal | (12.2) Seta 3 de Emergencia (Tanque Biologico) | (13.5) Seta 4 Emergencia (Tanque Fisico-Quimico) |
| (11.0) Valvula Abierta (Alcantarillado) | (12.3) Seta 4 de Emergencia (Tanque Biologico) | (13.6) Protección Agitador (Tanque Fisico-Quimico) |
| (11.1) Valvula Cerrada (Alcantarillado) | (12.4) Protección Agitador (Tanque Biológico) | (13.7) Agitador del (Tanque Fisico-Quimico) |
| (11.2) Protección Bomba (Alcantarillado) | (12.5) Agitador del (Tanque Biológico) | (14.0) Reserva 1 Zona 1 |

Ilustración 19: Acceso al apartado de mantenimiento y a las visualizaciones de las E/S

Capítulo 5. Conclusiones finales

Aunque este proyecto de fin de temario estaba proyectado como un proyecto básico, yo he intentado realizarlo lo más semejante a la realidad, por ello se encuentra el apartado de mantenimiento, ya que en la realidad, la mayoría de las “máquinas y sistemas” llevan apartados similares. Por ello también todas las variables internas creadas activan sus salidas correspondientes, como si de un proyecto real se tratara.

He intentado realizar la aplicación lo más clara posible, tanto en el apartado del scada, como de la programación del autómata en lenguaje SCL.

Finalmente quiero decir y agradecer a mi entrenador y profesor, que este proyecto ha sido un reto para mí, tanto en la dedicación como en los conocimientos adquiridos, y que con paciencia y determinación conseguí realizarlo.

