



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería Eléctrica**

# **Control y telegestión de la climatización de centros de salud**

**Autor:**

**Cubillo Fraile, Jose Javier**

**Director**

**Duque Pérez, Óscar**

**Dpto. de Ingeniería Eléctrica**

**Codirector:**

**Espí García, Fernando Javier**

**Valladolid, Julio 2025**

## Contenido

1.	Introducción.....	3
1.1.	Justificación .....	3
1.2.	Objetivos.....	4
1.3.	Eficiencia Energética .....	5
2.	Centros de salud.....	7
2.1.	Área de salud Valladolid Oeste.....	7
2.2.	Centros de salud rurales.....	8
3.	El sistema de control.....	11
3.1.	El sistema de control.....	11
3.2.	Arquitectura del sistema de control .....	11
3.3.	El Supervisor 963.....	12
3.4.	El programador SET.....	12
3.5.	Componentes de hardware .....	13
4.	Planteamiento general del sistema .....	17
4.1.	Visual SCADA 963 .....	18
5.	Centro de salud de Tordesillas .....	21
5.1.	Memoria de funcionamiento centro de salud de Tordesillas .....	21
5.2.	Entradas y Salidas centro de salud de Tordesillas .....	30
5.3.	Elección de IQ centro de salud de Tordesillas.....	37
5.4.	Programación centro de salud de Tordesillas.....	42
5.5.	SCADA Tordesillas .....	67
5.6.	Costes centro de salud de Tordesillas .....	74
6.	Centro de salud de Villalón de Campos .....	81
6.1.	Memoria de funcionamiento centro de salud de Villalón de Campos .....	81
6.2.	Entradas y Salidas centro de salud de Villalón de Campos .....	85
6.3.	Elección de controlador IQ centro de salud de Villalón de Campos. ....	87
6.4.	Programación centro de salud de Villalón de Campos.....	89
6.5.	SCADA Villalón de Campos .....	97
6.6.	Costes del Centro de salud de Villalón .....	99
7.	Ahorro.....	103
7.1.	Centro de salud de Villalón de Campos .....	103
7.2.	Centro de salud de Tordesillas.....	104
8.	Conclusiones .....	109
9.	Bibliografía.....	111

# 1. Introducción

## 1.1. Justificación

En un contexto en el que la eficiencia energética, la sostenibilidad y la automatización de procesos adquieren cada vez mayor relevancia en la gestión de edificios públicos, la integración de sistemas de control se ha convertido en una herramienta clave para optimizar el funcionamiento de infraestructuras técnicas complejas. Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objeto principal el diseño y desarrollo de un sistema completo de control y supervisión centralizada para la gestión de la climatización de los centros de salud de Tordesillas y Villalón de Campos, ambos dependientes del área de salud Valladolid Oeste.

El sistema desarrollado se basa en la tecnología SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y emplea el entorno de control distribuido proporcionado por la plataforma TREND, ampliamente utilizada en aplicaciones de automatización de edificios (Building Management Systems - BMS). Este entorno permite una monitorización en tiempo real de la producción y distribución de climatización, así como el control automático de equipos como calderas, enfriadoras, climatizadores, fancoils, válvulas modulantes y sistemas de alumbrado exterior.

El trabajo se ha dividido en varias fases que abarcan desde la planificación de la arquitectura del sistema hasta la programación de los controladores. En una primera fase, se realizó un análisis técnico detallado de los sistemas de climatización de cada centro, así como un estudio del reparto y naturaleza de las señales necesarias (entradas y salidas analógicas y digitales). A partir de este análisis se procedió a la selección de los controladores IQ adecuados para cada instalación, teniendo en cuenta tanto los requerimientos presentes como las posibles ampliaciones futuras.

Posteriormente, se llevó a cabo la programación de dichos controladores mediante el software SET, desarrollando lógicas específicas para la gestión de la producción de calor y frío. En paralelo, se diseñó el entorno gráfico del sistema de supervisión en el software SCADA 963, en el que se incluyeron páginas de visualización, gráficos de tendencias, generación de alarmas, gestión de consignas y comunicación con los equipos de campo.

Una parte esencial del trabajo ha consistido también en la integración del sistema en la red de comunicación existente del hospital Río Hortega. Asimismo, se ha realizado un análisis económico que detalla los costes asociados a cada componente y actuación, tanto en material como en mano de obra, con el fin de evaluar la viabilidad técnica y presupuestaria del proyecto, así como un estudio del ahorro que se puede llegar a conseguir.

El resultado es un sistema adaptado a las necesidades particulares de los centros de salud, que mejora significativamente el control sobre las instalaciones, reduce el consumo energético y facilita el mantenimiento preventivo y correctivo mediante una gestión remota fiable.

## 1.2. Objetivos

Este Trabajo de Fin de Grado persigue los siguientes objetivos principales:

### 1. Diseñar una arquitectura de control centralizada

El primer objetivo es definir una estructura de control capaz de gestionar, de forma adecuada, todos los elementos relacionados con la climatización: producción de calor y frío, distribución hidráulica, ventilación mediante climatizadores y fancoils. Esta arquitectura debía contemplar la operatividad tanto en modo manual como automático, garantizando además la comunicación entre controladores y el entorno SCADA.

### 2. Seleccionar e implementar controladores IQ adecuados

En base a las necesidades de cada centro, se ha realizado un análisis detallado del número y tipo de entradas y salidas requeridas. A partir de dicho análisis se han seleccionado controladores IQ4 y sus módulos de expansión, dejando señales de reserva pensando en futuras ampliaciones.

3. Programar lógicas de control adaptadas a las condiciones reales de operación. Mediante el software SET, se ha desarrollado la lógica interna de cada controlador. Estas lógicas han sido fundamentales para garantizar que los equipos funcionen únicamente cuando es necesario, reduciendo el consumo sin afectar al confort.

### 4. Configurar un entorno SCADA completo y funcional

Otro objetivo clave ha sido el diseño e implementación del sistema de supervisión mediante SCADA 963. Se ha desarrollado una interfaz gráfica intuitiva, estructurada por zonas y funciones, que permite visualizar el estado de los equipos, ajustar consignas, acceder a históricos y detectar incidencias a través de alarmas en tiempo real. Esta supervisión remota permite un control eficaz y una rápida respuesta ante cualquier anomalía.

### 5. Evaluar los resultados energéticos obtenidos tras la automatización

Por último, se ha realizado una comparación que permite cuantificar el impacto de la automatización. Utilizando datos de temperatura y horarios reales del periodo 2024-2025, se ha simulado el funcionamiento de los equipos con y sin automatización.

### 1.3. Eficiencia Energética

Los requisitos técnicos de obligado cumplimiento en relación con la eficiencia energética y la seguridad en instalaciones térmicas de los edificios vienen marcados en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) del Real Decreto 1027/2007. Este reglamento exige ciertas normas para garantizar la buena calidad del aire, y el confort acústico y térmico.

#### 1.3.1. Clasificación de la calidad de aire según Real Decreto 1027/2007 (RITE)

El RITE distingue entre aire interior y aire exterior. En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja)

En este caso al tratarse de centros de salud, la calidad del aire necesaria es IDA 1.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo, polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

Para este caso no hay aire exterior.

El nivel de filtración necesario para obtener el nivel de aire necesario se puede ver en la siguiente tabla:

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF*+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Figura 1: Clases de filtración. (Fuente: real decreto 1027/2007)

También clasifica el aire de extracción, que consta de las siguientes categorías:

- AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar. Están incluidos en este apartado: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.
- AE2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar. Están incluidos en este apartado: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas (excepto campana extractora), bares, almacenes.
- AE3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc. Están incluidos en este apartado: saunas, cocinas industriales, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.
- AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Para nuestro objeto de estudio, los centros de salud, la calidad del aire interior óptima es IDA 1. En cuanto a la calidad del aire exterior (ODA), se debe filtrar de la siguiente manera: ODA 1, un filtro de partículas; ODA 2, cuenta 2 etapas de filtración y ODA 3, manifiesta un alto nivel de contaminación en el exterior, por este motivo, aparte del doble refuerzo de filtración con partículas se deberá añadir una filtración para gases y químicos.

## 2. Centros de salud.

### 2.1. Área de salud Valladolid Oeste

Valladolid tiene dos áreas de salud (Área de Salud Valladolid Este y Área de Salud Valladolid Oeste) por razones principalmente organizativas, logísticas y de eficiencia sanitaria.

Los principales motivos de esta división son:

#### 1. Distribución geográfica y demográfica

- Valladolid y su provincia tienen una población grande y dispersa, y esto requiere una división en dos áreas que faciliten el acceso y la atención sanitaria.
- Esta división permite organizar mejor los recursos humanos, técnicos y asistenciales, acercándolos a la población que los necesita.

#### 2. Optimización de recursos sanitarios

- Cada área cuenta con su propio hospital de referencia:
  - Valladolid Este: Hospital Clínico Universitario.
  - Valladolid Oeste: Hospital Universitario Río Hortega.
- Esto evita la sobrecarga de un único hospital y permite una gestión más eficiente de urgencias, especialidades y hospitalización.

#### 3. Gestión independiente

- Cada área tiene su propia gerencia de atención primaria y especializada, lo que facilita una mejor planificación, toma de decisiones y adaptación a las necesidades específicas de la población de cada zona.

#### 4. Equidad en la atención

- Al dividirse en dos áreas, consigue una reducción de los tiempos de espera y una mejora de la calidad asistencial al no saturar un único sistema sanitario centralizado.

Tener dos áreas de salud permite a Valladolid ofrecer una atención médica más accesible, organizada y adaptada a su población y territorio.

## 2.2. Centros de salud rurales

### 2.2.1. ¿Qué son los centros de salud rurales de Valladolid?

Los centros de salud rurales son infraestructuras sanitarias que dan servicio médico básico a los pueblos y zonas menos pobladas de la provincia de Valladolid. Forman parte de la Atención Primaria de Sacyl (el sistema de salud público de Castilla y León).

### 2.2.2. ¿Por qué existen?

1. Atender a la población dispersa
  - 1.1. La provincia de Valladolid tiene muchos municipios pequeños y alejados entre sí.
  - 1.2. Para garantizar la igualdad en el acceso a la sanidad, se instalan centros de salud o consultorios en zonas rurales.
2. Complementan las áreas de salud
  - 2.1. Cada centro rural depende de una de las dos áreas de salud (Valladolid Este u Oeste).
  - 2.2. Así se organiza la atención de manera más eficiente y se asegura que los recursos estén bien distribuidos.
3. Evitan desplazamientos largos
  - 3.1. Sin estos centros, muchos habitantes tendrían que recorrer decenas de kilómetros para ver a su médico.
  - 3.2. Estos centros permiten recibir atención sin tener que acudir siempre a Valladolid capital o a los grandes hospitales.

### 2.2.3. ¿Cómo están organizados?

- Existen centros de salud rurales principales, que cuentan con varios profesionales: médicos, enfermeras, matronas, fisioterapeutas, etc.
- De cada uno de ellos dependen consultorios locales más pequeños, ubicados en pueblos cercanos, donde los médicos acuden ciertos días de la semana.



#### **2.2.4. Principales centros de salud rurales en la provincia de Valladolid**

- Centro de Salud Valladolid Rural I (Carretera de Valladolid)
- Centro de Salud Valladolid Rural II (Zaratán)
- Centro de Salud de Medina de Rioseco
- Centro de Salud de Tordesillas
- Centro de salud de Villalón de campos
- Centro de Salud de Mayorga de Campos
- Centro de Salud de Peñafiel
- Centro de Salud de Íscar



### 3. El sistema de control

#### 3.1. El sistema de control

Un sistema de control se define como aquel que, al recibir información de entrada, es capaz de generar una respuesta que modifica el comportamiento del proceso controlado, de modo que se cumplan las pautas predefinidas por el programador. Estos sistemas pueden configurarse de manera sencilla (una única variable de entrada y una señal de salida) o de forma compleja, integrando múltiples entradas y salidas, tal como ocurre en instalaciones reales.

#### 3.2. Arquitectura del sistema de control

El sistema implementado en el Hospital Universitario Río Hortega (H.U.R.H.) se compone de tres redes de comunicación, cada una con características específicas:

- **LON (Local Operation Network):** Conecta los controladores configurables de tendencias mediante una arquitectura de bus lineal, lo que facilita la transmisión directa de datos.
- **LAN (Local Area Network):** En esta red se enlazan los controladores programables mediante una estructura de anillos (LAN 6, LAN 7, LAN 8 y LAN 9). Estos anillos se interconectan a través de una INTERLAN que incorpora cuatro tarjetas INC2, destinadas a la transferencia de señales. Además, se utilizan tarjetas LINC para establecer la conexión con la red LON.
- **ETHERNET:** A diferencia de las redes LON y LAN, que son estándares propios del fabricante, la red Ethernet es exclusiva del hospital. Esta red aloja los controladores de los centros de salud y se conecta a la INTERLAN mediante una tarjeta XTEND.

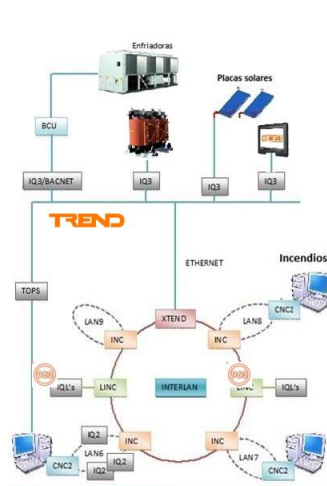


Figura 2: Arquitectura de control H.U.R.H. (Fuente: Trend controls)

Para la operación y supervisión del sistema se emplean dos ordenadores conectados a LAN 6 y LAN 7, lo que permite la gestión, recopilación de datos y programación mediante el software SET y el Supervisor 963.

### 3.3. El Supervisor 963

El Supervisor 963 es un sistema SCADA de Trend que interactúa con los dispositivos de campo para controlar procesos de forma automatizada. Se instala en un ordenador conectado a la red LAN mediante una tarjeta CNC2. Entre sus características destacan:

- Proporciona información detallada para la supervisión y control.
- Permite monitorear la instalación y realizar ajustes operativos.
- Emplea gráficos claros e intuitivos que facilitan la interpretación de los datos.



Figura 3: Pantalla principal supervisor 963 (Fuente: supervisor 963)

### 3.4. El programador SET

El programador SET es una herramienta exclusiva del fabricante, diseñada para trabajar a nivel de ingeniería y programación en el sistema Trend. Ofrece dos modos:

- **Modo OFF-LINE:** Permite simular y verificar la programación sin conexión directa al controlador.
- **Modo ON-LINE:** Establece comunicación directa, descargando automáticamente los cambios.

La programación se realiza mediante módulos preprogramados, los cuales tienen definidas sus funciones, entradas y salidas; cada módulo se identifica con una etiqueta y una numeración que indica su secuencia, y la salida muestra la posición de memoria asignada.

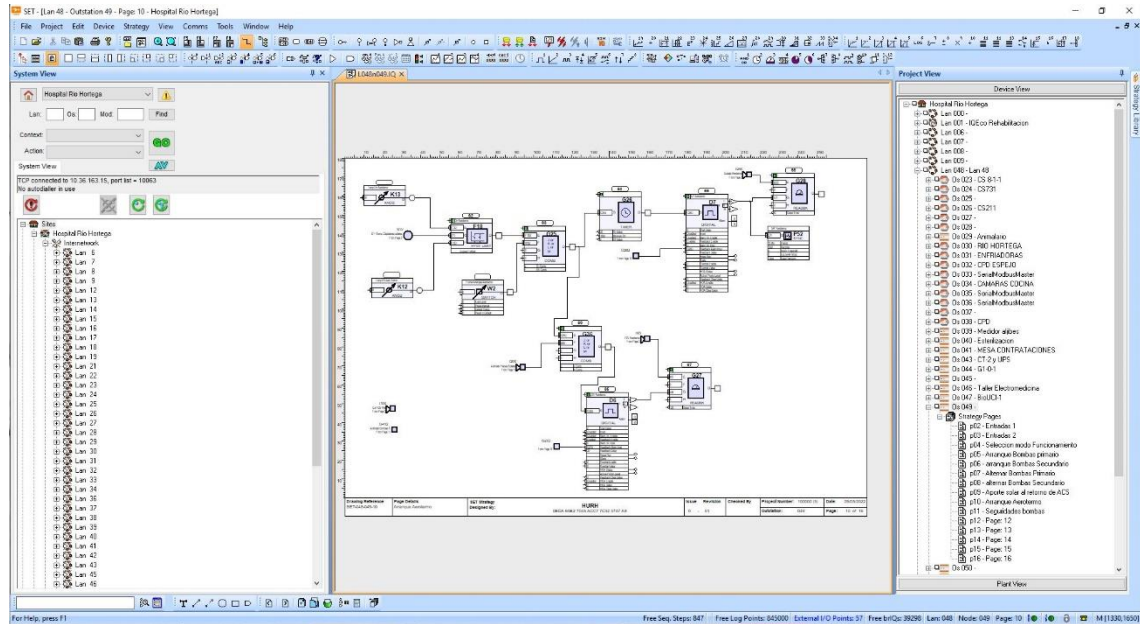


Figura 4: Vista general programador SET (Fuente: Programador SET)

## 3.5. Componentes de hardware

### 3.5.1. Tarjeta XTEND

Integra las redes IQ (LAN, Ethernet y LONWORKS) en una única red, ofreciendo soporte para conexiones WAN (Wide Area Network) y proporcionando CNC virtuales para la conexión del software de supervisión con el sistema BMS.



Figura 5: Tarjeta XTEND (Fuente: TREND Controls)



Características destacadas:

- Integración de la red IQ en la red Trend current loop Lan, Ethernet y LONWORKS.
- Interfaz 10/100 BASE-T.
- Ocho CNC virtuales para conexión a PC mediante Ethernet.
- Compatible con enrutadores.
- Alarmas de red disponibles en 10 idiomas.
- Memoria flash para retener datos configurados durante cortes de energía (no necesita batería).
- Integración de controladores IQL en el sistema Trend.
- Conexión a red LONWORKS con IqITool 2 mediante CNC virtual.
- DHCP habilitado.

### 3.5.2. Tarjeta INC2

Permite la comunicación entre los anillos de la arquitectura, posibilitando la conformación de sistemas de gran escala, con soporte para 116 dispositivos por LAN y segmentación para múltiples velocidades.



*Figura 6: Tarjeta INC2 (Fuente: TREND Controls)*

Características destacadas:

- 116 dispositivos en LAN local.
- 116 LAN en red.
- Compatibilidad con redes INC anteriores
- Segmentación de redes para redes de múltiples velocidades
- Identificación LAN mediante etiqueta de texto
- Alarmas LAN del sistema IQ disponibles en 10 idiomas
- Versiones de alimentación de entrada de 230 V CA o 24 V CA/CC

### **3.5.3. Tarjeta CNC2**

Facilita la comunicación entre el anillo de la arquitectura y el Supervisor 963, con prueba automática de la red, soporte para 116 nodos, alimentación auxiliar y alarmas configurables.



*Figura 7: Tarjeta CNC2 (Fuente: TREND Controls)*

Características destacadas:

- Prueba automática de red.
- 116 nodos direccionables.
- Alimentación de salida auxiliar de 24 Vcc.
- Versiones de alimentación de entrada 230 Vac o 24 Vac/dc.
- Alarmas Trend LAN disponibles en 10 idiomas

### **3.5.4. Controlador IQ4E**

Este controlador es altamente versátil, con 10 entradas universales y 6 salidas analógicas integradas, ampliable hasta 192 puntos mediante módulos de E/S. Opera mediante redes Ethernet y TCP/IP, integra tecnología XML, es compatible con BACnet sobre IP, y ofrece conectividad mediante puertos RS232, USB y un puerto Wallbus para pantallas de sala.



*Figura 8: Controlador IQ4E (Fuente: TREND Controls)*

Características destacadas:

- 16 canales de E/S integrados: 10 entradas y 6 salidas.
- El bus de E/S admite hasta un total de 192 canales de E/S (dependiendo de la variante del controlador) utilizando módulos de E/S adicionales.
- Longitud del bus de E/S de hasta 300 m (328 yardas).
- Red principal Ethernet 10/100 Mbps con protocolo TCP/IP.
- Opción de LAN de bucle de corriente de Trend.
- Servicios web XML integrados como estándar.
- Compatible con BACnet sobre IP (certificado como controlador de edificios BACnet (B-BC)).
- Conexión Wallbus para displays de sala.
- Puertos RS232 y USB para ingeniería/supervisor local.
- Sincronización horaria automática y horario de verano mediante SNTP.
- Montaje en carril DIN, con carcasa estándar DIN 19 tamaño 2.
- Interfaz opcional para dispositivos Serial/IP MODBUS y M-Bus.
- Opciones de fuente de alimentación de entrada de 230 Vca, 24 Vca o 48 Vcc.

### **3.5.5. Instrumentos de campo**

Los dispositivos de campo son esenciales para la captación de la información necesaria para el control del sistema. Entre ellos se incluyen:

- **Sensores:**

Miden variables ambientales como temperatura, humedad, calidad del aire y presión atmosférica. Las versiones inalámbricas aportan flexibilidad en la instalación y reducción de costes.

- **Actuadores y electroválvulas:**

Incluyen válvulas lineales o rotativas (de 2 y 3 vías) para aplicaciones HVAC, y otros actuadores para funciones específicas, pudiendo acoplarse directamente a deflectores de aire, persianas de ventilación o unidades VAV.



## 4. Planteamiento general del sistema

Una vez definidos los objetivos generales del proyecto, se procede al desarrollo de éste, que se dividirá en varias fases que abarcan desde la identificación de señales hasta la supervisión gráfica del sistema mediante el sistema SCADA. El enfoque adoptado combina el diseño de arquitectura de control distribuido, la programación de lógicas adaptativas y la integración de un entorno de supervisión SCADA, de forma que todas las capas del sistema trabajen de manera coordinada.

El sistema se ha implantado en dos centros de salud: Tordesillas, que dispone de producción de calor y frío, y Villalón de Campos, que solo dispone de producción de calor. Esta diferencia condiciona la estructura de control y hace necesario adaptar la solución a cada instalación de manera personalizada.

El proceso de desarrollo se articula en torno a los siguientes bloques técnicos:

- **Memoria de funcionamiento:**

Se describe detalladamente el comportamiento esperado de cada subsistema en condiciones normales y en situaciones específicas, como la activación de modos de protección, horarios de funcionamiento o control en cascada.

- **Reparto de entradas y salidas:**

Se identifican y clasifican todas las señales necesarias para el control de los distintos equipos (temperaturas, presiones, estados, consignas, etc.), lo que permite dimensionar adecuadamente los controladores y módulos de expansión.

- **Elección de controladores IQ (IQ4):**

A partir del reparto de señales, se seleccionan los modelos de controlador más adecuados mediante la herramienta de cálculo proporcionada por TREND, garantizando tanto la cobertura funcional como la posibilidad de futuras ampliaciones.

- **Programación de controladores:**

Se desarrollan las lógicas de funcionamiento utilizando el software SET, incorporando funciones como curvas de compensación por temperatura exterior, alternancia de bombas y arranques optimizados.

- **Diseño del entorno Visual SCADA 963:**

Se configuran páginas gráficas de supervisión para cada zona y equipo, incluyendo visualización en tiempo real, históricos de datos, alarmas, menús interactivos y acceso a consignas ajustables por el operador.

Cada uno de estos apartados constituye una fase clave dentro del proceso global de automatización. Su correcta ejecución ha permitido desarrollar un sistema fiable, eficiente y escalable, adaptado a los requerimientos técnicos y funcionales de ambos centros de salud.

## 4.1. Visual SCADA 963

### 4.1.1. Configuración Inicial del SCADA

#### 4.1.1.1. Añadir un Nuevo Lugar

El primer paso para configurar el SCADA consiste en acceder a la pestaña de "Equipos" y seleccionar la opción para añadir un nuevo lugar. Al hacerlo, el programa solicitará:

- Ingresar un **nombre**.
- Proporcionar el **GUID** del nuevo sitio.

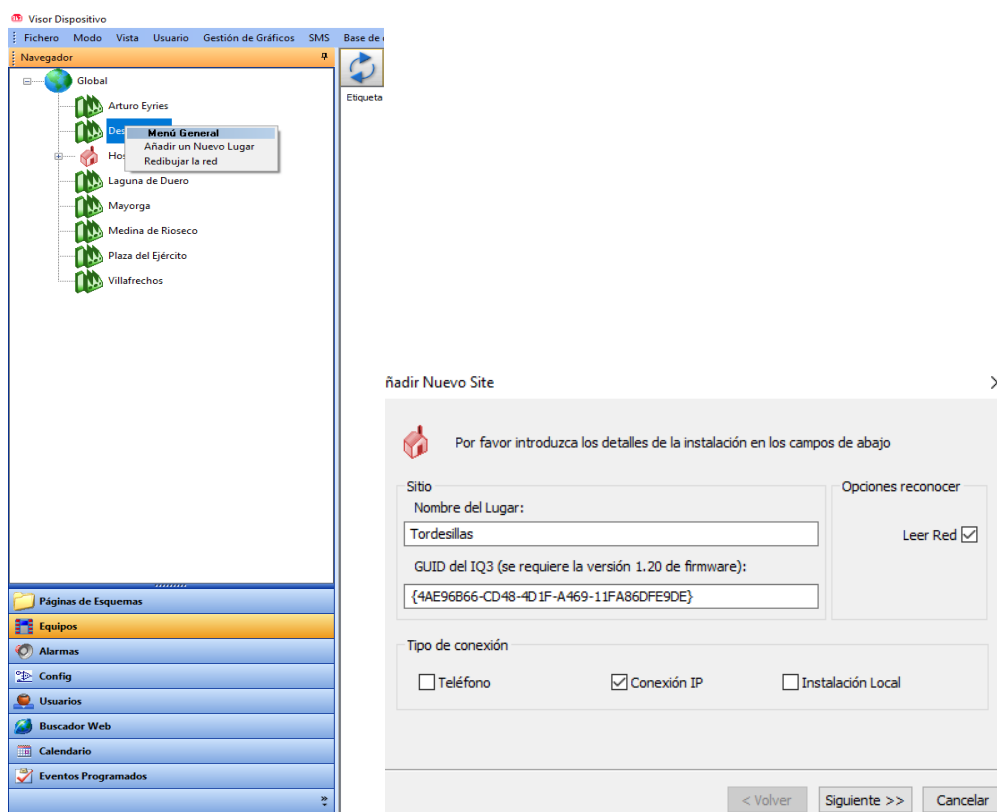


Figura 9 (Fuente: Supervisor 963)

Una vez introducidos estos datos, el sistema solicitará la **información de conexión IP**. Con estos datos, el nuevo lugar se asociará a la LAN correspondiente.

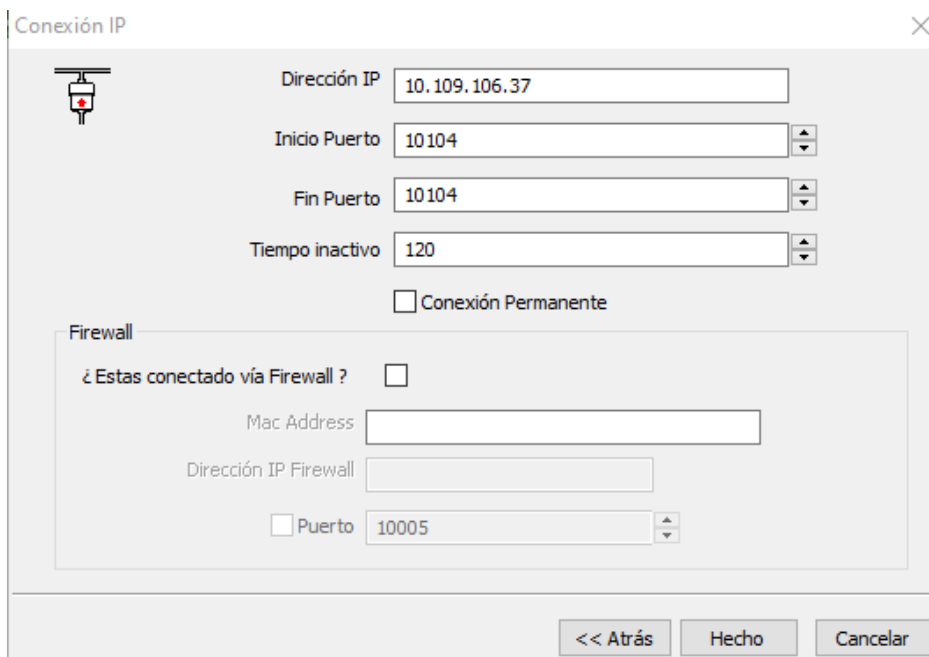


Figura 10 (Fuente: Supervisor 963)

#### 4.1.1.2. Lectura de la LAN

Con la información de conexión establecida, aparecerá el nuevo lugar con la LAN correspondiente y el SCADA podrá realizar la lectura de la LAN. Esto permite que se muestren en pantalla todos los equipos y módulos que trabajan en la red.

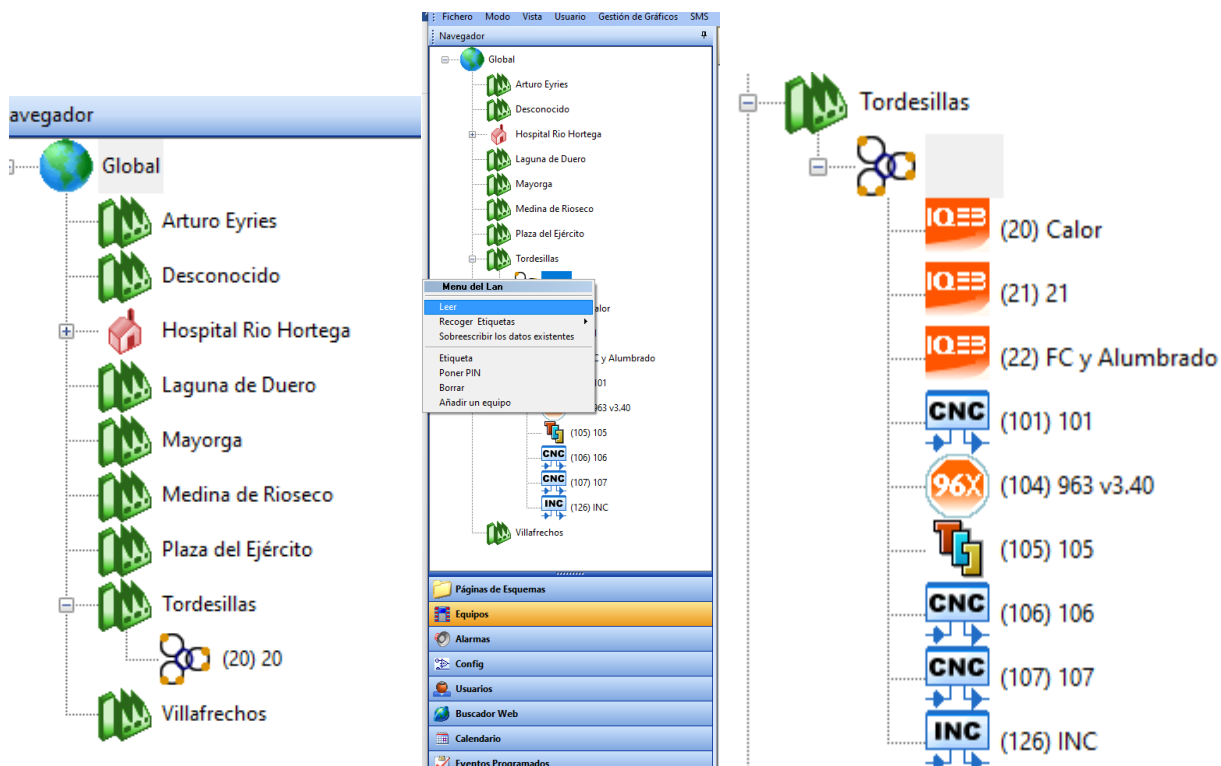


Figura 11 (Fuente: Supervisor 963)

#### 4.1.1.3. Recopilación de Etiquetas

Quando el sistema detecta todos los dispositivos, es necesario recoger las etiquetas de cada módulo de programación para asegurar que la representación gráfica sea precisa.

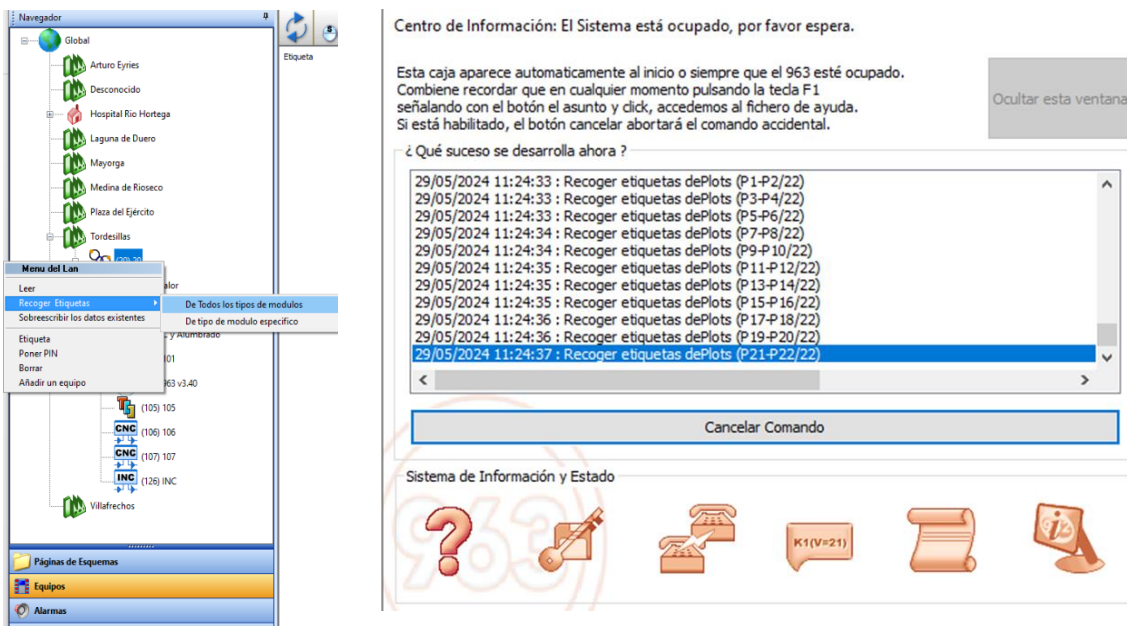


Figura 12 (Fuente: Supervisor 963)

#### 4.1.1.4. Organización de las Páginas de Esquemas

Finalmente, se debe acceder a la pestaña "Páginas de esquemas" y seleccionar la carpeta donde se situarán las páginas de visualización. Esta acción organiza la información para facilitar su consulta posterior.

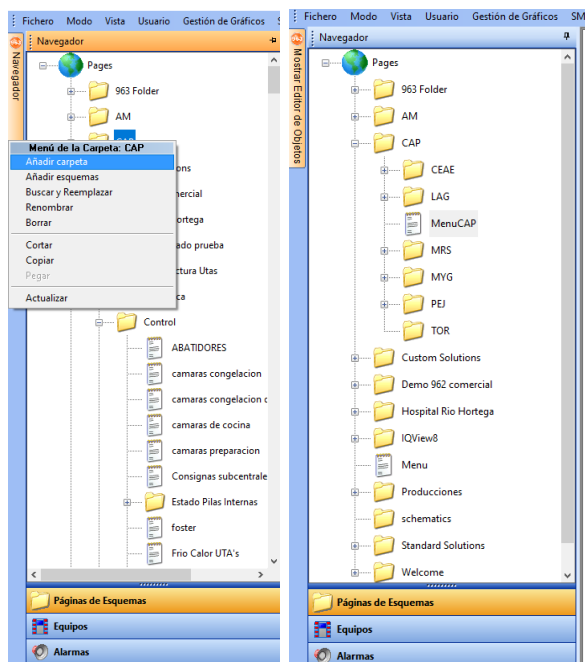


Figura 13 (Fuente: Supervisor 963)

## 5. Centro de salud de Tordesillas

### 5.1. Memoria de funcionamiento centro de salud de Tordesillas

En este apartado se describe el funcionamiento del sistema de control del centro de salud de Tordesillas, detallando los procedimientos para la producción de calor y frío, así como el control de climatización.

#### 5.1.1. Producción de Calor

##### 5.1.1.1. Esquema de Principio

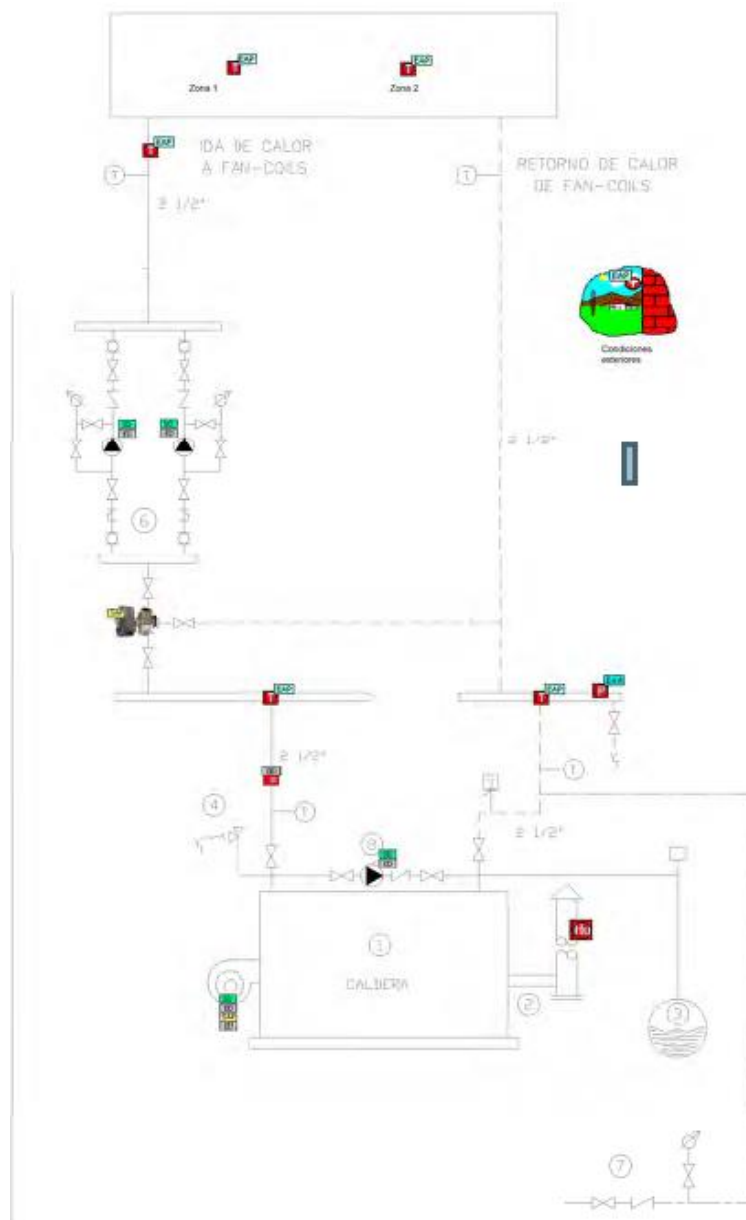


Figura 14: Esquema de principio – producción de calor. (Fuente: documentación Sacyl)

### 5.1.1.2. Programa de Marcha Calor

Para iniciar el sistema de producción de agua caliente en modo calor se verifican las siguientes condiciones:

- La presión en el colector de retorno es adecuada (indicando que el circuito está lleno).
- El horario de producción está activo.
- La temperatura exterior es inferior a la consigna programada de 12 °C (consigna modificable por el operador).

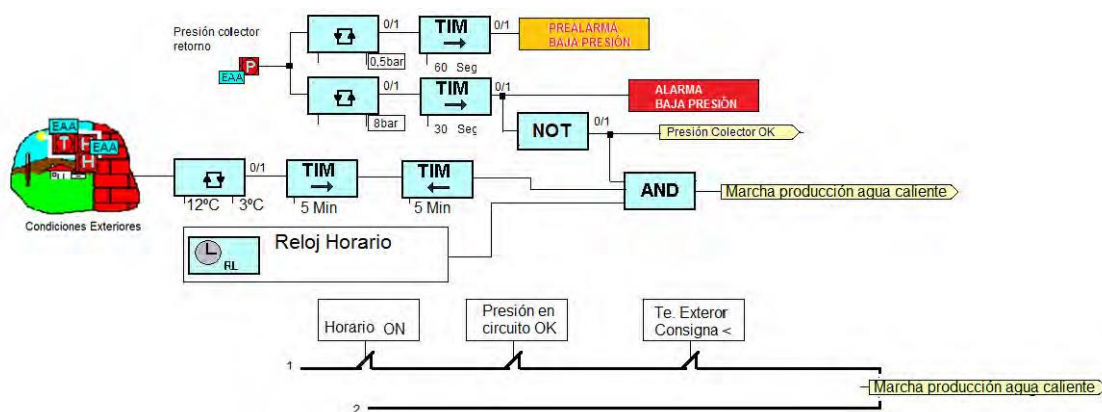


Figura 15: Diagrama de flujo marcha producción calor. (Fuente: documentación Sacyl)

Una vez confirmadas estas condiciones, se desencadenan las siguientes órdenes:

- Se emite la orden de poner en marcha una de las bombas de recirculación, seleccionando la que corresponda según el ciclo; la otra bomba permanece en reserva en caso de avería.
- Si la bomba está en funcionamiento y se detecta flujo de agua, después de un tiempo determinado se ordena poner en marcha el quemador de la caldera.
- Con el quemador en marcha, se controla la temperatura de condensación mediante la sonda instalada en el retorno. La bomba correspondiente se ajusta conforme a la consigna programada de 50°C (valor modificable por el operador).

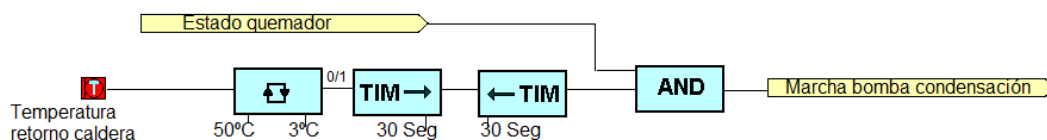
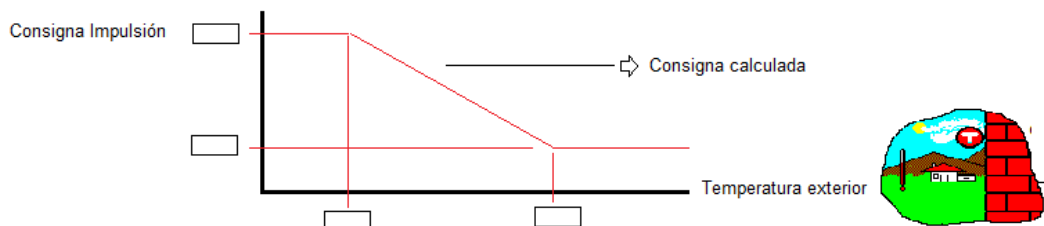
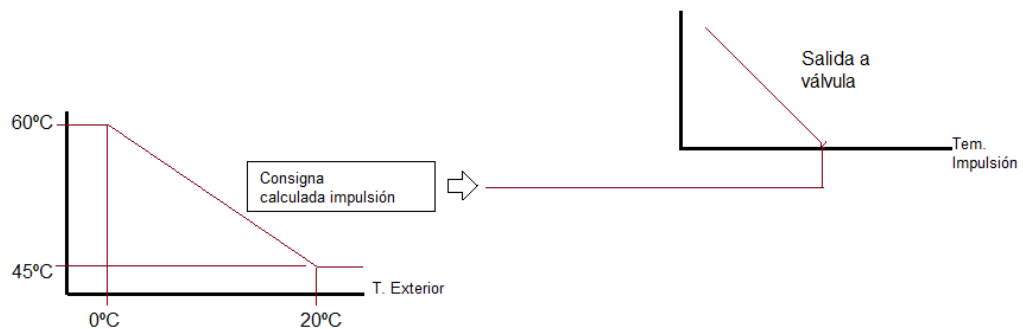


Figura 16: Diagrama de flujo marcha control de condensación. (Fuente: documentación Sacyl)

- Se procede a calcular la consigna de temperatura de impulsión utilizando una curva de compensación exterior. Para ello:
  - La temperatura máxima exterior se utiliza para establecer la temperatura mínima de impulsión.
  - La temperatura mínima exterior se utiliza para definir la temperatura máxima de impulsión.



*Figura 17: Diagrama de regulación. (Fuente: documentación Sacyl)*



*Figura 18: Flujograma de control temperatura impulsión. (Fuente: documentación Sacyl)*

- Finalmente, se ajusta la válvula de regulación instalada en el circuito para mantener la temperatura de consigna programada.

### 5.1.2. Producción de Frío

#### 5.1.2.1. Esquema de Principio

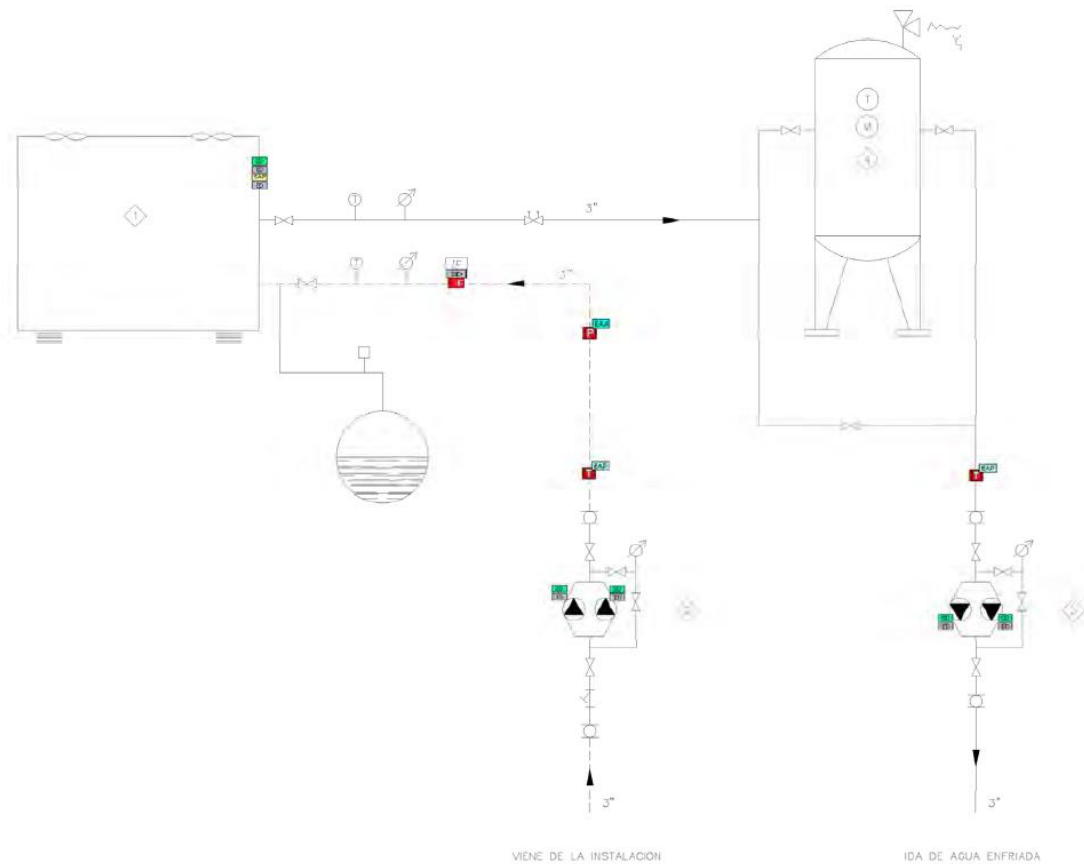


Figura 19: Esquema de principio – producción de frío. (Fuente: documentación Sacyl)

#### 5.1.2.2. Funcionamiento

Para iniciar el sistema de producción de agua fría se verifican las siguientes condiciones:

- La temperatura exterior es superior a la consigna programada.
- Se está dentro del horario de ocupación del edificio.
- La presión en el colector de retorno es adecuada (indicando que el circuito está lleno).
- Al menos uno de los circuitos secundarios está activo (según su horario).

Una vez confirmadas estas condiciones, se procede a la puesta en marcha del sistema de producción de agua fría.



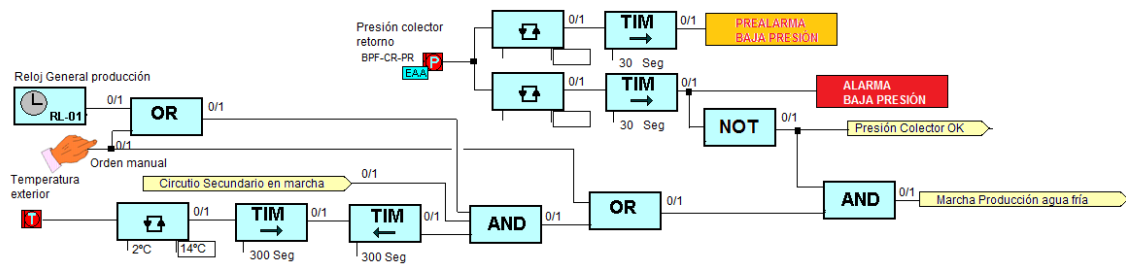


Figura 20: Diagrama de flujo producción de frío. (Fuente: documentación Sacyl)

Con las cuatro secuencias contrastadas, se desencadenan las siguientes órdenes:

- Se emite la orden de poner en marcha una de las bombas de retorno, seleccionando la que corresponda según la rotación; la otra bomba queda en reserva.
- Se emite la orden de poner en marcha una de las bombas de ida a la instalación, seleccionando la que corresponda por rotación, manteniendo la otra en reserva.
- Si se detecta flujo de agua, tras una temporización se ordena poner en marcha la enfriadora.

Parada de la Línea de Enfriadora:

- Se ordena la parada de la enfriadora.
- Tras una temporización de 5 minutos, se ordena la parada de la bomba de ida.
- Después de otros 5 minutos, se ordena la parada de la bomba de retorno.

### 5.1.3. Climatizador Fisioterapia

### 5.1.3.1. Esquema de Principio

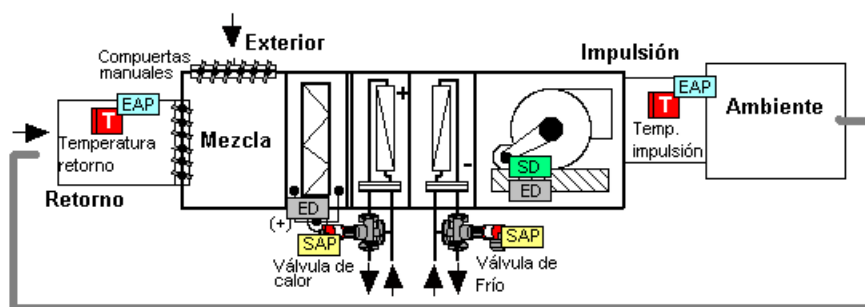


Figura 21: Esquema de principio – climatizadores. (Fuente: documentación Sacyl)

### 5.1.3.2. Funcionamiento

Para el funcionamiento de la unidad climatizadora se establecen varios programas, que se ejecutan según las condiciones del sistema. Se definen los siguientes programas:

- **Programa de Parada:**
  - Parámetros que intervienen: horario del climatizador en situación de OFF (fuera del horario de ocupación).
  - Órdenes que se desencadenan: parada del ventilador de impulsión y del ventilador de extracción.
- **Programa de Marcha Normal:**
  - Parámetros que intervienen: horario de funcionamiento del climatizador en situación de ON (dentro del horario de ocupación).
  - Ordenes que se desencadenan:
    - Ajuste de la posición de la compuerta de aspiración según la consigna (valor manual entre 0 y 100%).
    - Emisión de la orden para poner en marcha el ventilador de impulsión.
    - Una vez confirmado el funcionamiento del ventilador de impulsión, se ordena arrancar el ventilador de extracción.
    - Con el ventilador de impulsión en marcha, se regula la temperatura ambiente mediante "control en cascada", utilizando la temperatura real, la consigna programada y la desviación para ajustar la consigna de la temperatura de impulsión.

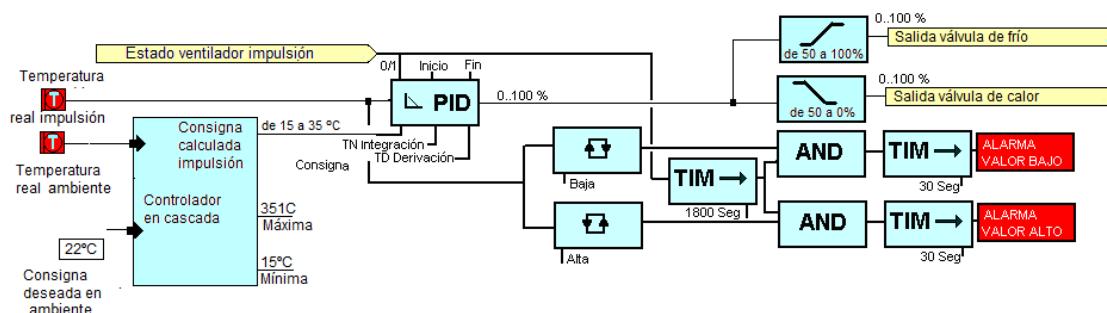


Figura 22: Flujograma de control – control en cascada temperatura retorno/impulsión.  
 (Fuente: documentación Sacyl)

- Actuación sobre las válvulas de las baterías de frío y calor en función de la CONSIGNA CALCULADA.

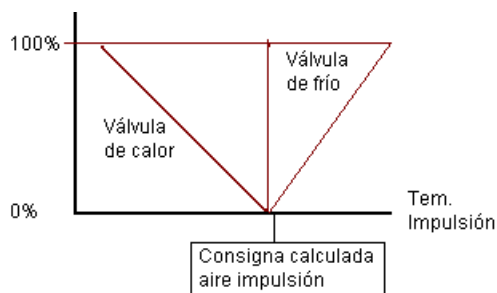


Figura 23: Gráfico secuencia control temperatura de impulsión (Fuente: documentación Sacyl)

#### 5.1.4. Circuito de alumbrado

##### 5.1.4.1. Funcionamiento

Se establecerán tres tipos de horario para la activación de los circuitos de alumbrado:

- Horario de ocupación.
- Horario de limpieza/mantenimiento.
- Horario Nocturno/vigilancia.

Se generará un pulso de activación para cada circuito, verificando su estado real (activado/desactivado). Si no coinciden, después de una temporización se generará un nuevo pulso.

El usuario tendrá la capacidad de modificar el estado del circuito mediante pulsadores estratégicamente ubicados. Sin embargo, el control, transcurrido el tiempo programado, corregirá el estado para asegurar que coincida con la orden establecida.

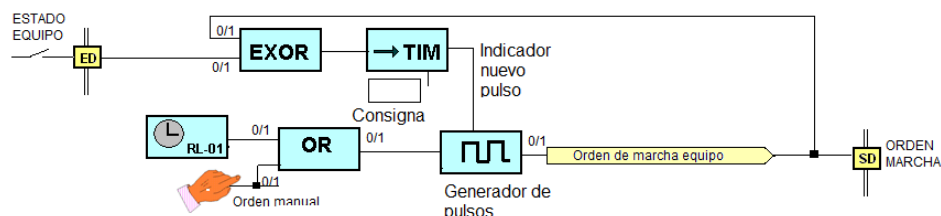


Figura 24: Diagrama de flujo marcha circuito alumbrado. (Fuente: documentación Sacyl)

#### 5.1.5. Circuito de fancoils

##### 5.1.5.1. Funcionamiento

Para la activación de los circuitos de fancoils, se establecerán tres tipos de horario:

- Horario de ocupación.
- Horario Nocturno/vigilancia.

Una vez verificado el horario de funcionamiento, se procederá a encender el circuito de fancoils. Se verificará el estado del circuito eléctrico y se generará una alarma en caso de discrepancia.

### 5.1.6. Programa de Protección Posible Hielo

- Parámetros:
  - Horario en modo PRODUCCIÓN, con orden manual establecida en OFF y señal de posible hielo activada (indicando riesgo de formación de hielo si la temperatura exterior es inferior a la consigna).

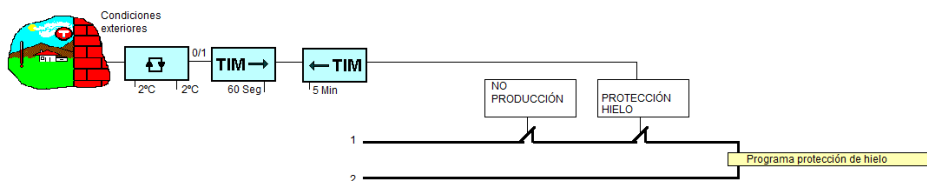


Figura 25: Diagrama de flujo – activación programa protección posible hielo  
 (Fuente: documentación Sacyl)

- Órdenes:
  - Se ordena poner en marcha una bomba del circuito secundario de calor (la correspondiente según el ciclo); las demás bombas quedan en reserva.
  - Se ordena la apertura de las válvulas de mariposa para aislar las líneas de calor.
  - Se ordena el arranque de una bomba de los circuitos secundarios (seleccionando la adecuada según el ciclo); la otra permanece en reserva.
  - Se abren las válvulas de los climatizadores de frío y calor al 50% para facilitar el flujo del agua a través de las baterías.

### 5.1.7. Generales

Se generan alarmas por:

- Disfunción entre las órdenes de marcha y el estado real.

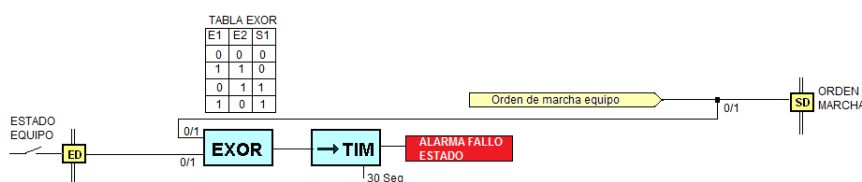


Figura 26: (Fuente: documentación Sacyl)

- Cambios de estado en los variadores.

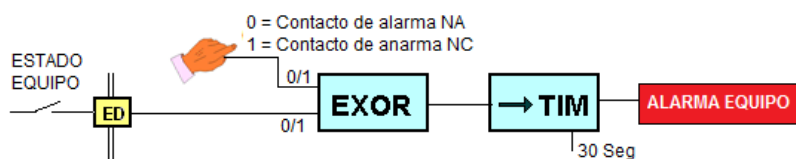


Figura 27: (Fuente: documentación Sacyl)

- Variaciones de temperatura en la impulsión o en el retorno (diferencia superior o inferior a  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  respecto a la consigna calculada), con permiso del equipo asociado y un tiempo de espera para la estabilización del lazo.

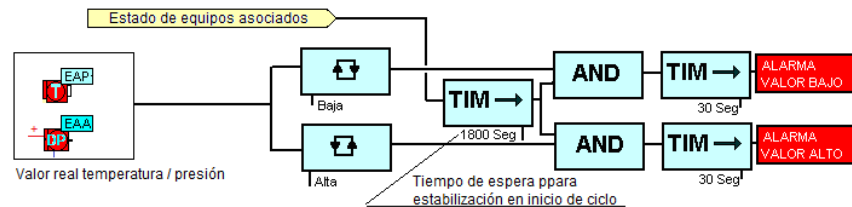


Figura 28: (Fuente: documentación Sacyl)

Se registran históricamente los siguientes valores (con intervalos de 30 minutos, activados durante el horario de ocupación y cuando el PROGRAMA DE MARCHA NORMAL esté activo):

- Temperatura exterior.
- Temperatura de retorno.
- Temperatura de impulsión.

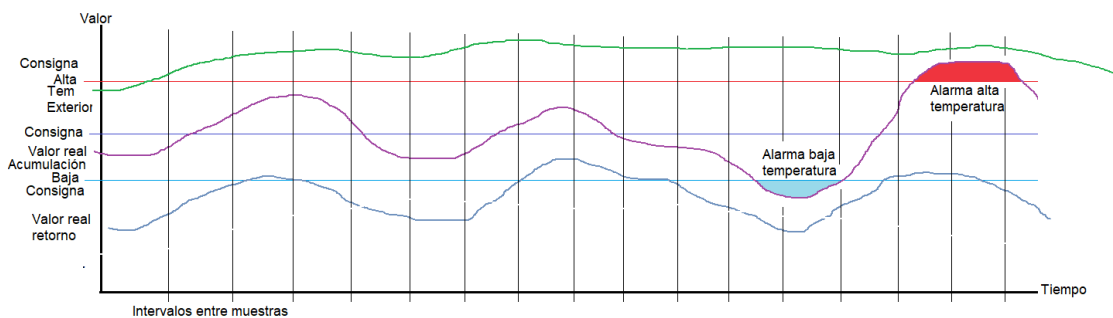


Figura 29: (Fuente: documentación Sacyl)

## 5.2. Entradas y Salidas centro de salud de Tordesillas

En este apartado se recopilan y detallan las señales (entradas y salidas) utilizadas en el centro de salud de Tordesillas. Se presenta la información agrupada en módulos (CC01, CC02, etc.) y se incluye un resumen final de la cantidad de señales necesarias para cada grupo.

### 5.2.1. Módulo CC01 – Producción de Calor

#### 5.2.1.1. Producción de calor circuito primario (Caldera 1)

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Modulo	Canal
Marcha-Parada Bomba 1 caldera							1	3	1
Estado Bomba 1 caldera			1					1	1
Estado flujo de agua			1					1	2
Marcha-Parada Quemador caldera							1	3	2
Modulación Quemador caldera					1			0	11
Estado general Quemador caldera			1					1	3
Alarma general Quemador caldera			1					1	4
Total	0	0	4	0	1	0	2		

- Señales:
  - Entradas digitales: 4
  - Salida analógica: 1
  - Salidas digitales: 2

#### 5.2.1.2. Producción de calor circuito primario general

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Modulo	Canal
Temperatura de impulsión general	1							0	1
Temperatura de retorno general	1							0	2
Presión estática en el colector		1						2	1
Temperatura exterior general	1							0	3
Indicación nivel gasóleo por mínima			1					1	5
Total	3	1	1	0	0	0	0		

- Señales:
  - Entradas analógicas: 4
  - Entrada digital: 1

### 5.2.1.3. Producción de calor circuito secundario – Radiadores / Fancoils N°1

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Modulo	Canal
Marcha-Parada Bomba 1							1	3	3
Estado Bomba 1			1					1	6
Marcha parada-Bomba 2							1	3	4
Estado Bomba 2			1					1	7
Temperatura de impulsión circuito	1							0	4
Salida válvula de regulación					1			0	12
Temperatura ambiente zona 1	1							0	5
Temperatura ambiente zona 2	1							0	6
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		

- **Señales:**

- Entradas analógicas: 3
- Entradas digitales: 2
- Salidas analógicas: 2
- Salidas digitales: 2

### 5.2.1.4. Señales de Reserva para CC01

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Modulo	Canal
Reserva	1							0	7
Reserva	1							0	8
Reserva			1					1	8
Reserva			1					1	9
Reserva					1			0	13
Reserva							1	3	5
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

- Se dispondrán de:

- Entradas analógicas: 2
- Entradas digitales: 2
- Salida analógica: 1
- Salida digital: 1

### Resumen CC01:

- Se necesitarán en total:
  - 9 entradas analógicas
  - 9 entradas digitales
  - 3 salidas analógicas
  - 5 salidas digitales

### 5.2.2. Módulo CC02 – Producción de Frío

#### 5.2.2.1. Producción de frío circuito primario

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada Bomba 1							1	3	1
Estado Bomba 1			1					1	1
Marcha-Parada Bomba 2							1	3	2
Estado Bomba 2			1					1	2
Estado flujo de agua			1					1	3
Marcha-Parada Enfriadora							1	3	3
Modulación consigna Enfriadora					1			0	11
Estado general Enfriadora			1					1	4
Alarma general Enfriadora			1					1	5
Total	0	0	5	0	1	0	3		

- Señales:

- Entradas digitales: 5
- Salida analógica: 1
- Salidas digitales: 3

#### 5.2.2.2. Producción de frío circuito primario general

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Temperatura de impulsión general	1							0	1
Temperatura de retorno general	1							0	2
Presión estática en el colector		1						2	1
Total	2	1	0	0	0	0	0		

- Señales:

- Entradas analógicas: 3

#### 5.2.2.3. Producción de frío circuito secundario – Fancoils y Climatizadores N°1

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada Bomba 1							1	3	4
Estado Bomba 1			1					1	6
Marcha-Parada Bomba 2							1	3	5
Estado Bomba 2			1					1	7
Temperatura de impulsión circuito	1							0	3
Total	1	0	2	0	0	0	2		

- Señales:

- Entrada analógica: 1
- Entradas digitales: 2
- Salidas digitales: 2



#### 5.2.2.4. Climatizador fisioterapia

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada Ventilador impulsión							1	3	6
Estado Ventilador impulsión			1					1	8
Estado filtro sucio			1					1	9
Temperatura de retorno	1							0	4
Temperatura de impulsión	1							0	5
Salida válvula de frío					1			0	12
Salida válvula de calor					1			0	13
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

- **Señales:**
  - Entradas analógicas: 2
  - Entradas digitales: 2
  - Salidas analógicas: 2
  - Salida digital: 1

#### 5.2.2.5. Señales de reserva

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Reserva	1							0	8
Reserva	1							0	9
Reserva			1					1	12
Reserva			1					1	13
Reserva					1			0	16
Reserva							1	3	8
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

- **Señales:**
  - Entradas analógicas: 2
  - Entradas digitales: 2
  - Salida analógica: 1
  - Salida digital: 1

#### Resumen CC02:

- Se necesitarán en total:
  - 10 entradas analógicas
  - 13 entradas digitales
  - 6 salidas analógicas
  - 8 salidas digitales

### 5.2.3. Módulo CC03 - Circuitos de Control Urgencias

#### 5.2.3.1. Circuito de Fancoils

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada circuito 1							1	0	11
Estado circuito 1			1					0	1
Marcha-Parada circuito 2							1	0	12
Estado circuito 2			1					0	2
Marcha-Parada circuito 3							1	0	13
Estado circuito 3			1					0	3
Temperatura ambiente zona 1	1							0	6
Temperatura ambiente zona 2	1							0	7
Temperatura ambiente zona 3	1							0	8
Total	3	0	3	0	0	0	3		

- Señales:
  - Entradas analógicas: 3
  - Entradas digitales: 3
  - Salidas digitales: 3

#### 5.2.3.2. Circuitos de iluminación

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada circuito 1							1	0	14
Estado circuito 1			1					0	4
Marcha-Parada circuito 2							1	0	15
Estado circuito 2			1					0	5
Total	0	0	2	0	0	0	2		

- Señales:
  - Entradas digitales: 2
  - Salidas digitales: 2

#### 5.2.3.3. Señales de reserva

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Reserva			1					0	9
Reserva							1	0	16
Total	0	0	1	0	0	0	1		

- Señales:
  - Entrada digital: 1
  - Salida digital: 1

**Resumen CC03:**

- Se necesitarán en total:
  - 3 entradas analógicas
  - 6 entradas digitales
  - 6 salidas digitales

**5.2.4. Módulo CC04 – Circuitos de Control Resto (Fancoils e Iluminación)**

**5.2.4.1. Circuito de Fancoils**

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada circuito 1							1	0	11
Estado circuito 1			1					0	1
Marcha-Parada circuito 2							1	0	12
Estado circuito 2			1					0	2
Marcha-Parada circuito 3							1	0	13
Estado circuito 3			1					0	3
Temperatura ambiente zona 1	1							0	6
Temperatura ambiente zona 2	1							0	7
Temperatura ambiente zona 3	1							0	8
Total	3	0	3	0	0	0	3		

- **Señales:**
  - Entradas analógicas: 3
  - Entradas digitales: 3
  - Salidas digitales: 3

**5.2.4.2. Circuitos de Iluminación**

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada circuito 1							1	0	14
Estado circuito 1			1					0	4
Marcha-Parada circuito 2							1	0	15
Estado circuito 2			1					0	5
Total	0	0	2	0	0	0	2		

- **Señales:**
  - Entradas digitales: 2
  - Salidas digitales: 2

#### 5.2.4.3. Señales de Reserva

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Reserva			1					0	9
Reserva							1	0	16
Total	0	0	1	0	0	0	1		

- **Señales:**

- Entrada digital: 1
- Salida digital: 1

**Resumen CC04:**

- Se necesitarán:
  - 3 entradas analógicas
  - 6 entradas digitales
  - 6 salidas digitales

#### 5.2.4.4. La identificación de columnas es la siguiente:

- Descripción: Nombre del equipo controlado
- EAP: Entrada analógica pasiva
- EAA: Entrada analógica activa
- ED: Entrada digital, conteo de impulsos
- EC: Entrada digital
- SAP: Salida analógica proporcional
- SA3: Salida analógica a tres puntos
- SD: Salida digital

### 5.3. Elección de IQ centro de salud de Tordesillas

Este apartado analiza la selección de los controladores IQ para el centro de salud de Tordesillas, basándose en el reparto de entradas y salidas y en las recomendaciones de la herramienta de selección de Trend. Se consideran las necesidades de los 4 controladores que se encargarán de distintas funciones:

1. Producción de calor
2. Producción de frío y climatizadores
3. Circuitos de control de urgencias
4. Circuitos de fancoils e iluminación

#### 5.3.1. Controlador 1: Producción de Calor

##### 5.3.1.1. Reparto de Señales y Requisitos

Para el primer controlador, encargado de la producción de calor, se requieren un total de 26 señales, distribuidas de la siguiente forma:

- Base del controlador:
  - 9 entradas analógicas
  - 9 entradas digitales
  - 3 salidas analógicas
  - 5 salidas digitales

##### 5.3.1.2. Propuesta de la Herramienta de Selección

Utilizando la herramienta de selección de Trend (donde se ingresan el número de entradas y salidas), la recomendación inicial es la siguiente:

#### Herramienta de selección

SD	ED	SA	EA	SDM	AOS	Reserva de E/S %	Alimentación
5	9	3	9	0	0		24Vac ▾

Calcular
Resetear
📄

**Resumen**

Type	Cantidad
IQ4E/32/BAC/24VAC	1
IQ4/IO/4DO	1
IQ4/IO/8DI	1
SRMV	1

Figura 30 (Fuente: TREND Controls)

La herramienta sugiere un IQ4 ampliable a 32 señales (modelo IQ4E/32/BAC/24VAC) con dos módulos: uno de 4 salidas digitales (IQ4/IO/4DO) y otro de 8 entradas digitales (IQ4/IO/8DI), junto con un relé para convertir una de las salidas analógicas en digital.

### **5.3.1.3. Decisión Final y Configuración Elegida**

Debido a la previsión de futuras señales, se decide utilizar un IQ4 ampliable a 64 señales (Base: IQ4E/64/BAC/24VAC) acompañado de tres módulos:

- Módulo 1:
  - 16 entradas digitales (modelo IQ4/IO/16DI)
- Módulo 2:
  - 8 entradas/salidas universales (modelo IQ4/IO/8UIO)
  - Se incorpora 1 entrada analógica adicional
- Módulo 3:
  - 8 salidas digitales (modelo IQ4/IO/8DO)
  - Se aprovechan 5 salidas digitales para cubrir el requerimiento

Esta solución proporciona la flexibilidad para futuras expansiones sin necesidad de cambiar la base del sistema.

### **5.3.2. Controlador 2: Producción de Frío y Climatizadores**

#### **5.3.2.1. Reparto de Señales y Requisitos**

El segundo controlador se encargará de la producción de frío y del control de los climatizadores. Para ello se requieren 37 señales, distribuidas de la siguiente manera:

- Requisitos:
  - 10 entradas analógicas
  - 13 entradas digitales
  - 6 salidas analógicas
  - 8 salidas digitales

### 5.3.2.2. Propuesta de la Herramienta de Selección

Al ingresar estos datos en la herramienta de selección de Trend, la recomendación inicial es:

**Herramienta de selección**

SD	ED	SA	EA	SDM	AOS	Reserva de E/S %	Alimentación
8	13	6	10	0	0		24Vac ▾

**Resumen**

Type	Cantidad
IQ4E/64/BAC/24VAC	1
IQ4/IO/16DI	1
IQ4/IO/8DO	1

Calcular Resetear

Figura 31 (Fuente: TREND Controls)

Se sugiere un IQ4 ampliable a 64 señales (modelo IQ4E/64/BAC/24VAC) con 2 módulos: uno de 16 entradas digitales (IQ4/IO/16DI) y otro de 8 salidas digitales (IQ4/IO/8DO).

### 5.3.2.3. Decisión Final y Configuración Elegida

Con vistas a prever futuras señales, se opta por utilizar un IQ4 ampliable a 64 señales (Base: IQ4E/64/BAC/24VAC) con tres módulos, configurados de la siguiente forma:

- En la base:
  - 9 entradas analógicas
  - 6 salidas analógicas
- Módulo 1:
  - 13 entradas digitales
- Módulo 2:
  - 1 entrada analógica
- Módulo 3:
  - 5 salidas digitales

Esta configuración satisface los requisitos de producción de frío y climatizadores y permite expandir la capacidad en el futuro.

### 5.3.3. Controlador 3: Circuitos de Control de Urgencias

#### 5.3.3.1. Reparto de Señales y Requisitos

El tercer controlador se encargará de gestionar los circuitos de control de urgencias y debe tener capacidad para 15 señales, distribuidas de la siguiente forma:

- 3 entradas analógicas
- 6 entradas digitales
- 6 salidas digitales

#### 5.3.3.2. Propuesta de la Herramienta de Selección

La herramienta de selección de Trend recomienda para estas condiciones:

Herramienta de selección

SD	ED	SA	EA	SDM	AOS	Reserva de E/S %	Alimentación
6	6	0	3	0	0		24Vac

Calcular

Resetear

Resumen

Type	Cantidad
IQ4E/16/BAC/24VAC	1
SRMV	6

Figura 32 (Fuente: TREND Controls)

Se sugiere un IQ4 de 16 señales (modelo IQ4E/16/BAC/24VAC) junto con 6 relés para convertir las salidas analógicas a digitales.

#### 5.3.3.3. Configuración Final (Controlador 3)

Se seguirá la recomendación de la herramienta, quedando la configuración de la siguiente manera:

- Base:
  - 3 entradas analógicas
  - 6 entradas digitales
  - 6 salidas digitales

Esta solución se ajusta perfectamente a las necesidades de los circuitos de urgencias.



### 5.3.4. Controlador 4: Circuitos de Fancoils e Iluminación

#### 5.3.4.1. Reparto de Señales y Requisitos

El cuarto controlador se encargará de gestionar los circuitos de fancoils e iluminación. Para este controlador se requieren 15 señales, distribuidas de la siguiente forma:

- 3 entradas analógicas
- 6 entradas digitales
- 6 salidas digitales

#### 5.3.4.2. Propuesta de la Herramienta de Selección

La herramienta de selección de Trend recomienda:

Herramienta de selección

SD	ED	SA	EA	SDM	AOS	Reserva de E/S %	Alimentación
6	6	0	3	0	0		24Vac

Calcular

Resetear

Resumen

Type	Cantidad
IQ4E/16/BAC/24VAC	1
SRMV	6

Figura 33 (Fuente: TREND Controls)

Se sugiere un IQ4 de 16 señales (modelo IQ4E/16/BAC/24VAC) y 6 relés para convertir las salidas analógicas en digitales.

#### 5.3.4.3. Configuración Final (Controlador 4)

Se sigue la recomendación de la herramienta, quedando la configuración final de la siguiente manera:

- Base:
  - 3 entradas analógicas
  - 6 entradas digitales
  - 6 salidas digitales

Esta solución cubre los requerimientos actuales y permite mantener la uniformidad con el resto del sistema.

## 5.4. Programación centro de salud de Tordesillas

Este apartado detalla la programación de los controladores para el centro de salud de Tordesillas, abarcando la configuración para la producción de calor, producción de frío, climatizadores, fancoils y alumbrado, estructurada en páginas de programación.

### 5.4.1. Controlador 1: Producción de Calor

#### 5.4.1.1. Página 1 – Alarmas y Comunicación

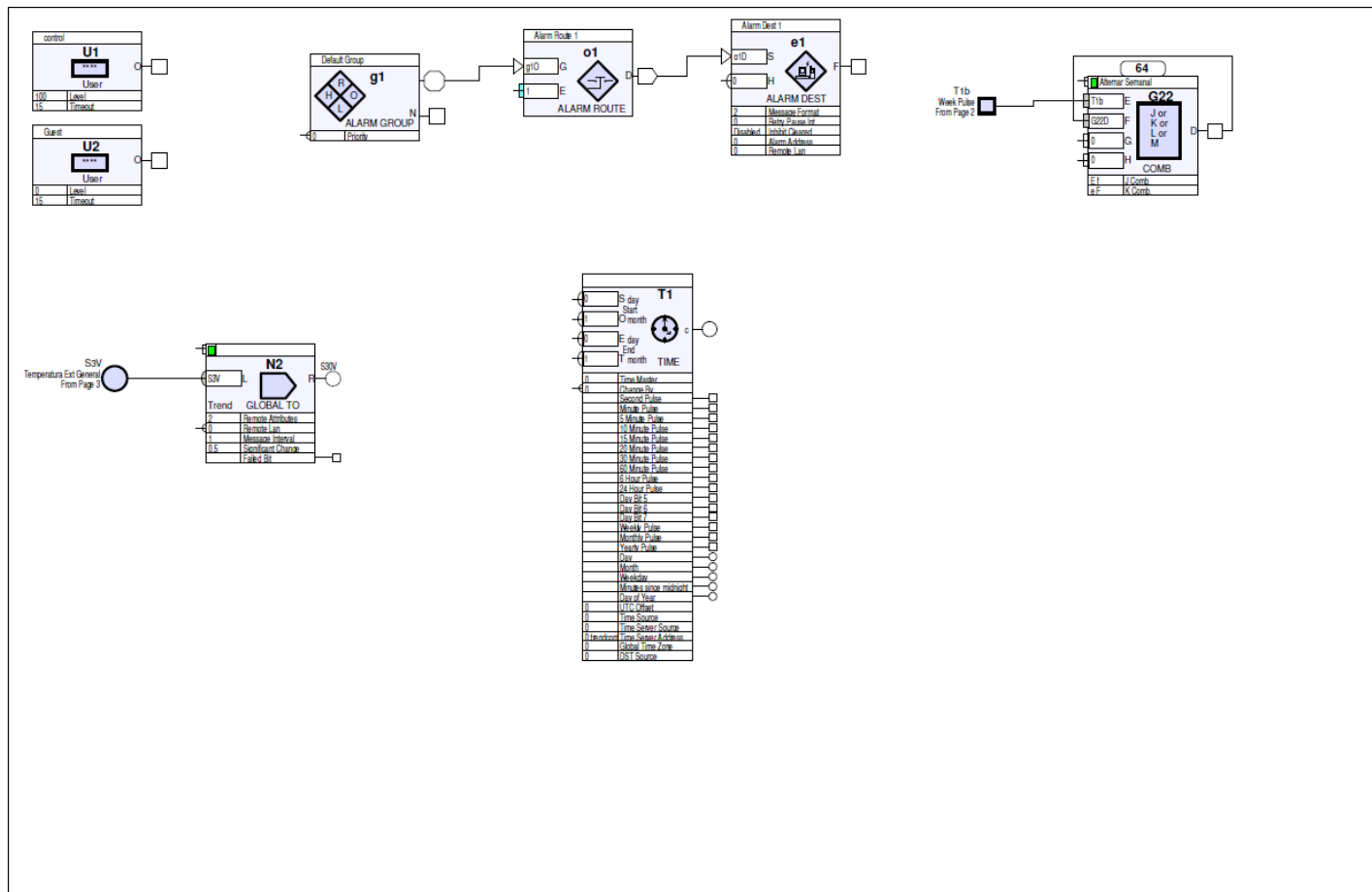


Figura 34 (Fuente: Programador SET)

En la primera página de programación se visualizan las alarmas generadas para este controlador, además del módulo que transmite la temperatura exterior a los demás controladores, evitando así el uso de entradas duplicadas para la temperatura exterior.

### 5.4.1.2. Página 2 – Entradas Analógicas y Digitales

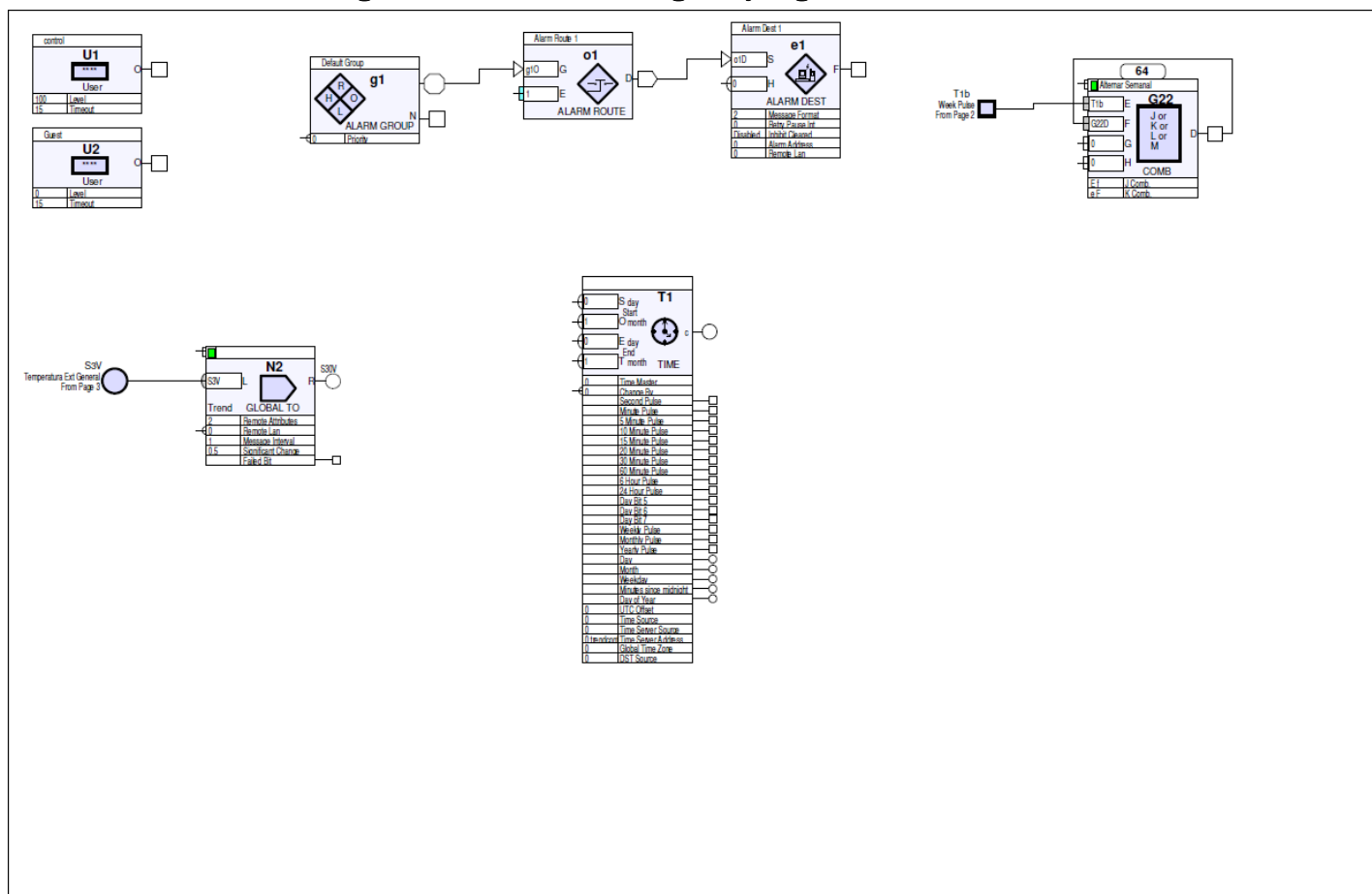


Figura 35 (Fuente: Programador SET)

Se muestran las 7 entradas analógicas (de las 9 disponibles) y las 9 entradas digitales.

En el caso de la entrada de presión estática en el colector, se han añadido 2 alarmas (baja y alta).

### 5.4.1.3. Página 3 – Consignas y Programa Antihielo

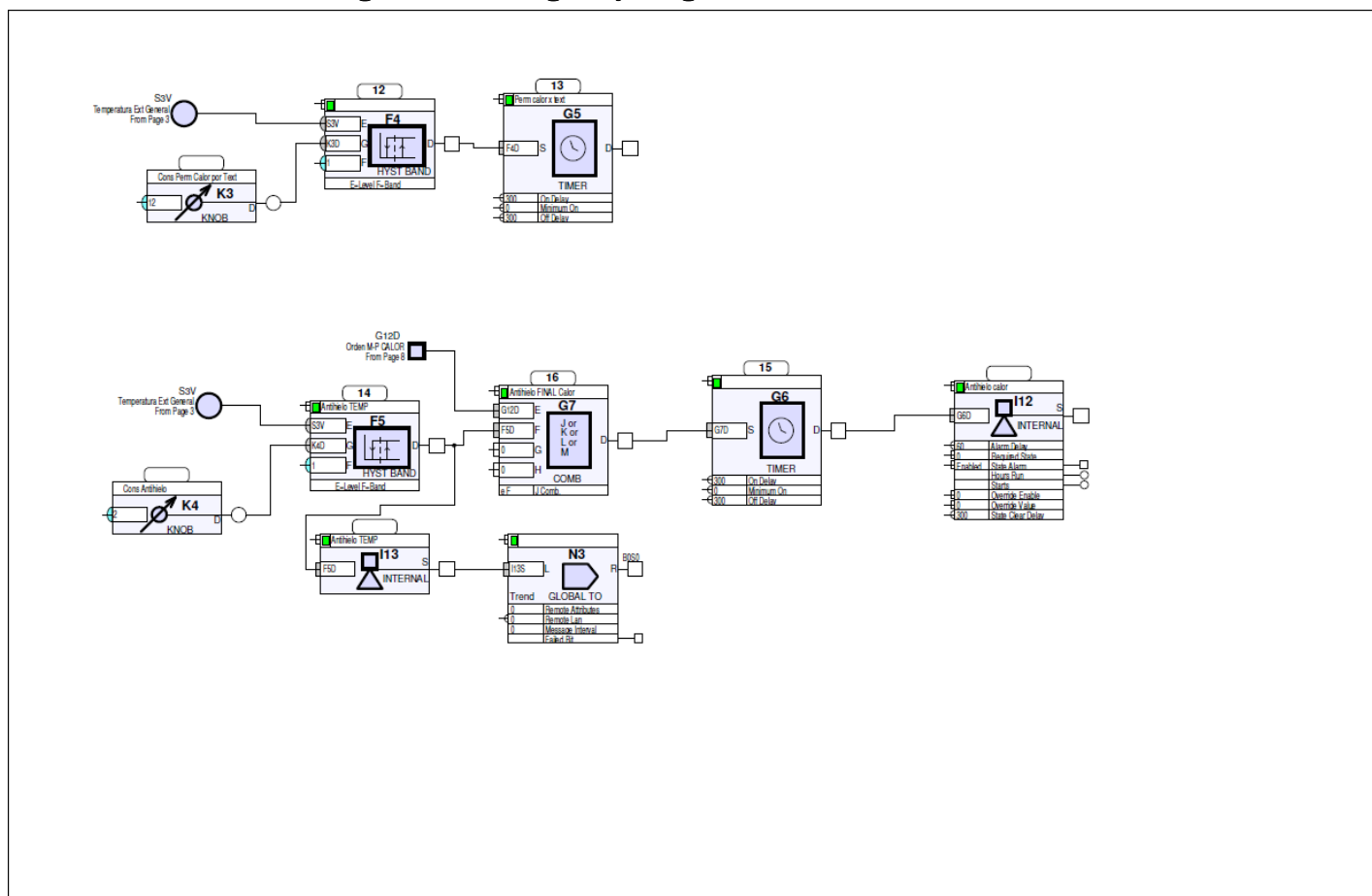


Figura 36 (Fuente: Programador SET)

La parte superior muestra la línea de programación donde se designa una consigna (por ejemplo, 12 °C). Si la temperatura exterior es inferior a esta consigna y se cumplen las condiciones horarias, se envía una señal para arrancar la caldera.

La parte inferior contiene la programación del antihielo: se establece una consigna y, si la temperatura exterior es inferior, se verifica si el circuito de calor está arrancado; de lo contrario, se activa la bomba para evitar congelación.

#### 5.4.1.4. Página 4 – Alarmas de Temperatura de Impulsión

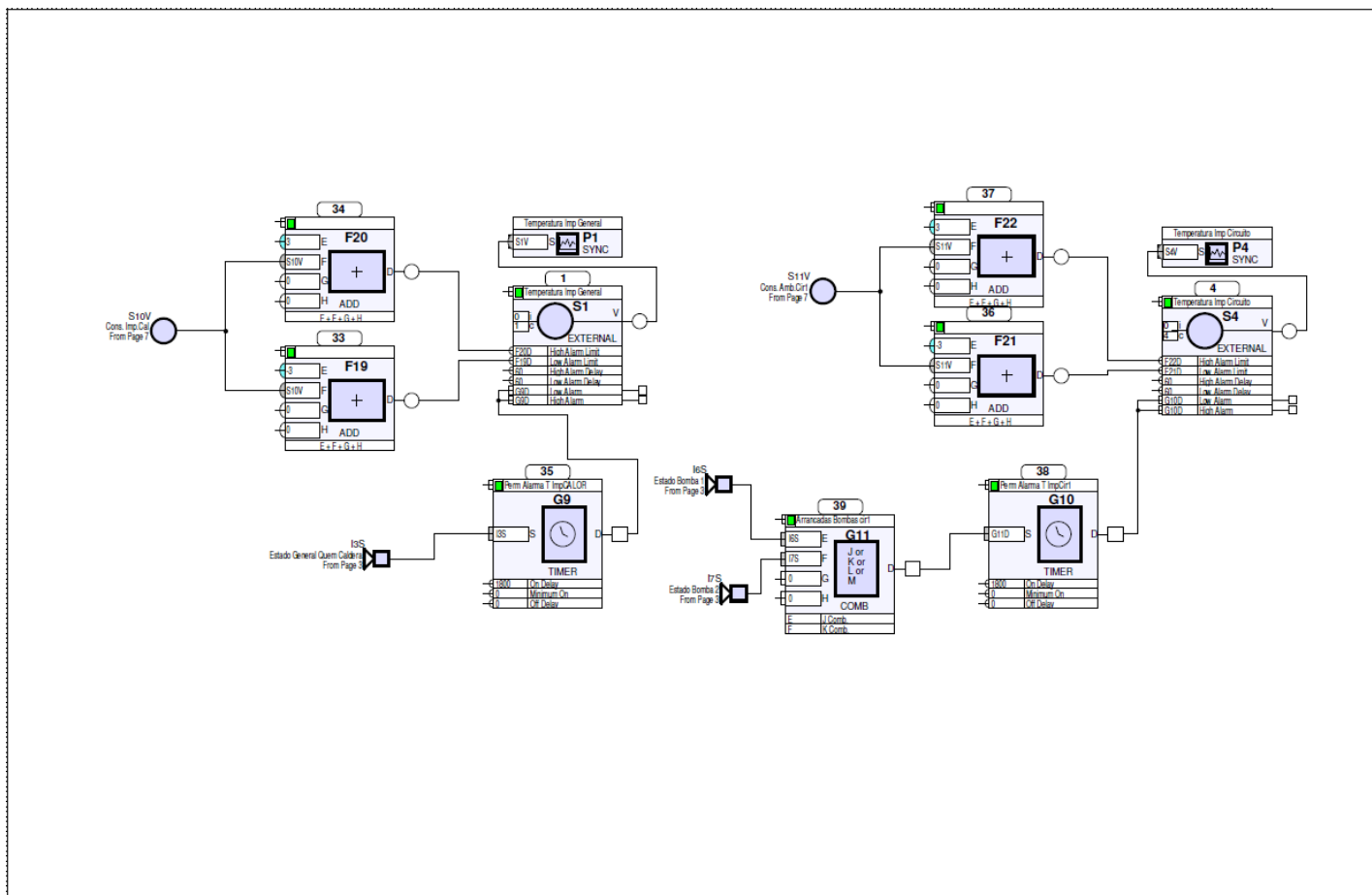


Figura 37 (Fuente: Programador SET)

Se distinguen dos zonas:

- Izquierda:** Alarma de temperatura de impulsión general.  
 Emitirá aviso si la consigna programada (cuya programación se encuentra más adelante) no coincide con el valor de la sonda, con un margen de  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ .
- Derecha:** Alarma de temperatura de impulsión del circuito.  
 Similar funcionamiento que el de la alarma de impulsión general, con un margen de  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ .

#### 5.4.1.5. Página 5 – Horario Optimizado

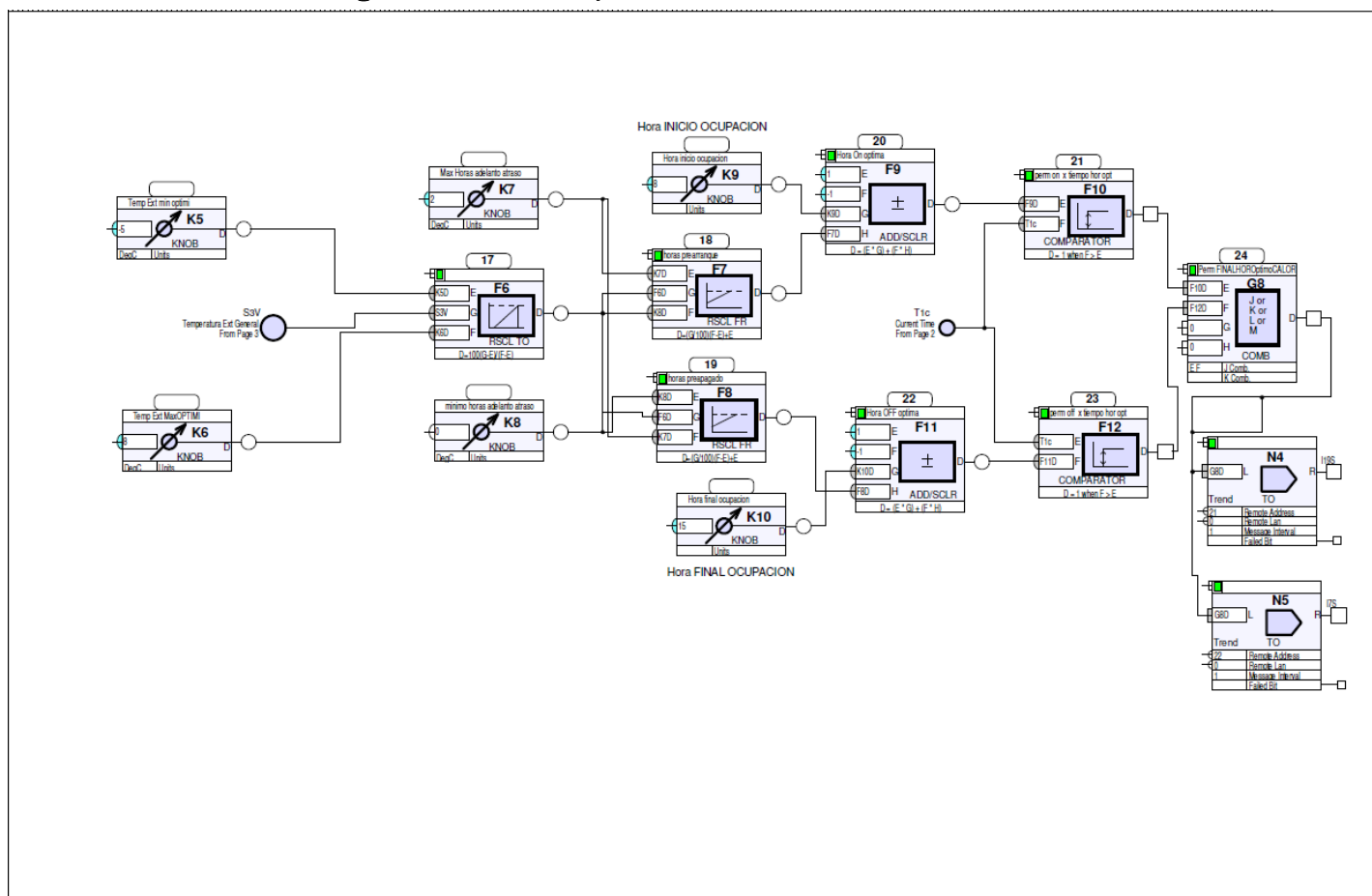


Figura 38 (Fuente: Programador SET)

Se muestra el horario optimizado, que ajusta el arranque y la parada en función de la temperatura exterior:

- Si la temperatura está fuera de ciertos límites, el sistema arranca o para 2 horas antes o después, según corresponda.
- Si la temperatura está entre los dos valores estipulados, se calcula linealmente el tiempo previo al arranque o paro.

#### 5.4.1.6. Página 6 – Cálculo de Consignas de Impulsión

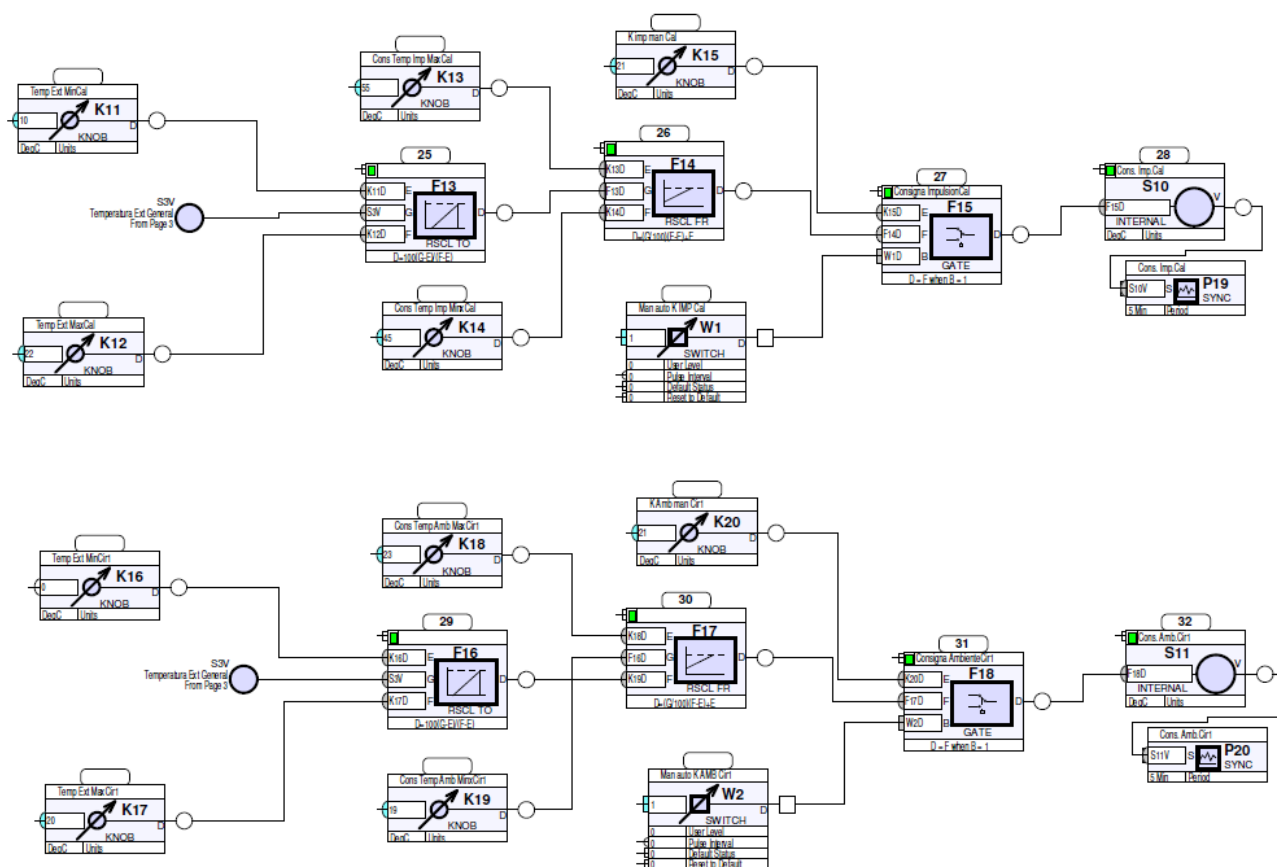


Figura 39 (Fuente: Programador SET)

Se calculan las consignas para la impulsión de la caldera y del circuito:

- **Parte superior (caldera):**
  - Si la temperatura exterior  $>22^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $45^{\circ}$ .
  - Si la temperatura exterior  $<10^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $55^{\circ}$ .
  - Entre  $10^{\circ}$  y  $22^{\circ}$ , se calcula de forma lineal.
  - Modificando el valor del switch W1 de 1 a 0, se podría poner la consigna de la impulsión de manera manual introduciendo el valor en el KNOB K15.
- **Parte inferior (circuito):**
  - Si la temperatura exterior  $>20^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $19^{\circ}$ .
  - Si la temperatura exterior  $<0^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $23^{\circ}$ .
  - Entre  $0^{\circ}$  y  $20^{\circ}$ , se calcula de forma lineal.
  - Modificando el valor del switch W2 de 1 a 0, se podría poner la consigna de la impulsión de manera manual introduciendo el valor en el KNOB K20.

### 5.4.1.7. Página 7 – Arranque de la Caldera

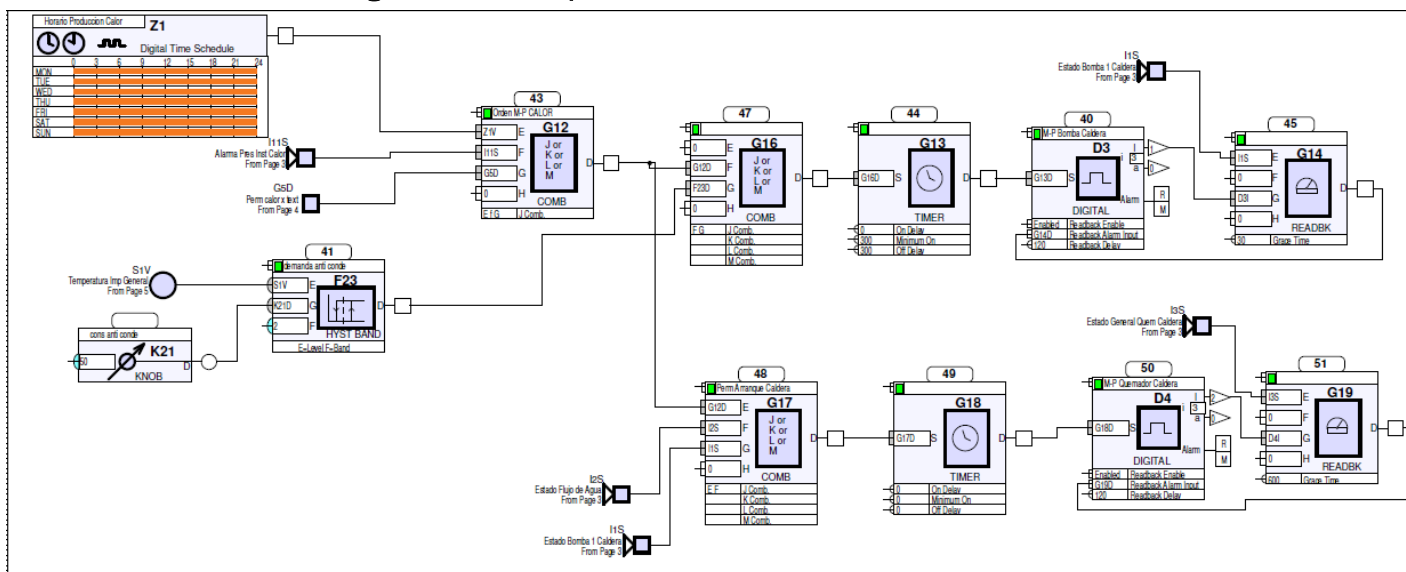


Figura 40 (Fuente: Programador SET)

- El combinatorio G12 (orden M-P calor) recibe el horario (24 horas, dado que hay urgencias), alarma de presión y permiso de calor según la temperatura exterior. El combinatorio G12 mandará señal si se está dentro del horario, no hay alarma de presión y la temperatura exterior es menor que el valor designado.
- Si se cumplen las condiciones, se envía la señal al combinatorio G16, al que llega también la señal de un ciclo de histéresis en el que se compara la temperatura de impulsión y la consigna. Si la temperatura de impulsión es menor que la consigna, manda la orden para arrancar la bomba de condensado (driver D3). El driver D3 se compara con el módulo G14 (estado de la bomba) y en caso de no coincidir se manda una alarma.
- El combinatorio G17 recibe la señal de G12 y el estado del flujo; si es correcto, manda la señal para arrancar la caldera (driver D4). El driver D4 se compara con el módulo G19 (estado del quemador) y en caso de no coincidir se manda una alarma.



### 5.4.1.8. Página 8 – Regulación de la Caldera y Válvula del Circuito de Fancoils

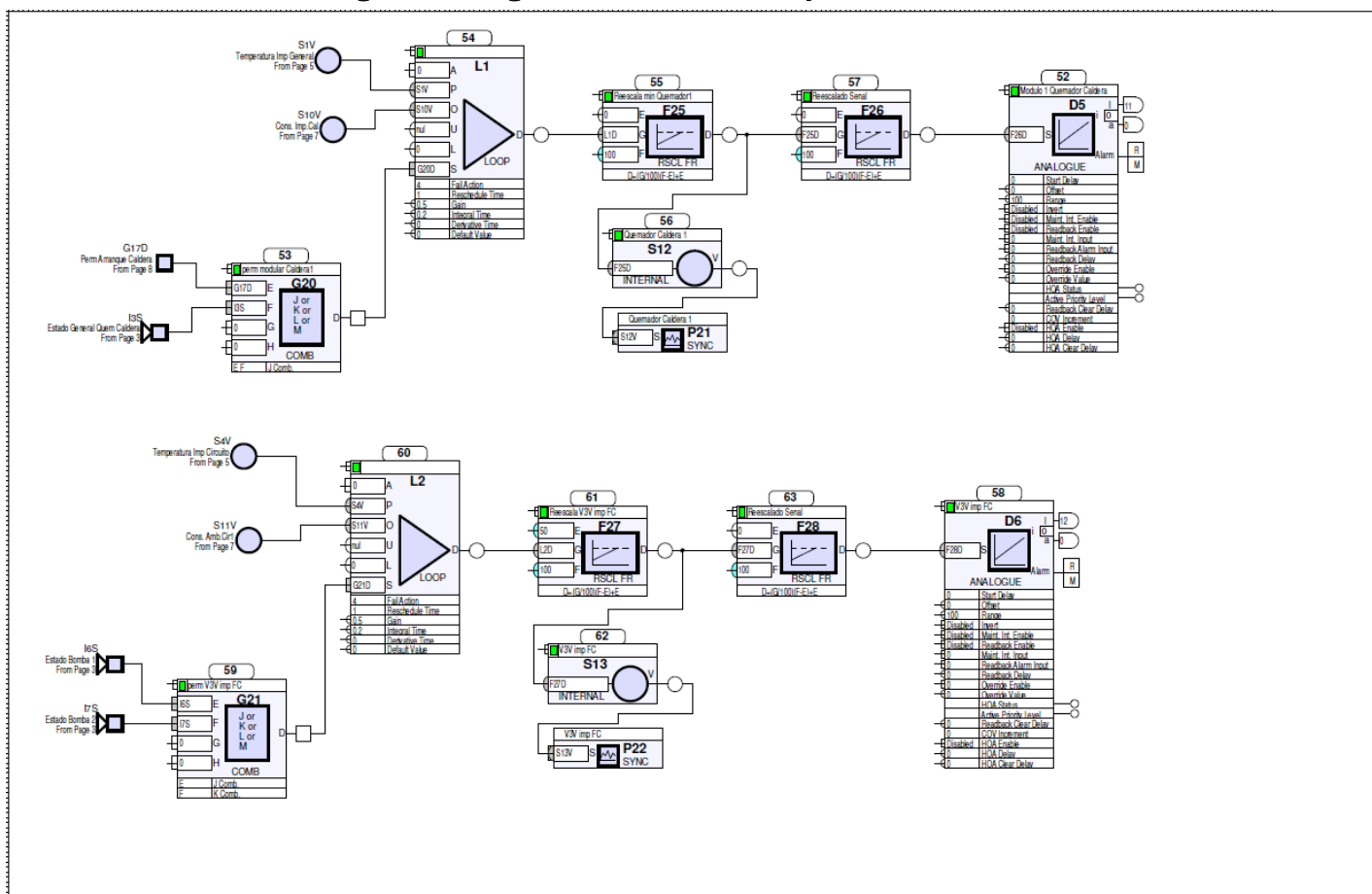


Figura 41 (Fuente: Programador SET)

En la parte superior se regula la caldera mediante un loop (L1), en el que entran:

- O: Valor de temperatura deseada en la caldera.
- P: Temperatura de impulsión actual.
- S: Señal del combinatorio (G20) que integra estado del quemador y permiso de arranque.

La señal del loop regula la válvula del quemador para alcanzar la temperatura deseada.

En la parte inferior se regula la válvula del circuito de fancoils mediante un loop (L2), en el que entran:

- O: Consigna de temperatura deseada en el circuito.
- P: Temperatura de impulsión actual.
- S: Señal del combinatorio (G21) al que llegan el estado de las bombas.

La señal de este loop ajusta la válvula de entrada al circuito para alcanzar la temperatura deseada.

### 5.4.1.9. Página 9 – Arranque de Bombas de Impulsión

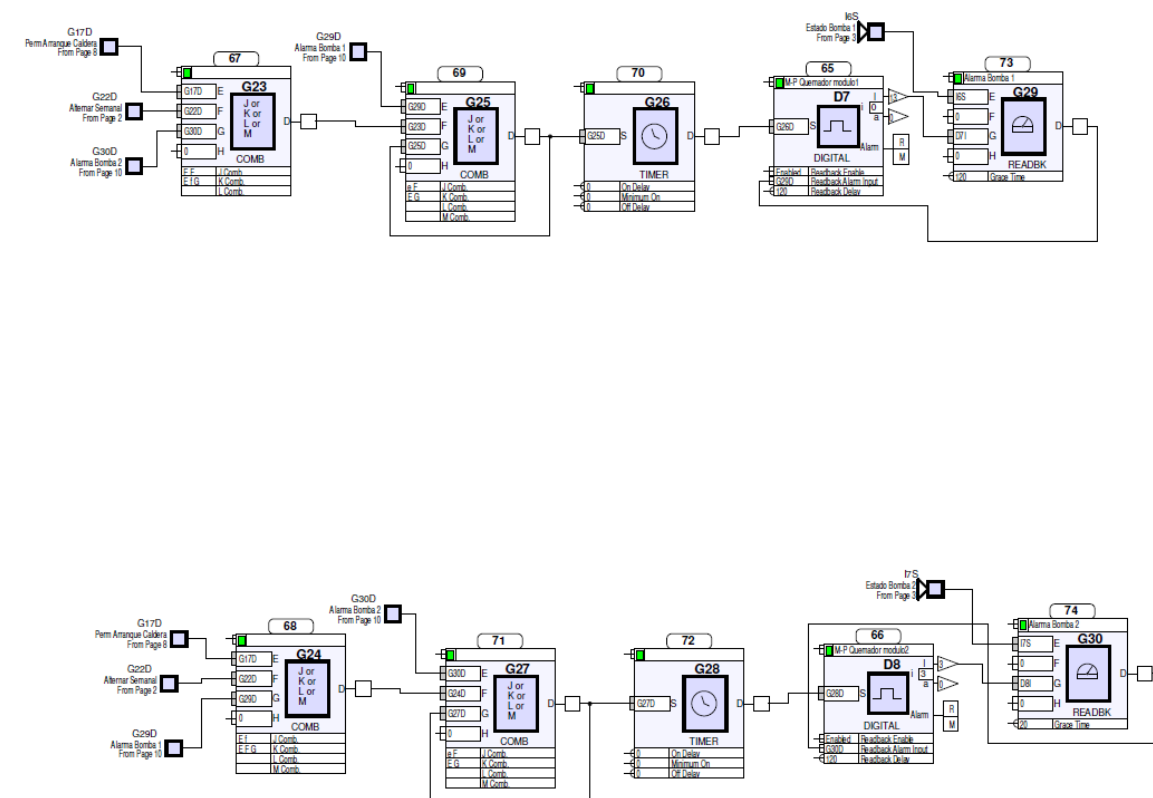


Figura 42 (Fuente: Programador SET)

Se distinguen dos zonas para el arranque de las bombas:

- **Parte superior (Bomba 1):**

El combinatorio G23 envía la señal al G25 si está activo el permiso de arranque y el alternar semanal, o en caso de que, aunque no esté activo el alternar semanal, esté activo el permiso de arranque y haya una alarma en la bomba 2. El combinatorio G25 envía la señal para arrancar la bomba 1 al driver D7 si no hay alarma de la bomba 1 y si le llega la señal del G23. la señal del driver D7 se compara con G29 (estado de la bomba) y si no coinciden salta la alarma. La recirculación en G25 se hace para que si salta la alarma siga llegando señal al driver y siga saltando la alarma hasta que se solucione el problema del estado de la bomba.

- **Parte inferior (Bomba 2):**

El combinatorio G24 envía la señal al G27 si está activo el permiso de arranque y el alternar semanal, o en caso de que, aunque no esté activo el alternar semanal, esté activo el permiso de arranque y haya una alarma en la bomba 1.

El combinatorio G27 envía la señal para arrancar la bomba 2 al driver D8 si no hay alarma de la bomba 2 y si le llega la señal del G24. la señal del driver D8 se compara con G30 (estado de la bomba) y si no coinciden salta la alarma. La recirculación en G27 se hace para que si salta la alarma siga llegando señal al driver y siga saltando la alarma hasta que se solucione el problema del estado de la bomba.

## 5.4.2. Controlador 2: Producción de Frío y Climatizadores

### 5.4.2.1. Página 1 – Alarmas

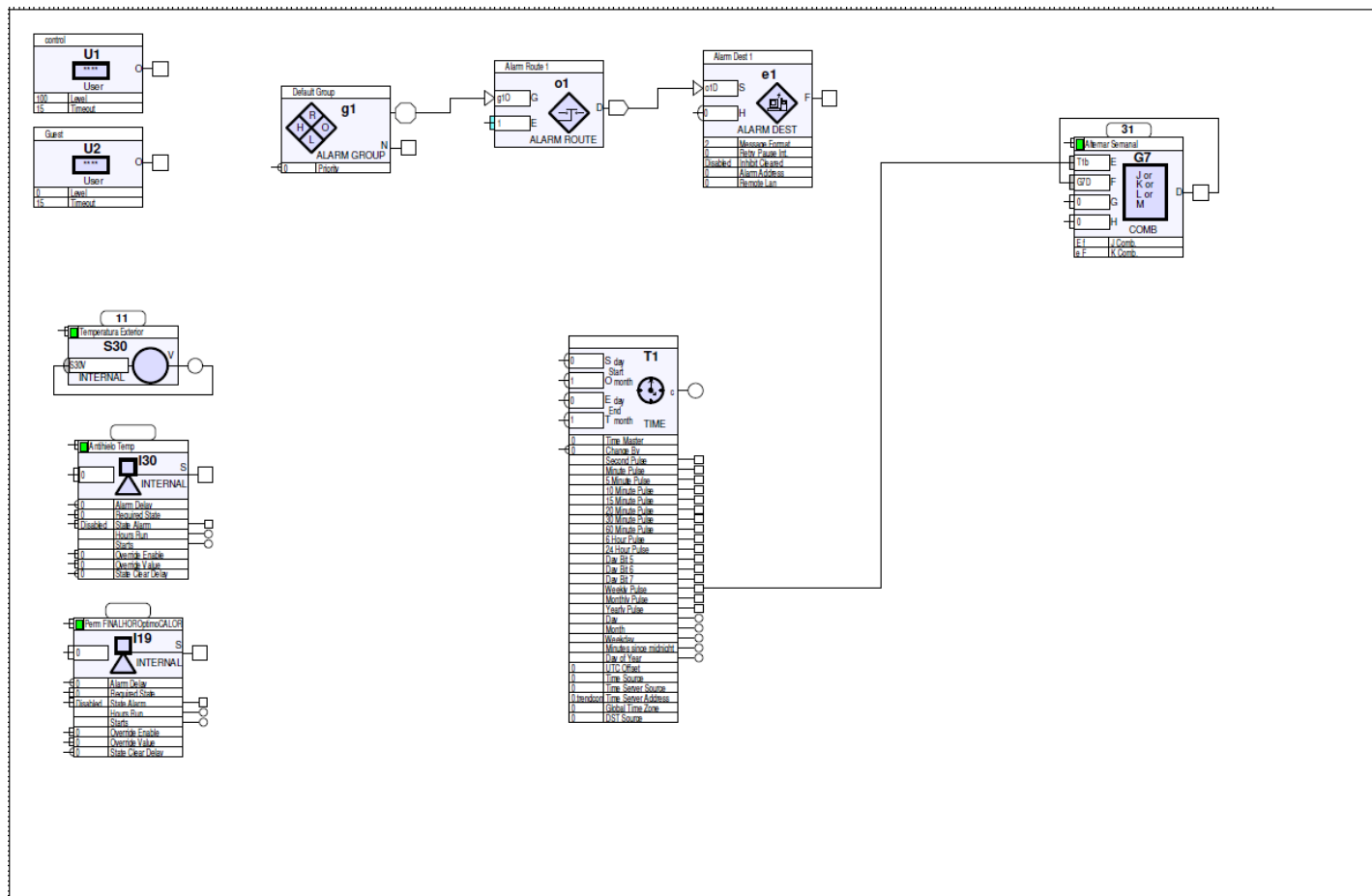


Figura 43 (Fuente: Programador SET)

Se muestran las alarmas generadas para este controlador, junto con la información transmitida desde el Controlador 1 (temperatura exterior, antihielo, permiso de calor, etc.) y el combinatorio G7 (alternar semanal) que se activará cuando llegue el impulso (señal de T1 que se mandará semanalmente) y la recirculación sea 0, o cuando la recirculación sea 1 y no llegue el impulso, y se desactivará si la recirculación es 1 y llega el impulso.

### 5.4.2.2. Página 2 – Entradas

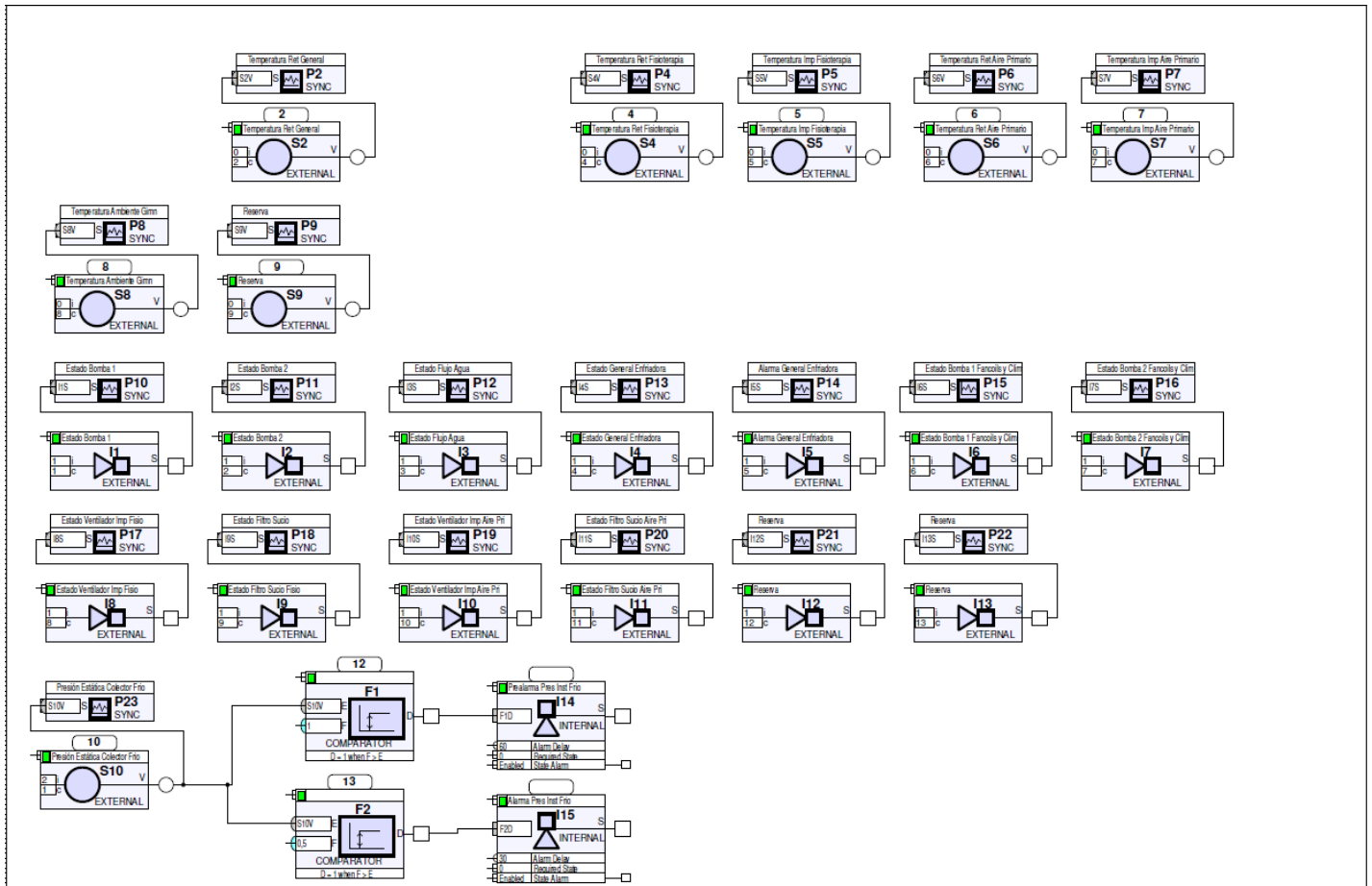


Figura 44 (Fuente: Programador SET)

Se visualizan las 8 entradas analógicas (de las 10 disponibles) y las 13 entradas digitales. En la entrada de presión estática se incluyen dos alarmas (baja y alta).

### 5.4.2.3. Página 3 – Consignas y Programa Antihielo en Frío

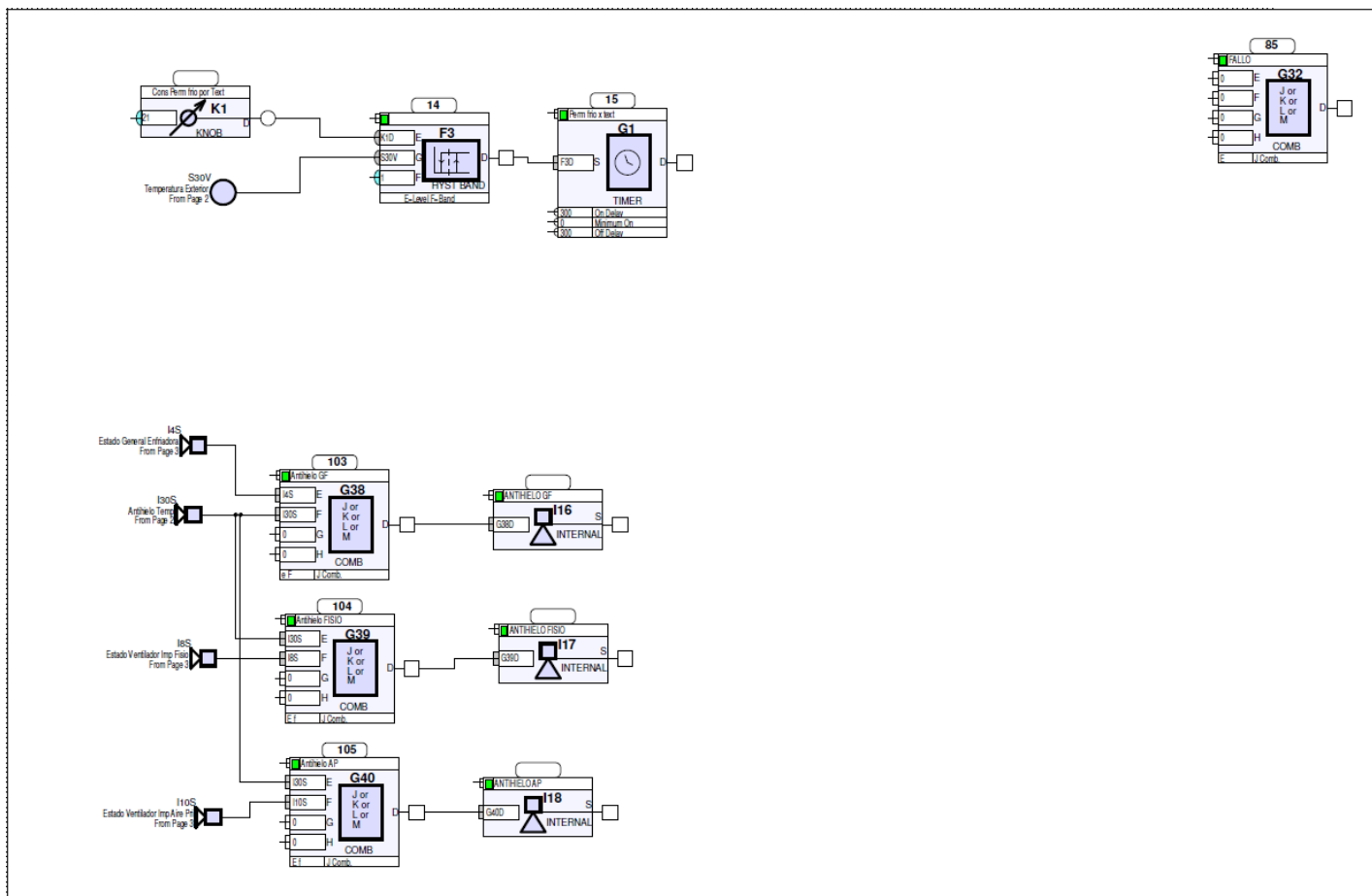


Figura 45 (Fuente: Programador SET)

- **Parte superior:**

Se designa una consigna (por ejemplo, 21 °C) y, si la temperatura exterior es superior, se envía la señal para arrancar la enfriadora (condicionado por el horario).

- **Parte inferior:**

Se programa el antihielo para el grupo de frío, el gimnasio de fisioterapia y el circuito de aire primario.

Se establece una consigna y, si la temperatura exterior es inferior, se comprueba si los circuitos están en marcha; de no ser así, se activa la bomba para evitar la congelación.

#### 5.4.2.4. Página 4 – Alarmas de Temperatura de Impulsión

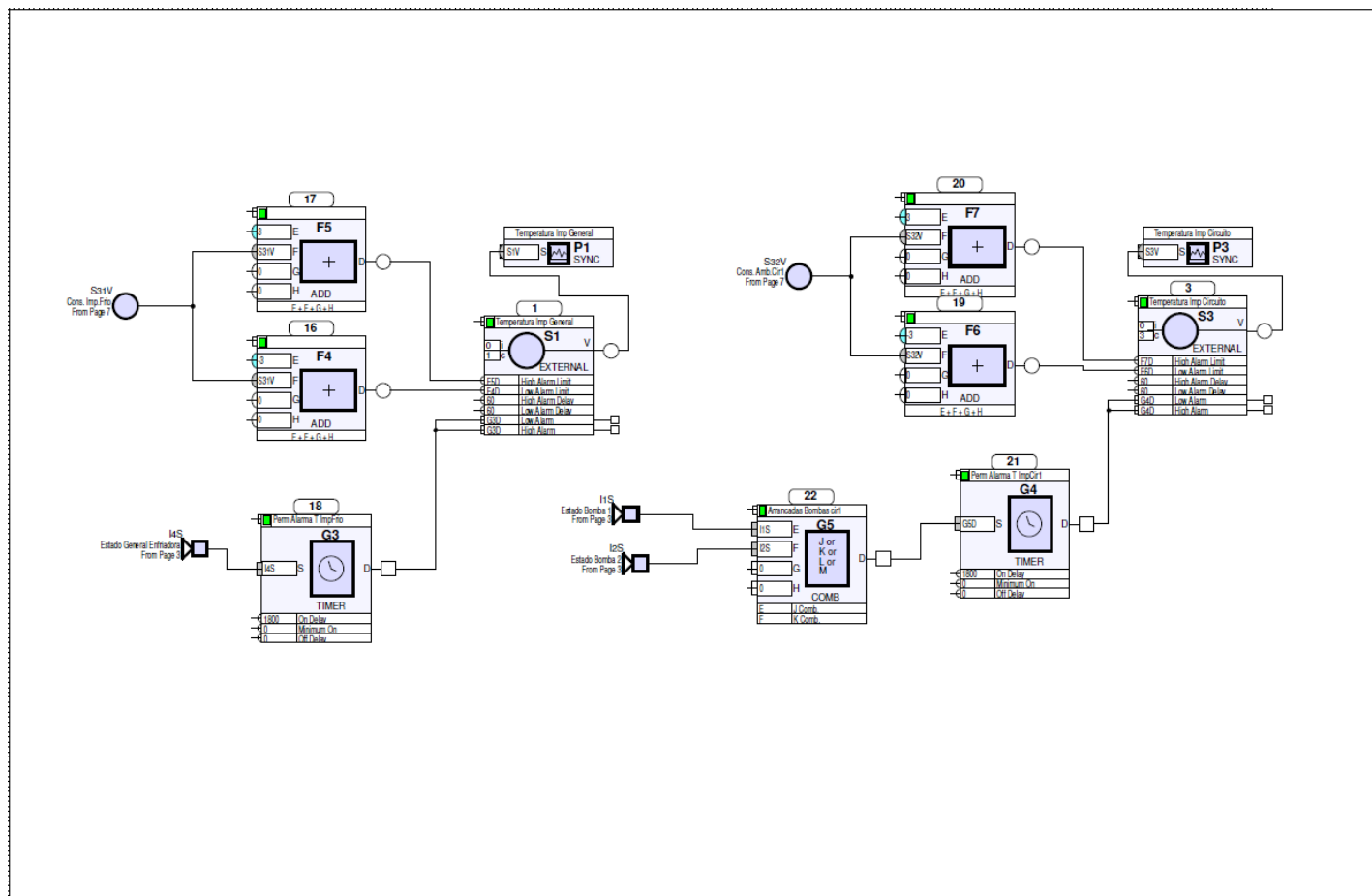


Figura 46 (Fuente: Programador SET)

Se distinguen dos zonas, análogas al controlador 1, para la alarma de temperatura de impulsión general y la del circuito, con márgenes de  $\pm 3$  °C.

- Izquierda**  
 se encuentra la alarma de la temperatura de impulsión general. Esta alarma dará un aviso en caso de que la consigna no concuerde con el valor que nos da la sonda. Se da un margen de  $\pm 3$  °C.
- Derecha**  
 se encuentra la alarma de la temperatura de impulsión del circuito. Esta alarma dará un aviso en caso de que la consigna no concuerde con el valor que nos da la sonda. Se da un margen de  $\pm 3$  °C.

#### 5.4.2.5. Página 5 – Horario Optimizado

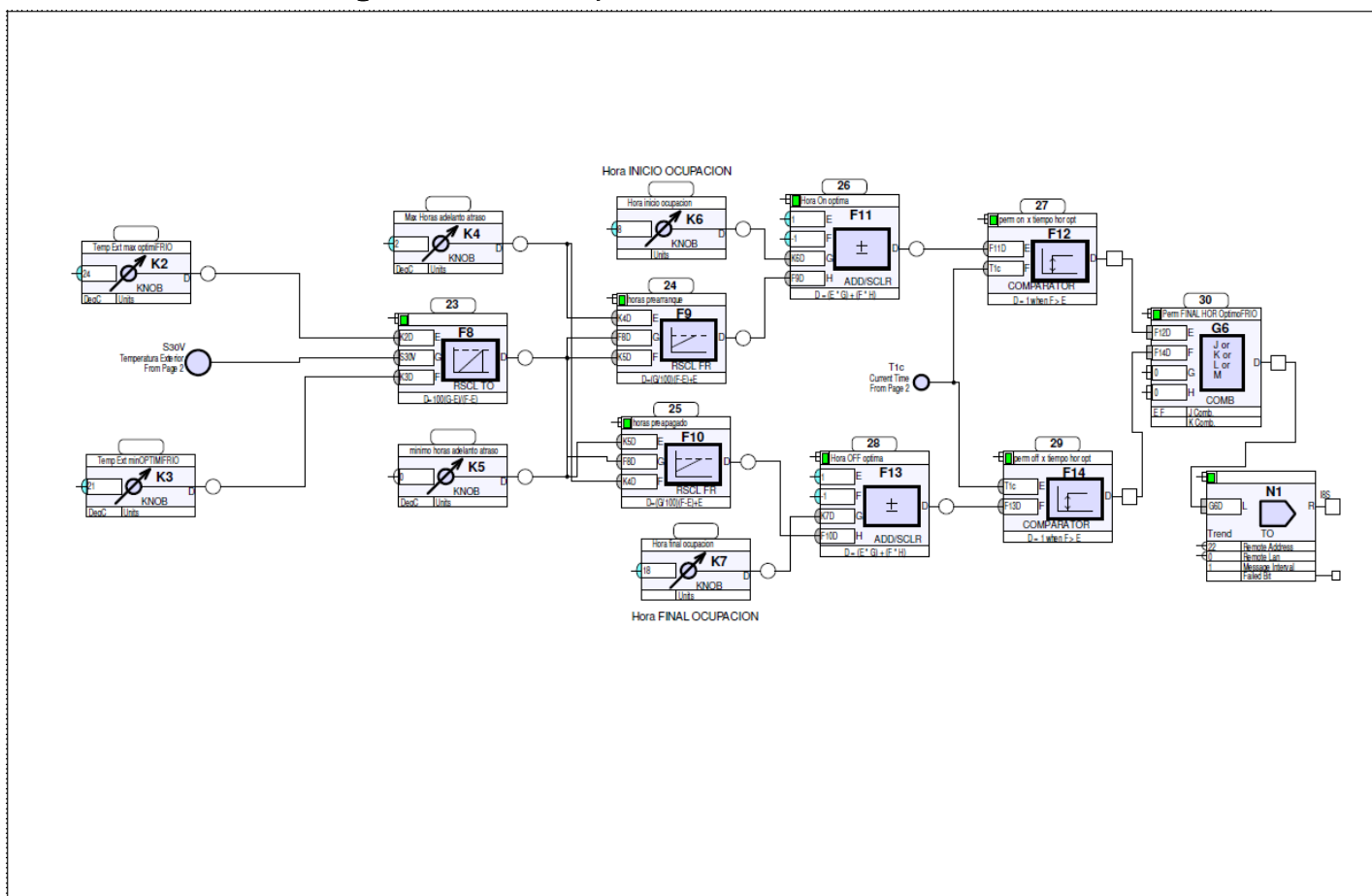


Figura 47 (Fuente: Programador SET)

Se muestra el horario optimizado, que ajusta el arranque y la parada en función de la temperatura exterior:

- Si la temperatura está fuera de ciertos límites, el sistema arranca o para 2 horas antes o después, según corresponda.
- Si la temperatura está entre los dos valores estipulados, se calcula linealmente el tiempo previo al arranque o paro.

#### 5.4.2.6. Página 6 – Cálculo de Consignas en Frío

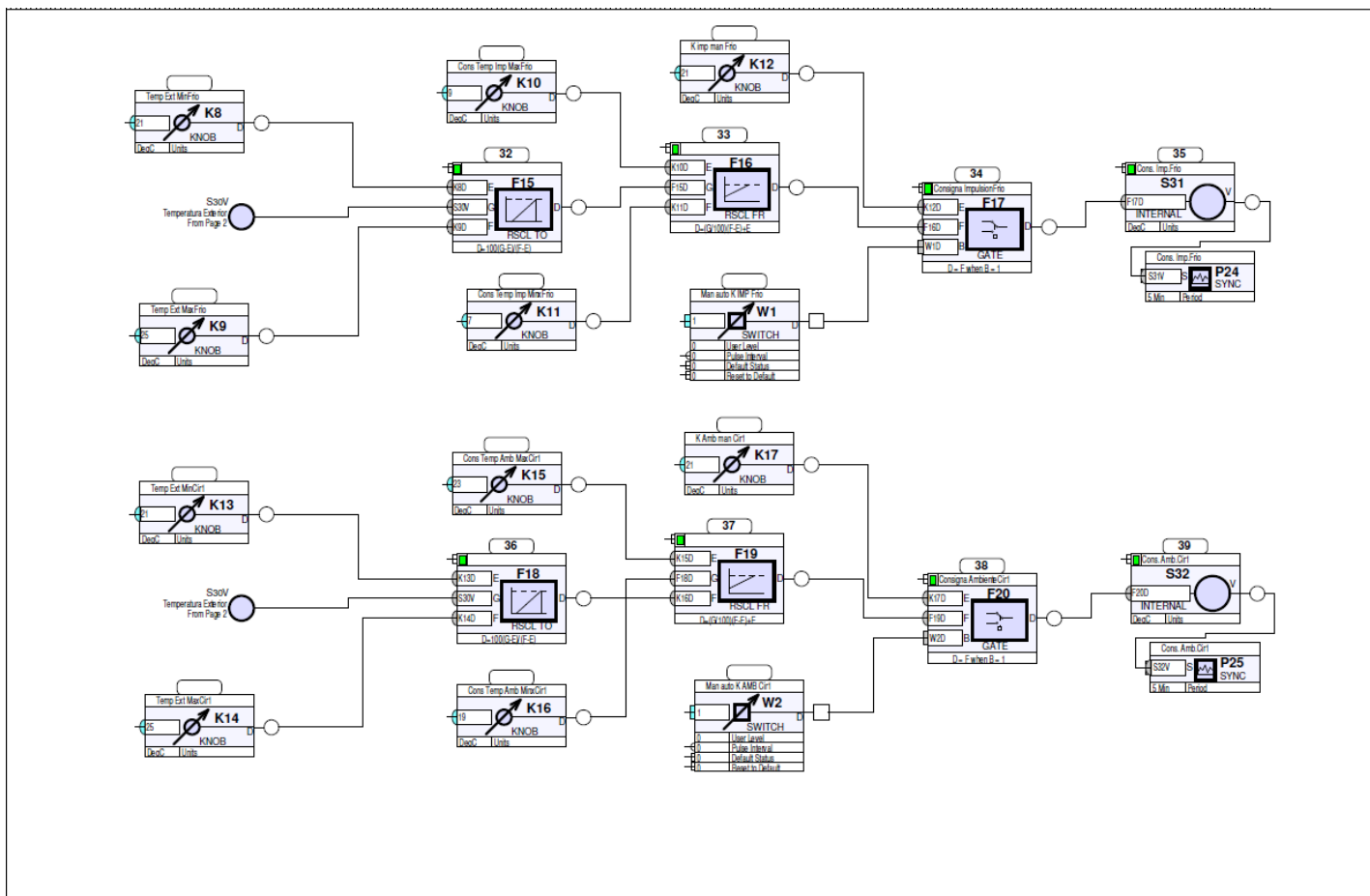


Figura 48 (Fuente: Programador SET)

Se muestran los cálculos de las consignas de la temperatura de impulsión para:

- **Grupo de Frío:**
  - Si temperatura exterior  $>25^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $7^{\circ}$ .
  - Si temperatura exterior  $<21^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $9^{\circ}$ .
  - Entre 21 y  $25^{\circ}$ , se calcula de forma lineal.
  - Modificando el valor del switch W1 de 1 a 0, se podría poner la consigna de la impulsión de manera manual introduciendo el valor en el KNOB K12.
- **Circuito:**
  - Si temperatura exterior  $>25^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $19^{\circ}$ .
  - Si temperatura exterior  $<21^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $23^{\circ}$ .
  - Entre 21 y  $25^{\circ}$ , se calcula de forma lineal.
  - Modificando el valor del switch W2 de 1 a 0, se podría poner la consigna de la impulsión de manera manual introduciendo el valor en el KNOB K17.





- que llegue la señal de alternar semanal.
- que llegue la seña del antihielo.
- que llegue la alarma de la bomba 2.

La señal del combinatorio G18 llega hasta el combinatorio G19, que mandará señal si no hay alarma de la bomba 1. G19 mandará la señal de arrancar la bomba 1 al driver D1(M-P Bomba 1 Frío) La señal de este driver se comparará con el estado de la bomba 1(G10), y en caso de no coincidir se mandará una alarma. G18 tiene una recirculación paraque en el caso de que salte la alarma de la bomba 1, siga la alarma hasta que se solucione el problema.

- Al combinatorio G20 llega la señal de orden M-P calor, el alternar semanal, la alarma de la bomba 2 y la señal del antihielo. Para que el combinatorio G18 mande una señal tiene que llegar la orden de M-P frío, y luego hay 3 opciones:
  - que llegue la señal de alternar semanal.
  - que llegue la seña del antihielo.
  - que llegue la alarma de la bomba 1.

La señal del combinatorio G20 llega hasta el combinatorio G21, que mandará señal si no hay alarma de la bomba 2. G21 mandará la señal de arrancar la bomba 2 al driver D2 (M-P Bomba 2 Frío) La señal de este driver se comparará con el estado de la bomba 2 (G17), y en caso de no coincidir se mandará una alarma. G20 tiene una recirculación paraque en el caso de que salte la alarma de la bomba 2, siga la alarma hasta que se solucione el problema.

La bomba 1 y la bomba 2 son las bombas que se encargan de retorno.

#### 5.4.2.8. Página 8 – Regulación de la Enfriadora

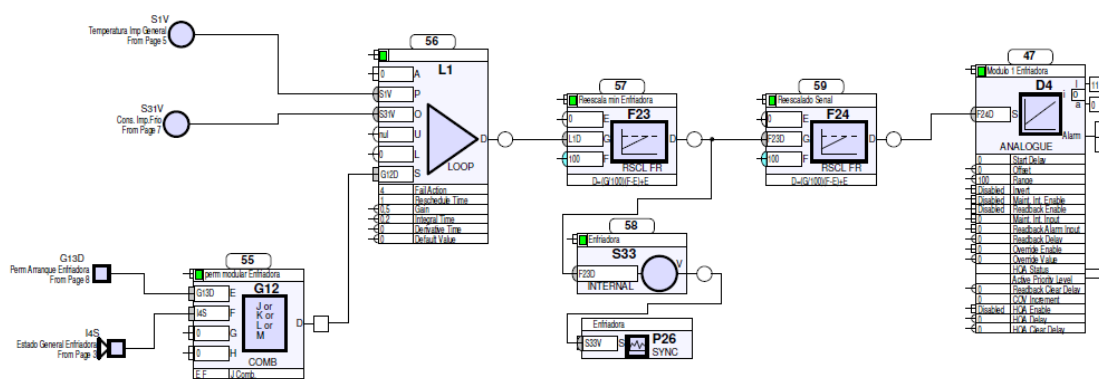


Figura 50 (Fuente: Programador SET)

Se establece un loop (L1) para regular la válvula de la enfriadora en el que entran:

- O: Valor deseado de temperatura en la enfriadora.
- P: Temperatura de impulsión actual.
- S: Señal del combinatorio (G12) que integra el estado y permiso de arranque.

La señal del loop regula la válvula para alcanzar la temperatura establecida.

#### 5.4.2.9. Página 9 – Arranque de Bombas de Impulsión en Frío

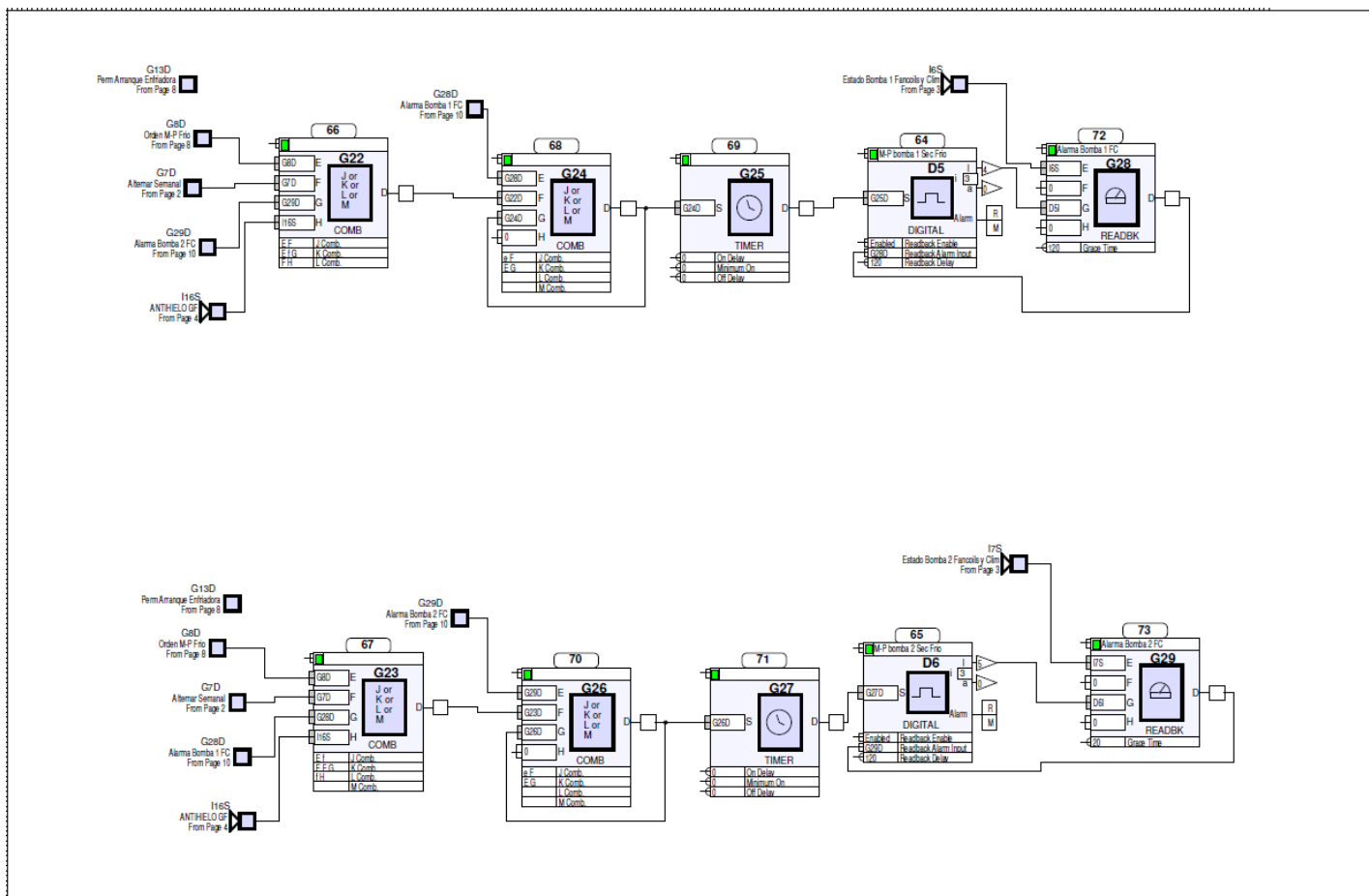


Figura 51 (Fuente: Programador SET)

- **Parte superior:**

El combinatorio G22 envía la señal al G24 si llega la orden de M-P de frío y el alternar semanal, o en caso de que, aunque no esté activo el alternar semanal, llegue la orden de M-P de frío y haya una alarma en la bomba 2 (Si llega la señal de alternar semanal y el antihielo también manda señal). El combinatorio G24 envía la señal para arrancar la bomba 1 al driver D5 si no hay alarma de la bomba 1 y si le llega la señal del G24. la señal del driver D5 se compara con G28 (estado de la bomba) y si no coinciden salta la alarma. La recirculación en G24 se hace para que si salta la alarma siga llegando señal al driver y siga saltando la alarma hasta que se solucione el problema del estado de la bomba.

- **Parte inferior:**

El combinatorio G23 envía la señal al G26 si llega la orden de M-P de frío y el alternar semanal, o en caso de que, aunque no esté activo el alternar semanal, llegue la orden de M-P de frío y haya una alarma en la bomba 1 (Si llega la señal de alternar semanal y el antihielo también manda señal). El combinatorio G26 envía la señal para arrancar la bomba 2 al driver D6 si no hay alarma de la bomba 2 y si le llega la señal del G26. la señal del driver D6 se compara con G29 (estado de la bomba) y si no coinciden salta la alarma. La recirculación en G26 se hace para que si salta la alarma siga llegando señal al driver y siga saltando la alarma hasta que se solucione el problema del estado de la bomba.

#### 5.4.2.10. Página 10 – Cálculo de Consignas para Climatizadores

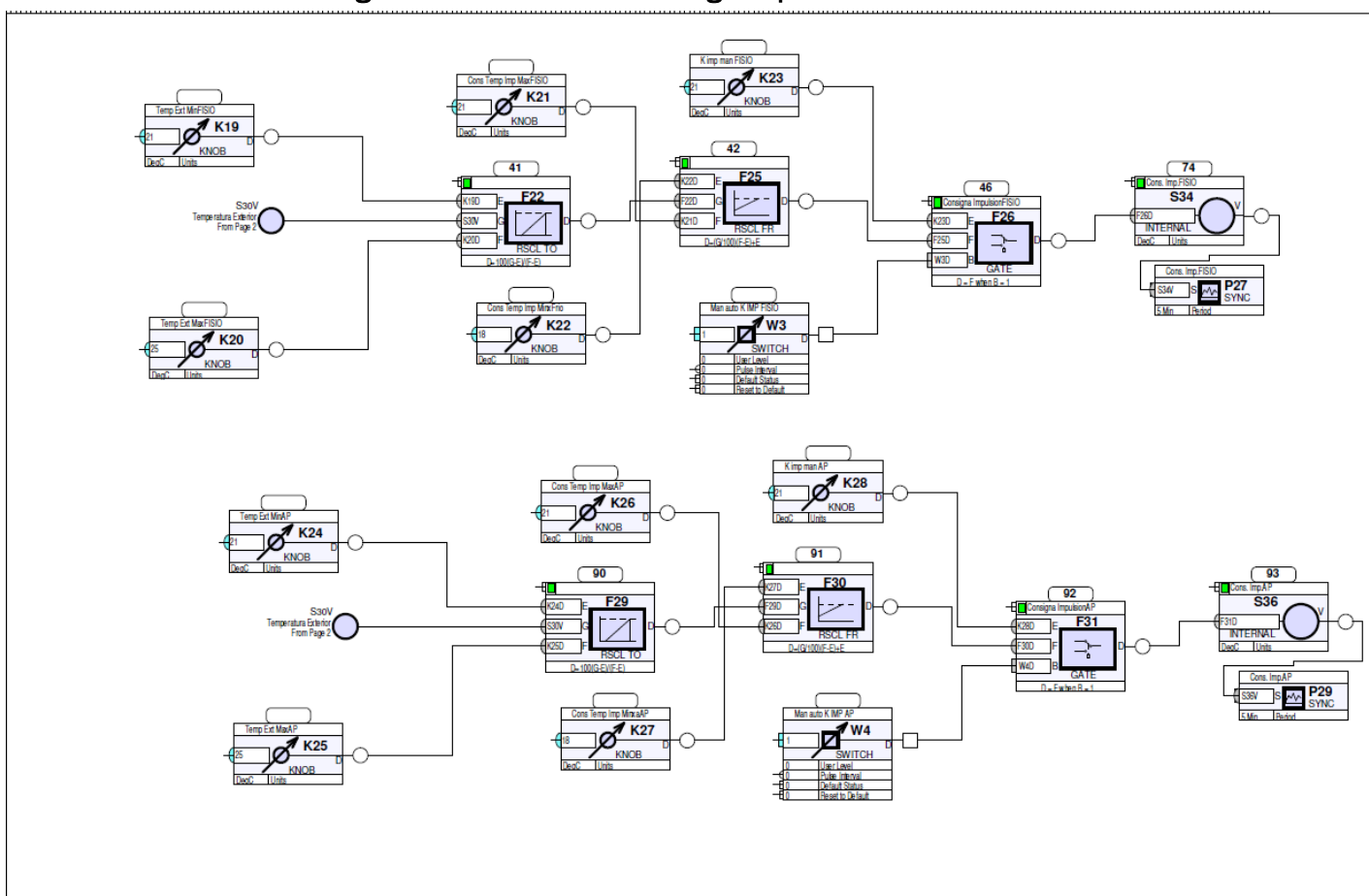


Figura 52 (Fuente: Programador SET)

Se calculan las consignas de temperatura de impulsión para:

- **Climatizador de Fisioterapia (parte superior):**
  - Si temperatura exterior  $>25^{\circ}$  → impulsión a  $18^{\circ}$ .
  - Si temperatura exterior  $<21^{\circ}$  → impulsión a  $21^{\circ}$ .
  - Entre 21 y  $25^{\circ}$ , cálculo lineal.

- Modificando el valor del switch W3 de 1 a 0, se podría poner la consigna de la impulsión de manera manual introduciendo el valor en el KNOB K23.
- **Climatizador de Aire Primario (parte inferior:**
  - Si temperatura exterior  $>25^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $18^{\circ}$ .
  - Si temperatura exterior  $<21^{\circ}$   $\rightarrow$  impulsión a  $21^{\circ}$ .
  - Entre 21 y  $25^{\circ}$ , cálculo lineal.
  - Modificando el valor del switch W4 de 1 a 0, se podría poner la consigna de la impulsión de manera manual introduciendo el valor en el KNOB K28.

#### 5.4.2.11. Página 11 – Regulación de Climatizadores de Fisioterapia

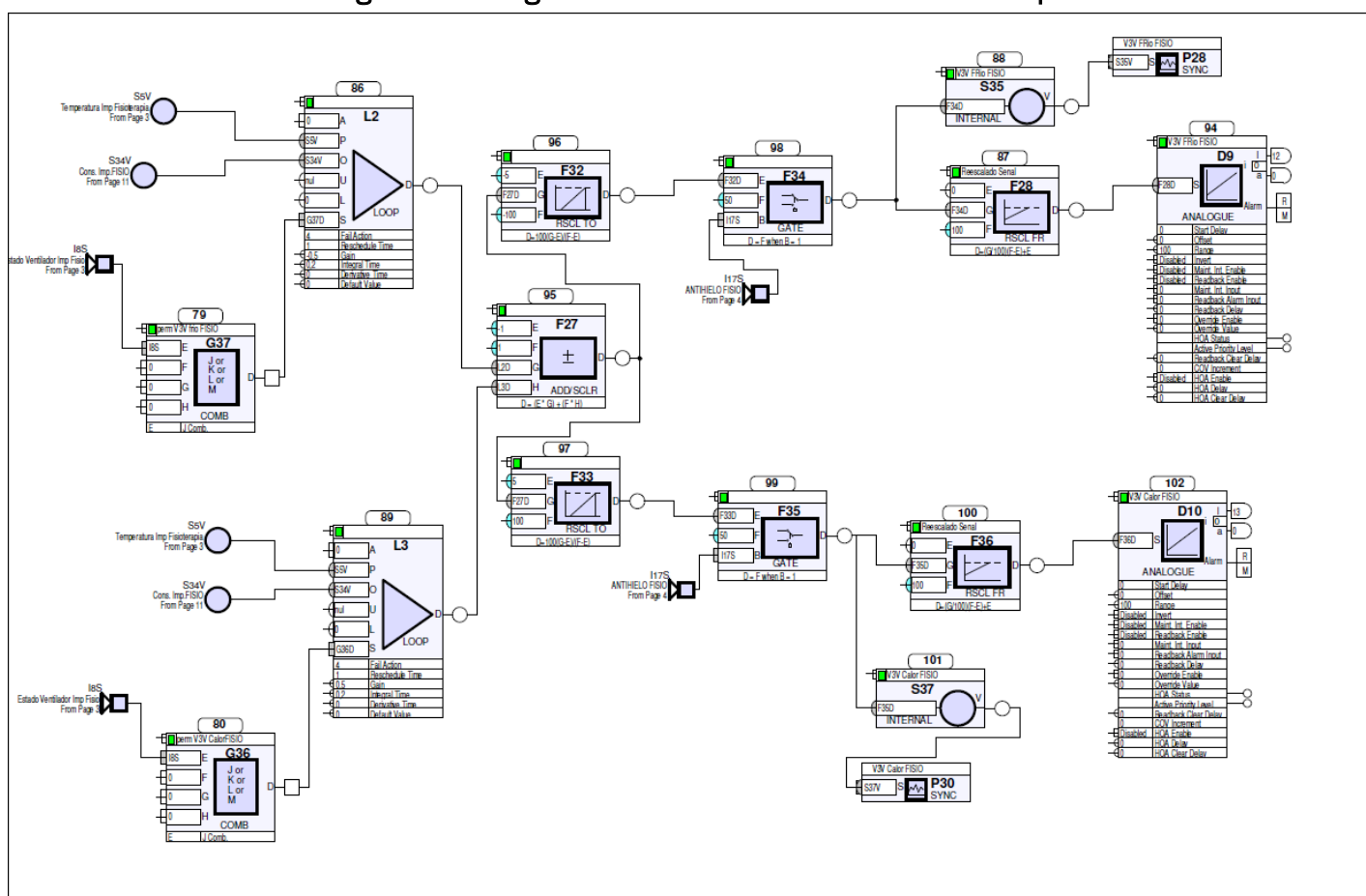


Figura 53 (Fuente: Programador SET)

Se utilizan dos loops (L2 y L3):

- En el loop L2 entra:
  - O: Consigna de impulsión.
  - P: Temperatura de impulsión.
  - S: Estado del ventilador de impulsión (señal del combinatorio G37).

- En el loop L3 entra:
  - O: Consigna de impulsión.
  - P: Temperatura de impulsión.
  - S: Estado del ventilador de impulsión (señal del combinatorio G36).

La diferencia entre ambos loops se resta en el módulo F27 y ese valor se reescala para regular las válvulas de frío y calor. Si llega señal de antihielo, los módulos F34 y F35 abren las válvulas al 50%.

#### 5.4.2.12. Página 12 – Regulación de Climatizadores Aire primario

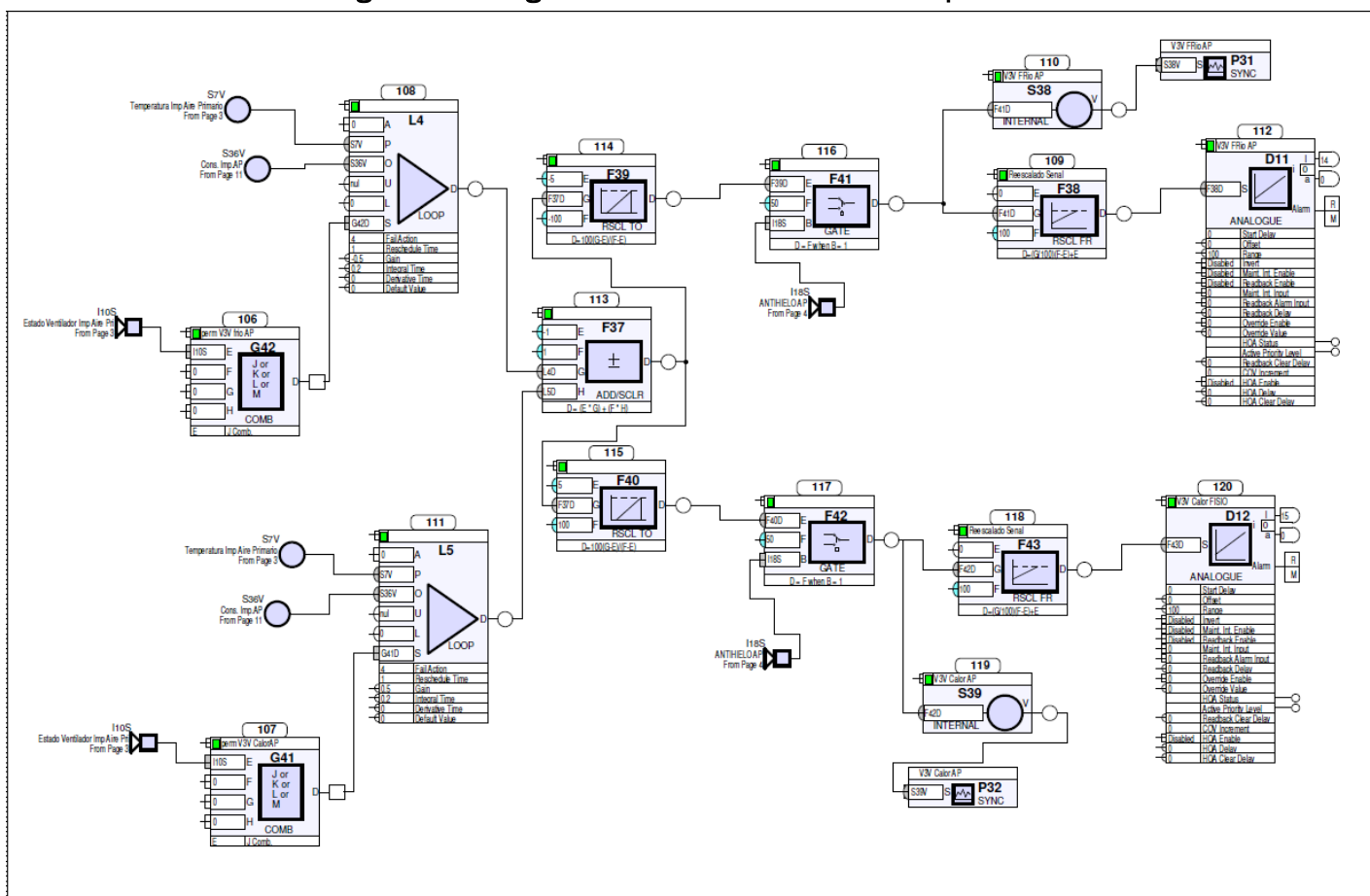


Figura 54 (Fuente: Programador SET)

Se utilizan dos loops (L4 y L5):

- En el loop L4 entra:
  - O: Consigna de impulsión.
  - P: Temperatura de impulsión.
  - S: Estado del ventilador de impulsión (señal del combinatorio G42).

- En el loop L5 entra:
  - O: Consigna de impulsión.
  - P: Temperatura de impulsión.
  - S: Estado del ventilador de impulsión (señal del combinatorio G41).

La diferencia entre ambos loops se resta en el módulo F37 y ese valor se reescala para regular las válvulas de frío y calor. Si llega señal de antihielo, los módulos F41 y F42 abren las válvulas al 50%.

### 5.4.3. Controlador 3: Fancoils y Alumbrado

#### 5.4.3.1. Página 1 – Alarmas y Comunicación

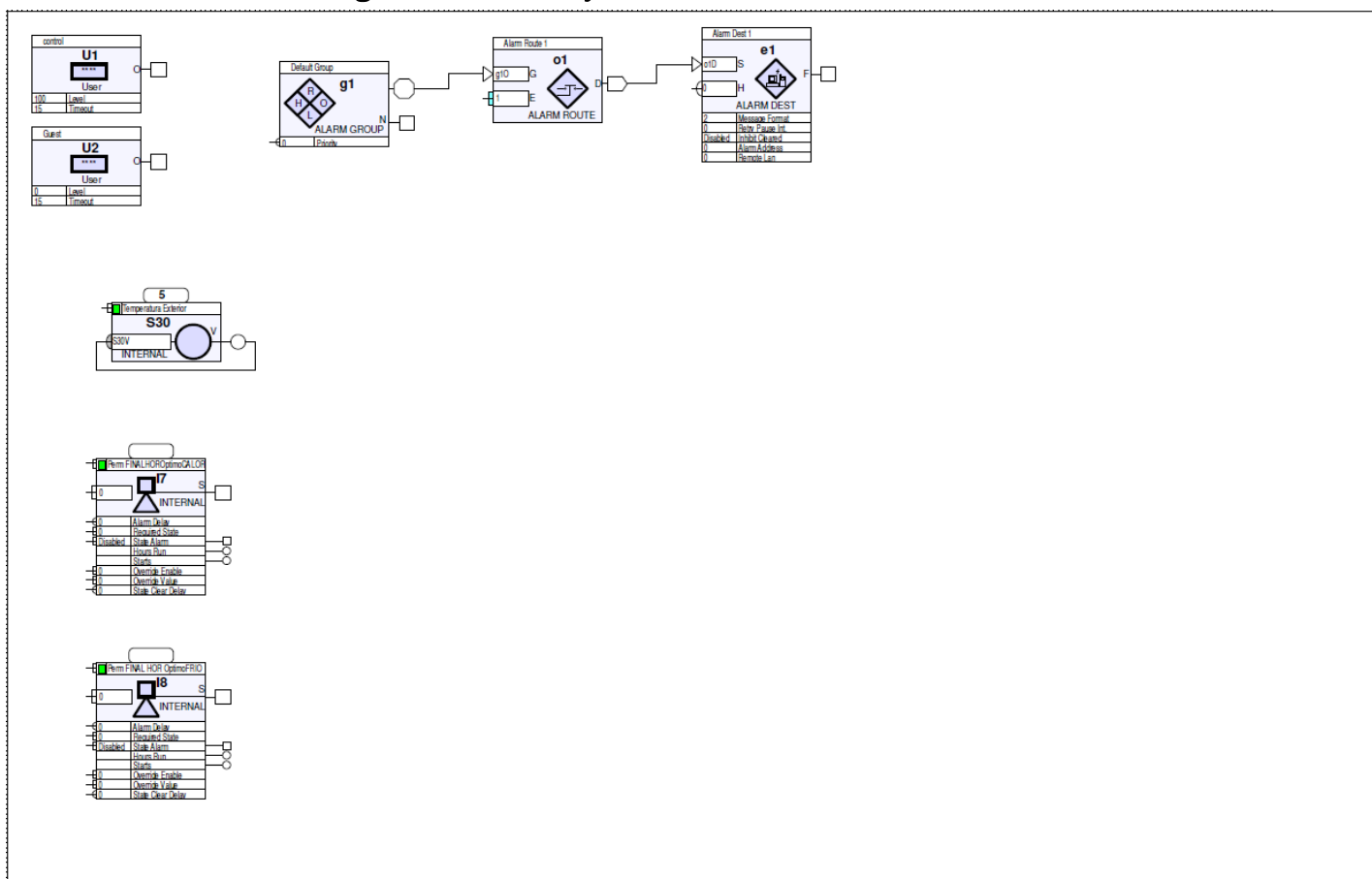


Figura 55 (Fuente: Programador SET)

Se muestra la primera página de programación del controlador 3, en la que se visualizan las alarmas generadas y se refleja la información enviada desde el Controlador 1 (temperatura exterior, permiso de frío y de calor).

### 5.4.3.2. Página 2 – Entradas Digitales

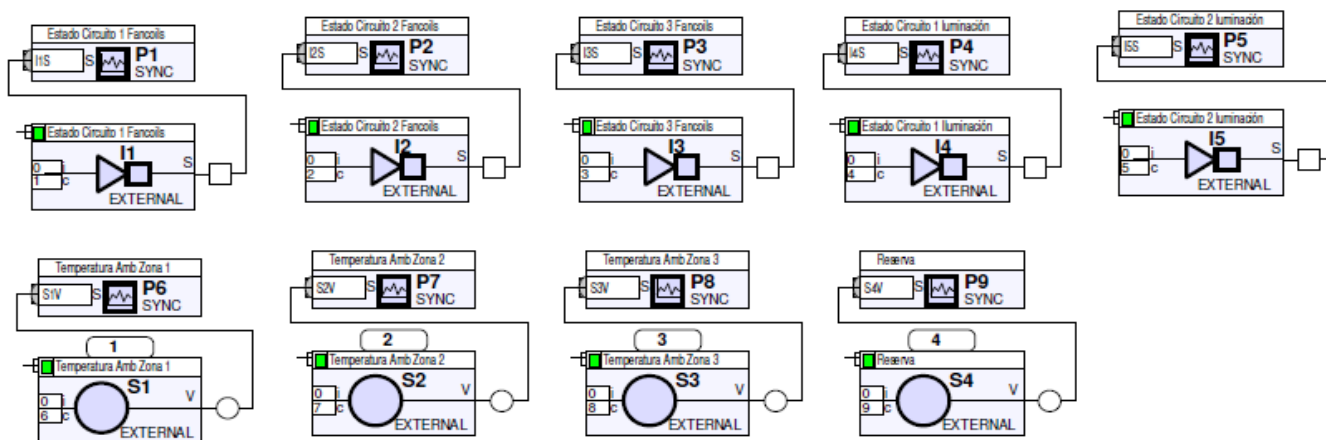


Figura 56 (Fuente: Programador SET)

Se muestran las 4 entradas analógicas y las 5 entradas digitales correspondientes a este controlador.

### 5.4.3.3. Página 3 – Horario de Alumbrado Exterior

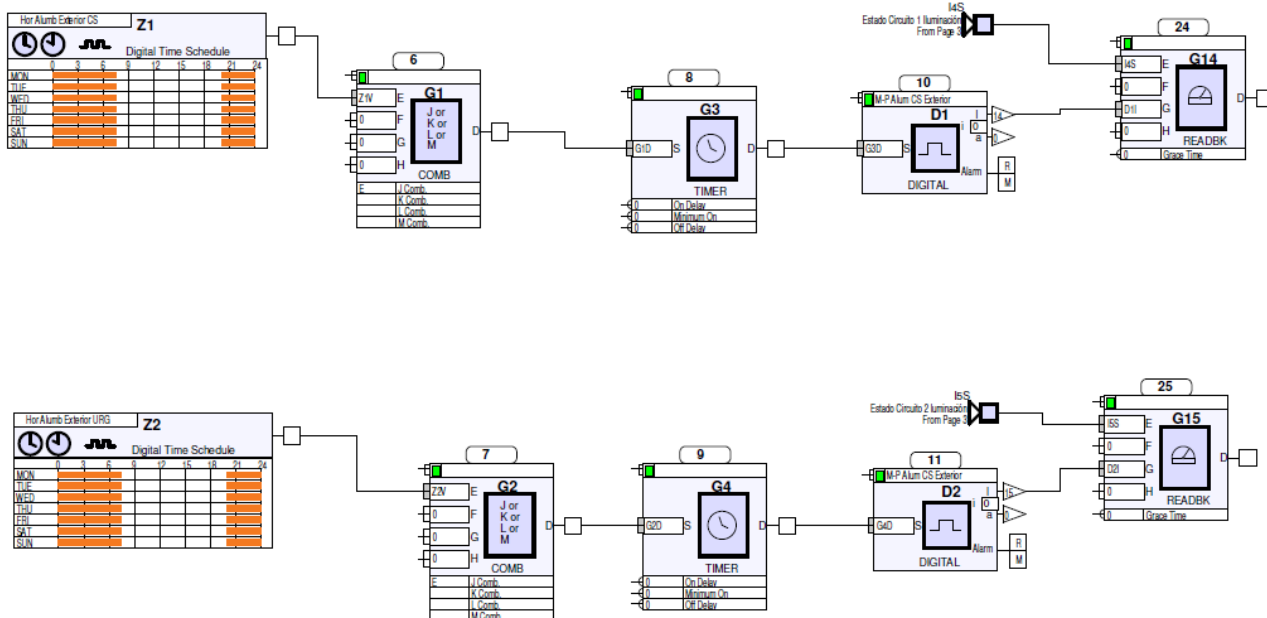


Figura 57 (Fuente: Programador SET)



Se establece el horario para el encendido del alumbrado exterior:

- Parte superior (Z1):**  
 Horario para el alumbrado exterior del centro de salud. La señal pasa por el combinatorio G1 y el timer G3, llegando al driver D1 para ordenar su encendido; se compara con el estado en el módulo G14 para generar alarma en caso de no coincidir.
- Parte inferior (Z2):**  
 Horario para el alumbrado exterior de urgencias. La señal pasa por el combinatorio G2 y el timer G4, llegando al driver D2 para ordenar su encendido; se compara con el estado en el módulo G15 para generar alarma en caso de no coincidir.

#### 5.4.3.4. Página 4 – Horario de Fancoils

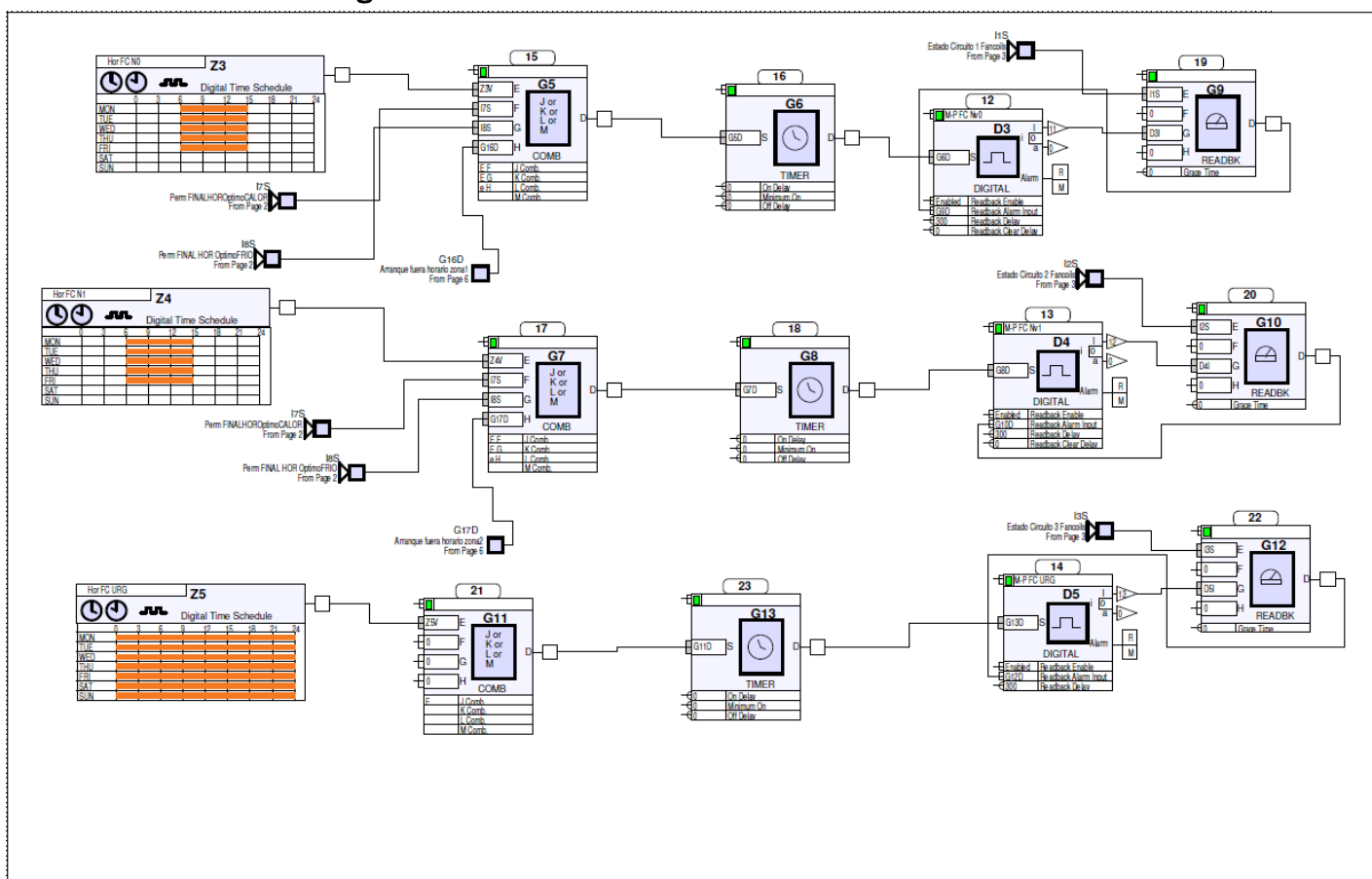


Figura 58 (Fuente: Programador SET)

Se define el horario para el encendido de los fancoils:

- Parte superior (Z3):**  
 Horario para el circuito de fancoils del nivel 0 del centro de salud. La señal del horario llega al combinatorio G5 (que también recibe señales de permiso de calor, frío y arranque fuera de horario de la zona 1). El combinatorio envía la señal al driver D3, si está en el horario y hay permiso de calor, si está en el horario y hay permiso de frío, o si no hay horario, pero se activa el arranque fuera de horario. La señal del driver D3 se compara en el módulo G9 (estado del circuito de fancoils 1) para generar alarma en caso de no coincidir.
- Parte central (Z4):**  
 Horario para el circuito de fancoils del nivel 1 del centro de salud. La señal del horario llega al combinatorio G7 (que también recibe señales de permiso de calor, frío y arranque fuera de horario de la zona 2). El combinatorio envía la señal al driver D4, si está en el horario y hay permiso de calor, si está en el horario y hay permiso de frío, o si no hay horario, pero se activa el arranque fuera de horario. La señal del driver D4 se compara en el módulo G10 (estado del circuito de fancoils 2) para generar alarma en caso de no coincidir.
- Parte inferior (Z5):**  
 Horario para el circuito de fancoils de urgencias. El horario es 24 horas, la señal pasa por el combinatorio G11, el timer G13 y llega al driver D5. La señal del driver D5 se compara con el módulo G12 (estado del circuito de fancoils 3) y en caso de no coincidir se manda una alarma.

#### 5.4.3.5. Página 5 – Arranques Fuera de Horario para Fancoils

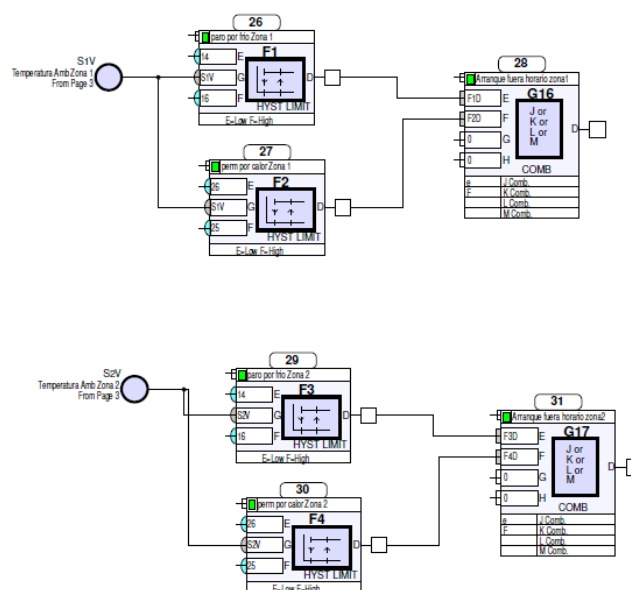


Figura 59 (Fuente: Programador SET)

- Parte superior:**  
 Arranque fuera de horario para el circuito 1 (nivel 0): Se ordena arrancar el calor si la temperatura baja de 14 ° hasta que se alcance 16 °, o arrancar el frío si sube de 26 ° hasta que se alcance 25 °.
- Parte inferior:**  
 Arranque fuera de horario para el circuito 2 (nivel 1): Se ordena arrancar el calor si la temperatura baja de 14 ° hasta que se alcance 16 °, o arrancar el frío si sube de 26 ° hasta que se alcance 25 °.

## 5.5. SCADA Tordesillas

Para acceder a las páginas del centro de salud de Tordesillas:

- Acceso:**  
 Se debe mover desde la página principal del hospital hasta la sección de centros de salud, y a continuación seleccionar el menú específico de Tordesillas.



Figura 60 (Fuente: Supervisor 963)

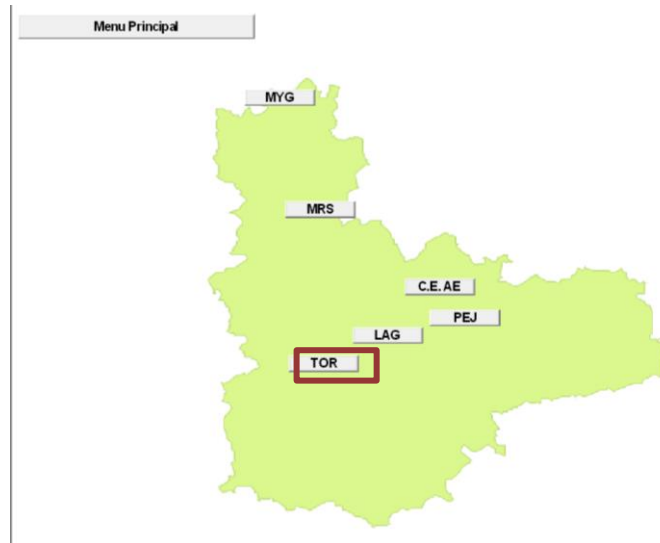


Figura 61 (Fuente: Programador SET)

- Menú Principal:**  
 En el menú de Tordesillas se disponen varios botones que enlazan a diferentes páginas. El análisis se realiza botón por botón



Figura 62 (Fuente: Programador SET)

- Producciones:**  
 En esta página se visualizan los datos de la **impulsión** y el **retorno** de la caldera y la enfriadora. Se incluyen cuatro botones:
  - Dos debajo de la caldera:
    - Uno para la **curva de impulsión**.

- Otro para la curva de consigna de temperatura ambiente (calor).
- Dos debajo de la enfriadora:
  - Uno para la curva de impulsión.
  - Otro para la curva de consigna de temperatura ambiente (frío).

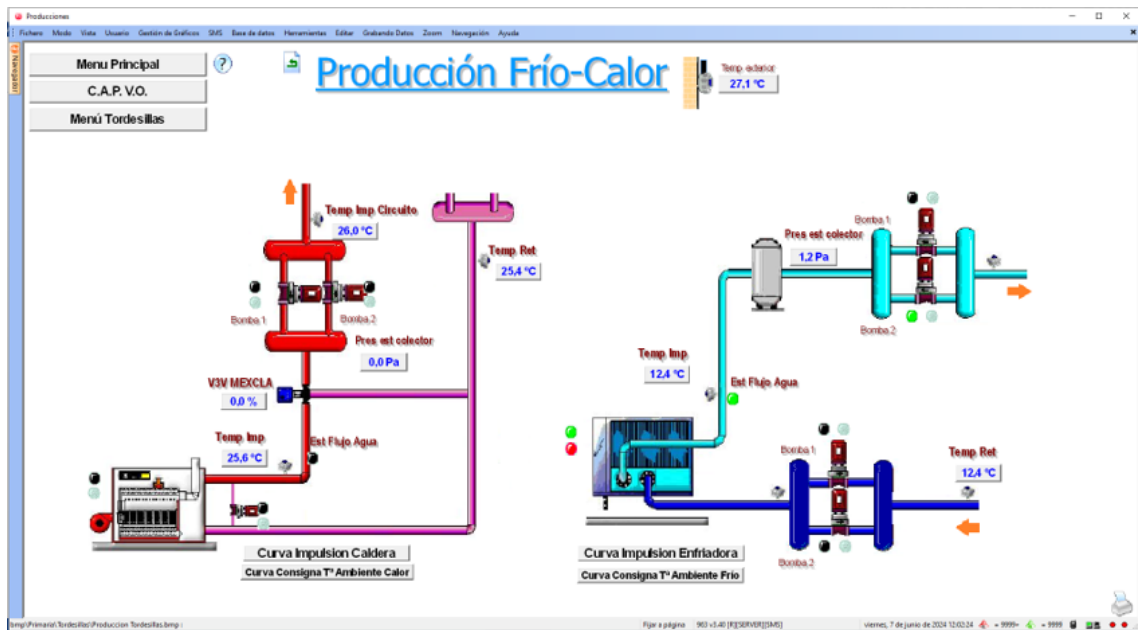


Figura 63: Curva de impulsión caldera (Fuente: Programador SET)

En modo manual, la temperatura es fija; en modo automático, se calcula en función de la temperatura exterior.

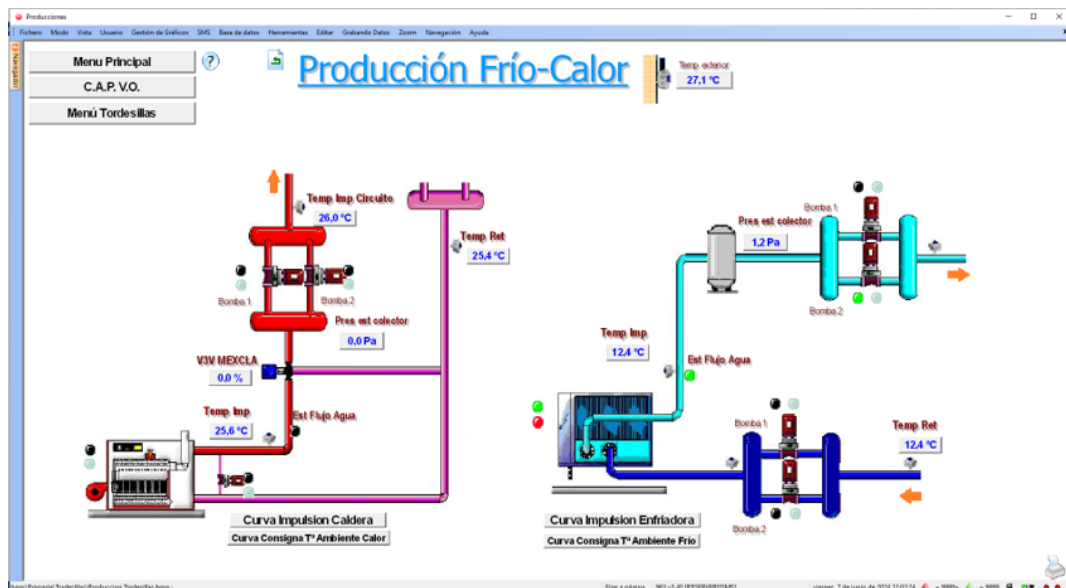


Figura 64: Curva consigna temperatura ambiente calor (Fuente: Programador SET)



Se observa que, en modo manual, la consigna es fija, mientras que en modo automático se ajusta según la temperatura exterior.

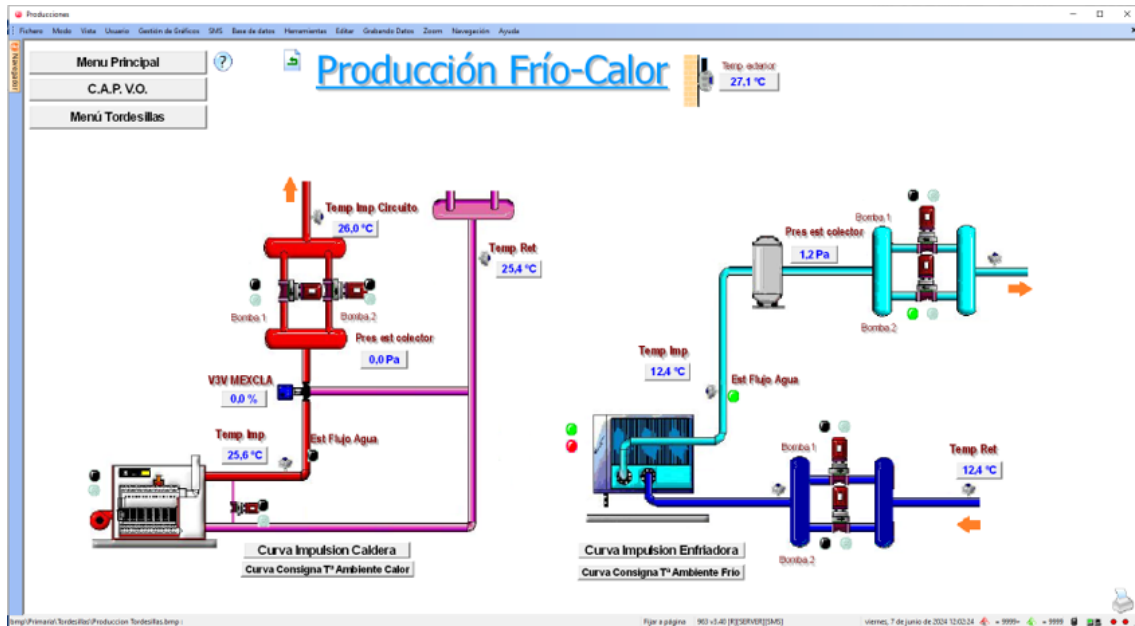


Figura 65: Curva de impulsión enfriadora (Fuente: Programador SET)

Similar comportamiento: modo manual con temperatura fija y modo automático calculado.

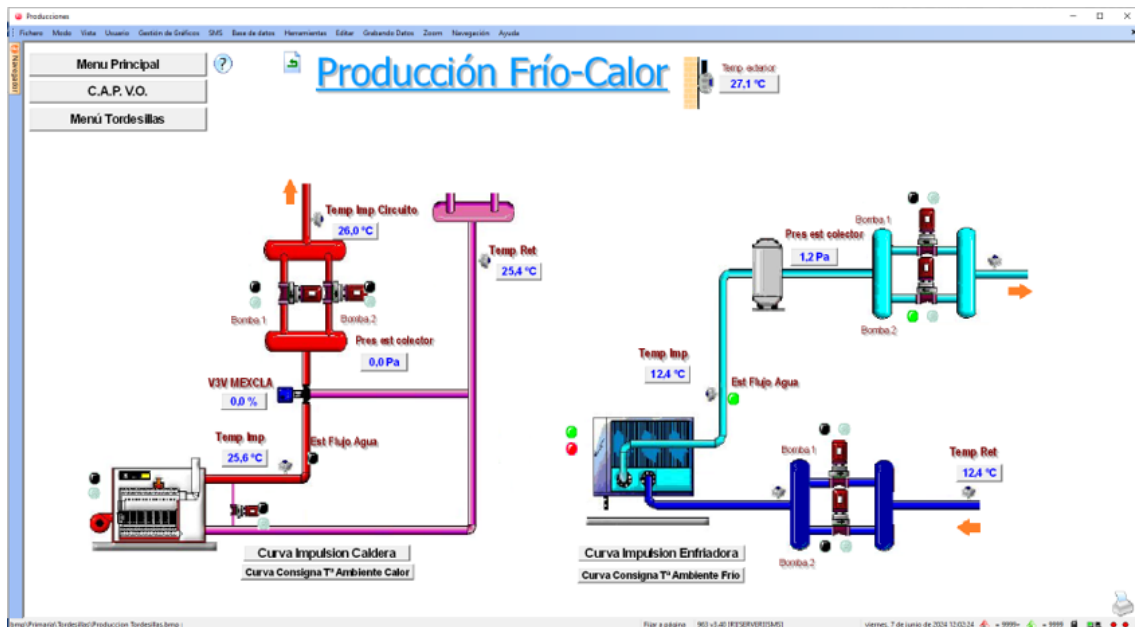


Figura 66: Curva consigna temperatura ambiente frío (Fuente: Programador SET)

La curva muestra la diferencia entre el modo manual y el automático.

- Climatizador Fisis:**

En la página del climatizador de fisioterapia se visualizan todos los datos del equipo, y se dispone de un botón que enlaza a la página de la curva de impulsión.

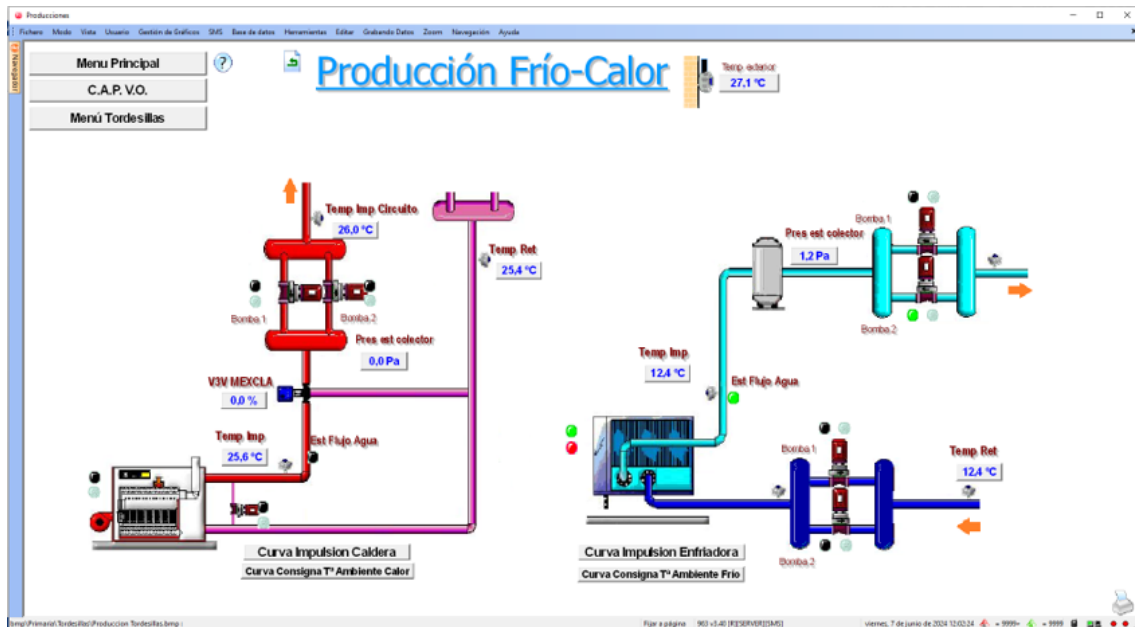


Figura 67: Climatizador fisioterapia (Fuente: Programador SET)

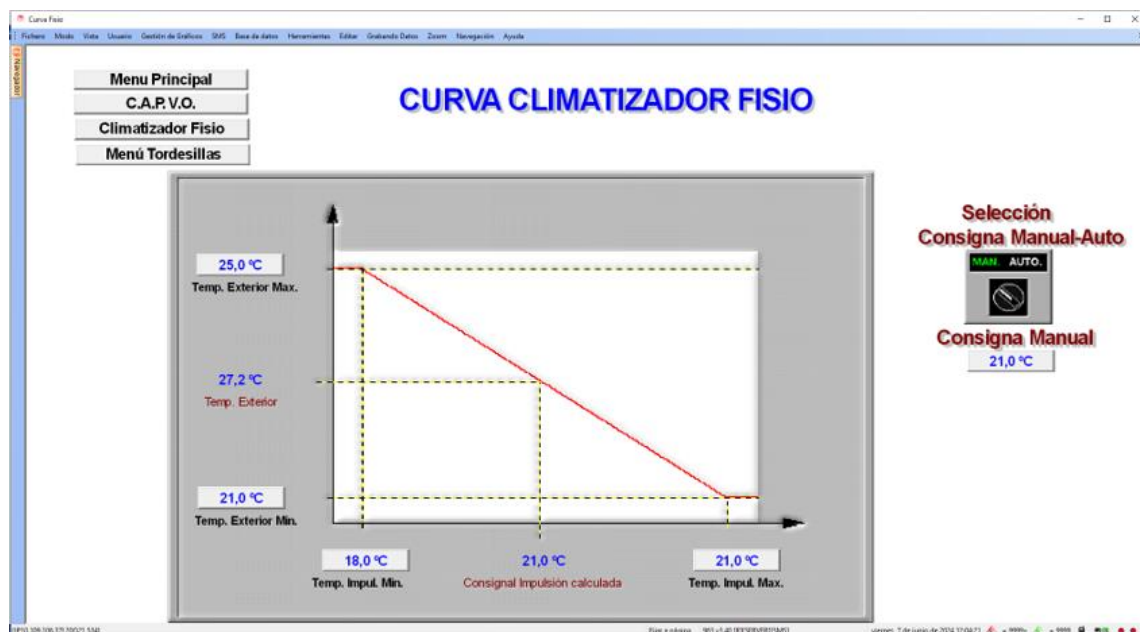


Figura 68: Curva de impulsión fisioterapia (Fuente: Programador SET)

Se evidencia que, en modo manual, la temperatura es fija, y en modo automático se ajusta según la temperatura exterior.

- Climatizador Aire Primario:**

La página del climatizador de Aire Primario presenta la información del equipo y un botón que lleva a la página de la curva de impulsión.

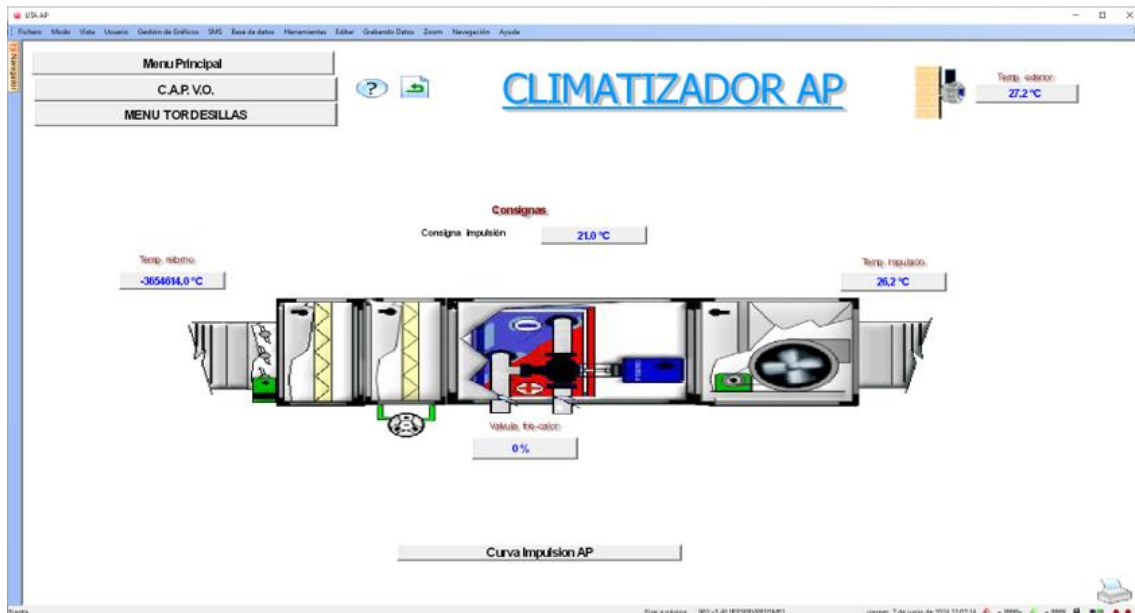


Figura 69: Climatizador Aire Primario (Fuente: Programador SET)

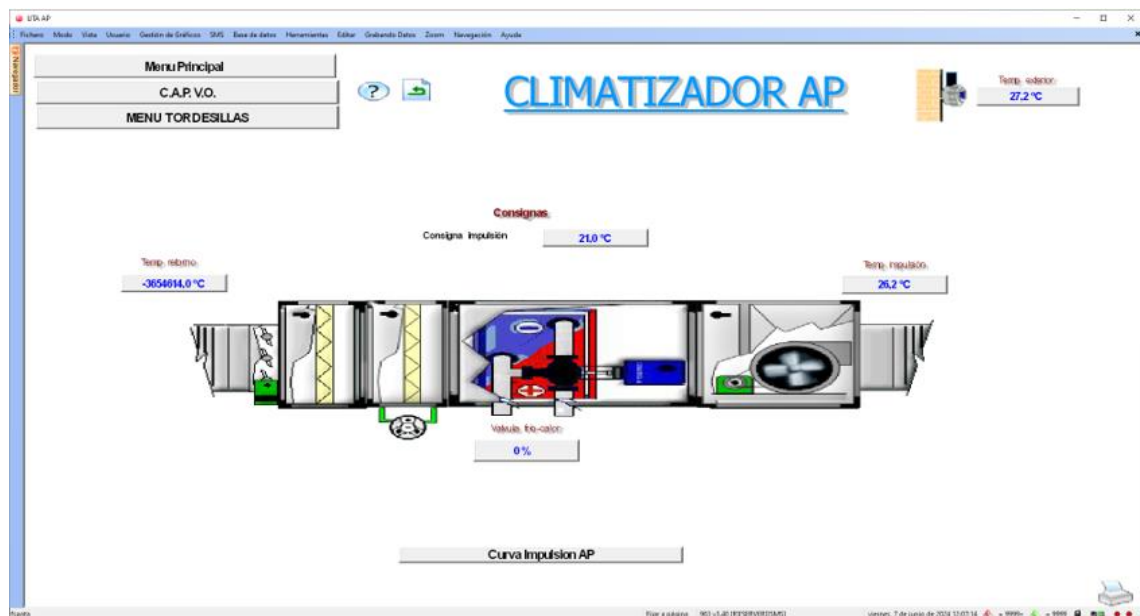


Figura 70: Curva de impulsión Aire Primario (Fuente: Programador SET)



Muestra el ajuste de la temperatura en función del modo de operación (manual o automático).

- FanCoils y Alumbrado Exterior:**  
 Se disponen páginas específicas donde se muestran:
  - Los datos de los tres circuitos de **fancoils** (niveles 0, 1 y urgencias).

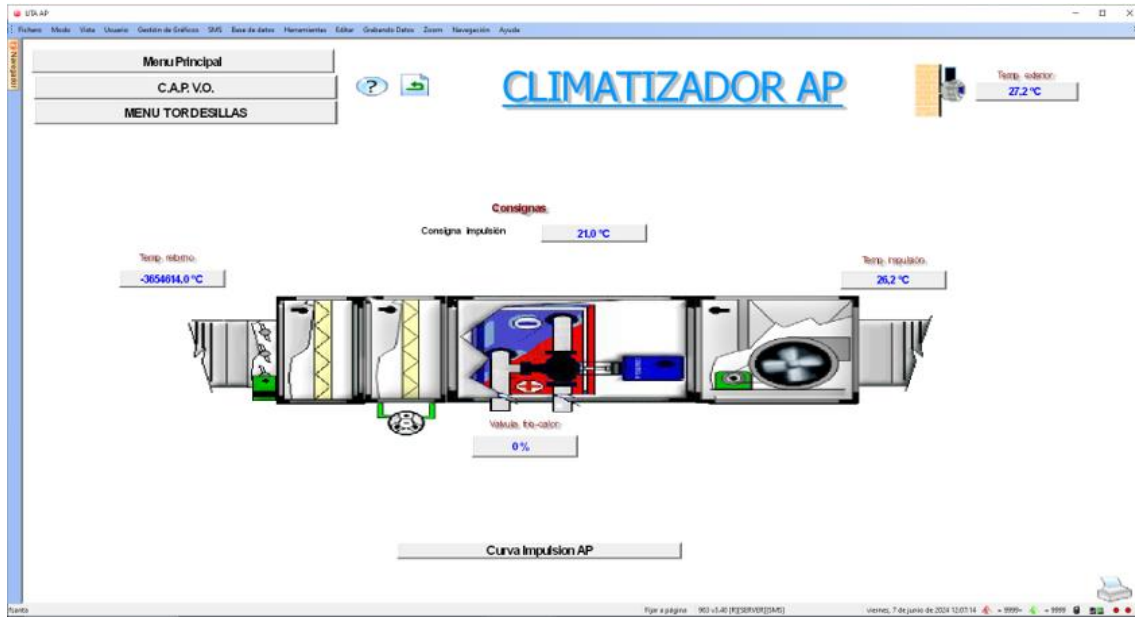


Figura 71: FanCoils (Fuente: Programador SET)

- Los datos de los dos circuitos de **alumbrado exterior** (del centro de salud y de urgencias).

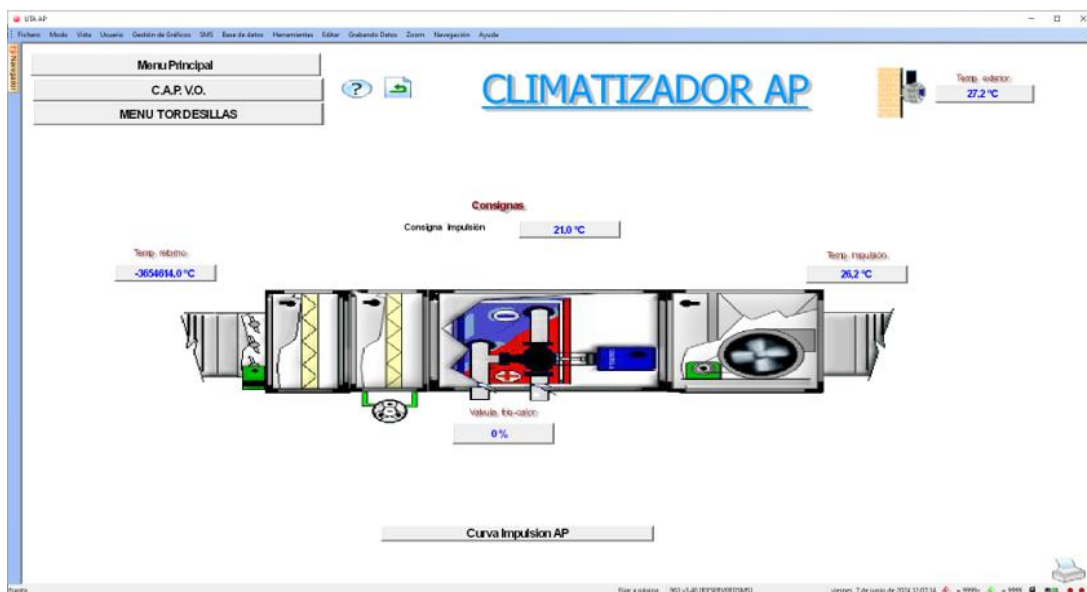


Figura 72: Alumbrado exterior (Fuente: Programador SET)

## 5.6. Costes centro de salud de Tordesillas

En este apartado se expone el análisis detallado de los costes asociados a la implementación del sistema de control y telegestión en el centro de Tordesillas.

### 5.6.1. 01.01.- PUESTO CENTRAL

- **IQV-500:**

Software SCADA NIAGARA IQvision de Trend, con presentación de valores sobre esquemas dinámicos mediante animaciones, gráficas de valores en tiempo real, gestión de alarmas y retransmisión de alarmas, a correos electrónicos, impresoras remotas..., gestión de horarios y calendario perpetuo, gestión de históricos que incluye grabación automática de los mismos, muestreo y grabación automática que permita variables simultáneamente, tanto variables físicas como pseudo puntos programados, gestión de usuarios que permite niveles de acceso diferentes sin límite de usuarios, puntos o esquemas dinámicos según licencia adquirida con posibilidad de ampliación a través de la adquisición licencias adicionales, servidor web con capacidad de acceso simultaneo a través de internet/intranet sin límite usuarios mediante un navegador web estándar, comunicación mediante redes

Ethernet /TCP/IP estándar. Opción capacidad integrar "Sistema Terceros" en los siguientes protocolos: BACnet IP, KNX IP, Modbus IP, Mbus IP, SNMP y OPC.

Scada abierto marca Trend IQ®VISION hasta 500 puntos de equipos Trend.  
*Precio unitario: Se integrará en Scada general del Hospital*

- **IQV-100-EXT:**

Ampliación de licencia para incluir 100 puntos adicionales de equipos Trend.  
*Precio unitario: 342,61 euros*

#### **01.01.- PUESTO CENTRAL**

*Subtotal: 342,61 euros*

### 5.6.2. 01.02.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.01

- **IQ4E/64/BAC/24VAC:**

Controlador IQ4E de 64 canales, bucle de corriente y 24V AC, con 10 entradas universales y 6 salidas analógicas, ampliable hasta 192 puntos mediante módulos adicionales E/S. Esta flexibilidad lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones. Opera mediante redes Ethernet y TCP/IP, integra XML y es compatible con BACnet sobre IP, disponiendo además de un puerto Wallbus.

*Precio unitario: 1.052,34 euros*

- **IQ4/IO/8UI0:**  
Módulo E/S IQ4 con 8 entradas/salidas universales.  
*Precio unitario: 419,40 euros*
- **IQ4/IO/16DI:**  
Módulo E/S IQ4 con 16 entradas universales.  
*Precio unitario: 336,97 euros*
- **IQ4/IO/8DO:**  
Módulo E/S IQ4 con 8 salidas digitales (relé).  
*Precio unitario: 288,47 euros*
- **6GK5005-0BA00-1AB2:**  
Switch industrial SCALANCE XB005 para Ethernet (10/100 Mbits/s), para construir pequeñas topologías en estrella y en línea; diagnóstico LED, IP20, AC/DC 24V alimentación, con 5 puertos de par trenzado 10/100 Mbits/s con conectores hembra RJ45  
*Precio unitario: 64,77 euros*
- **6EP1331-5BA10:**  
Fuente de alimentación SITOP PSU100C 24 V/1,3 A. Entrada: AC 120-230 V (DC 110-300 V) salida: DC 24 V/1,3 A  
*Precio unitario: 31,72 euros*
- **CUADRO C.C.01:**  
Suministro e instalación de cuadro de control para dispositivos de control y comunicación (incluye protecciones eléctricas, tomas de corriente, transformadores, fuentes de alimentación en continua, relés y borneros).  
*Precio unitario: 1.783,46 euros*

#### **01.02.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.01**

*Subtotal: 3.977,13 euros*

#### **5.6.3. 01.03.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.02**

- **IQ4E/64/BAC/24VAC:**  
Controlador IQ4E de 64 canales, bucle de corriente y 24V AC, con 10 entradas universales y 6 salidas analógicas, ampliable hasta 192 puntos mediante módulos adicionales E/S. Esta flexibilidad lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones. Opera mediante redes Ethernet y TCP/IP, integra XML y es compatible con BACnet sobre IP, disponiendo además de un puerto Wallbus.  
*Precio unitario: 1.052,34 euros*
- **IQ4/IO/8UI0:**  
Módulo E/S IQ4 con 8 entradas/salidas universales.  
*Precio unitario: 419,40 euros*

- **IQ4/IO/16DI:**  
Módulo E/S IQ4 con 16 entradas universales.  
*Precio unitario: 336,97 euros*
- **IQ4/IO/8DO:**  
Módulo E/S IQ4 con 8 salidas digitales (relé).  
*Precio unitario: 288,47 euros*
- **6GK5005-0BA00-1AB2:**  
Switch industrial SCALANCE XB005 para Ethernet (10/100 Mbits/s), para construir pequeñas topologías en estrella y en línea; diagnóstico LED, IP20, AC/DC 24V alimentación, con 5 puertos de par trenzado 10/100 Mbits/s con conectores hembra RJ45  
*Precio unitario: 64,77 euros*
- **6EP1331-5BA10:**  
Fuente de alimentación SITOP PSU100C 24 V/1,3 A. Entrada: AC 120-230 V (DC 110-300 V) salida: DC 24 V/1,3 A  
*Precio unitario: 31,72 euros*
- **CUADRO C.C.02:**  
Suministro e instalación de cuadro de control para dispositivos de control y comunicación (incluye protecciones eléctricas, tomas de corriente, transformadores, fuentes de alimentación en continua, relés y borneros).  
*Precio unitario: 2.495,15 euros*

#### **01.03.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.02**

*Subtotal: 4.688,82 euros*

#### **5.6.4. 01.04.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.03**

- **IQ4E/16/BAC/24VAC:**  
Controlador IQ4E de 16 canales. tiene 10 entradas universales y 6 salidas de voltaje analógicas y se puede expandir hasta 192 puntos agregando módulos de E/S. Esta flexibilidad lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones. El controlador IQ4E utiliza tecnologías de red Ethernet y TCP/IP con XML integrado. El IQ4E admite BACnet sobre IP como estándar. También se proporciona un puerto Wallbus para usar con pantallas de sala.  
*Precio unitario: 779,09 euros*
- **SRMV (6 unidades):**  
Módulo de relé simple (0 a 10V DC), 77x15.5x61mm.  
*Precio unitario: 11,09 euros (total: 66,51 euros)*

- **CUADRO C.C.03:**

Suministro e instalación de cuadro de control para dispositivos de control y comunicación (incluye protecciones eléctricas, tomas de corriente, transformadores, fuentes de alimentación en continua, relés y borneros).

*Precio unitario: 1.969,68 euros*

**01.04.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.03**

*Subtotal: 2.815,28 euros*

**5.6.5. 01.05.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.04**

- **IQ4E/16/BAC/24VAC:**

Controlador IQ4E de 16 canales. tiene 10 entradas universales y 6 salidas de voltaje analógicas y se puede expandir hasta 192 puntos agregando módulos de E/S. Esta flexibilidad lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones. El controlador IQ4E utiliza tecnologías de red Ethernet y TCP/IP con XML integrado. El IQ4E admite BACnet sobre IP como estándar. También se proporciona un puerto Wallbus para usar con pantallas de sala.

*Precio unitario: 779,09 euros*

- **SRMV (6 unidades):**

Módulo de relé simple (0 a 10V DC), 77x15.5x61mm.

*Precio unitario: 11,09 euros (total: 66,51 euros)*

- **CUADRO C.C.04:**

Suministro e instalación de cuadro de control para dispositivos de control y comunicación (incluye protecciones eléctricas, tomas de corriente, transformadores, fuentes de alimentación en continua, relés y borneros).

*Precio unitario: 1.969,68 euros*

**01.05.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.04**

*Subtotal: 2.815,28 euros*

**5.6.6. 01.06.- EQUIPOS PERIFÉRICOS**

Incluye dispositivos como:

- **QVE1901 (2 unidades):** Interruptor de flujo para sistemas hidráulicos (DN20 a DN200).

*Precio unitario: 74,77 euros (total: 149,53 euros)*

- **QBM81-5 (2 unidades):** Presostato de presión diferencial IP54.

*Precio unitario: 36,26 euros (total: 72,52 euros)*

- **QBE2103-P10 (2 unidades):** Sonda de presión para líquidos/gases.

*Precio unitario: 146,12 euros (total: 292,23 euros)*

- **QAC2030 (1 unidad):** Sonda de temperatura pasiva para exterior.  
*Precio unitario: 11,78 euros*
- **QAE1630.010 (6 unidades):** Sonda básica de temperatura de inmersión.  
*Precio unitario: 18,41 euros (total: 110,47 euros)*
- **ALT-SB100 (6 unidades):** Vaina de inmersión PN10.  
*Precio unitario: 7,80 euros (total: 46,82 euros)*
- **VXG41.50 (1 unidad):** Válvula de 3 vías para condiciones específicas.  
*Precio unitario: 281,52 euros*
- **ALG503B (1 unidad):** Racord con roscado conforme a normas ISO 228/1.  
*Precio unitario: 64,62 euros*
- **SAX61.03 (1 unidad):** Actuador eléctrico para válvulas, con control proporcional.  
*Precio unitario: 259,44 euros*
- **VXG44.25-10 (2 unidades):** Válvula de 3 vías para DN25.  
*Precio unitario: 86,34 euros (total: 172,69 euros)*
- **ALG253 (2 unidades):** Racor de 1" (3 unidades).  
*Precio unitario: 9,38 euros (total: 18,77 euros)*
- **VXG44.20-6.3 (2 unidades):** Válvula de 3 vías para DN20.  
*Precio unitario: 74,97 euros (total: 149,94 euros)*
- **ALG203 (2 unidades):** Racor de 3/4" (3 unidades).  
*Precio unitario: 8,01 euros (total: 16,01 euros)*
- **SAS61.03 (4 unidades):** Actuador eléctrico para unidades terminales.  
*Precio unitario: 141,22 euros (total: 564,88 euros)*
- **EBR-1+SONDAS (1 unidad):** Control de nivel para líquidos, con sondas incluidas.  
*Precio unitario: 75,25 euros*
- **QAA2030 (8 unidades):** Sensor de temperatura ambiente.  
*Precio unitario: 17,19 euros (total: 137,50 euros)*
- **QAM2130.040 (4 unidades):** Sonda de temperatura para conductos.  
*Precio unitario: 33,20 euros (total: 132,80 euros)*
- **PIROSTATO (1 unidad):** PIROSTATO IT-17 INPRO, para control de gases de combustión.  
*Precio unitario: 110,16 euros*

#### 01.06.- EQUIPOS PERIFÉRICOS

*Subtotal: 2.666,92 euros*

#### 5.6.7. 01.07.- PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- **PROGRA\_PM\_01 (1 unidad):** Generación de bases de datos, creación de imágenes de la instalación, puesta en marcha y formación.  
*Precio unitario: 1.704,33 euros*
- **PROGRA\_PM\_02 (1 unidad):** Puesta en marcha de todos los puntos, con pruebas funcionales. Trabajos a realizar en obra  
*Total: 3.930,92 euros*

#### 01.07.- PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

*Subtotal: 5.635,24 euros*

#### 5.6.8. 01.08.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CONTROL

- **INSTAL\_ELEC\_01 (93 unidades):** Instalación eléctrica de puntos de control (canalizaciones, cableado, instalación de periféricos, conexionado, marcaje, etc.).  
*Precio unitario: 67,32 euros (total: 6.260,76 euros)*
- **INSTAL\_ELEC\_04 (180 unidades):** Instalación eléctrica de puntos de control (canalizaciones, cableado, instalación de periféricos, conexionado, marcaje, etc.).  
*Precio unitario: 5,69 euros (total: 1.024,49 euros)*
- **INSTAL\_HIDRA\_01 (5 unidades):** Instalación hidráulica de válvulas de tres vías.  
*Precio unitario: 125,97 euros (total: 629,85 euros)*
- **INSTAL\_HIDRA\_02 (6 unidades):** Instalación hidráulica de sondas de temperatura de inmersión.  
*Precio unitario: 61,97 euros (total: 371,79 euros)*
- **INSTAL\_HIDRA\_03 (2 unidades):** Instalación hidráulica de sondas de presión estática con llave de corte.  
*Precio unitario: 70,13 euros (total: 140,25 euros)*

#### 01.08.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CONTROL

*Subtotal: 8.427,14 euros*

#### 5.6.9. 01.- CONTROL Y TELEGESTIÓN CENTRO DE SALUD DE TORDESEILLAS

*Total general: 31.368,42 euros*



## CONTROL Y TELEGESTIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN DE LOS CENTROS DE SALUD.





## 6. Centro de salud de Villalón de Campos

### 6.1. Memoria de funcionamiento centro de salud de Villalón de Campos

En este apartado se expone el funcionamiento del sistema en el centro de salud de Villalón de Campos, describiendo los procedimientos para la producción de calor y los circuitos secundarios, así como la protección antihielo.

#### 6.1.1. Producción de Calor

##### 6.1.1.1. Esquema de Principio

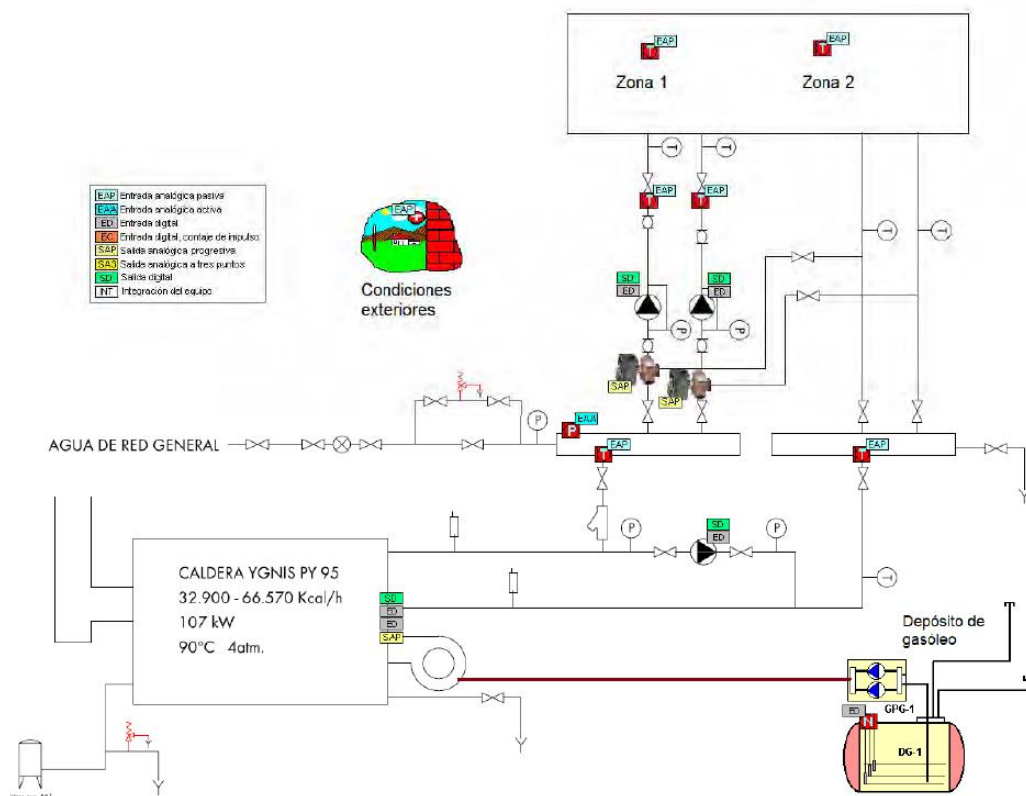


Figura 73: Esquema de principio – producción de calor. (Fuente: Documentación Sacyl)

##### 6.1.1.2. Programa de Marcha Calor

Se considera que el sistema de producción de agua caliente está listo para iniciarse cuando se verifican las siguientes condiciones:

- La presión en el colector de retorno es adecuada (circuito lleno).
- El horario de producción está activo.
- La temperatura exterior es menor que la consigna programada (actualmente 12 °C, modificable por el operador).

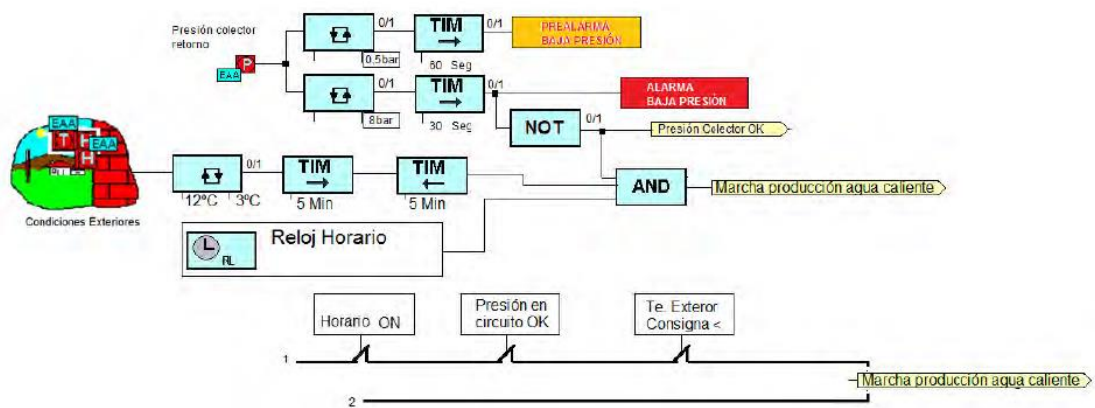


Figura 74: Diagrama de flujo marcha producción calor. (Fuente: Documentación Sacyl)

Las órdenes que se desencadenan mediante tres secuencias contrastadas son:

- Orden de poner en marcha una bomba de recirculación, seleccionando la que corresponda según el ciclo; la otra bomba queda en reserva.
- Si la bomba está operativa y hay flujo, tras un tiempo determinado se ordena el arranque del quemador de la caldera.
- Con el quemador en marcha, se controla la temperatura de salida comparando la sonda con la consigna programada y se ajusta el quemador según sea necesario.

## 6.1.2. Secundarios

### 6.1.2.1. Funcionamiento de los Circuitos Secundarios

Para iniciar los circuitos secundarios de agua caliente se verifica que:

- Se esté en modo de producción.
- La presión en el colector de retorno sea adecuada (circuito lleno).
- El horario esté activo y la señal de producción de agua caliente esté activada.

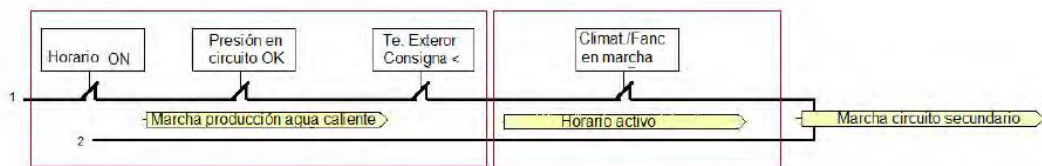


Figura 75: (Fuente: documentación Sacyl)

Las órdenes que se desencadenan son:

- Si la bomba primaria está en marcha, se ordena poner en marcha una de las bombas del circuito secundario, seleccionando la que corresponda según el ciclo; la otra permanece en reserva.

- Se calcula la consigna de temperatura de salida utilizando la curva de compensación exterior, definiendo:
  - Temperatura mínima de salida a partir de la temperatura máxima exterior.
  - Temperatura máxima de salida a partir de la temperatura mínima exterior.

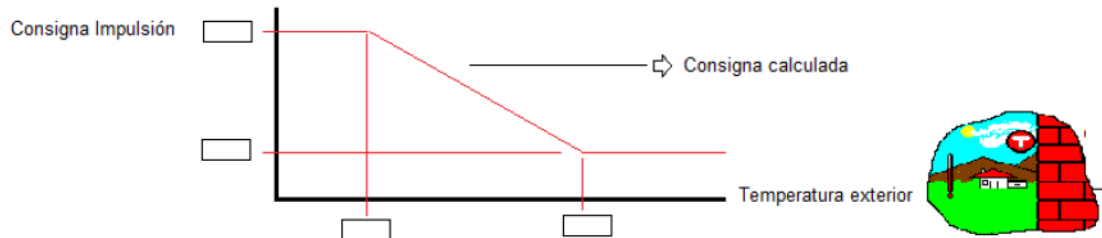


Figura 76: Diagrama: Diagrama de regulación. (Fuente: Documentación Sacyl)

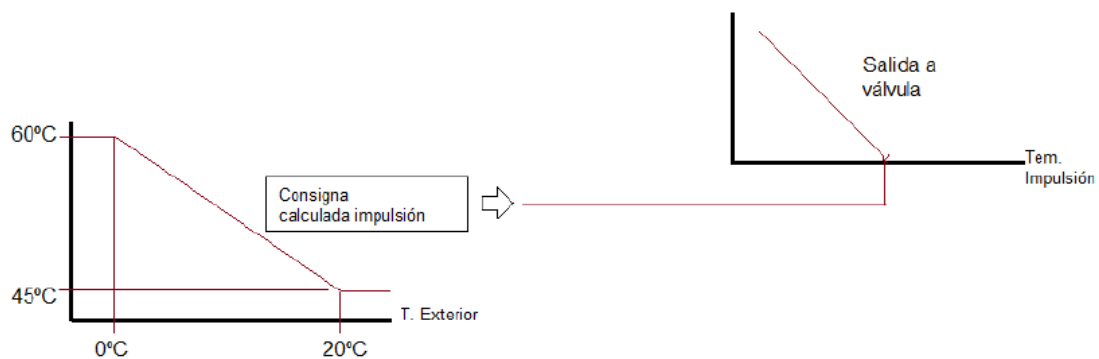


Figura 77: Flujograma de control temperatura impulsión.

- Se actúa sobre la válvula de tres vías para ajustar el flujo de agua conforme a lo requerido.

### 6.1.3. Protección Posible Antihielo

#### 6.1.3.1. Parámetros

- Horario de marcha en modo PRODUCCIÓN con activación manual en OFF y señal de posible hielo activada (indica riesgo de hielo por temperatura exterior inferior a la consigna).

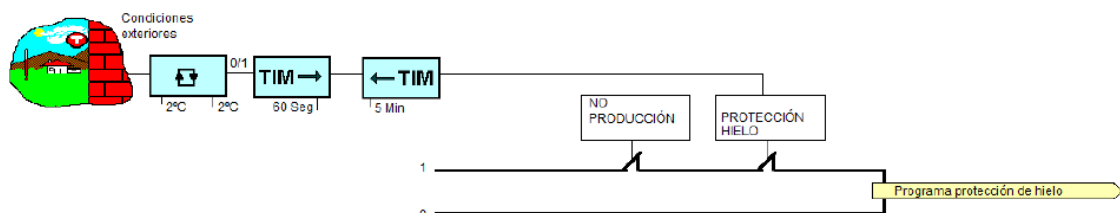


Figura 78: Diagrama de flujo – activación programa protección posible hielo. (Fuente: Documentación Sacyl)

### 6.1.3.2. Órdenes

- Orden de poner en marcha una bomba del circuito secundario de calor, seleccionando la que corresponda; las demás quedan en reserva.
- Apertura de las válvulas de mariposa para aislar las líneas de calor.
- Orden de poner en marcha una bomba de los circuitos secundarios (seleccionada según el ciclo); la otra permanece en reserva y se pondrá en marcha en caso de avería.
- Apertura al 50% de las válvulas de los climatizadores de frío y calor para facilitar el flujo de agua.

### 6.1.4. Generales

Se generan alarmas por:

- Disfunción entre órdenes y estado real.

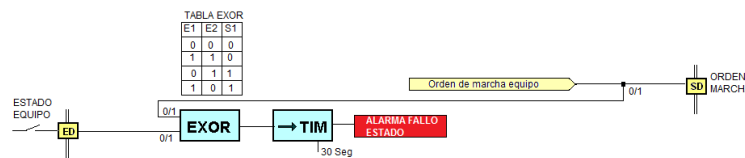


Figura 79: (Fuente: documentación Sacyl)

- Cambios en el estado de los variadores.

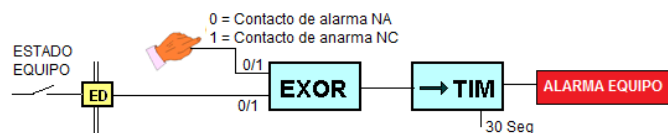


Figura 80: (Fuente: documentación Sacyl)

- Variaciones en la temperatura de impulsión o retorno fuera de los límites ( $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ), con un tiempo de estabilización.

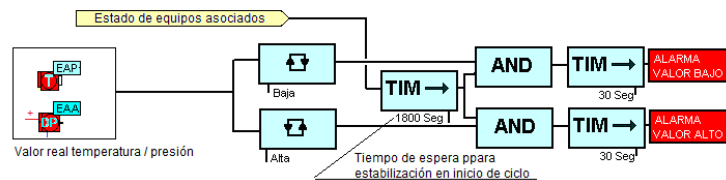


Figura 81: (Fuente: documentación Sacyl)

Se registran de forma histórica:

- Temperatura exterior.
- Temperatura de retorno.
- Temperatura de impulsión.

Estos registros se activan durante el horario de ocupación, en intervalos de 30 minutos.

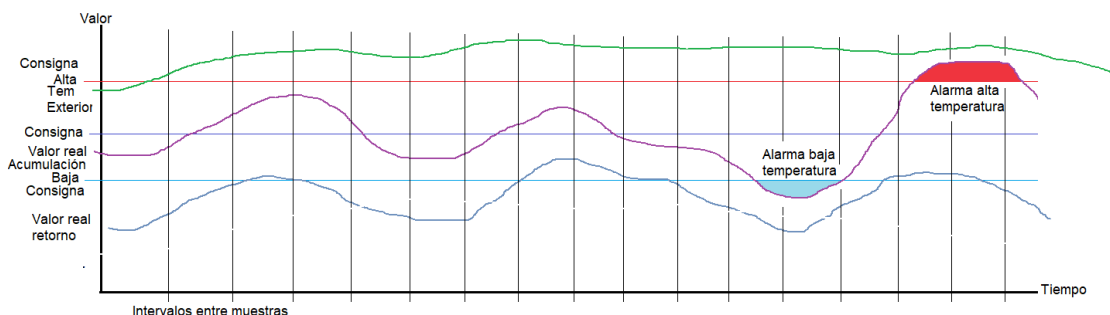


Figura 82: (Fuente: documentación Sacyl)

## 6.2. Entradas y Salidas centro de salud de Villalón de Campos

En este apartado se describe las señales (entradas y salidas) del centro de salud de Villalón de Campos, organizado en módulos (CC1, etc.) y presentando tanto las señales específicas para la producción de calor como para otros circuitos, junto con un resumen final.

### 6.2.1. Módulo CC1 – Producción de Calor

#### 6.2.1.1. Producción de calor circuito primario – Calderas

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada Bomba 1 caldera							1	3	1
Estado Bomba 1 caldera			1					1	1
Estado flujo de agua			1					1	2
Marcha-Parada Quemador caldera modulo 1							1	3	2
Modulación Quemador caldera					1			0	11
Estado general Quemador caldera modulo 1			1					1	3
Alarma general Quemador caldera modulo 1			1					1	4
Total	0	0	4	0	1	0	2		

- Señales:
  - Entradas digitales: 4
  - Salida analógica: 1
  - Salidas digitales: 2

### 6.2.1.2. Producción de calor circuito primario general

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Temperatura de impulsión general	1							0	1
Temperatura de retorno general	1							0	2
Presión estática en el colector		1						2	1
Temperatura exterior general	1							0	3
Indicación de nivel gasóleo por mínima			1					1	5
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

- **Señales:**
  - Entradas analógicas: 4
  - Entrada digital: 1

### 6.2.1.3. Producción de calor circuito secundario – Radiadores N°1

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada Bomba 1							1	3	3
Estado Bomba 1			1					1	6
Temperatura de impulsión circuito	1							0	4
Salida válvula de regulación					1			0	12
Temperatura ambiente zona 1	1							0	5
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

- **Señales:**
  - Entradas analógicas: 2
  - Entrada digital: 1
  - Salida analógica: 1
  - Salida digital: 1

### 6.2.1.4. Producción de calor circuito secundario – Radiadores N°2

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
Marcha-Parada Bomba 1							1	3	4
Estado Bomba 1			1					1	7
Temperatura de impulsión circuito	1							0	6
Salida válvula de regulación					1			0	13
Temperatura ambiente zona 2	1							0	7
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

- **Señales:**
  - Entradas analógicas: 2
  - Entrada digital: 1
  - Salida analógica: 1
  - Salida digital: 1

#### 6.2.1.5. Señales de Reserva

Descripción	EAP	EAA	ED	EC	SAP	SA3	SD	Módulo	Canal
reserva	1							0	8
reserva	1							0	9
reserva	1							0	10
reserva			1					1	8
reserva			1					1	9
reserva			1					1	10
reserva					1			0	14
reserva							1	3	5
reserva							1	3	6
reserva							1	3	7
Total	3	0	3	0	1	0	3		

- **Señales:**

- Entradas analógicas: 3
- Entradas digitales: 3
- Salida analógica: 1
- Salidas digitales: 3

**Resumen CC1:**

- Se necesitarán en total:
  - 11 entradas analógicas
  - 10 entradas digitales
  - 4 salidas analógicas
  - 7 salidas digitales

### 6.3. Elección de controlador IQ centro de salud de Villalón de Campos.

Este apartado describe la selección del controlador IQ para el centro de salud de Villalón de Campos, partiendo del análisis del reparto de entradas y salidas, y la comparación con la herramienta de selección de Trend para determinar la solución óptima y la configuración final elegida.

#### 6.3.1. Controlador 1: Producción de Calor

##### 6.3.1.1. Reparto de Señales y Requisitos

En el centro de salud de Villalón de Campos se estima utilizar un único controlador que debe gestionar 32 señales, distribuidas de la siguiente forma:

- 11 entradas analógicas
- 10 entradas digitales
- 4 salidas analógicas
- 7 salidas digitales

##### 6.3.1.2. Propuesta de la Herramienta de Selección

Conociendo el número y tipo de señales requeridas, se utiliza la herramienta de

selección de Trend para determinar el controlador y módulos necesarios. Inicialmente, la herramienta sugiere:

**Herramienta de selección**

SD	ED	SA	EA	SDM	AOS	Reserva de E/S %	Alimentación	
7	10	4	11	0	0	0	24Vac ▾	<input type="button" value="Calcular"/> <input type="button" value="Resetear"/> <input type="button" value="📄"/>

**Resumen**

Type	Cantidad
IQ4E/32/BAC/24VAC	1
IQ4/IO/4DO	1
IQ4/IO/8DI	1
IQ4/IO/4UIO	1
SRMV	3

*Figura 83 (Fuente: TREND Controls)*

La recomendación es utilizar un controlador IQ4 ampliable a 32 señales (IQ4E/32/BAC/24VAC) con tres módulos: Uno de 4 salidas digitales (IQ4/IO/4DO), Otro de 8 entradas digitales (IQ4/IO/8DI) Y un último de 4 entradas/salidas universales (IQ4/IO/4UIO), junto con 3 relés para convertir salidas analógicas en digitales.

### 6.3.1.3. Decisión Final y Configuración Elegida

Debido a la previsión de futuras ampliaciones, se ha decidido optar por una solución con mayor capacidad: se utilizará un controlador IQ4 ampliable a 64 señales (Base: IQ4E/64/BAC/24VAC) con tres módulos, configurados de la siguiente manera:

- En la base:
  - 10 entradas analógicas
  - 4 salidas analógicas
- Módulo 1:
  - 10 entradas digitales
- Módulo 2:
  - 1 entrada analógica
- Módulo 3:
  - 7 salidas digitales

Esta configuración permite una mayor flexibilidad para integrar futuras señales sin



necesidad de cambiar el hardware base.

## 6.4. Programación centro de salud de Villalón de Campos

Este apartado expone la programación de los controladores para el centro de salud de Villalón de Campos. La estructura es similar a la utilizada en el centro de Tordesillas, adaptándose a las especificidades de Villalón. Se incluye la visualización de entradas analógicas y digitales, cálculos de consignas, combinatorios, arranques de bombas y regulación de equipos.

### 6.4.1. Primera Página de Programación

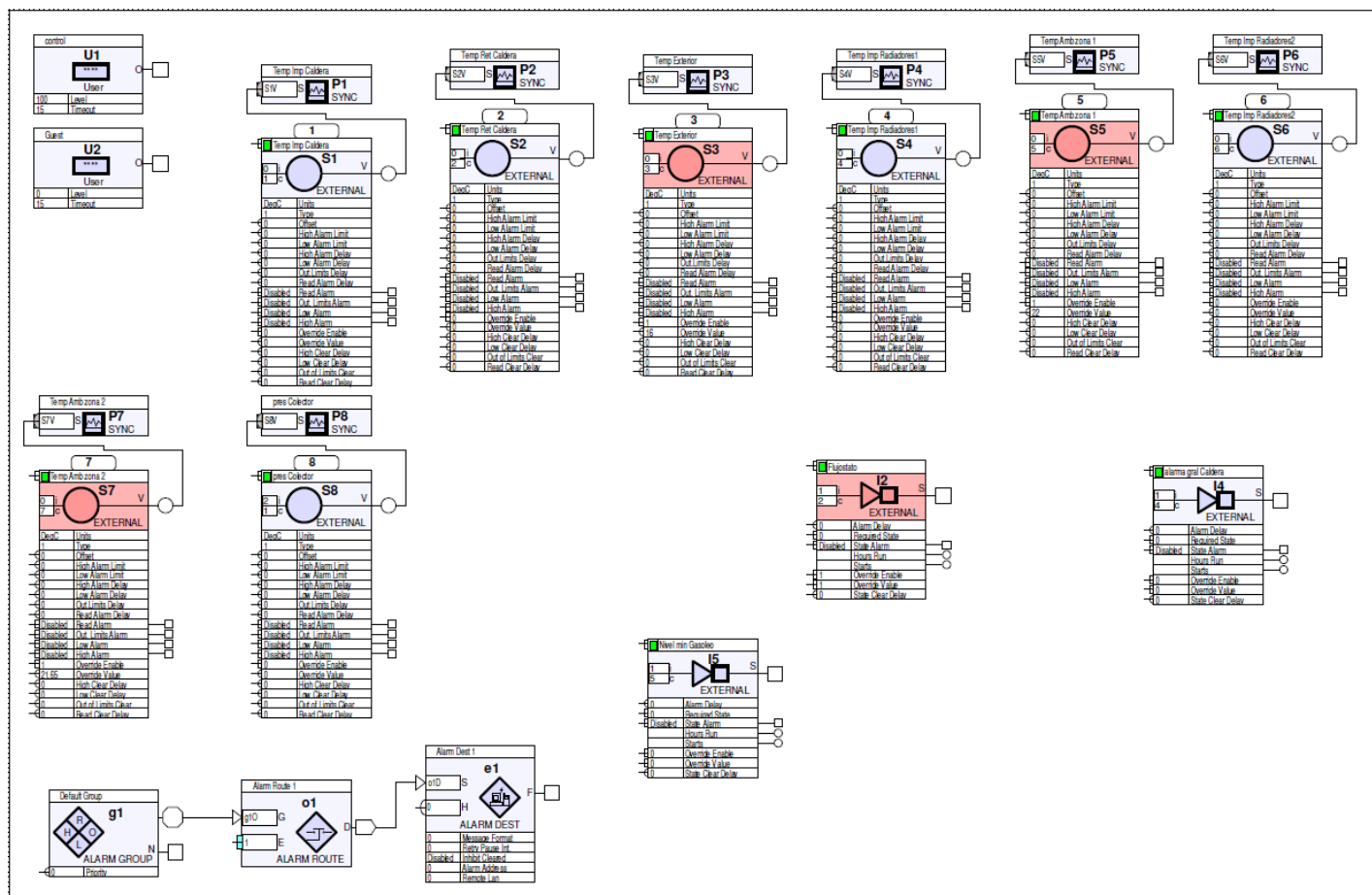


Figura 84 (Fuente: Programador SET)

En la primera página se muestran las 8 entradas analógicas utilizadas en el centro (de un total de 11, reservándose 3 como señales de reserva), y se visualizan 3 de las 7 entradas digitales (de un total de 10, con 3 de reserva).

### 6.4.2. Página 2 – Cálculo de la Consigna de Calor

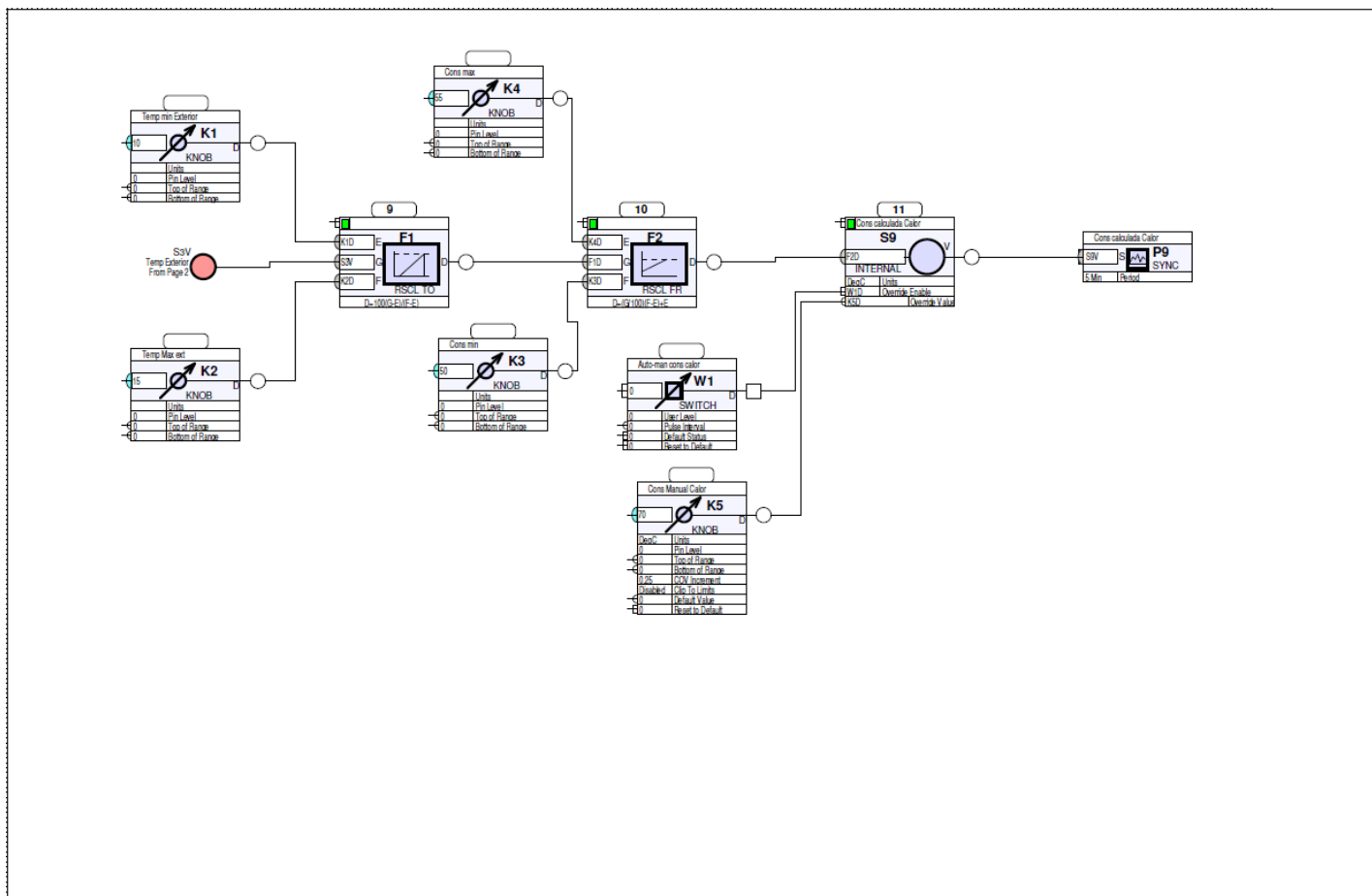


Figura 85 (Fuente: Programador SET)

En esta página se calcula la consigna de calor necesaria en función de la temperatura exterior del centro de salud.

### 6.4.3. Página 3 – Desglose de la Programación (Parte Genérica)

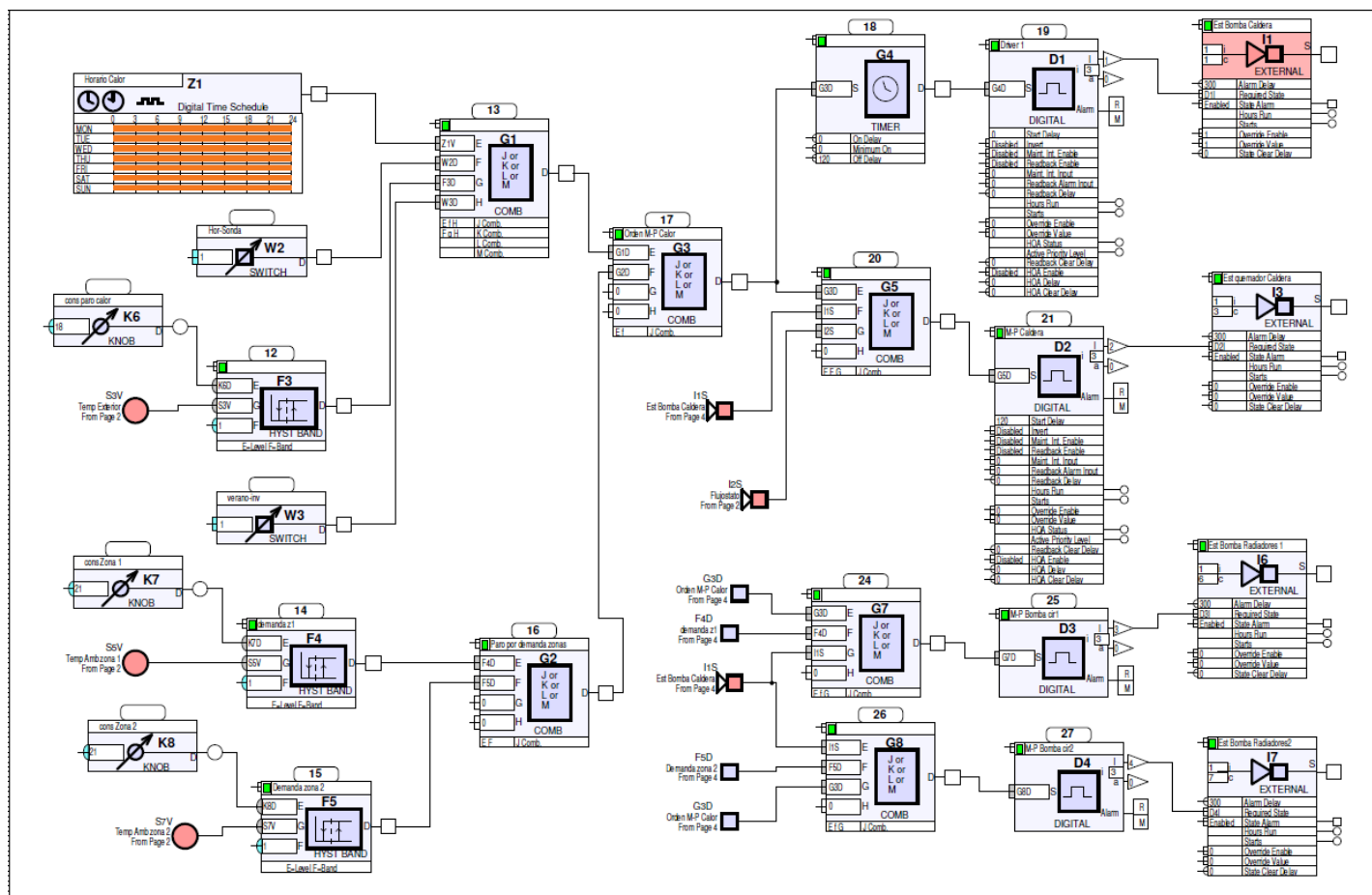


Figura 86 (Fuente: Programador SET)

Esta página se presenta de forma genérica y se desglosa para facilitar su explicación.

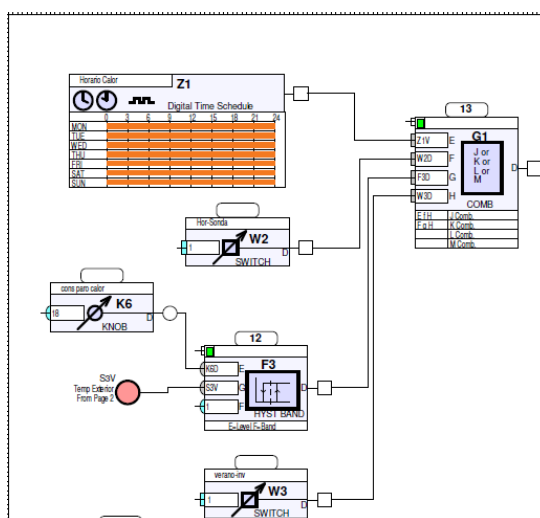


Figura 87 (Fuente: Programador SET)

El combinatorio **G1** mandará señal en dos casos:

- Cuando reciba la señal de **Z1** indicando que se está dentro del horario establecido, la señal **W3** indica que está en modo invierno y no reciba la señal **W2** (arranque fuera de horario).
- O, cuando reciba la señal **W2** (arranque fuera de horario), junto con **W3** de modo invierno, y no reciba la señal de que la temperatura exterior está próxima a los 18 °C.

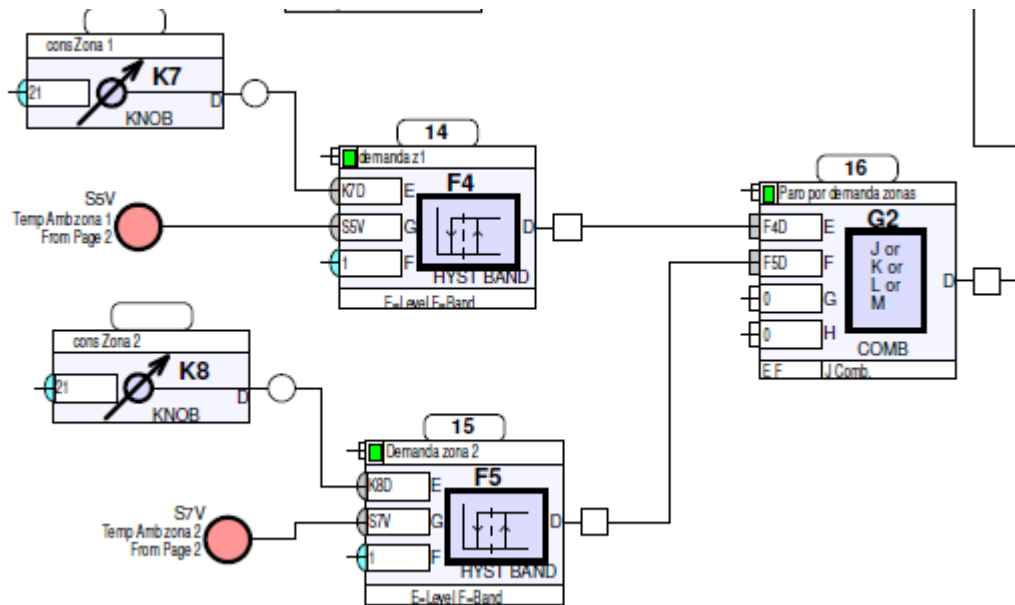


Figura 88 (Fuente: Programador SET)

El combinatorio **G2** enviará señal cuando:

- La consigna de la zona 1 sea igual a la temperatura ambiente de la zona 1 (se recibe la señal de demanda **Z1**).
- Cuando la consigna de la zona 2 sea igual a la temperatura ambiente de la zona 2 (con la señal de demanda **Z1**).

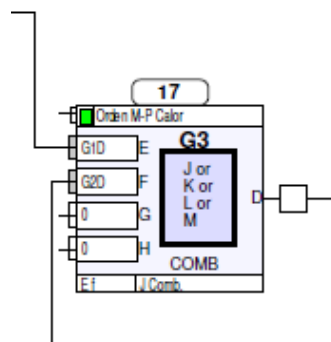


Figura 89 (Fuente: Programador SET)

El combinatorio **G3**, integrará la señal del combinatorio G1 y, si no recibe la señal del combinatorio G2 (que es el paro por demanda), enviará la orden de arrancar la caldera.

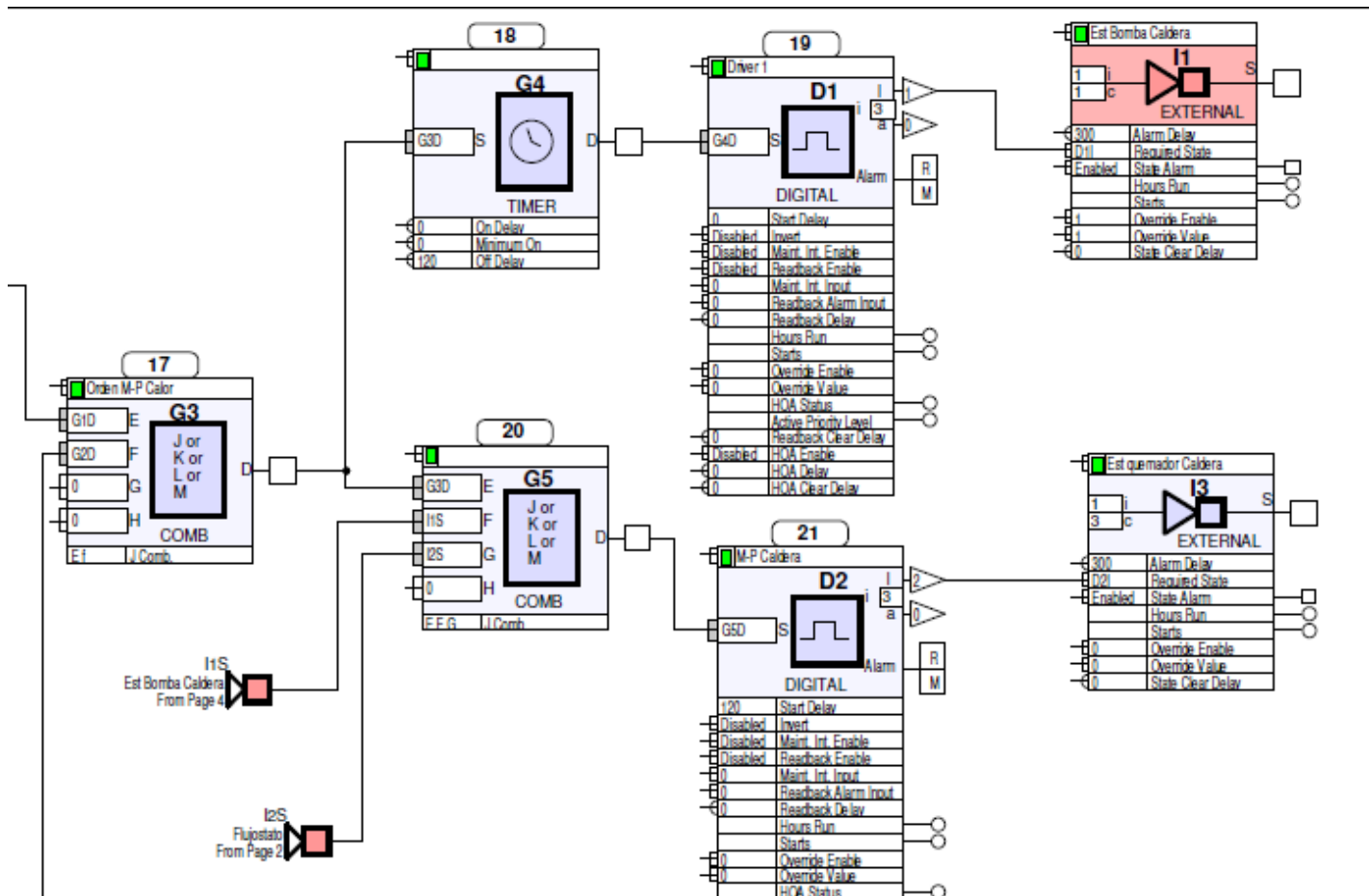


Figura 90 (Fuente: Programador SET)

Además, la señal del combinatorio G3 se bifurca en dos caminos:

- Por el camino superior, la señal pasa a un timer (actualmente configurado a 0 para permitir la aplicación de retardo cuando se requiera) y luego al Driver D1, que es la salida digital para el arranque de la bomba de la caldera. La señal de D1 se compara con el estado requerido de la entrada digital correspondiente; si no coinciden, se genera una alarma.
- Por el camino inferior, la señal llega a un combinatorio G5, que también recibe la señal del estado de la bomba y el flujostato. Si se reciben las tres señales, el combinatorio G5 envía señal al Driver D2 para arrancar la caldera; la salida se compara con el estado de la entrada digital del quemador para generar alarma en caso de discrepancia.

#### 6.4.4. Página 4 – Arranque de Bombas de Circuito de Radiadores

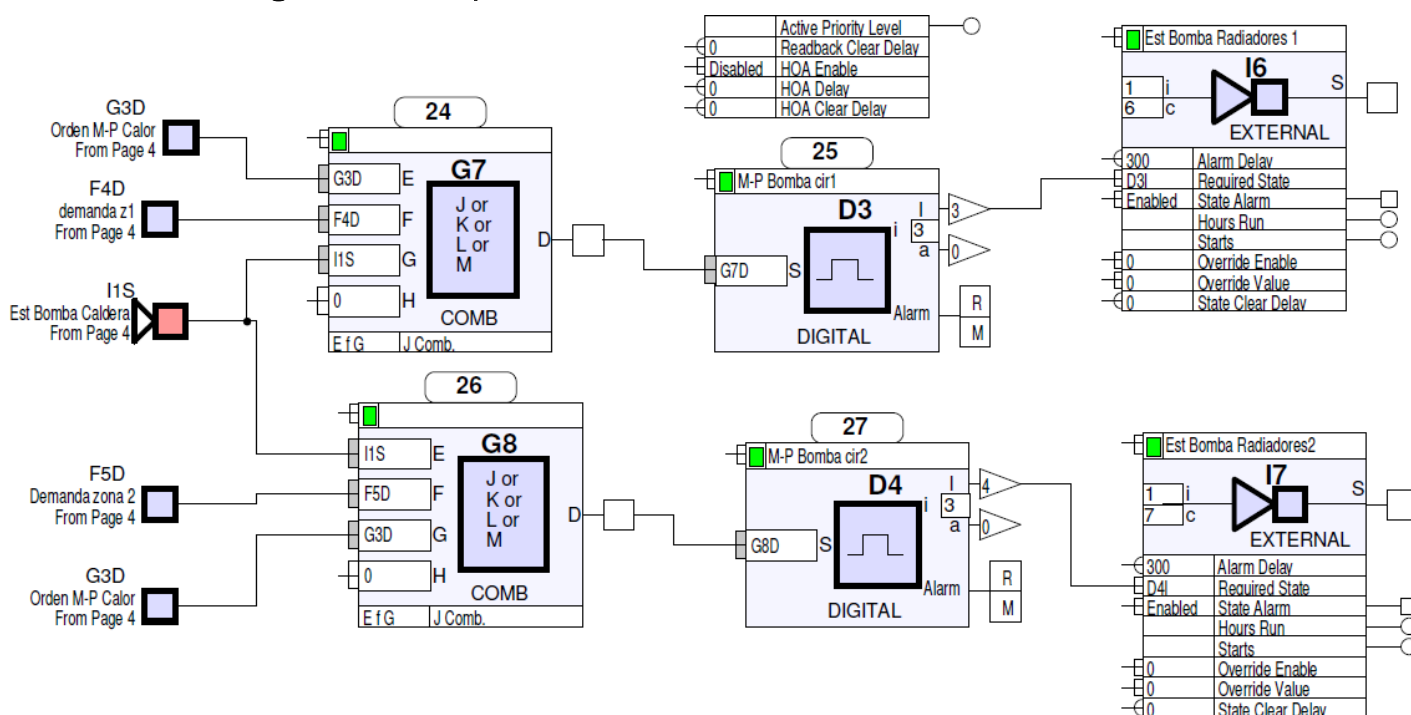


Figura 91 (Fuente: Programador SET)

En esta página se observa cómo arrancan las bombas de los circuitos de radiadores:

- Para el circuito radiadores 1, un combinatorio (G7) recibe la señal de que la caldera está arrancada (proveniente del combinatorio G3) y la señal del estado de la caldera, junto con la señal negada de la demanda Z1. La señal resultante se envía al required state de la entrada digital que marca el estado de la bomba 1 del circuito radiadores 1 para verificar su correcto funcionamiento.
- Para el circuito radiadores 2, un combinatorio (G8) recibe la señal de que la caldera está arrancada (proveniente del combinatorio G3) y la señal del estado de la caldera, junto con la señal negada de la demanda Z2. La señal resultante se envía al required state de la entrada digital que marca el estado de la bomba 2 del circuito radiadores 2 para verificar su correcto funcionamiento.

#### 6.4.5. Página 5 – Loop de Regulación de la Caldera

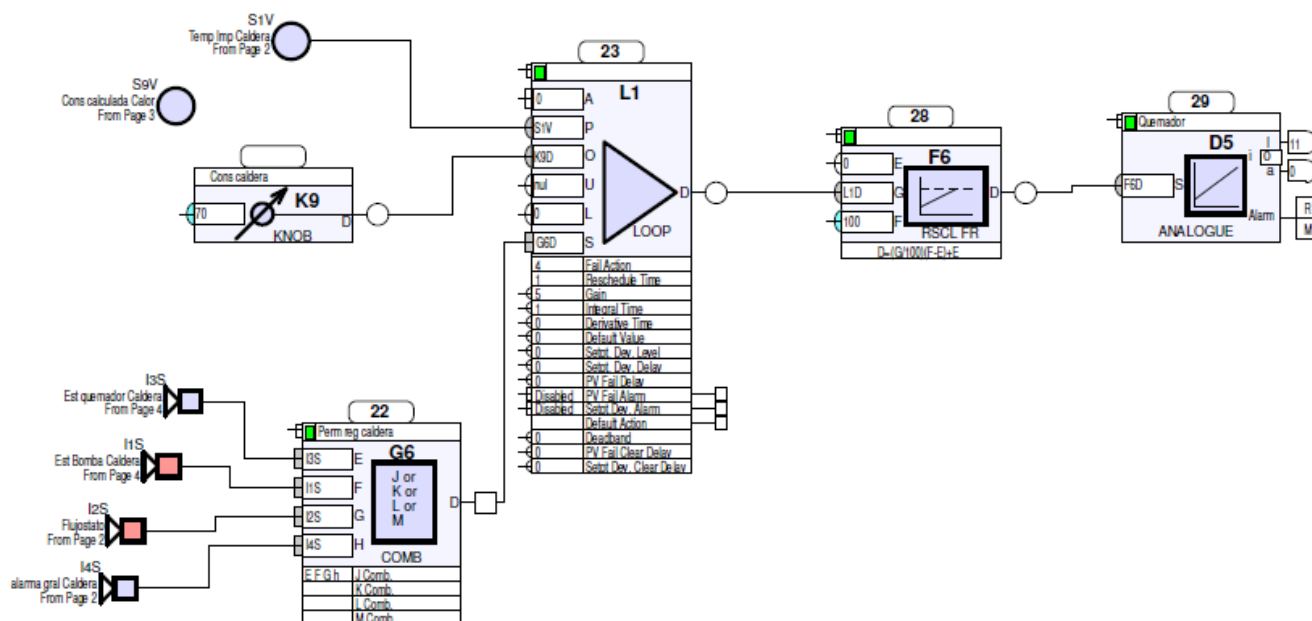


Figura 92 (Fuente: Programador SET)

En esta página se implementa un loop (L1) para la regulación de la caldera al cual entran:

- **O:** Valor de temperatura deseada en la caldera.
- **P:** Temperatura de impulsión actual.
- **S:** Señal del combinatorio G6, que integra las señales del estado del quemador, la bomba y el flujostato, junto con la señal negada de la alarma general de la caldera.

La salida de este loop regula la válvula del quemador para alcanzar la temperatura deseada.

#### 6.4.6. Página 6 – Regulación de los Circuitos de Radiadores

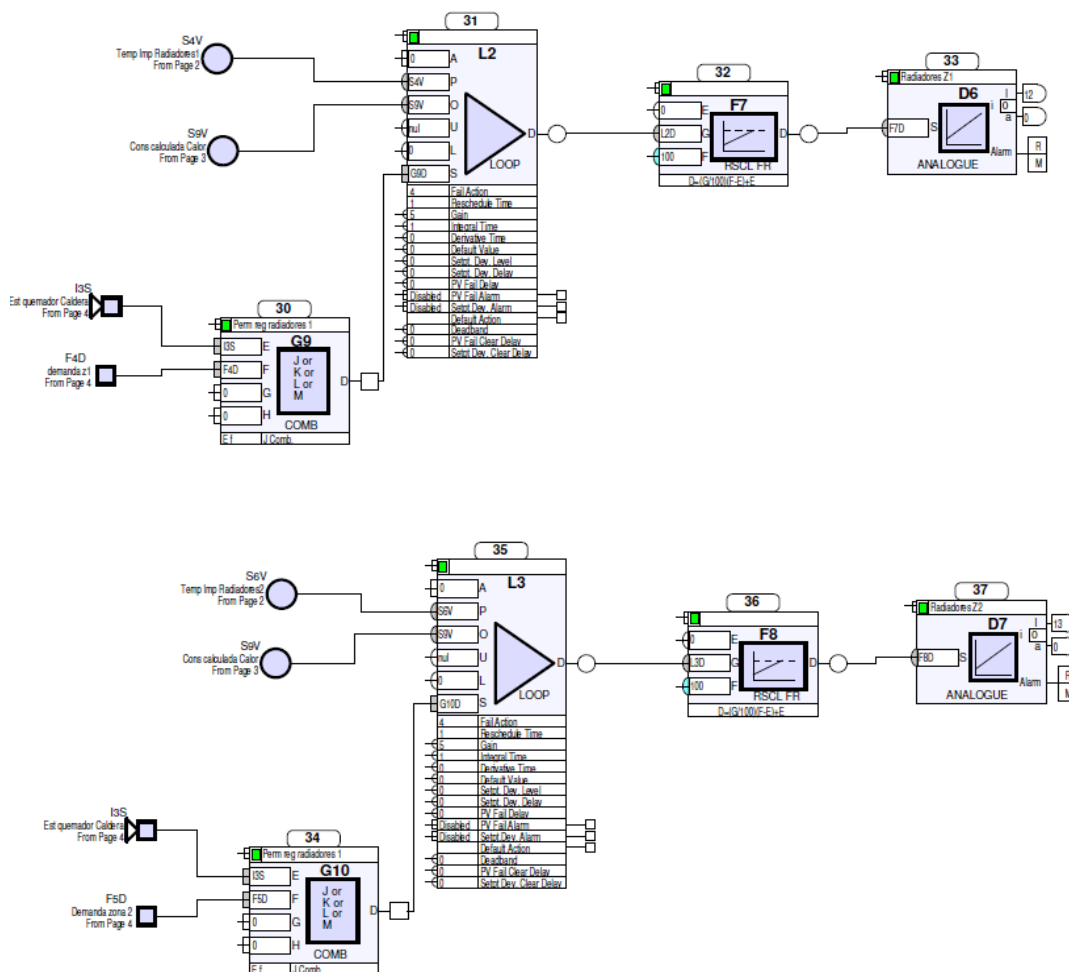


Figura 93 (Fuente: Programador SET)

En la página 6 se regula la válvula de los circuitos radiadores:

- Para el Circuito Radiadores 1 (Loop L2) entran:
  - O: Consigna de calor calculada.
  - P: Temperatura de impulsión en el circuito 1.
  - S: Señal del combinatorio G9 (al cual entran: estado del quemador y señal negada de la demanda de zona 1).

La salida regula la válvula del circuito de radiadores 1.

- Para el Circuito Radiadores 2 (Loop L3) entran:
  - O: Consigna de calor calculada.
  - P: Temperatura de impulsión en el circuito 2.
  - S: Señal del combinatorio G10 (al cual entran: estado del quemador y señal negada de la demanda de zona 2).

La salida regula la válvula del circuito de radiadores 2.



## 6.5. SCADA Villalón de Campos

Para el centro de salud de Villalón, el proceso es similar:

- Acceso:**  
 Desde la página principal del hospital se accede a la sección de centros de salud, y se selecciona el menú correspondiente a Villalón.



Figura 94 (Fuente: Supervisor 963)

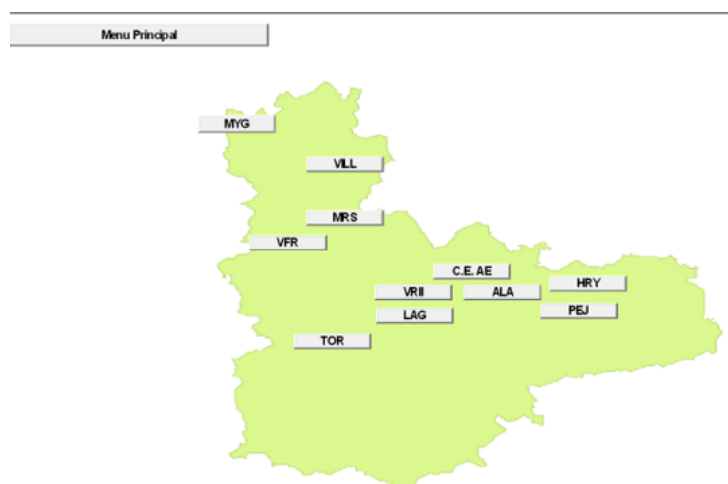


Figura 95 (Fuente: Supervisor 963)

- Menú y Configuración:**  
 En el menú de Villalón se presentan los datos específicos del centro, incluyendo la impulsión de la caldera y la opción de acceder a la página de la curva de impulsión del climatizador.

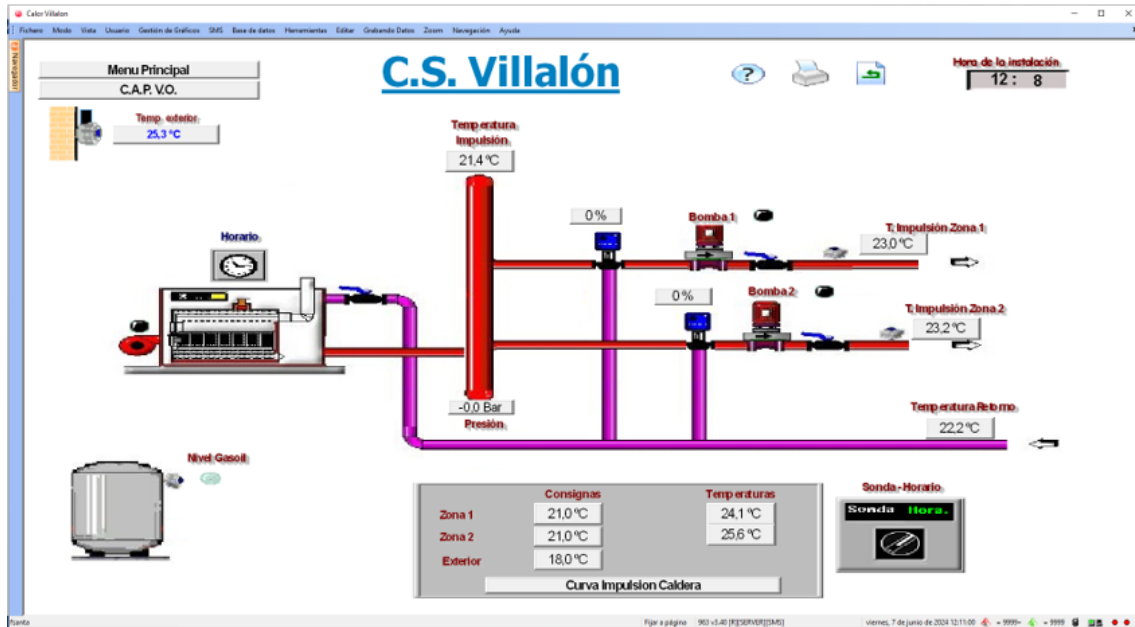


Figura 96 (Fuente: Supervisor 963)

- Visualización de la Curva:**  
 En la página correspondiente se muestra la curva de impulsión de la caldera:

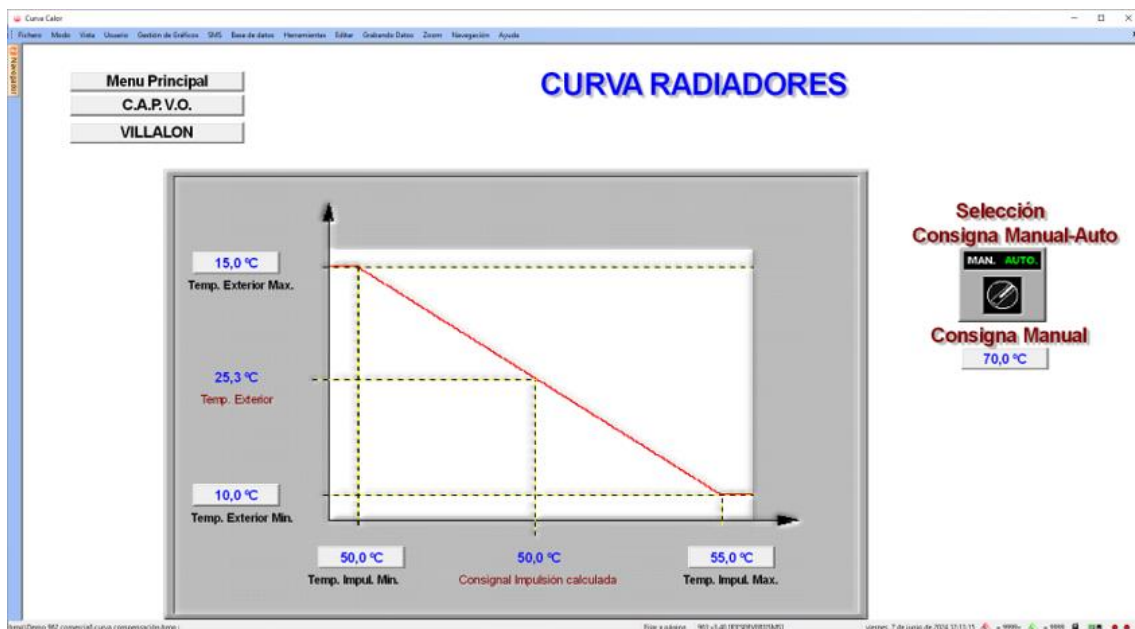


Figura 97: Curva de impulsión caldera (Fuente: Supervisor 963)

Al igual que en Tordesillas, se observa que en modo manual la temperatura es fija, y en modo automático se ajusta según la temperatura exterior.

## **6.6. Costes del Centro de salud de Villalón**

En este apartado se expone el análisis detallado de los costes asociados a la implementación del sistema de control y telegestión en dos centros de salud: Tordesillas y Villalón de Campos.

### **6.6.1. 02.01.- PUESTO CENTRAL**

- **IQV-500:**

Software SCADA NIAGARA IQvision de Trend, con presentación de valores sobre esquemas dinámicos mediante animaciones, gráficas de valores en tiempo real, gestión de alarmas y retransmisión de alarmas, a correos electrónicos, impresoras remotas..., gestión de horarios y calendario perpetuo, gestión de históricos que incluye grabación automática de los mismos, muestreo y grabación automática que permita variables simultáneamente, tanto variables físicas como pseudo puntos programados, gestión de usuarios que permite niveles de acceso diferentes sin límite de usuarios, puntos o esquemas dinámicos según licencia adquirida con posibilidad de ampliación a través de la adquisición licencias adicionales, servidor web con capacidad de acceso simultaneo a través de internet/intranet sin límite usuarios mediante un navegador web estándar, comunicación mediante redes Ethernet /TCP/IP estándar. Opción capacidad integrar "Sistema Terceros" en los siguientes protocolos: BACnet IP, KNX IP, Modbus IP, Mbus IP, SNMP y OPC.

SCADA abierto marca Trend IQ@VISION hasta 500 puntos de equipos Trend.

*Precio unitario: Se integrará en SCADA general del Hospital*

- **IQV-100-EXT:**

Ampliación de licencia para incluir 100 puntos adicionales de equipos Trend.

*Precio unitario: 342,61 euros*

### **02 .01.- PUESTO CENTRAL**

*Subtotal: 342,61 euros*

#### 6.6.2. 02.02.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.01

- **IQ4E/64/BAC/24VAC:**  
Controlador IQ4E de 64 canales, bucle de corriente y 24V AC, con 10 entradas universales y 6 salidas analógicas, ampliable hasta 192 puntos mediante módulos adicionales E/S. Esta flexibilidad lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones. Opera mediante redes Ethernet y TCP/IP, integra XML y es compatible con BACnet sobre IP, disponiendo además de un puerto Wallbus.  
*Precio unitario: 1.052,34 euros*
- **IQ4/IO/8UIO:**  
Módulo E/S IQ4 con 8 entradas/salidas universales.  
*Precio unitario: 419,40 euros*
- **IQ4/IO/16DI:**  
Módulo E/S IQ4 con 16 entradas universales.  
*Precio unitario: 336,97 euros*
- **IQ4/IO/8DO:**  
Módulo E/S IQ4 con 8 salidas digitales (relé).  
*Precio unitario: 288,47 euros*
- **IQ4/IC/ADPT/2 (1 unidad):**  
Paquete de 2 adaptadores para módulos IQ4/IO y el controlador IQ4E.  
*Precio unitario: 27,54 euros*
- **6GK5005-0BA00-1AB2:**  
Switch industrial SCALANCE XB005 para Ethernet (10/100 Mbits/s), para construir pequeñas topologías en estrella y en línea; diagnóstico LED, IP20, AC/DC 24V alimentación, con 5 puertos de par trenzado 10/100 Mbits/s con conectores hembra RJ45  
*Precio unitario: 64,77 euros*
- **6EP1331-5BA10:**  
Fuente de alimentación SITOP PSU100C 24 V/1,3 A. Entrada: AC 120-230 V (DC 110-300 V) salida: DC 24 V/1,3 A  
*Precio unitario: 31,72 euros*
- **CUADRO C.C.01:**  
Suministro e instalación de cuadro de control para dispositivos de control y comunicación (incluye protecciones eléctricas, tomas de corriente, transformadores, fuentes de alimentación en continua, relés y borneros).  
*Precio unitario: 1.244,99 euros*

#### 02.02.- ELECTRÓNICA DE CONTROL C.C.01

*Subtotal: 3.466,20 euros*

### 6.6.3. 02.03.- EQUIPOS PERIFÉRICOS

Se incluyen los siguientes dispositivos:

- **QVE1901 (1 unidad):** Interruptor de flujo para sistemas hidráulicos.  
*Precio unitario: 74,77 euros*
- **QBE2103-P10 (1 unidad):** Sonda de presión para líquidos/gases.  
*Precio unitario: 146,12 euros*
- **QAC2030 (1 unidad):** Sonda de temperatura pasiva para exterior.  
*Precio unitario: 11,78 euros*
- **QAD2030:**  
Sonda pasiva de temperatura de contacto (con correa para tubos).  
*Precio unitario: 16,12 euros*
- **QAE1630.010 (4 unidades):** Sonda básica pasiva de temperatura de inmersión con sensor NTC 10k  
*Precio unitario: 18,41 euros (total: 73,64 euros)*
- **ALT-SB100 (4 unidades):** Vaina de inmersión PN10, con rosca G1/2"  
*Precio unitario: 7,80 euros (total: 31,21 euros)*
- **VXG44.25-10 (2 unidades):** Válvula de 3 vías, rosca G 1B según ISO 228/1  
*Precio unitario: 86,34 euros (total: 172,69 euros)*
- **ALG253 (2 unidades):** Racor 1" (3 unidades)  
*Precio unitario: 9,38 euros (total: 18,77 euros)*
- **SAS61.03 (2 unidades):** Actuador eléctrico para unidades terminales.  
*Precio unitario: 141,22 euros (total: 282,44 euros)*
- **EBR-1+SONDAS (1 unidad):** Control de nivel para líquidos, con sondas incluidas.  
*Precio unitario: 75,25 euros*
- **QAA2030 (2 unidades):** Sensor de temperatura ambiente  
*Precio unitario: 17,19 euros (total: 34,37 euros)*
- **PIROSTATO (1 unidad):** PIROSTATO IT-17 INPRO, para control de gases de combustión.  
*Precio unitario: 110,16 euros*

### 02.03.- EQUIPOS PERIFÉRICOS

*Subtotal: 1.031,20 euros*



#### 6.6.4. 02.04.- PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- **PROGRA\_PM\_01 (1 unidad):** Generación de bases de datos, creación de imágenes de la instalación, puesta en marcha y formación.  
*Precio unitario: 579,14 euros*
- **PROGRA\_PM\_02 (1 unidad):** Puesta en marcha de todos los puntos, con pruebas funcionales. Trabajos a realizar en obra  
*Total: 1.889,88 euros*

#### 02.04.- PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

*Subtotal: 2.469,02 euros*

#### 6.6.5. 02.05.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CONTROL

- **INSTAL\_ELEC\_01 (32 unidades):**  
Instalación eléctrica de puntos de control (canalizaciones, cableado, instalación de periféricos, conexionado, marcaje y tés de puntos).  
*Precio unitario: 67,32 euros (total: 2.154,24 euros)*
- **INSTAL\_ELEC\_04 (45 unidades):**  
Instalación eléctrica de puntos de control (canalizaciones, cableado, instalación de periféricos, conexionado, marcaje y tés de puntos).  
*Precio unitario: 5,69 euros (total: 256,12 euros)*
- **INSTAL\_HIDRA\_01 (2 unidades):**  
Instalación hidráulica de válvulas de tres vías con accesorios y tubería by-pass.  
*Precio unitario: 266,73 euros (total: 533,46 euros)*
- **INSTAL\_HIDRA\_02 (4 unidades):**  
Instalación hidráulica de sondas de temperatura de inmersión.  
*Precio unitario: 61,97 euros (total: 247,86 euros)*
- **INSTAL\_HIDRA\_03 (1 unidad):**  
Instalación hidráulica de sondas de presión estática con llave de corte.  
*Precio unitario: 70,13 euros (total: 70,13 euros)*

#### 02.05.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CONTROL

*Subtotal: 3.261,81 euros*

#### 6.6.6. Resumen Centro de Villalón:

*Total general: 10.570,83 euros*

## 7. Ahorro

Este punto muestra el ahorro conseguido gracias a la implementación de los controladores en los centros de salud de Tordesillas y Villalón de Campos. Para poder ver el ahorro conseguido, se han comparado las horas de funcionamiento anuales que se tienen sin la implementación de los controladores y las horas de funcionamiento anuales que tienen al implementarlo. Para ello se ha realizado una simulación mediante Excel, desde mayo de 2024, que es cuando se instalaron hasta mayo de 2025, extrayendo un histórico de temperaturas.

### 7.1. Centro de salud de Villalón de Campos

El centro de salud de Villalón de Campos cuenta únicamente con servicio de calefacción, por lo que el análisis se centrará en los meses de invierno. Se ha podido saber que la calefacción se desactivó el día 7 de junio y se volvió a conectar el 19 de octubre.

Este centro de salud cuenta con servicio de urgencias, esto conlleva que la caldera pueda funcionar 24 horas al día. En cuanto a las bombas de impulsión, el centro cuenta con 2 circuitos impulsados por 2 bombas distintas, una para la zona de urgencias que podría llegar a funcionar 24 horas, y otra para la zona del centro de salud, que solo podría llegar a funcionar en el horario de apertura del centro.

Lo primero que se comprobó son las horas totales en las que el centro se encuentra en modo invierno (calefacción conectada), y cuantas en modo verano (calefacción desconectada):

- 5544 horas en modo invierno.
- 3216 horas en modo verano.

La caldera y la bomba de urgencias, debido al horario 24 horas, pueden funcionar 5544 horas. Una vez sabido esto se va a ver cuantas horas funcionaba la caldera sin implementar los controladores, y cuánto funcionaba al implementarlos:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la caldera funcionaba 24 horas al día, es decir 5544 horas al año.
- Después de la instalación se tiene en cuenta la consigna de temperatura exterior. La consigna es de 19 grados, lo que quiere decir que, si la temperatura exterior sube de esos grados, la caldera se apaga. Gracia a esto la caldera funciona 5319 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 225 horas, lo que supone un ahorro del 4,05%.

Tras comprobar el ahorro conseguido en la caldera, se pasará a comprobar las bombas. La primera será la bomba de la zona de urgencias:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la caldera funcionaba 24 horas al día, es decir 5544 horas al año.
- Tras la implementación se tiene en cuenta la consigna de temperatura exterior. La consigna es de 22 grados. Lo que quiere decir que, si la temperatura en el interior del centro es superior a dicha temperatura la bomba se para. Gracias a esto la bomba funciona 2291 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 3253 horas, lo que supone un ahorro del 58,67%.

Por último, se comprueba el ahorro de la bomba de que impulsa a centro de salud. El horario de este es de siete de la mañana a siete de la tarde, con esta información se obtiene que:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido al horario del centro, la caldera funcionaba 1992 horas al año.
- Después de la implementación la bomba pasa a funcionar 1641 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 351 horas, lo que supone un ahorro del 17.62%.

Si sumamos las horas de funcionamiento de los 3 elementos tendríamos un total de:

- 13080 horas antes de la implementación.
- 9251 horas después de la implementación.

Con lo que consigue un ahorro de 3829 horas, que supone un ahorro del 29.27%.

## **7.2. Centro de salud de Tordesillas**

El centro de salud de Tordesillas cuenta con caldera y enfriadora, por lo que el análisis se centrará en los meses de invierno y de verano. Se ha podido saber que la calefacción se desactivó el día 7 de junio y se volvió a conectar el 19 de octubre, y que la enfriadora funcionó los meses que no funcionó la caldera.

Este centro de salud cuenta con servicio de urgencias, esto conlleva que tanto la caldera como la enfriadora puedan funcionar 24 horas al día. En cuanto a las bombas de impulsión, el centro cuenta con 2 bombas para la impulsión de calor, que se alternan semanalmente, y 2 bombas para la impulsión de frío, que también se alternan semanalmente. A diferencia del centro de Villalón de Campos, este centro tiene un único circuito de impulsión para las zonas de urgencias y del centro de salud, esto pasa tanto en calor como en frío.

Las horas de funcionamiento en modo invierno y modo verano son las mismas que en el centro de salud anterior:

- 5544 horas en modo invierno.
- 3216 horas en modo verano.



### 7.2.1. Calor

A la hora de comprobar las horas de la caldera, al haber urgencias, se sabe que puede llegar a funcionar un total de 24 horas al día, por lo que:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la caldera funcionaba 24 horas al día, es decir 5544 horas al año.
- Después de la instalación se tiene en cuenta la consigna de temperatura exterior. La consigna es de 19 grados, lo que quiere decir que, si la temperatura exterior sube de esos grados, la caldera se apaga. Gracias a esto la caldera funciona 5189 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 355 horas, lo que supone un ahorro del 6,40%.

En cuanto a las bombas, hay que tener en cuenta primero en cuantas horas puede entrar en funcionamiento la bomba 1 y en cuantas la bomba 2, teniendo en cuenta que funcionan una semana cada una:

- 2754 horas bomba 1.
- 2790 horas bomba 2.

Sabiendo esto se puede realizar la comparación de horas de a bomba 1:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la caldera funcionaba 24 horas al día, es decir 2754 horas al año.
- Tras la implementación se tiene en cuenta si la caldera está arrancada o parada, es decir, no hay consigna de temperatura ambiente como en el centro de Villalón de Campos, ya que el control de temperatura la hacen los fancoils. Gracias a esto la bomba funciona 2624 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 130 horas, lo que supone un ahorro del 4,72%.

La comprobación de la bomba 2 es similar a la de la bomba 1:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la caldera funcionaba 24 horas al día, es decir 2790 horas al año.
- Tras la implementación se tiene en cuenta si la caldera está arrancada o parada, es decir, no hay consigna de temperatura ambiente como en el centro de Villalón de Campos, ya que el control de temperatura la hacen los fancoils. Gracias a esto la bomba funciona 2565 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 225 horas, lo que supone un ahorro del 8,06%.

Si sumamos las horas de funcionamiento de los 3 elementos tendríamos un total de:

- 11088 horas antes de la implementación.
- 10378 horas después de la implementación.

Con lo que consigue un ahorro de 710 horas, que supone un ahorro del 6,4%.

### **7.2.2. Frío**

A la hora de comprobar las horas de la enfriadora, al igual que la caldera, al haber urgencias, se sabe que puede llegar a funcionar un total de 24 horas al día, por lo que:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la enfriadora funcionaba 24 horas al día, es decir 3216 horas al año.
- Después de la instalación se tiene en cuenta la consigna de temperatura exterior. La consigna es de 21 grados, lo que quiere decir que, si la temperatura exterior baja de esos grados, la enfriadora se apaga. Gracias a esto la enfriadora funciona 1339 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 1877 horas, lo que supone un ahorro del 58,36%.

En cuanto a las bombas, hay que tener en cuenta primero en cuantas horas puede entrar en funcionamiento la bomba 1 y en cuantas la bomba 2, teniendo en cuenta que funcionan una semana cada una:

- 1639 horas bomba 1.
- 1577 horas bomba 2.

Sabiendo esto se puede realizar la comparación de horas de la bomba 1:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la caldera funcionaba 24 horas al día, es decir 1639 horas al año.
- Tras la implementación se tiene en cuenta si la caldera está arrancada o parada, es decir, no hay consigna de temperatura ambiente como en el centro de Villalón de Campos, ya que el control de temperatura la hacen los fancoils. Gracias a esto la bomba funciona 696 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 943 horas, lo que supone un ahorro del 57,54%.

La comprobación de la bomba 2 es similar a la de la bomba 1:

- Antes de la implementación de los controladores, y debido a la zona de urgencias, la caldera funcionaba 24 horas al día, es decir 1577 horas al año.
- Tras la implementación se tiene en cuenta si la caldera está arrancada o parada, es decir, no hay consigna de temperatura ambiente como en el centro de Villalón de Campos, ya que el control de temperatura la hacen los fancoils. Gracias a esto la bomba funciona 643 horas.

Como se puede ver, se consigue un ahorro de 934 horas, lo que supone un ahorro del 59,23%.

Si sumamos las horas de funcionamiento de los 3 elementos tendríamos un total de:

- 6432 horas antes de la implementación.
- 2678 horas después de la implementación.

Con lo que consigue un ahorro de 3754 horas, que supone un ahorro del 58,36%.

### **7.2.3. Ahorro total**

Si sumamos las horas de funcionamiento de todos los elementos que tenemos en el centro tendríamos un total de:

- 17520 horas antes de la implementación.
- 13056 horas después de la implementación.

Con lo que consigue un ahorro de 4464 horas, que supone un ahorro del 25,48%.



## CONTROL Y TELEGESTIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN DE LOS CENTROS DE SALUD.



## 8. Conclusiones

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado ha permitido abordar de forma integral todas las fases necesarias para diseñar, programar e implantar un sistema de control y supervisión eficiente de la climatización, en los centros de salud de Villalón de Campos y de Tordesillas. A lo largo del trabajo, se han cumplido los objetivos establecidos inicialmente.

En primer lugar, se ha conseguido diseñar una arquitectura de control centralizada, capaz de gestionar la climatización de los centros de salud de forma integrada. Este diseño no solo responde a las condiciones actuales de cada centro, sino que contempla también la posibilidad de futuras ampliaciones o adaptaciones sin necesidad de rediseñar el sistema base gracias a las señales de reserva.

Se ha realizado la correcta selección de los controladores IQ y de sus módulos de expansión gracias al análisis de las necesidades de cada centro, en lo que a entradas y salidas se refiere.

Uno de los aspectos más relevantes del trabajo ha sido el desarrollo de la programación de los controladores. Gracias a la comprobación de temperatura exterior, y horarios de ocupación, se ha conseguido un control automatizado que responde con precisión a las necesidades reales del edificio. Estas secuencias de control han sido esenciales para reducir el funcionamiento innecesario de los equipos, uno de los principales focos de consumo energético en este tipo de instalaciones.

La creación de un entorno SCADA visual, intuitivo y completo ha aportado un valor añadido fundamental. La supervisión en tiempo real, la configuración de alarmas, el acceso a históricos y la posibilidad de actuar remotamente sobre los equipos han mejorado notablemente la capacidad de gestión técnica y el mantenimiento preventivo de ambos centros.

Finalmente, la comparación de funcionamiento antes y después de la automatización ha demostrado la ventaja que se consigue tras la automatización. En Villalón de Campos se ha conseguido una reducción del 29,27 % en el tiempo total de funcionamiento de los equipos térmicos, mientras que en Tordesillas la mejora ha sido del 25,48 %. Estos datos confirman que una automatización bien diseñada no solo mejora el confort y la operatividad, sino que también reduce significativamente el consumo energético y los costes de explotación.

En conjunto, el proyecto demuestra que la aplicación de soluciones SCADA modernas, combinadas con una programación adaptada y una arquitectura de control bien estructurada, puede transformar la gestión de instalaciones públicas, haciendo que sean más sostenibles, eficientes y fáciles de mantener.



## CONTROL Y TELEGESTIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN DE LOS CENTROS DE SALUD.



## 9. Bibliografía

### RITE:

- <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-15820-consolidado.pdf#page=10&zoom=100,0,248> (Consultado en mayo de 2025)
- <https://www.miteco.gob.es/es/energia/eficiencia/rite.html> (Consultado en mayo de 2025)

### Área de salud Valladolid Oeste:

- <https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/organizacion/ordenacion-sistema-sanitario/guia-ordenacion-sanitaria-castilla-leon/area-salud-valladolid-oesteentrosmd> (Consultado en abril de 2025)

### Centros de salud Rurales:

- <https://www.jcyl.es/web/jcyl/Portada/es/Plantilla100Directorio/1248366924958/0/1142233564499/DirectorioPadre>
- <https://www.saludcastillayleon.es/HRHortega/es/atencion-primaria/centros-salud-rurales> (Consultado en abril de 2025)

### Empresa TREND:

- <https://buildings.honeywell.com/es/es/products/by-brand/trend> (Consultado en abril de 2024)

### Histórico de temperaturas:

- <https://servicio.mapa.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1> (Consultado en junio de 2025)