



Metro de Madrid, S.A.

Área de Mantenimiento de Instalaciones  
Servicio Ing. de Mantenimiento de Instalaciones y  
Comunicaciones  
Coordinación Ingeniería Operativa

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

---

## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS**

**SUSTITUCIÓN SISTEMAS DE CONTROL DEPÓSITOS  
VILLAVERDE Y VALDECARROS**

**CÓDIGO: PL-MI-IOPE-17-00-0026  
SC Nº 2000002074**

**ELABORADO:** Patricia Gómez López

**REVISADO:** Miguel Ángel Navas

**APROBADO:** Ainoa Pérez Blázquez

**FECHA:** 03/2017

**FECHA:** 03/2017

**FECHA:** 03/2017



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>TERMINOS Y DEFINICIONES.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ALCANCE TÉCNICO.....</b>	<b>5</b>
4.1	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.....	5
4.2	OTROS TRABAJOS INCLUIDOS.....	19
4.3	MEMORIA DE FUNCIONAMIENTO DEL LOS SISTEMAS DE CONTROL .....	20
4.3.1	GENERAL.....	20
4.3.2	PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE .....	22
4.3.3	PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA .....	26
4.3.4	PRODUCCIÓN DE ACS.....	27
4.3.5	DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA .....	29
4.3.6	CLIMATIZADORES CL-1 Y CL-2 DE NAVE DE MANTENIMIENTO .....	31
4.3.7	REGULACIÓN DE TEMPERATURA EN NAVES .....	32
4.3.8	CORTINAS.....	33
4.3.9	CLIMATIZACIÓN DE OFICINAS .....	34
4.3.10	CALEFACCIÓN DE ASEOS Y VESTUARIOS .....	35
4.3.11	EXTRACCIÓN.....	36
4.3.12	CONTADORES .....	37
4.3.13	LISTADO DE PUNTOS .....	37
<b>5</b>	<b>REPUESTOS Y MATERIALES .....</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....</b>	<b>44</b>



<b>7</b>	<b>REQUISITOS DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR .....</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>OFERTA TÉCNICA .....</b>	<b>47</b>
<b>10</b>	<b>GARANTÍA .....</b>	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>



## 1 OBJETO

El objeto de presente Pliego de Prescripciones Técnicas es la Sustitución de los Sistemas de Control de Climatización de los Depósitos de Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid.

Se pretende que estos nuevos sistemas de control para las instalaciones de climatización, calefacción, ventilación, producción de ACS y energía solar térmica funcionen de acuerdo a los nuevos estándares de control que se están implantando en las nuevas instalaciones o en las instalaciones modificadas de Metro de Madrid, y se adecúen a las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) en cuanto a la medición de energía, tanto producida como consumida.

## 2 DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Los trabajos objeto del contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones legales vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de leyes, reglamentos, ordenanzas, instrucciones o normas de cualquier otro rango que resulten obligatorias, ya sean de ámbito comunitario, nacional, autonómico o local.

Entre tales disposiciones, y a título de relación no exhaustiva, se destaca la necesidad de dar cumplimiento a todas las normas jurídicas vigentes relativas a las siguientes actividades:

- Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) (RD 1027/2007).
- Comercialización y Manipulación de Gases Fluorados (RD 795/2010).
- Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (RD 138/2011).
- Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Aparatos a Presión.
- Prevención de Riesgos Laborales.
- Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- Protección Contra Incendios.
- Medio ambiente y protección medioambiental.
- Normas UNE de obligado cumplimiento en el ámbito de este suministro.



- Las modificaciones de las Leyes, Reales Decretos y normas UNE, que regulan las instalaciones de Climatización, que pudieran producirse durante la vigencia del contrato, se considerarán aplicables al contrato una vez que hayan entrado en vigor.

Especialmente, el contratista estará obligado a cumplir los procedimientos que Metro de Madrid, S.A. tiene establecidos, o pueda establecer en el futuro, para los trabajos que se realicen en sus instalaciones, de los que será cumplidamente informado antes del inicio de los mismos, con objeto de que pueda trasladar dicha información a sus trabajadores, quienes deberán cumplirla debidamente.

### **3 TERMINOS Y DEFINICIONES**

“RITE” Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RD 1027/2007).

“COMMIT” Centro de Operaciones de Mantenimiento y Monitorización de Instalaciones y Comunicaciones de Metro de Madrid.

### **4 ALCANCE TÉCNICO**

#### **4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR**

Se describen en este punto los trabajos necesarios para realizar la sustitución del sistema de control en los depósitos de Villaverde y Valdecarros:

- Suministro de nuevos controladores y supervisor del sistema Metasys Johnson (o equivalente de similar o superior calidad), acordes al número de puntos de control de la instalación, para su montaje en cuadro.
- Suministro de elementos de campo que faltan o que no son compatibles con el nuevo sistema para poder ejecutar correctamente la estrategia de funcionamiento que se describe más adelante. A priori se aprovechan todos los elementos de campo existentes del sistema actual (sondas de inmersión, interruptores de flujo, presostatos, actuadores de válvulas y compuertas, pirostatos, sondas ambiente, etc...). Se ha detectado que algunos elementos no son compatibles o faltan, por lo que tanto en la relación de equipos como en el listado de puntos se ha tenido en cuenta aquellos elementos de nuevo suministro.
- Identificación de cableado existente, marcando cada uno de los cables, asignándoles el punto (digital o analógico) al que dan servicio actualmente, para su posterior aprovechamiento en el nuevo sistema de control.
- Suministro y montaje de cableado de nuevos elementos de control que actualmente no están recogidos en el sistema.



- Sustitución de cuadros eléctricos de control existentes por nuevos cuadros que incorporen los nuevos controladores y supervisor del sistema Metasys Johnson (o equivalente de similar o superior calidad).
- Conexión de todo el cableado de control, existente y nuevo, a las bornas de los nuevos cuadros eléctricos.
- Programación del sistema conforme a los estándares de programación establecidos por Metro de Madrid para los nuevos sistemas, incluyendo mapeado de señales (protocolo Modbus IP) para que sean totalmente compatibles con la plataforma COMMIT.
- Realización de gráficos dinámicos del sistema conforme a los criterios de diseño y uso fijados por Metro de Madrid, de forma que los operadores de los sistemas sigan siempre los mismos criterios de acceso, manejo y uso de dichos gráficos.
- Verificación point-to-point de todos los puntos existentes con comprobación de la compatibilidad con los nuevos controladores. Modificaciones necesarias a realizar en caso de incompatibilidad de alguno de ellos.
- Suministro y montaje de contadores de energía consumida y energía térmica producida conforme a lo establecido en el RD 238-2013 que modifica el RITE, para instalaciones de más de 70 kW ó 20 m<sup>2</sup> de superficie de apertura en instalaciones térmicas de paneles solares. Estos trabajos se ejecutarán conforme a lo descrito en la relación de materiales que se adjunta más adelante.
- Suministro y montaje de contadores de agua de llenado del circuito hidráulico cerrado.
- Puesta en marcha in-situ del sistema por parte del SAT del fabricante, incluyendo la comprobación de integración en COMMIT, la integración de los contadores de energía en el sistema de control y el correcto funcionamiento de la estrategia de funcionamiento que se describe más adelante.
- Elaboración de documentación final de los trabajos: Esquemas definitivos de cuadros eléctricos y de conexionado de elementos de campo, memoria definitiva descriptiva del funcionamiento, documentación técnica de nuevos equipos, listado de puntos y listado de variables.
- Realización de jornada técnica formativa para el personal de Metro de Madrid que se va a hacer cargo de la gestión de la instalación, explicando todas las variables del sistema y manejo práctico del mismo.

El detalle de trabajos a realizar en Villaverde es:

PUESTO CENTRAL DE SALA DE CALDERAS Y CUBIERTA	
ud PC para puesto central de regulación y control. Suministro e instalación funcionando de PC para puesto central de regulación y control. Procesador Core i7 a 3,1 Ghz/2Gb RAM disco duro 1000 Gb/Win 10 Pro 64 bit. Pantalla TFT de 21"	1,00



MS-NAE3510-1. (o equivalente de similar o superior calidad) Controlador principal de puesto central, como núcleo del sistema de automatización de la instalación el cual lleva a cabo funciones clave como la lógica de control, registro de tendencias y supervisión de alarmar. Programable a medida con un avanzado entorno gráfico y un uso sencillo e intuitivo. Puede funcionar como un servidor de información sobre el funcionamiento de la instalación con una alta memoria de capacidad, de forma que puede guardar históricos y descargarlos para generar los informes y reports que muestren la adecuada explotación de la instalación. Acceso inmediato y desde diferentes dispositivos mediante explorador de internet o conexión TCP/IP. Gestión avanzada de alarmas que incluye notificación mediante email o SMS, de alarmas con gráficos adjuntos, tareas programadas, notas listas de verificación. Actúa también como supervisor de bus con dos puertos RS-485 para bus N2 o BACnet MS/TP y bus LON hasta 100 dispositivos/bus. Incluye 2 puertos RS-232-C, dos puertos USB y un puerto Ethernet. Requiere alimentación externa a 24 VAC. Incluye módem interno y batería MS-BAT1010-o de backup.	1,00
Homologaciones: Marca CE, Directiva EMC 2004/108/EC, de acuerdo con el estándar genérico de emisiones EN 61000-6-3 (2007) para la industria residencial y ligera y el estándar genérico de inmunidad EN 61000-6-2 (2005) para entornos industriales pesados. BACnet Testing Laboratories (BTL) 135-2004 Listed BACnet Application Specific Controller (B-ASC)	
Totalmente cableado, probado y funcionando.	
Suministro y montaje de controlador libremente programable BACnet, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (6 entradas universales, 2 entradas digitales, 3 salidas digitales, 2 salidas analógicas, y 4 salidas configurables) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo FEC2611-0.FEC17 (o equivalente de similar o superior calidad)	5,00
Suministro y montaje de controlador libremente programable BACnet, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (4 entradas universales, 2 entradas digitales, 3 salidas digitales, 2 salidas analógicas, y 2 salidas configurables) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo FEC1611-0.FEC17(o equivalente de similar o superior calidad)	6,00



Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (6 entradas universales, 2 entradas digitales, 3 salidas digitales, 2 salidas analógicas, y 4 salidas configurables) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-4711(o equivalente de similar o superior calidad)	4,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (8 entradas digitales, 8 salidas digitales) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-3731(o equivalente de similar o superior calidad)	8,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (16 entradas digitales) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-3721(o equivalente de similar o superior calidad)	3,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (8 entradas universales y 2 salidas analógicas) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-2721(o equivalente de similar o superior calidad)	2,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (4 entradas universales y 2 salidas analógicas) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-1711(o equivalente de similar o superior calidad)	8,00





Paquetes de software con licencia abierta para la programación, comunicación, modificación y visualización de todos los parámetros del puesto central y de los controladores distribuidos. Software de alta resolución en gráficos (la visualización de instalaciones con los parámetros deseados se realizará en los gráficos). Dicho software se ejecutará en entorno Windows con base de datos SQL, con presentación de valores sobre esquemas dinámicos mediante animaciones en distintos formatos Flash,Gif y Animation y entorno grafico basado en BMP,JPG,JPEG,GIF,HTML..., posibilidad de insertar archivos DOC, XLS ,CSV en dichas paginas de esquemas,gráficas de valores en tiempo real, gestión de alarmas que permita realizar una estadística real de la instalación en función de la prioridad y criticidad de la alarma. Posibilidad de retransmisión de alarmas a otros escadas, a correos electrónicos, impresoras remotas... Gestión de horarios y calendario perpetuo, gestion de históricos que incluye grabación automática de los mismos, muestreo y grabación automática que permita 10 variables simultaneamente, tanto variables fisicas como pseudo puntos programados, gestión de usuarios que permita 100 niveles de acceso diferentes sin limite de usuarios, sin límite de puntos o esquemas dinámicos. No incluye el software la programación ni puesta en marcha.	1,00
Realización de ingeniería de control: Programación del puesto central, configuración e implementación de la base de datos, creación de los menús gráficos de introducción al sistema y gráficos dinámicos en color de las instalaciones:	277,00
- Listados de funciones.	
-Creación de base de datos.	
- Parametrización de sistema DDC de acuerdo a memoria de funcionamiento	
- Chequeo de puntos de control una vez finalizados los trabajos de instalación, cableado y conexionado de acuerdo a esquemas y especificaciones.	
- Pruebas de funcionamiento.	
- Formación en obra a nivel usuario.	
- Configuración ordenador de gestión	
- Generación de puntos de control en sistema de Gestión	
- Elaboración de gráficos de instalación.	
- Chequeo de puntos de control.	
- Pruebas de funcionamiento.	
- Formación en obra a nivel usuario.	
Se incluye resolución de incidencias durante el periodo de garantía	
Realización y suministro de planos y esquemas de conexionado para la correcta instalación de los equipos. Ingeniería de programación en controladores distribuidos hasta un máximo de 450 puntos y equipo de campo. Realización de esquemas eléctricos, memoria de funcionamiento, cursillo y manual de usuario.	1,00



Puesta en marcha una vez finalizados los trabajos de instalación, conexión y tensión definitiva.	1,00
Desarrollo de software de control y gestión para integración en COMMIT bajo su estándar ModBus IP y requisitos para la monitorización de estados, mando sobre dispositivos, lectura de variable de procesos, modificación de consignas y parámetros, tratamiento de alarmas, generación de tendencias y datos históricos así como generación de informes, de forma consensuada con el responsable de los trabajos por parte de Metro.	1,00
Se incluye pasarela de conversión BacNet IP a ModBus Ip, así como la realización del mapeado de señales en el lado BacNet aplicable al estándar establecido por Metro de Madrid.	
<b>MATERIAL DE CAMPO</b>	
Suministro y montaje de sonda de inmersión en tubería, de presión para control de llenado de instalación, 0-10 Vdc, rango de presión 0-10 bar. Con válvula de corte de 1/2". Modelo: P299DVB-1C+ Adaptador (o equivalente de similar o superior calidad)	1,00
ud Sonda combinada de temperatura y humedad para montaje en conducto Suministro e instalación funcionando de sonda combinada de temperatura y humedad para montaje en conducto. Sonda de temperatura pasiva PT-1000 y sonda de humedad activa 0.....10V. Marca Johnson, modelo HT-9006-UD1 (o equivalente de similar o superior calidad)	2,00
Suministro y montaje de válvula de mariposa para cierre de caldera de ACS, embridada DN-65, con actuador todo/nada a 24 Vca y 24 Nm. Modelo: VMJ65+M9124-AGA-1N (o equivalente de similar o superior calidad)	1,00
ud Sonda de temperatura ambiente Suministro e instalación funcionando de sonda de temperatura ambiente, apta para TC-9102 y Sc-9100 tipo NTC-K2, rango 0...40 °C. Marca Johnson, modelo TM-1140-0000 (o equivalente de similar o superior calidad)	2,00
ud Servomotores de acción proporcional para las compuertas de freecooling Suministro e instalación funcionando de servomotores de acción proporcional para las compuertas de freecooling de los climatizadores de 0....10 VDC., 16Nm 24 Vca. Marca Johnson, modelo M9116-GGA-1N (o equivalente de similar o superior calidad)	3,00
Suministro y montaje de actuador a 3 puntos para aislamiento de calderas de calefacción, a instalar en válvulas existentes en sustitución del modelo SQL35, para que sea compatible con el nuevo sistema de control. A 230 V y con un par de 40 Nm. Se incluye acoplamiento adecuado a cuerpo de válvula existente. Modelo: SAL31.00T40 (o equivalente de similar o superior calidad)	3,00



<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	
CUADRO ELÉCTRICO DE CONTROL EN SALA DE CALDERAS, para montaje de controladores y pasarelas de protocolos, incluyendo: - Armario metálico HIMEL(o equivalente de similar o superior calidad), puerta ciega con cerradura, IP30, de dimensiones 1200x600x300. Con portaesquemas y ventilador actuado por termostato interior de cuadro. - Automático y diferencial de protección general a la entrada de 2x16 Amp. - Transformador de tensión 230/24 Vca, con protección automática en entrada y salida. - Enchufe en carril DIN, con protección automática a la entrada. - Montaje de controladores y pasarela. - Suministro y montaje de relés de maniobra con bobina a 24 Vca. - Cableado de puntos de control desde controladores a bornas de salida a elementos de campo. - Canaletas, pequeño material de conexionado, punteros, numeración de cables, etc...	1,00
Instalación eléctrica: Trabajos de identificación de cableado actual de todos los elementos de control en el cuadro existente de climatización. Marcado y numeración de todos los cables y embornado de los mismos en el nuevo cuadro de control.	1,00
Cableado de interconexión entre cuadro de fuerza y nuevo cuadro de control para las señales digitales de Marcha/paro de calderas, bombas, ventiladores, etc...	
Tendido de cableado desde cuadro de control a nuevos elementos de campo, tales como sonda de presión de agua en colector de calefacción, sondas de temperatura ambiente en vestuarios para suelo radiante, etc...	
Tendido de cableado desde cuadro de control a nuevos contadores de energía térmica, de agua, gas, etc..., según especificaciones del fabricante de los mismos.	
Saneado de cableado que se encuentre en malas condiciones o sustitución del mismo en caso de que se considere necesario en la puesta en marcha del nuevo sistema de control.	
<b>CONTADORES DE ENERGÍA</b>	
Ud. Suministro, instalación y montaje de contador electrónico compacto para medición del consumo de energía térmica (CALOR-CALDERAS DE CALEFACCIÓN), marca SEDICAL, modelo SUPERSTATIC 440(o equivalente de similar o superior calidad). Diámetro nominal DN125. Salida Modbus+ CON CABEZAL SUPERCAL 531. Incluye racores, sondas de temperatura, manguitos para sondas, tarjetas de comunicación y todos los elementos necesarios para su correcto acabado y funcionamiento. Incluye alimentación eléctrica 230 Vac desde cuadro de planta existente. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	3,00



Se incluye desmontaje de aislamiento térmico existente, corte de tuberías y soldadura de contrabridas en los extremos cortados, realización de picajes para sondas en tuberías de impulsión y retorno con manguito de 1/2" y vaina de inmersión. Aislamiento térmico de la parte hidráulica reformada, de características técnicas iguales al existente y con terminación en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.	
Ud. Suministro, instalación y montaje de contador electrónico compacto para medición del consumo de energía térmica (CALOR-CALDERA DE ACS), marca SEDICAL, modelo SUPERSTATIC 440(o equivalente de similar o superior calidad). Diámetro nominal DN65. Salida Modbus+ CON CABEZAL SUPERCAL 531. Incluye racores, sondas de temperatura, manguitos para sondas, tarjetas de comunicación y todos los elementos necesarios para su correcto acabado y funcionamiento. Incluye alimentación eléctrica 230 Vac desde cuadro de planta existente. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	1,00
Se incluye desmontaje de aislamiento térmico existente, corte de tuberías y soldadura de contrabridas en los extremos cortados, realización de picajes para sondas en tuberías de impulsión y retorno con manguito de 1/2" y vaina de inmersión. Aislamiento térmico de la parte hidráulica reformada, de características técnicas iguales al existente y con terminación en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.	
Ud. Suministro, instalación y montaje de contador electrónico compacto para medición del consumo de energía térmica (CALOR-SISTEMA SOLAR), marca SEDICAL, modelo SUPERSTATIC 440(o equivalente de similar o superior calidad). Diámetro nominal DN65. Salida Modbus+ CON CABEZAL SUPERCAL 531. Incluye racores, sondas de temperatura, manguitos para sondas, tarjetas de comunicación y todos los elementos necesarios para su correcto acabado y funcionamiento. Incluye alimentación eléctrica 230 Vac desde cuadro de planta existente. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	1,00
Se incluye desmontaje de aislamiento térmico existente, corte de tuberías y soldadura de contrabridas en los extremos cortados, realización de picajes para sondas en tuberías de impulsión y retorno con manguito de 1/2" y vaina de inmersión. Aislamiento térmico de la parte hidráulica reformada, de características técnicas iguales al existente y con terminación en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.	
Ud. Suministro, instalación y montaje de analizador de redes para la contabilización de consumos del cuadro de climatización, marca Schneider(o equivalente de similar o superior calidad), modelo PM3255(o equivalente de similar o superior calidad), para montaje en carril DIN con elementos TI modelo 2000/5 adecuadas para 1600A. La central de medida tendrá comunicación ModBus y se integrará en el BMS a instalar. Incluyendo elementos de fijación, terminales de presión y pequeño material auxiliar necesario para su correcto montaje y funcionamiento. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	1,00



Se incluye modificación en puerta de cuadro eléctrico, así como en el embarrado y cableado interno del cuadro de fuerza existente.	
Ud. Suministro, instalación y montaje de contador de agua de llenado del circuito hidráulico cerrado, de la instalación.	1,00
Pasarelas de integración de contadores de energía térmica y eléctricas para su visualización en el sistema gráfico BMS. Se incluye ingeniería de programación de dichas pasarelas, así como el cableado de bus de comunicación (temperaturas y pulsos) entre cada uno de los contadores de energía y las pasarelas a instalar en el cuadro eléctrico.	6,00

El detalle de trabajos a realizar en Valdecarros es:

<b>PUESTO CENTRAL DE SALA DE CALDERAS Y CUBIERTA</b>	
ud PC para puesto central de regulación y control. Suministro e instalación funcionando de PC para puesto central de regulación y control. Procesador Core i7 a 3,1 Ghz/2Gb RAM disco duro 1000 Gb/Win 10 Pro 64 bit. Pantalla TFT de 21"	1,00
MS-NAE3510-1. (o equivalente de similar o superior calidad) Controlador principal de puesto central, como núcleo del sistema de automatización de la instalación el cual lleva a cabo funciones clave como la lógica de control, registro de tendencias y supervisión de alarmar. Programable a medida con un avanzado entorno gráfico y un uso sencillo e intuitivo. Puede funcionar como un servidor de información sobre el funcionamiento de la instalación con una alta memoria de capacidad, de forma que puede guardar históricos y descargarlos para generar los informes y reports que muestren la adecuada explotación de la instalación. Acceso inmediato y desde diferentes dispositivos mediante explorador de internet o conexión TCP/IP. Gestión avanzada de alarmas que incluye notificación mediante email o SMS, de alarmas con gráficos adjuntos, tareas programadas, notas listas de verificación. Actúa también como supervisor de bus con dos puertos RS-485 para bus N2 o BACnet MS/TP y bus LON hasta 100 dispositivos/bus. Incluye 2 puertos RS-232-C, dos puertos USB y un puerto Ethernet. Requiere alimentación externa a 24 VAC. Incluye módem interno y batería MS-BAT1010-o de backup.	1,00
Homologaciones: Marca CE, Directiva EMC 2004/108/EC, de acuerdo con el estándar genérico de emisiones EN 61000-6-3 (2007) para la industria residencial y ligera y el estándar genérico de inmunidad EN 61000-6-2 (2005) para entornos industriales pesados. BACnet Testing Laboratories (BTL) 135-2004 Listed BACnet Application Specific Controller (B-ASC)	
Totalmente cableado, probado y funcionando.	



Suministro y montaje de controlador libremente programable BACnet, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (6 entradas universales, 2 entradas digitales, 3 salidas digitales, 2 salidas analógicas, y 4 salidas configurables) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo FEC2611-0.FEC17 (o equivalente de similar o superior calidad)	5,00
Suministro y montaje de controlador libremente programable BACnet, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (4 entradas universales, 2 entradas digitales, 3 salidas digitales, 2 salidas analógicas, y 2 salidas configurables) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo FEC1611-0.FEC17 (o equivalente de similar o superior calidad)	6,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (6 entradas universales, 2 entradas digitales, 3 salidas digitales, 2 salidas analógicas, y 4 salidas configurables) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-4711 (o equivalente de similar o superior calidad)	4,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (8 entradas digitales, 8 salidas digitales) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-3731 (o equivalente de similar o superior calidad)	8,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (16 entradas digitales) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-3721 (o equivalente de similar o superior calidad)	3,00
Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (8 entradas universales y 2 salidas analógicas) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-2721 (o equivalente de similar o superior calidad)	2,00



Suministro y montaje de módulo de ampliación de señales, fabricado con estándares ASHRAE para la automatización y comunicación de control. Incluye 17 puntos de control de campo (4 entradas universales y 2 salidas analógicas) y admite módulos de expansión. Bus de comunicación integrado N2, BACnet MS/TP. Incluye display LCD para su manejo. Integrable en el sistema de control centralizado METASIS. Modelo MS-IOM-1711 (o equivalente de similar o superior calidad)	8,00
Paquetes de software con licencia abierta para la programación, comunicación, modificación y visualización de todos los parámetros del puesto central y de los controladores distribuidos. Software de alta resolución en gráficos (la visualización de instalaciones con los parámetros deseados se realizará en los gráficos). Dicho software se ejecutará en entorno Windows con base de datos SQL, con presentación de valores sobre esquemas dinámicos mediante animaciones en distintos formatos Flash,Gif y Animation y entorno grafico basado en BMP,JPG,JPEG,GIF,HTML..., posibilidad de insertar archivos DOC, XLS ,CSV en dichas paginas de esquemas,gráficas de valores en tiempo real, gestión de alarmas que permita realizar una estadística real de la instalación en función de la prioridad y criticidad de la alarma. Posibilidad de retransmisión de alarmas a otros escadas, a correos electrónicos, impresoras remotas... Gestión de horarios y calendario perpetuo, gestion de históricos que incluye grabación automática de los mismos, muestreo y grabación automática que permita 10 variables simultaneamente, tanto variables fisicas como pseudo puntos programados, gestión de usuarios que permita 100 niveles de acceso diferentes sin limite de usuarios, sin límite de puntos o esquemas dinámicos.No incluye el software la programación ni puesta en marcha.	1,00
En dicho software se incluirá el mapeado de las señales para cada elemento presentes en las instalaciones de climatización y extracción.	276,00
Desarrollo, de forma consensuada con el responsable de Metro, del proyecto de Control en cuanto a las necesidades del sistema y soluciones generales. Incluye el replanteo técnico correspondiente a la arquitectura de comunicaciones correspondiente para la inclusión de las señales ofertadas.	
Realización de ingeniería de control: Programación del puesto central , configuración e implementación de la base de datos, creación de los menús gráficos de introducción al sistema y gráficos dinámicos en color de las instalaciones.	
- Listados de funciones.	
-Creación de base de datos.	
- Parametrización de sistema DDC de acuerdo a memoria de funcionamiento	
- Chequeo de puntos de control una vez finalizados los trabajos de instalación, cableado y conexionado de acuerdo a esquemas y especificaciones.	
- Pruebas de funcionamiento.	
- Formación en obra a nivel usuario.	
- Configuración ordenador de gestión	
- Generación de puntos de control en sistema de Gestión	





- Elaboración de gráficos de instalación.	
- Chequeo de puntos de control.	
- Pruebas de funcionamiento.	
- Formación en obra a nivel usuario.	
Se incluye resolución de incidencias durante el periodo de garantía	
Realización y suministro de planos y esquemas de conexionado para la correcta instalación de los equipos. Ingeniería de programación en controladores distribuidos hasta un máximo de 450 puntos y equipo de campo. Realización de esquemas eléctricos, memoria de funcionamiento, cursillo y manual de usuario.	1,00
Puesta en marcha una vez finalizados los trabajos de instalación, conexionado y tensión definitiva.	1,00
Desarrollo de software de control y gestión para integración en COMMIT bajo su estándar ModBus IP y requisitos para la monitorización de estados, mando sobre dispositivos, lectura de variable de procesos, modificación de consignas y parámetros, tratamiento de alarmas, generación de tendencias y datos históricos así como generación de informes, de forma consensuada con el representante de Metro.	1,00
Se incluye pasarela de conversión BacNet IP a ModBus Ip, así como la realización del mapeado de señales en el lado BacNet aplicable al estándar establecido por Metro de Madrid.	
<b>MATERIAL DE CAMPO</b>	
Suministro y montaje de sonda de inmersión en tubería, de presión para control de llenado de instalación, 0-10 Vdc, rango de presión 0-10 bar. Con válvula de corte de 1/2". Modelo: P299DVB-1C+ Adaptador (o equivalente de similar o superior calidad)	1,00
ud Sonda combinada de temperatura y humedad para montaje en conducto Suministro e instalación funcionando de sonda combinada de temperatura y humedad para montaje en conducto. Sonda de temperatura pasiva PT-1000 y sonda de humedad activa 0.....10V. Marca Johnson, modelo HT-9006-UD1(o equivalente de similar o superior calidad)	2,00
ud Sonda de temperatura ambiente Suministro e instalación funcionando de sonda de temperatura ambiente, apta para TC-9102 y Sc-9100 tipo NTC-K2, rango 0...40 °C. Marca Johnson, modelo TM-1140-0000 (o equivalente de similar o superior calidad)	2,00
ud Servomotores de acción proporcional para las compuertas de freecooling Suministro e instalación funcionando de servomotores de acción proporcional para las compuertas de freecooling de los climatizadores de 0....10 VDC., 16Nm 24 Vca. Marca Johnson, modelo M9116-GGA-1N (o equivalente de similar o superior calidad)	6,00





Suministro y montaje de actuador a 3 puntos para aislamiento de calderas de calefacción, a instalar en válvulas existentes en sustitución del modelo SQL35, para que sea compatible con el nuevo sistema de control. A 230 V y con un par de 40 Nm. Se incluye acoplamiento adecuado a cuerpo de válvula existente. Modelo: SAL31.00T40 (o equivalente de similar o superior calidad)	3,00
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	
CUADRO ELÉCTRICO DE CONTROL EN SALA DE CALDERAS, para montaje de controladores y pasarelas de protocolos, incluyendo: - Armario metálico HIMEL (o equivalente de similar o superior calidad), puerta ciega con cerradura, IP30, de dimensiones 1200x600x300. Con portaesquemas y ventilador actuado por termostato interior de cuadro. - Automático y diferencial de protección general a la entrada de 2x16 Amp. - Transformador de tensión 230/24 Vca, con protección automática en entrada y salida. - Enchufe en carril DIN, con protección automática a la entrada. - Montaje de controladores y pasarela. - Suministro y montaje de relés de maniobra con bobina a 24 Vca. - Cableado de puntos de control desde controladores a bornas de salida a elementos de campo. - Canaletas, pequeño material de conexionado, punteros, numeración de cables, etc...	1,00
CUADRO ELÉCTRICO DE CONTROL EN CUBIERTA, para montaje de controladores y pasarelas de protocolos, incluyendo: - Armario metálico HIMEL (o equivalente de similar o superior calidad), puerta ciega con cerradura, IP30, de dimensiones 600x400x300. Con portaesquemas y ventilador actuado por termostato interior de cuadro. - Automático y diferencial de protección general a la entrada de 2x16 Amp. - Transformador de tensión 230/24 Vca, con protección automática en entrada y salida. - Enchufe en carril DIN, con protección automática a la entrada. - Montaje de controladores y pasarela. - Suministro y montaje de relés de maniobra con bobina a 24 Vca. - Cableado de puntos de control desde controladores a bornas de salida a elementos de campo. - Canaletas, pequeño material de conexionado, punteros, numeración de cables, etc...	1,00
Instalación eléctrica: Trabajos de identificación de cableado actual de todos los elementos de control en el cuadro existente de climatización. Marcado y numeración de todos los cables y embornado de los mismos en el nuevo cuadro de control.	1,00
Cableado de interconexión entre cuadro de fuerza y nuevo cuadro de control para las señales digitales de Marcha/paro de calderas, bombas, ventiladores, etc...	



Tendido de cableado desde cuadro de control a nuevos elementos de campo, tales como sonda de presión de agua en colector de calefacción, sondas de temperatura ambiente en vestuarios para suelo radiante, etc...	
Tendido de cableado desde cuadro de control a nuevos contadores de energía térmica, de agua, gas, etc..., según especificaciones del fabricante de los mismos.	
Saneado de cableado que se encuentre en malas condiciones o sustitución del mismo en caso de que se considere necesario en la puesta en marcha del nuevo sistema de control.	
<b>CONTADORES DE ENERGÍA</b>	
Ud. Suministro, instalación y montaje de contador electrónico compacto para medición del consumo de energía térmica (CALOR-CALDERAS DE CALEFACCIÓN), marca SEDICAL, modelo SUPERSTATIC 440(o equivalente de similar o superior calidad). Diámetro nominal DN125. Salida Modbus+ CON CABEZAL SUPERCAL 531. Incluye racores, sondas de temperatura, manguitos para sondas, tarjetas de comunicación y todos los elementos necesarios para su correcto acabado y funcionamiento. Incluye alimentación eléctrica 230 Vac desde cuadro de planta existente. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	3,00
Se incluye desmontaje de aislamiento térmico existente, corte de tuberías y soldadura de contrabridas en los extremos cortados, realización de picajes para sondas en tuberías de impulsión y retorno con manguito de 1/2" y vaina de inmersión. Aislamiento térmico de la parte hidráulica reformada, de características técnicas iguales al existente y con terminación en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.	
Ud. Suministro, instalación y montaje de contador electrónico compacto para medición del consumo de energía térmica (CALOR-CALDERA DE ACS), marca SEDICAL, modelo SUPERSTATIC 440(o equivalente de similar o superior calidad). Diámetro nominal DN65. Salida Modbus+ CON CABEZAL SUPERCAL 531. Incluye racores, sondas de temperatura, manguitos para sondas, tarjetas de comunicación y todos los elementos necesarios para su correcto acabado y funcionamiento. Incluye alimentación eléctrica 230 Vac desde cuadro de planta existente. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	1,00
Se incluye desmontaje de aislamiento térmico existente, corte de tuberías y soldadura de contrabridas en los extremos cortados, realización de picajes para sondas en tuberías de impulsión y retorno con manguito de 1/2" y vaina de inmersión. Aislamiento térmico de la parte hidráulica reformada, de características técnicas iguales al existente y con terminación en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.	



Ud. Suministro, instalación y montaje de contador electrónico compacto para medición del consumo de energía térmica (CALOR-SISTEMA SOLAR), marca SEDICAL, modelo SUPERSTATIC 440(o equivalente de similar o superior calidad). Diámetro nominal DN65. Salida Modbus+ CON CABEZAL SUPERCAL 531. Incluye racores, sondas de temperatura, manguitos para sondas, tarjetas de comunicación y todos los elementos necesarios para su correcto acabado y funcionamiento. Incluye alimentación eléctrica 230 Vac desde cuadro de planta existente. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	1,00
Se incluye desmontaje de aislamiento térmico existente, corte de tuberías y soldadura de contrabridas en los extremos cortados, realización de picajes para sondas en tuberías de impulsión y retorno con manguito de 1/2" y vaina de inmersión. Aislamiento térmico de la parte hidráulica reformada, de características técnicas iguales al existente y con terminación en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.	
Ud. Suministro, instalación y montaje de analizador de redes para la contabilización de consumos del cuadro de climatización, marca Schneider(o equivalente de similar o superior calidad), modelo PM3255, para montaje en carril DIN con elementos TI modelo 2000/5 adecuadas para 1600A. La central de medida tendrá comunicación ModBus y se integrará en el BMS a instalar. Incluyendo elementos de fijación, terminales de presión y pequeño material auxiliar necesario para su correcto montaje y funcionamiento. Todo ello completo e instalado según se indica en PPT.	1,00
Se incluye modificación en puerta de cuadro eléctrico, así como en el embarrado y cableado interno del cuadro de fuerza existente.	
Ud. Suministro, instalación y montaje de contador de agua de llenado del circuito hidráulico cerrado, de la instalación.	1,00
Pasarelas de integración de contadores de energía térmica y eléctricas para su visualización en el sistema gráfico BMS. Se incluye ingeniería de programación de dichas pasarelas, así como el cableado de bus de comunicación (temperaturas y pulsos) entre cada uno de los contadores de energía y las pasarelas a instalar en el cuadro eléctrico.	6,00

#### 4.2 OTROS TRABAJOS INCLUIDOS

- Desmontaje de los equipos instalados en la actualidad, que dejarán de funcionar a la finalización de los trabajos, retirada de los mismos y traslado a gestor de residuos no peligrosos autorizado para su destrucción conforme a la legislación vigente.
- Instalación eléctrica, con todos los elementos necesarios para cumplir con el RD 842/2002 y garantizar un correcto funcionamiento de la instalación.



- Se tendrá en cuenta, que las instalaciones actuales tienen que seguir funcionando, por lo que el tiempo que permanezcan fuera de servicio debe ser mínimo.
- Los residuos generados serán gestionados por el contratista, de acuerdo con la legislación vigente.
- Redacción del Plan de Seguridad y Salud, incluyendo la Evaluación de Riesgos específicos del suministro, según lo estipulado en RD 1627/1998 de 25 de octubre.
- Realización de puesta en marcha y pruebas de funcionamiento.
- Elaboración de protocolos de pruebas de cada uno de los equipos y del manual de uso y mantenimiento de cada instalación, con entrega de los mismos a Metro de Madrid

#### 4.3 MEMORIA DE FUNCIONAMIENTO DEL LOS SISTEMAS DE CONTROL

##### 4.3.1 GENERAL

Se trata de una instalación con producción de agua caliente para dar servicio de calefacción a las distintas naves de Mantenimiento y Estacionamiento, así como proveer a la acumulación y distribución de agua caliente sanitaria (ACS) a las instalaciones de las cocheras de Villaverde y Valdecarros.

Al tratarse de dos instalaciones independientes, pero muy parecidas en cuanto a los equipos que incorporan, se realiza una sola memoria común a ambas, si bien tanto la programación como los puntos de control serán personalizados para cada una de ellas, en función de los equipos concretos que incorporen.

Se utilizan tres calderas de igual potencia para calefacción y producción de ACS en temporada de calefacción, y una cuarta caldera de menor potencia para la producción de ACS fuera de la temporada citada que tendrá apoyo ante avería por parte de una cualquiera de las tres anteriores.

La distribución secundaria está dividida en los siguientes servicios:

- **Sistema VRV de oficinas:** Se trata de una instalación de expansión directa. Arranca/Para por programación horario y se recibe el estado y la alarma de cada una de las dos unidades exteriores que componen este sistema.
- **Tratamiento de aire exterior de oficinas:** Se trata de un circuito a dos tubos para el que existe una bomba de calor aire-agua para dar servicio de refrigeración y calefacción y un climatizador de aire exterior (CL-3).
- **Paneles Radiantes Nave de Estacionamiento (2 circuitos):** Se trata de equipos independientes de calefacción alimentados desde un único circuito hidráulico. Cada uno de ellos dispone de su propia programación horaria; la distribución de agua arranca ante la demanda de cualquiera de los Paneles.

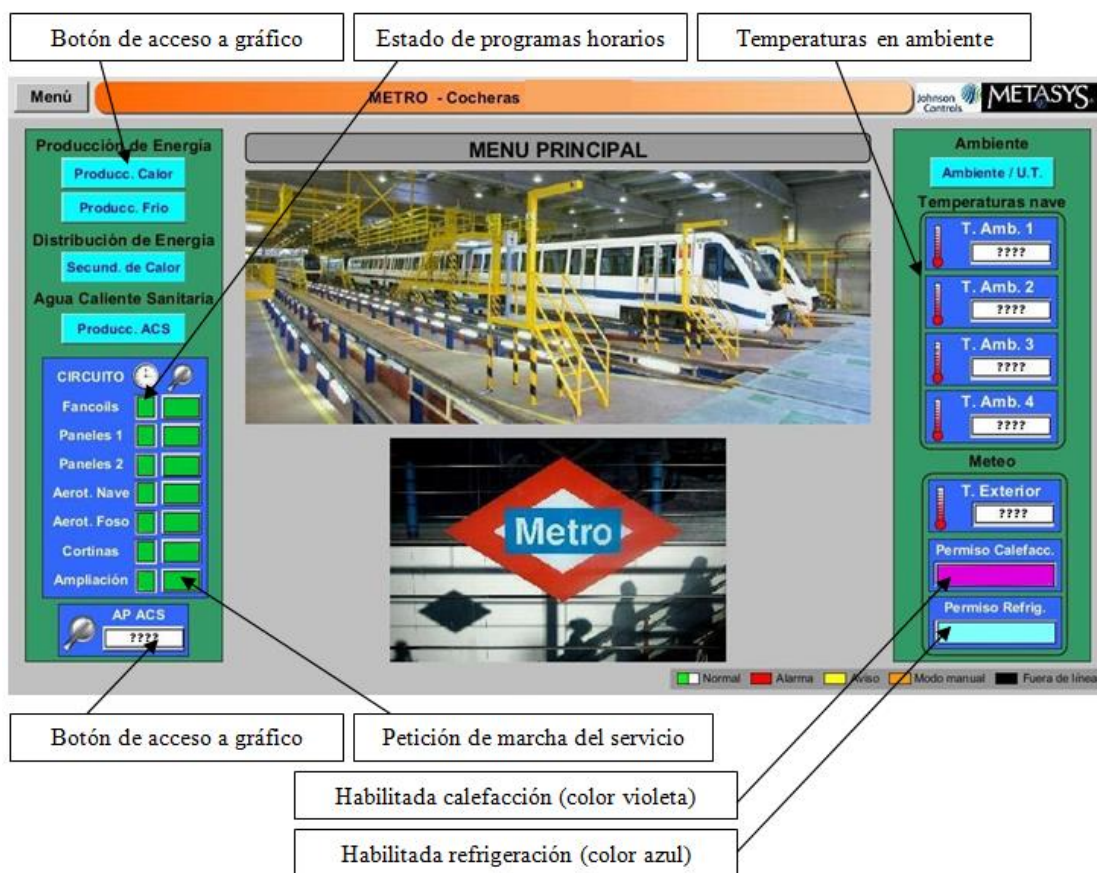
- ***Climatizadores Nave de Mantenimiento (2 circuitos):*** Son dos unidades de tratamiento de aire (CL-01 y CL-02) habilitados por distintas maniobras eléctricas y alimentados desde un único circuito hidráulico. Arranca por programación horaria independiente. Ambos disponen de free-cooling con compuertas motorizadas. También se utilizarán para “refrigerar” las naves en verano, cuando las condiciones de aire exterior lo permitan, sobre todo en horario nocturno.
- ***Cortinas de aire en puertas:*** Se alimentan desde un único circuito hidráulico. Arranca por programación horaria.
- ***Suelo radiante de vestuarios y aseos:*** Mediante intercambiador de placas y válvula de tres vías para trabajar a baja temperatura de impulsión de agua, limitando el punto máximo de trabajo. Arranca por programación horaria.
- ***Producción de ACS por caldera:*** Se trata de dos interacumuladores verticales, cada uno con válvula de tres vías y sonda de temperatura de agua. Alimentados por la caldera de ACS en verano o por las de calefacción en invierno. Dispone de un juego de válvulas motorizadas de dos vías para hacer el cambio automático invierno-verano en función de la caldera que esté operativa.
- ***Apoyo a la producción de ACS por Energía Solar Térmica:*** Se trata de otros dos interacumuladores verticales, cada uno con válvula de tres vías y sonda de temperatura de agua. Alimentados por los paneles solares de energía térmica existentes en la cubierta. El sistema solar dispone de aerorefrigerador y llenado automático de la instalación. Se le dotará de sonda de presión de líquido en el circuito primario.

Para determinar la temporada de trabajo y optimizar los consumos, especialmente en épocas intermedias, se establecen valores de comparación para la temperatura exterior que sirven para inhabilitar tanto la calefacción como la producción de agua fría de la manera siguiente:

**Temperatura exterior  $\geq$  Máxima temperatura exterior.** No arrancarán los distintos servicios de calefacción aunque estén dentro de sus horarios establecidos.

**Temperatura exterior  $\leq$  Mínima temperatura exterior.** No arrancará la producción de agua fría para climatizador de aire exterior de oficinas aunque éste servicio esté dentro de su horario.

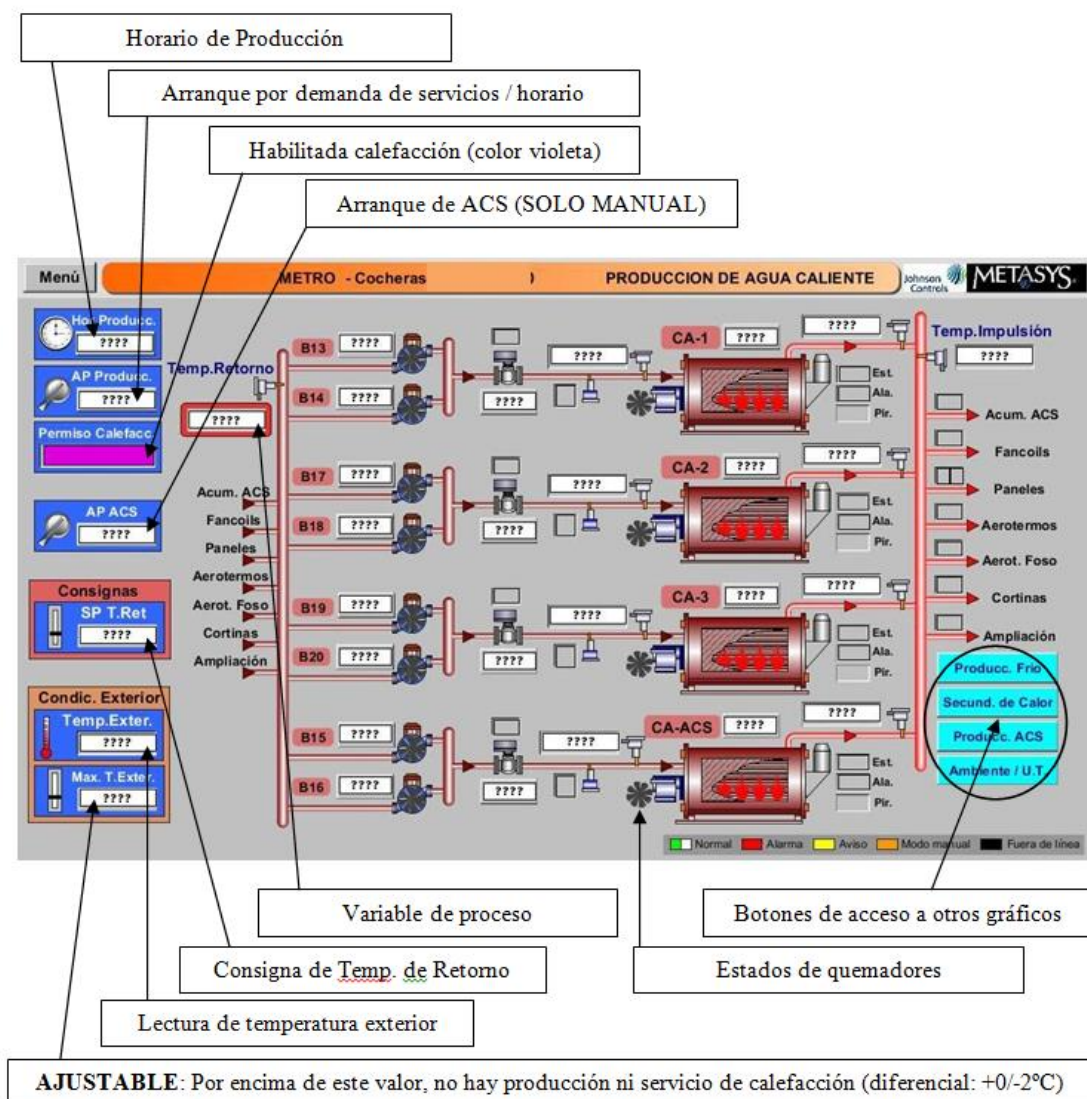
El estado de ésta condición se puede comprobar en todos los gráficos del Sistema (salvo en el de ACS, al que no le aplica esta función). El menú principal muestra un resumen del estado de horarios y de habilitaciones de los distintos servicios, así como las temperaturas de ambiente de las naves de Mantenimiento y provee accesos a los distintos gráficos de la instalación (los gráficos que se adjuntan a modo de ejemplo corresponden a otras instalaciones similares existentes en Metro de Madrid y los nuevos gráficos de estas programaciones serán similares a los que aquí se reflejan).



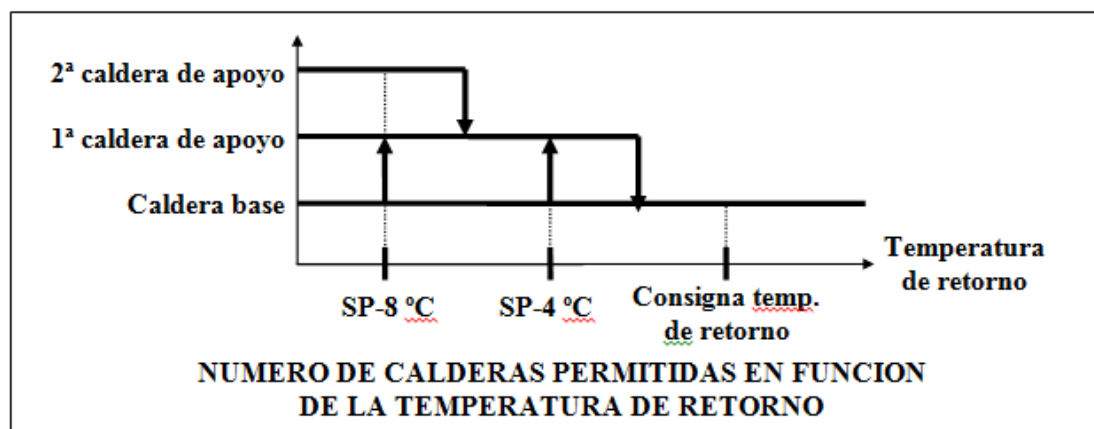
#### 4.3.2 PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Como se ha dicho, los diferentes servicios de la instalación arrancan por horario y están condicionados a la temperatura exterior; cualquiera de ellos que esté activo demanda el arranque de las calderas de calefacción. Además, se ha previsto un horario para el arranque de la producción primaria, caso de que se quiera asegurar la continuidad de la producción por cualquier motivo. Este último horario, también está condicionado a la temperatura exterior. El gráfico tiene el siguiente aspecto:





Con orden de arranque de producción de calefacción, arrancan las calderas 1 a 3 con alternancia por horas de trabajo acumuladas o por fallo de alguna de ellas. El número de calderas con permiso de funcionamiento está en función de la demanda de calor de la instalación (representada en la temperatura del colector general de retorno) y la consigna ajustada desde el gráfico. Una de las calderas, la que en cada momento tenga el menor número de horas de trabajo acumuladas, siempre tendrá permiso de funcionamiento y se irán permitiendo una segunda y una tercera caldera según el siguiente esquema:



La secuencia de arranque para cada caldera es la siguiente:

1. Seleccionada una caldera de entre las que estén paradas por menor número de horas de trabajo, se produce orden de arranque a una de sus bombas primarias, siempre la de menor número de horas de funcionamiento acumuladas. Si no hay confirmación del estado de marcha de la bomba requerida, se dará orden de marcha a la otra bomba de la pareja.
2. Confirmado el estado de marcha de una bomba primaria, se produce orden de apertura de la válvula de corte asociada.
3. Con la señal de apertura de la válvula anterior y la señal de flujo del interruptor instalado en tubería, se produce orden de arranque a la caldera.

Se establece fallo de arranque de una caldera si se dan los siguientes supuestos:

- No se recibe estado de bomba primaria dentro de los siguientes 60 segundos a la orden de arranque de la misma.
- No se recibe señal de apertura de la válvula de corte dentro de los siguientes 60 segundos a la orden de arranque de la bomba.
- No se recibe señal de interruptor de flujo dentro de los siguientes 90 segundos a la orden de arranque de la bomba.

La secuencia de parada para cada caldera es la siguiente:

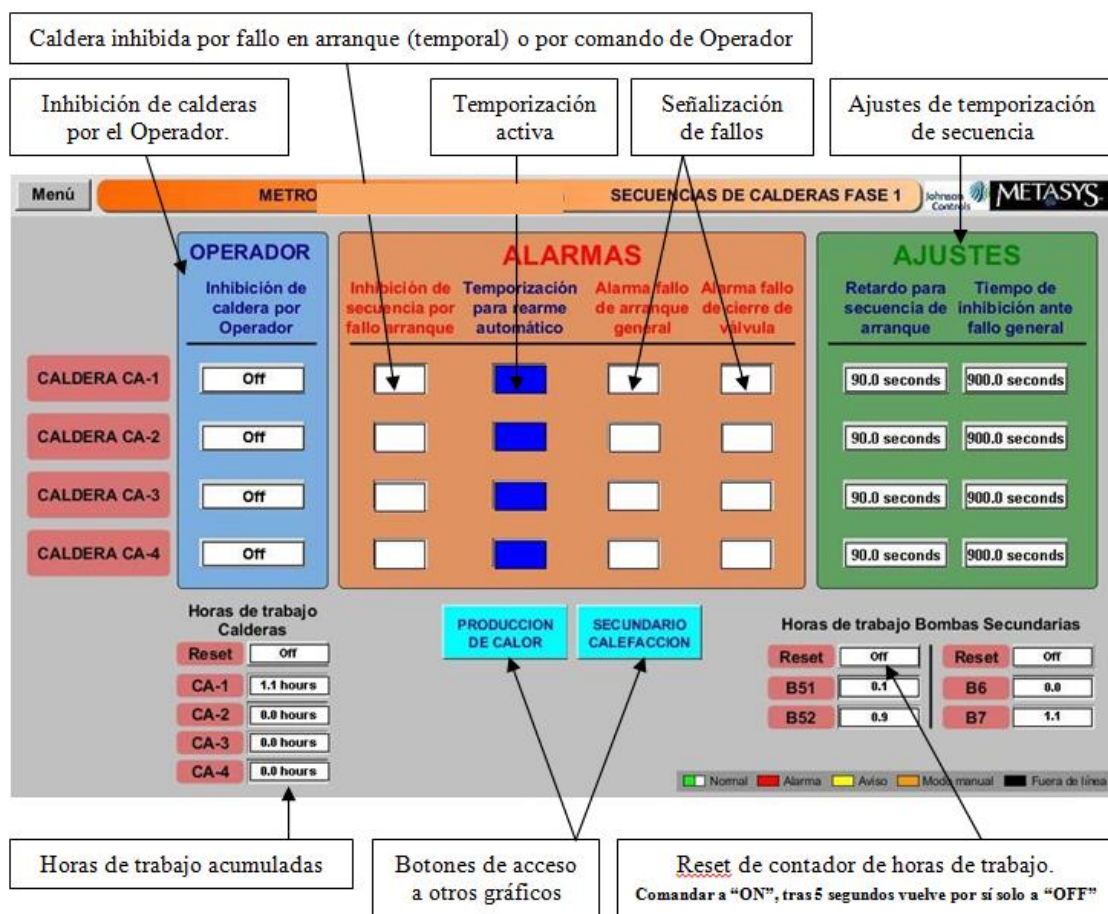
1. Seleccionada una caldera de entre las que estén en marcha por mayor número de horas de trabajo, se retira el permiso de marcha de la misma.
2. Transcurridos tres minutos, se produce orden de cierre de la válvula de corte.
3. Cuando cesa la señal de apertura de válvula, se da orden de parada a la bomba primaria de caldera.





Como función antirretorno, si no se recibe confirmación de cierre (cese de apertura) de la válvula de corte, se restaurará de nuevo la orden de apertura de la misma y no se producirá la parada de la bomba primaria con el fin de evitar la recirculación de agua por la caldera parada desde otra caldera que sí esté en servicio.

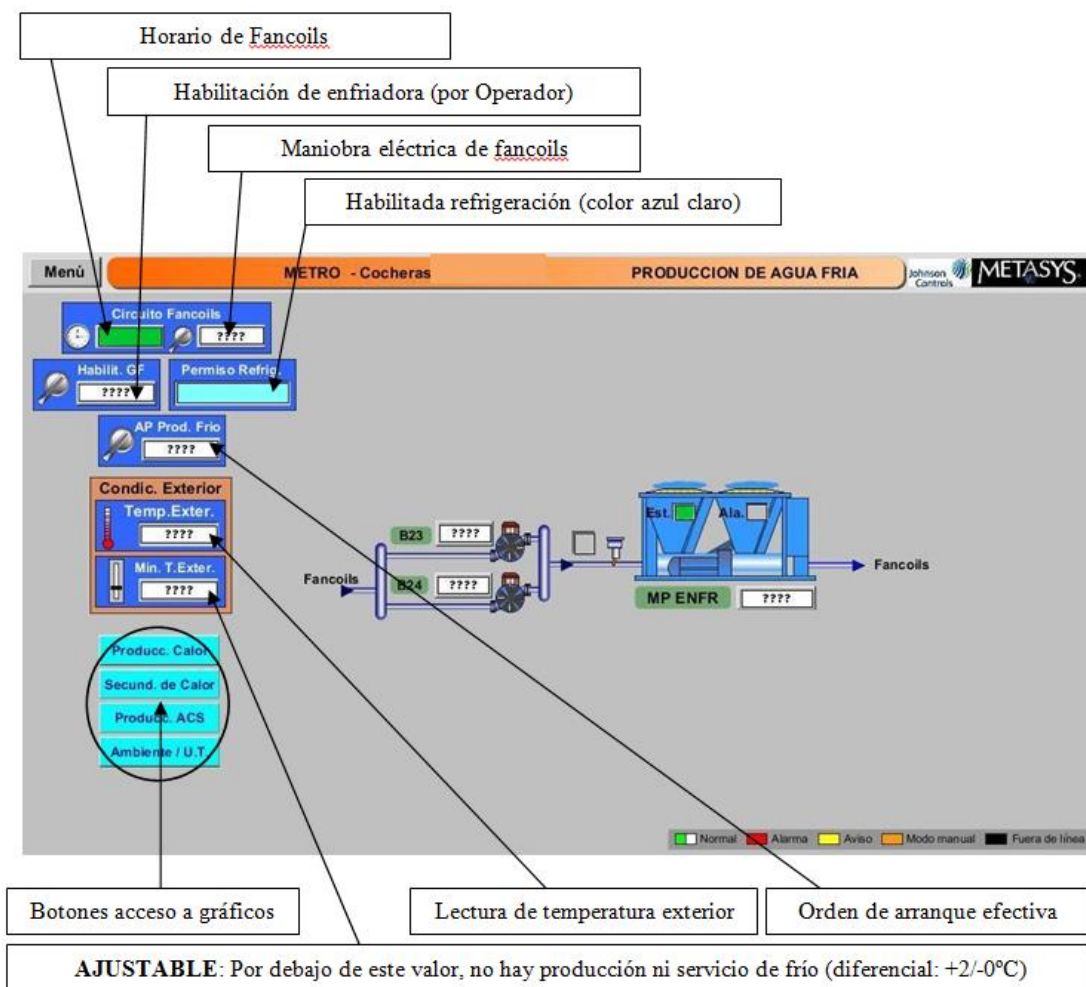
Cuando el Operador de la instalación decida por cualquier motivo arrancar una bomba primaria en modo manual, se producirá automáticamente desde el sistema la orden de apertura de la válvula de corte correspondiente al estar enclavada esta orden con los estados de bomba; de la misma manera, y para garantizar la función de antirretorno, el fin de carrera de la válvula está enclavado con la orden de arranque de bomba. Por estos dos motivos, se constituye una realimentación que obliga al Operador de la Instalación a que la conmutación “AUTO – PARO – MANUAL” del selector de maniobra de la bomba en el cuadro de fuerza, (o bien el comando de “override” a “Off” desde el gráfico) deba respetar al menos 60 segundos para pasar de una posición a otra. En caso contrario, el conjunto bomba – válvula quedará enclavado en marcha permanente.





#### 4.3.3 PRODUCCIÓN DE AGUA FRÍA

Para el tratamiento de aire exterior de las oficinas. Existe una habilitación manual previa para el arranque de la enfriadora. Si se da esa condición, conjuntamente con la demanda del servicio secundario del climatizador de aire exterior de oficinas, y siempre que la temperatura exterior sea superior a un valor mínimo, se produce orden de arranque a una de las bombas primarias de enfriadora, con rotación por horas trabajo o por fallo de arranque. Una vez recibidos estado de bomba y señal de flujo, se da permiso de marcha a la enfriadora. La secuencia de parada se hace a la inversa, retardando la parada de la bomba durante cinco minutos. En el gráfico se incluirá la parte correspondientes a las señales y puntos del climatizador de aire exterior.



#### 4.3.4 PRODUCCIÓN DE ACS

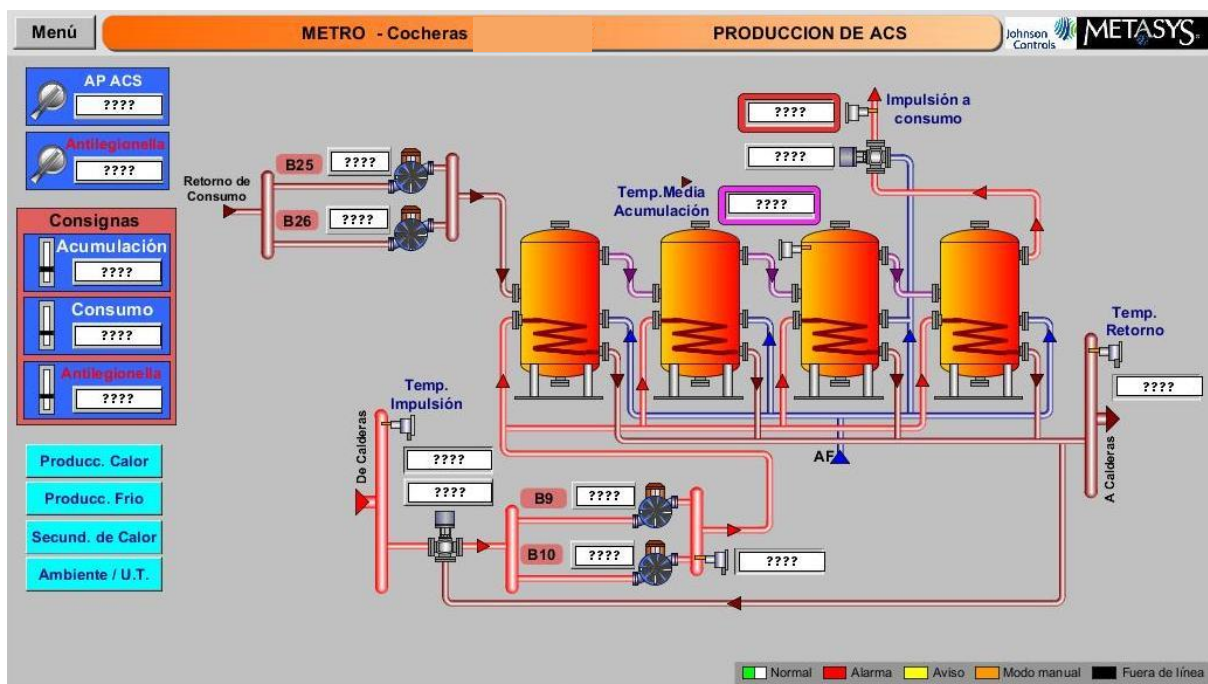
No está ligada a programación horaria, sino que dispone de un punto de arranque que normalmente estará activo. Utiliza únicamente la caldera pequeña de ACS cuando **no** está activa la calefacción. En caso de alarma de esta caldera, o por fallo de sus bombas, se arrancará **sólo una** de las calderas de calefacción sin apoyo de las demás. El gráfico de acumulación y distribución queda como sigue (siendo dos de los depósitos por caldera y los otros dos por solar).



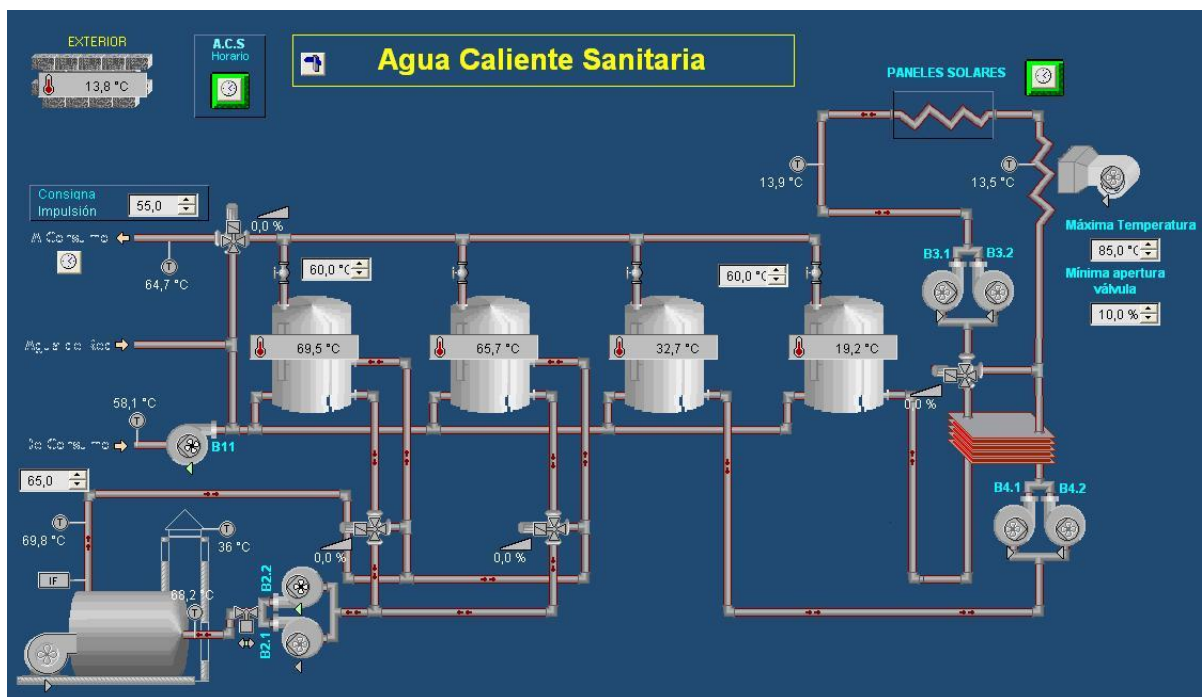
## Sustitución Sistemas de Control Depósitos Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid

Metro de Madrid, S.A.

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO



El gráfico actual a modo de ejemplo de integración en un solo gráfico de todo el sistema solar es el siguiente:





La producción de ACS depende de paneles solares siempre que la radiación solar sea suficiente para ello. Cuando la comparación entre la temperatura mínima de los dos depósitos de ACS solar y la temperatura de salida de paneles sea favorable, se pondrá en marcha una de las bombas primarias de paneles con los criterios de rotación y fallo habituales. Si la temperatura de salida de paneles es superior a una consigna de máxima, o si la temperatura de depósitos es superior a la consigna de acumulación solar, junto con la citada bomba, también arrancará el ventilador del aerorefrigerador del circuito.

Cuando la temperatura de acumulación solar no alcance la de consigna de acumulación o pasterización (con tratamiento antilegionella activo), se demandará el aporte de agua caliente de calderas de calefacción si ésta está en funcionamiento, o bien se utilizará la caldera auxiliar para ACS instalada. Sólo en caso de alarma de esta caldera auxiliar o por fallo de sus bombas, se arrancará una única caldera de calefacción sin apoyo de las demás previa actuación de la válvula de dos vías de Bypass entre ambos circuitos.

Las secuencias de arranque y parada de esta caldera y sus bombas primarias y los criterios de fallo son iguales a los ya explicados para las calderas de calefacción. A continuación se habilitarán los lazos de regulación de la válvula de tres vías del interacumulador de caldera.

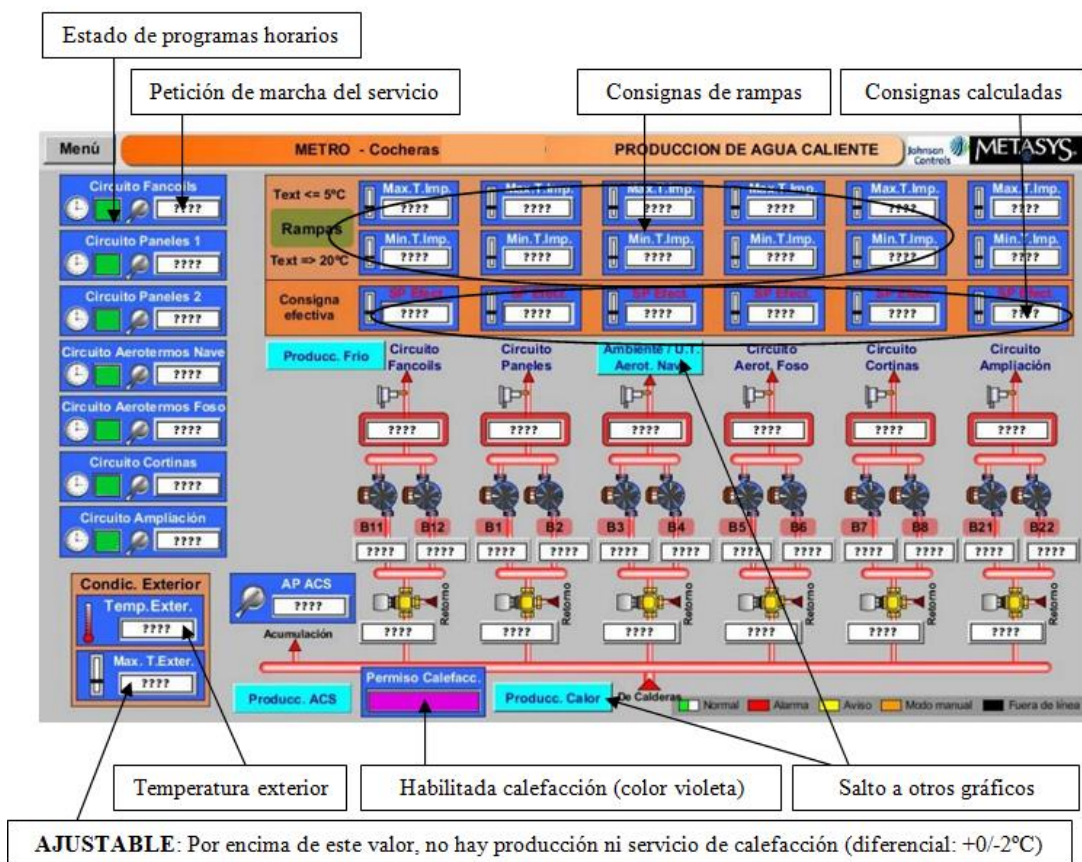
En cualquier caso, estará funcionando una de las bombas de retorno con los mismos criterios de rotación y fallo. El estado de marcha de cualquiera de ellas, habilita la regulación de la válvula de salida a consumo en base a la consigna ajustada y la lectura de la sonda de impulsión correspondiente.

La función de tratamiento antilegionella responde a comando manual desde el propio gráfico y funciona cambiando las consignas de acumulación por la de pasterización (70°C).

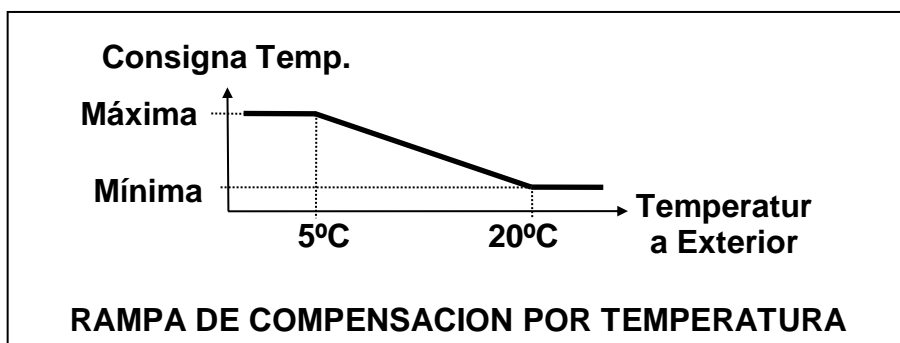
#### **4.3.5 DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA**

Se representarán los circuitos secundarios para la calefacción de las instalaciones que arrancan según sus respectivos programas horarios de forma independiente con el condicionante común de la máxima temperatura exterior ajustada para calefacción. Las bombas de circulación de agua rotan por horas de trabajo o por fallo de arranque.





La regulación de temperatura de impulsión de agua se lleva a cabo también individualmente mediante la sonda de temperatura de impulsión y la válvula de tres vías asociada a cada circuito. La consigna de impulsión de cada uno se calcula mediante rampas independientes de compensación por temperatura exterior. Para cada uno de ellas, se puede ajustar un par de valores máximo y mínimo de impulsión correspondientes a temperaturas exteriores de +5°C y de +20°C. Estos valores se pueden ajustar desde la pantalla gráfica de circuitos secundarios.





#### 4.3.6 CLIMATIZADORES CL-1 Y CL-2 DE NAVE DE MANTENIMIENTO

Estos equipos dan servicio a la Nave de Mantenimiento y Estacionamiento, regulando su temperatura de ambiente. Su arranque se hace mediante programa horario independiente para cada uno ajustado desde el Sistema de Control, o bien por comando manual directo del Operador del Sistema. Los lazos de regulación están habilitados a través del estado del ventilador de impulsión, por lo que también lo harán si se arranca manualmente desde el propio cuadro de fuerza.

Regulan la temperatura de impulsión para conseguir la consigna calculada por una rampa de compensación común a las dos máquinas, pudiendo establecer un valor ajustable de **“Offset”** para cada una de ellas, de manera que se puedan establecer pequeñas diferencias de temperatura en cada uno de los segmentos de la nave a los que dan servicio. Se actúa así en secuencia sobre la batería de calor y las compuertas de freecooling.

Se deben consignar los valores mínimo (para temperatura exterior <5°C) y máximo (para temperatura exterior >20°C). El valor calculado por rampa también puede ser comandado de forma manual para mantenerlo a un valor fijo.

Las compuertas de freecooling abrirán siempre que la comparación de temperatura entre el aire de **retorno** y el aire **exterior** sea favorable. En caso contrario, permanecerá en la posición de apertura mínima de ventilación ajustada desde el gráfico. En estado de parada del ventilador de impulsión, cerrará válvula y compuertas de freecooling.

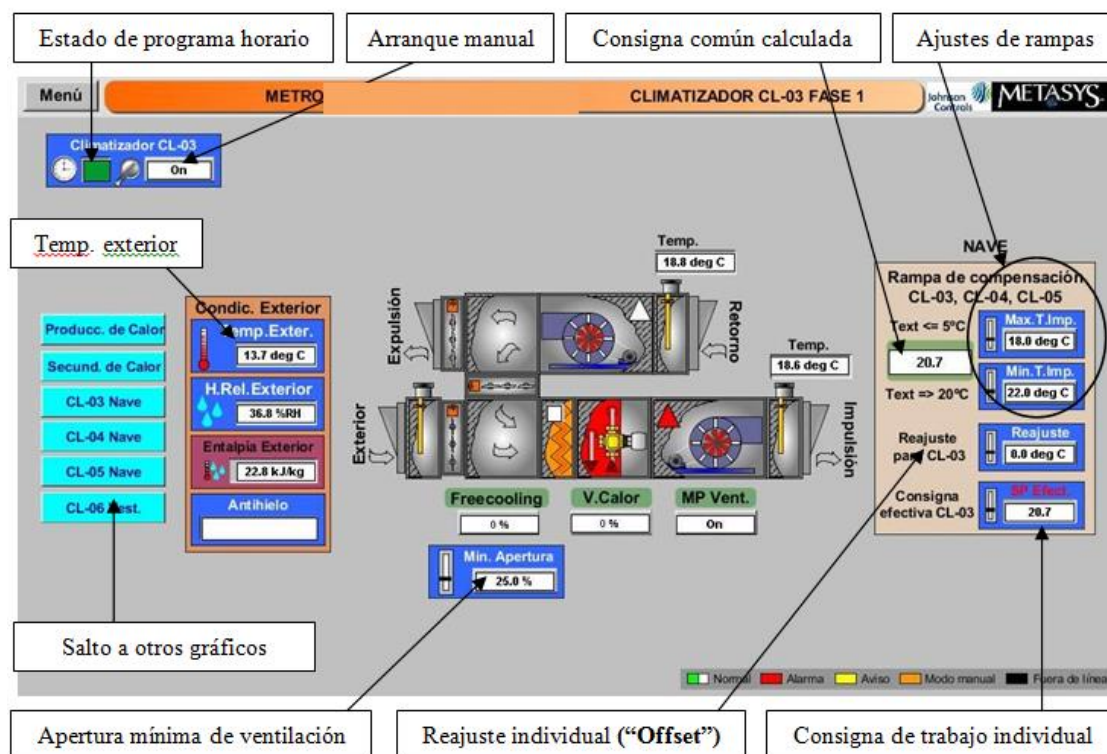
Se podrá habilitar una función de ventilación nocturna para, en época de verano y fuera del horario de funcionamiento, refrigerar la nave mediante las compuertas de freecooling si la temperatura exterior es inferior a la de ambiente. Esta función podría también estar enmarcada en un horario para minimizar el tiempo de marcha de los climatizadores.

El sistema de control genera las siguientes alarmas:

- Fallo de maniobra (discrepancia) con la no coincidencia de orden de maniobra y estado recibido, así como de disparo del térmico de protección.
- Alarma de filtro sucio mediante presostato diferencial .

La protección de antihielo fuerza la apertura de la válvula de calor cuando la temperatura exterior es inferior a una consigna prefijada en 3°C (-0°C / +1°C), no accesible.

El gráfico de uno de los climatizadores es el siguiente:



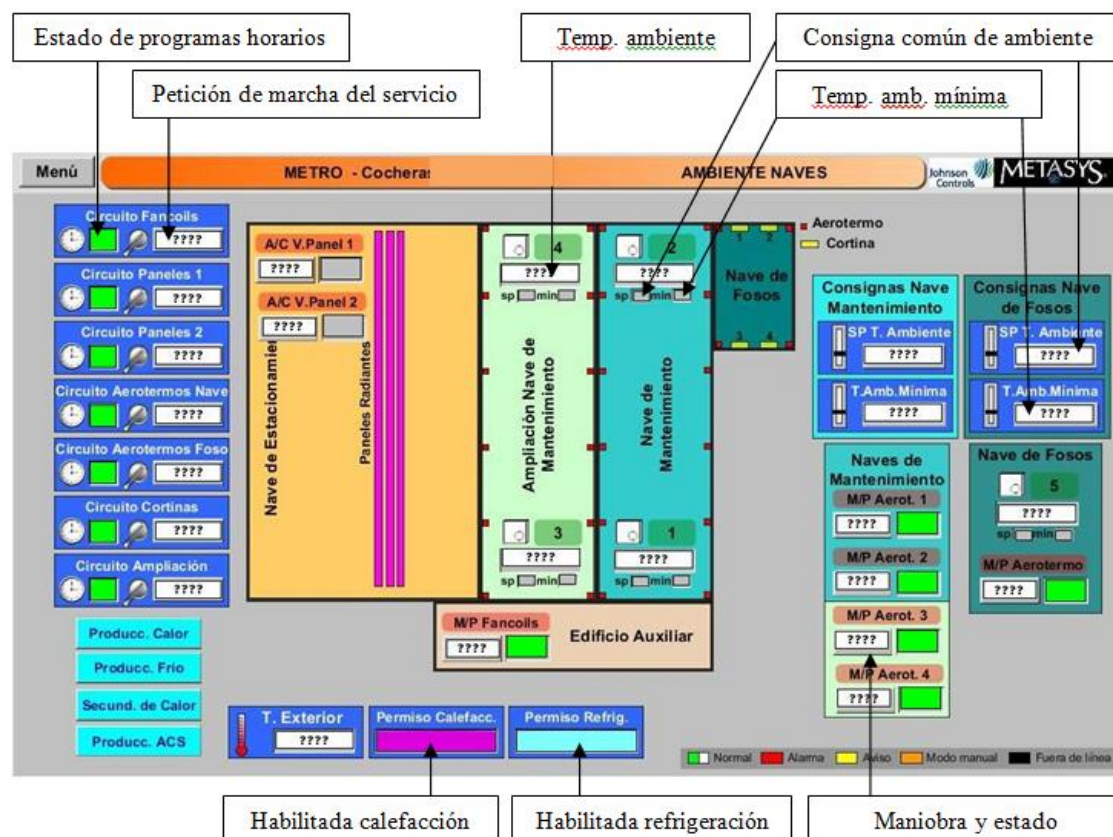
#### 4.3.7 REGULACIÓN DE TEMPERATURA EN NAVES

Las distintas naves de estacionamiento (2 zonas), lavado, foso y limpieza técnica están calefactadas mediante grupos de paneles radiantes suspendidos del techo. Para cada grupo existirá una sonda de temperatura ambiente que actuará en función de un punto de consigna sobre su respectiva válvula de tres vías.

También existirá una consigna de mínima temperatura de ambiente que funciona con la instalación fuera de horario para evitar el subenfriamiento de las naves de tal forma que si el ambiente baja hasta ese valor, el sistema de control arrancará la producción de calor y la distribución del circuito afectado. Esta función puede ser deshabilitada por el Operador.

Se adjunta a continuación un gráfico a modo de ejemplo de lo que se pretende obtener. En cada uno de los recintos se deberá adaptar el mismo a los circuitos secundarios existentes, con sus correspondientes equipos y sondas en cada zona.





Las sondas de ambiente controlan la maniobra de los climatizadores de las naves de Mantenimiento y de los paneles y cortinas de aire en base a un punto de consigna común (+0°C / -1°C) de temperatura ambiente y que es ajustable desde el gráfico. Esta actuación se hace dentro del horario del servicio.

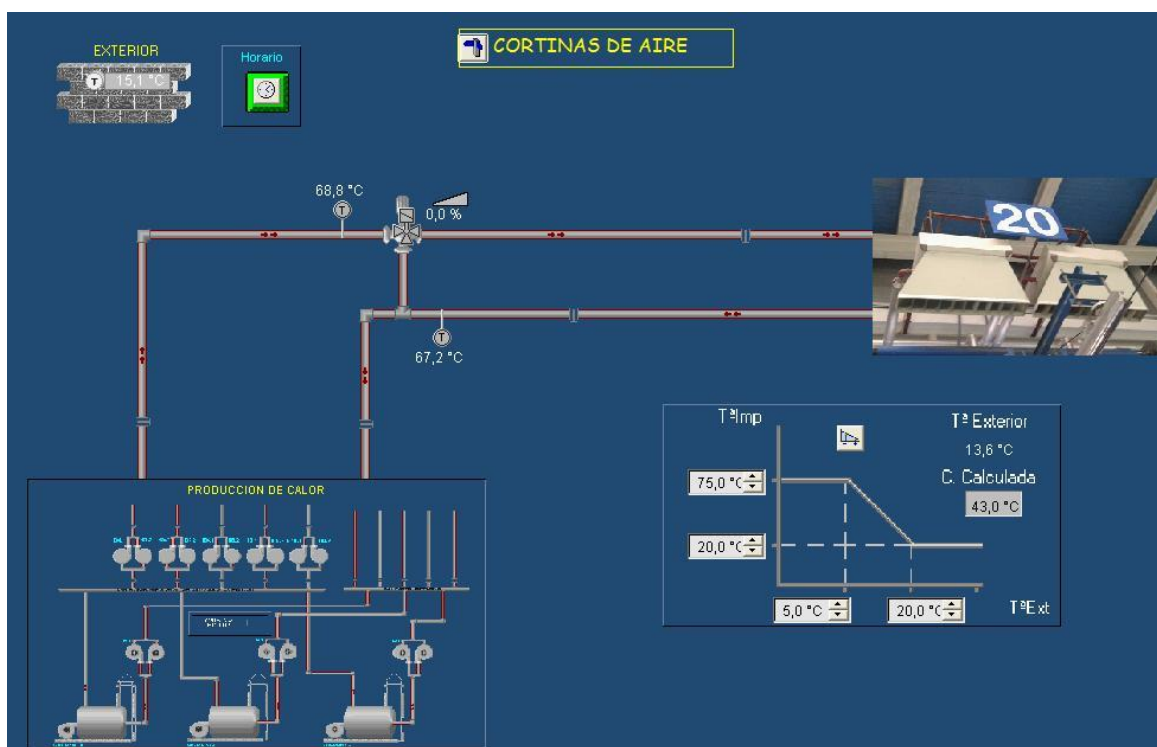
También existe una consigna de mínima temperatura de ambiente (+2°C/ -0°C) que funciona con la instalación fuera de horario para evitar el subenfriamiento de las naves de tal forma que si el ambiente baja hasta ese valor, el sistema de control arrancará la producción de calor y la distribución del circuito afectado.

En el gráfico se indican estas dos circunstancias para cada sonda de ambiente con dos señalizaciones situadas justo bajo la ventana de lectura correspondiente.

#### 4.3.8 CORTINAS

En cada puerta de entrada de trenes a las naves existe una cortina de aire caliente para evitar parcialmente la pérdida de energía. Cada una de ellas activa su ventilador mediante enclavamiento con la apertura de su puerta correspondiente.

Desde el sistema de gestión, se controlan 8 circuitos eléctricos que alimentan a la totalidad de las cortinas. Esta maniobra se hará por programación horaria y en función de la temperatura exterior.

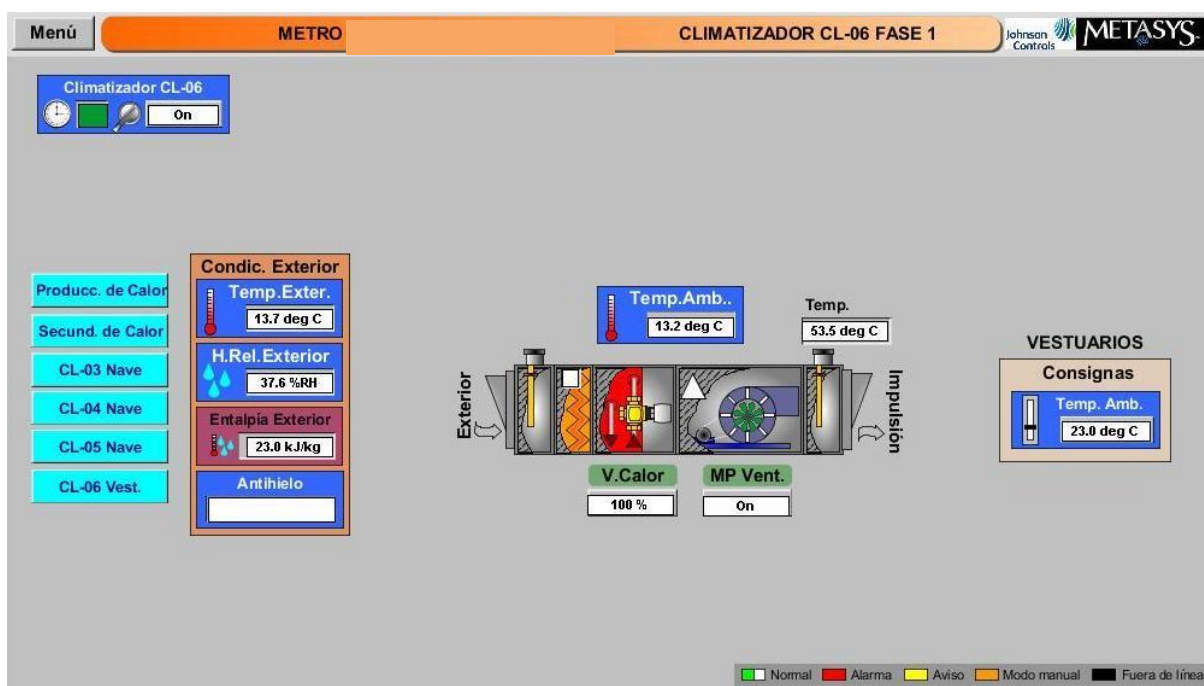
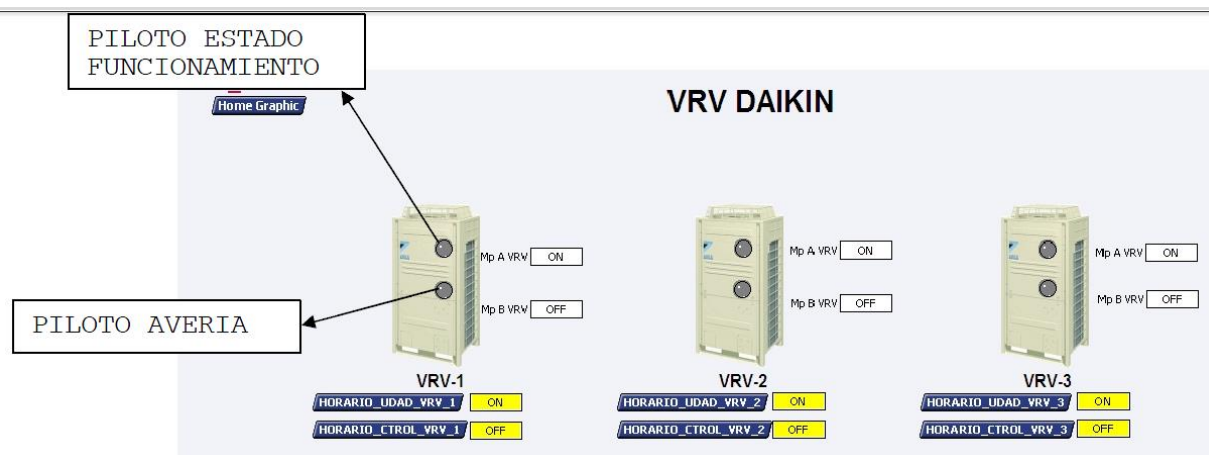


#### 4.3.9 CLIMATIZACIÓN DE OFICINAS

Se utiliza un sistema VRV autónomo con tecnología inverter lineal con dos unidades exteriores bomba de calor reversibles, para las plantas Baja y Primera y hasta 25 unidades interiores tipo cassette instaladas en falso techo, así como tipo consola. Estas unidades disponen cada una de su propio control local.

El sistema de gestión proporciona las maniobras de marcha /paro para estas unidades, así como el tratamiento del aire primario mediante una bomba de calor reversible que da servicio al climatizador CL-03, con batería de frío / calor, funcionamiento todo aire exterior con recuperador estático y curva de compensación de la consigna de temperatura de impulsión. El cambio Invierno / Verano del conjunto se hará según las consignas inferior y superior de temperatura exterior ajustadas.

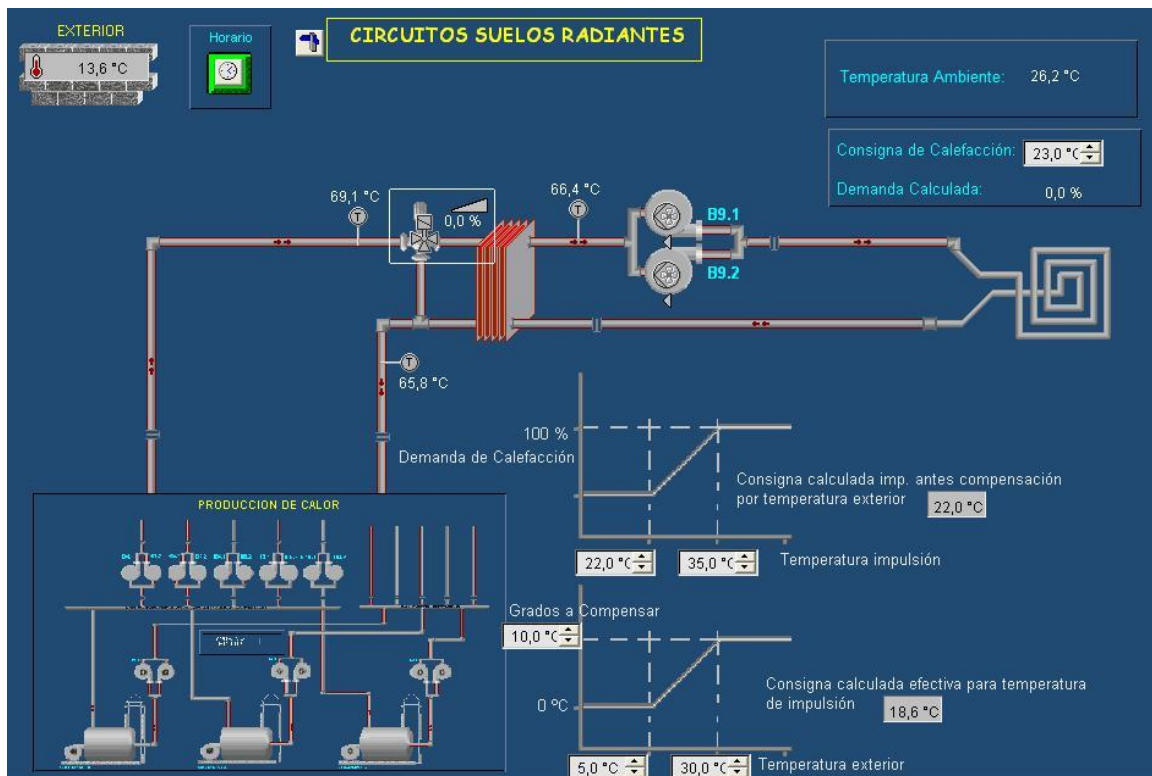
El gráfico de cada sistema VRV tendrá una tipología similar a la que se adjunta a continuación:



#### 4.3.10 CALEFACCIÓN DE ASEOS Y VESTUARIOS

Mediante una instalación de suelo radiante se da servicio de calefacción a estas zonas. Arrancarán mediante programa horario una bomba de cada pareja del circuito secundario de Suelo Radiante y otra de secundario de intercambiador.

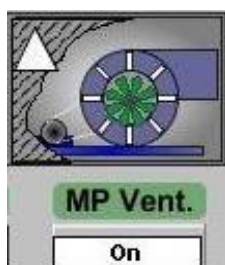
La consigna de temperatura ambiente ajustada por el Operador se usará para modular la válvula de tres vías de primario del intercambiador del circuito de calor, siendo limitada su apertura por un segundo lazo de regulación de máxima temperatura de impulsión de agua; además, si la temperatura de impulsión supera en 5°C durante tres minutos dicha consigna de máxima, se da orden de parada a las bombas de circulación de agua para protección de la instalación.



#### 4.3.11 EXTRACCIÓN

Se controlan las maniobras de cinco extractores de volúmenes técnicos y aseos. Arrancarán mediante programa horario.

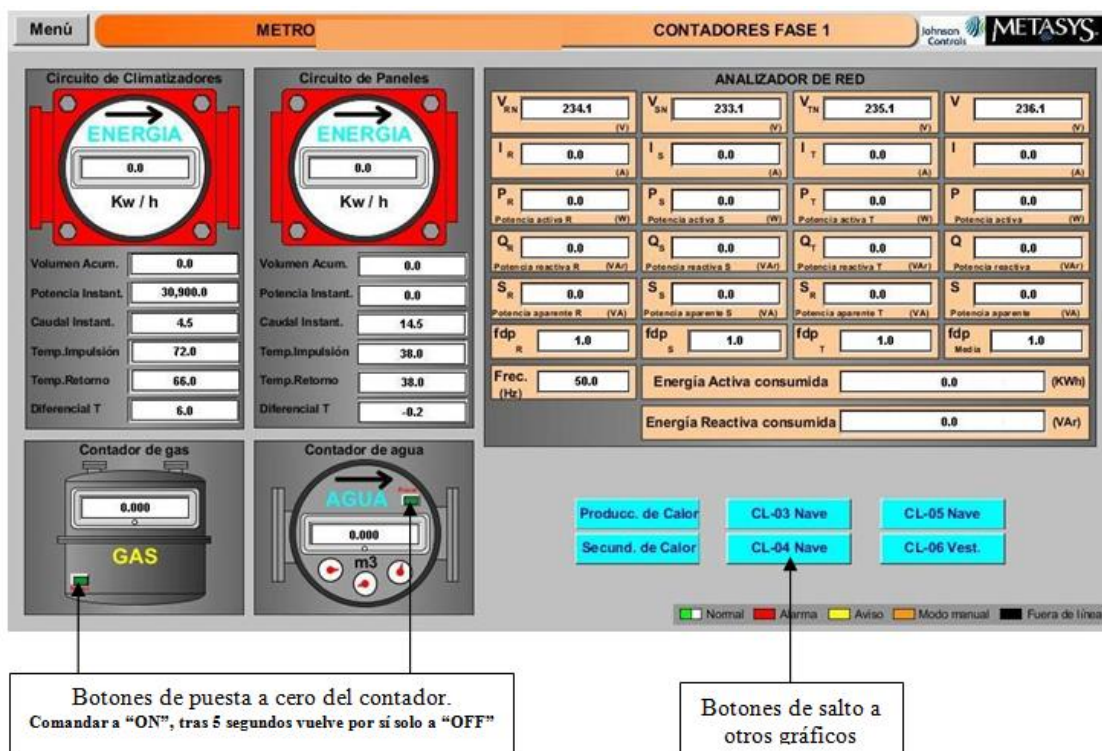
Se representarán en un solo gráfico todos los extractores existentes en cada recinto, de forma similar al que sigue:





#### 4.3.12 CONTADORES

Se ha previsto recoger contactos libres de tensión de los contadores de agua de llenado de la instalación de calefacción, de la instalación de consumo de agua para ACS y de gas. También se recogen mediante integración por bus los valores de los contadores de energía térmica producida de los circuitos primarios de calefacción y ACS (instalados en calderas) y de los paneles de energía solar térmica, así como las del analizador de red instalado en el cuadro de fuerza y control de la sala. El gráfico asociado a estas lecturas queda como sigue, integrando tantos contadores como existan en la instalación:



#### 4.3.13 LISTADO DE PUNTOS

Se adjunta a continuación los listados de puntos y elementos de control de cada uno de los recintos objeto de la presente memoria.



# Sustitución Sistemas de Control Depósitos Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid

Metro de Madrid, S.A.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

COCHERAS METRO L3 VILLAVEVERDE							mar-17
DESCRIPCION	EA	ED	SA	SD	EQUIPO	UDS	NOTAS
<b>CUADRO CC01 SALA DE MAQUINAS</b>							
<b>PRODUCCION PRIMARIA DE CALOR</b>							
Temperatura Impulsión / Retorno general	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
Temperatura entrada /salida calderas	6				TS-6360D-A10 // PT1000	6	
M/P/E Calderas		3		3			
Alarmas de Calderas		3					
Pirostatos de Calderas		3					
Interruptores de flujo		3			F61SB9100	3	
M/P/E Bombas primarias BPC1, 2, 3		6		6			
Térmicos Bombas primarias BPC1, 2, 3		6					
A/C V2V aislamiento VCA1, VCA2, VCA3				3	VMJ100	3	Actuadores de nueva instalación
Est. Cierre VCA1, VCA2, VCA3		3					
Integración de contadores (energía y consumo)					Puntos de integración BACNET		Necesarias pasarelas MBUS-BACNET
PARCIAL PUNTOS	8	27	0	12	47		
Parcial controladores					FEC-2611	1	
					IOM-1711	1	
					IOM-3721	1	
					IOM-4711	1	
<b>SECUNDARIO DE CALOR</b>							
<b>NAVES DE MANTENIMIENTO B1 Y B2</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	4				TS-6360D-A10 // PT1000	4	
M/P/E Bombas secundarias B1, 1/2 - B2, 1/2		4		4			
Térmico Bombas secundarias B1, 1/2 - B2, 1/2		4					
Regulación V3V Calor			2		0...10 vdc	2	
<b>NAVES DE ESTACIONAMIENTO B3 Y B4</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	4				TS-6360D-A10 // PT1000	4	
M/P/E Bombas secundarias B3, 1/2 - B4, 1/2		4		4			
Térmico Bombas secundarias B3, 1/2 - B4, 1/2		4					
Regulación V3V Calor			2		0...10 vdc	2	
<b>LAVADO, FOSO, LIMPIEZA TECNICA.</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
M/P/E Bombas B5, 1/2		2		2			
Térmico Bombas B5, 1/2		2					
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
<b>SECUND. CORTINAS</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
M/P/E Bombas B6, 1/2		2		2			
Térmico Bombas B6, 1/2		2					
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
<b>SECUNDARIO SUELO RADIANTE</b>							
Temperatura impulsión/retorno Suelo Radiante	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
M/P/E Bombas B8, 1/2 y B9, 1/2		4		4			
Térmico Bombas B8, 1/2 y B9, 1/2		4					
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
PARCIAL PUNTOS	14	32	7	16	69		
Parcial controladores					FEC-2611	1	
					IOM-2721	1	
					IOM-3721	1	
					IOM-4711	2	
<b>PRODUCCION DE ACS</b>							
Temperatura entrada /salida caldera	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
M/P/E Calderas		1		1			
Alarma de Calderas		1					
Pirostato de Calderas		1					
Interruptor de flujo		1			F61SB9100	1	
M/P/E Bombas primarias BPACS1, 1/2		2		2			
Térmico Bombas primarias BPACS1, 1/2		2					
M/P/E Bomba retorno BRET1, 1/2		2		2			
Térmico Bomba retorno BRET1, 1/2		2					
A/C Valvula 2 vias caldera		2		1	VMJ40	2	Actuador Nuevo, cerrado en calefacción
<b>PRODUCCION DE ACS; PANELES SOLARES</b>							
Temperatura salida paneles solares	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Temperatura depósitos acum. calderas	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Temperatura depósitos acum. Solar	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
Temperatura impulsión a consumo	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Reg. Valvula 3 vias depósitos acum. calderas			1			1	
Reg. Valvula 3 vias depósitos acum. Solar			2			2	
M/P/E Bombas primario solar B10, 1/2		2		2			
Térmico Bombas primario solar B10, 1/2		2					
Reg. Valvula 3 vias salida a consumo			1		0...10 vdc	1	
<b>GRUPO DE PRESION</b>							
Lectura de presión de agua de red	1				P299DVB-1C + adaptador	1	Rosca macho 1/4" SAE
M/P/E Bombas grupo de presión		2		2			
Térmico Bombas grupo de presión		2					
PARCIAL PUNTOS	8	22	4	10	44		
Parcial controladores					FEC-1811	1	
					IOM-2721	1	
					IOM-3721	1	
					IOM-4711	1	
<b>MANIOBRAS DE CLIMATIZADORES</b>							
M/P/E ventiladores CL-01		2		2			
Alarma térmico ventiladores CL-01		2					



# Sustitución Sistemas de Control Depósitos Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid

Metro de Madrid, S.A.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

COCHERAS METRO L3 VILLVERDE							mar-17
DESCRIPCION	EA	ED	SA	SD	EQUIPO	UDS	NOTAS
M/P/E ventiladores CL-02		2		2			
Alarma térmica ventiladores CL-02		2					
M/P/E ventilador UTA-03		1		1			
Alarma térmica ventilador UTA-03		1					
<b>EXTRACTORES</b>							
M/P/E Extractores E1 a E5		5		5			
Alarma Extractores E1 a E5		5					
<b>CORTINAS</b>							
M/P/E Cortinas		8		8			
PARCIAL PUNTOS	0	28	0	18	46		
Parcial controladores					IOM-1711	1	
					IOM-3731	3	
TOTAL SEÑALES CUADRO CC01	30	81	11	38	160		
TOTAL CONTROLADORES CUADRO CC01					FEC-2611	2	
					FEC-1611	1	
					IOM-1711	1	
					IOM-2721	2	
					IOM-3721	3	
					IOM-4711	4	
<b>CUADRO CC02 CUBIERTA</b>							
<b>CL-01 NAVES DE MANTENIMIENTO</b>							
Temperatura y humedad conducto de retorno	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura y humedad conducto de impulsión	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura ambiente	2				TM-2140-0000 - NTC 10K	2	
Prestato filtro		1			P233A-4-PHC	1	
Regulación compuertas Freecooling			1		M-9116-GGA-1	3	Actuadores de nueva instalación
Reg. Humectador			1		0...10 vdc		
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
<b>CL-02 NAVES DE MANTENIMIENTO</b>							
Temperatura y humedad conducto de retorno	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura y humedad conducto de impulsión	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura ambiente	2				TM-2140-0000 - NTC 10K	2	
Prestato filtro		1			P233A-4-PHC	1	
Regulación compuertas Freecooling			1		M-9116-GGA-1	3	Actuadores de nueva instalación
Reg. Humectador			1		0...10 vdc		
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
PARCIAL PUNTOS	12	2	6	0	20		
Parcial controladores					FEC-2611	2	
<b>METEO</b>							
Temperatura y humedad exterior	2				HT-9006-UD1 // 0...10V // PT1000	1	
<b>BOMBA DE CALOR</b>							
Temperatura entrada / salida BC	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
Interruptor de flujo		1			F61SB9100	1	
M/P/E Bomba de Calor		1		1			
Alarma Bomba de Calor		1					
Cambio VERANO / INVIERNO				1			
<b>UTA-03 AIRE PRIMARIO OFICINAS</b>							
Temperatura conducto de impulsión	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Prestato filtro		1			P233A-4-PHC	1	
Regulación V3V Calor / Frio			1		0...10 vdc	3	
PARCIAL PUNTOS	5	4	1	2	12		
Parcial controladores					FEC-2611	1	
					IOM-1711	1	
TOTAL SEÑALES CUADRO CC02 CUBIERTA	17	6	7	2	32		
TOTAL CONTROLADORES CUADRO CC02					FEC-1611	3	
					IOM-2721	2	
					IOM-3711	1	
					IOM-3721	1	
<b>CUADROS CC03-A /B /C /D /E (5 uds)</b>							
<b>MANIOBRAS UDS INTERIORES VRV DAIKIN</b>							
M/P/E Unidades VRV1 a VRV5		5		5			
Alarma Unidades VRV1 a VRV5		5					
M/P/E Unidades VRV6 a VRV10		5		5			
Alarma Unidades VRV6 a VRV10		5					
M/P/E Unidades VRV11 a VRV15		5		5			
Alarma Unidades VRV11 a VRV15		5					
M/P/E Unidades VRV16 a VRV20		5		5			
Alarma Unidades VRV16 a VRV20		5					
M/P/E Unidades VRV21 a VRV25		5		5			
Alarma Unidades VRV21 a VRV25		5					
TOTAL SEÑALES CUADROS CC03-A /B /C /D /E	0	50	0	25	75		



## Sustitución Sistemas de Control Depósitos Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid

Metro de Madrid, S.A.

### DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

COCHERAS METRO L3 VILLAVEVERDE							mar-17
DESCRIPCION	EA	ED	SA	SD	EQUIPO	UDS	NOTAS
TOTAL CONTROLADORES CUADROS CC03-n					IOM-1711	5	
					IOM-3731	5	
CUADROS CC04-A /B /C /D /E (5 uds)							
AMBIENTE NAVES							
Naves de Estacionamiento (2 zonas)							
Temperatura ambiente	2				LG Ni1000 // 0...10V	2	
Regulación V3V Calor			2		0...10 vdc	2	
Nave de Lavado							
Temperatura ambiente	1				LG Ni1000 // 0...10V	1	
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
Nave de Foso de Tomos							
Temperatura ambiente	1				LG Ni1000 // 0...10V	1	
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
Nave de Limpieza Técnica							
Temperatura ambiente	1				LG Ni1000 // 0...10V	1	
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
TOTAL SEÑALES CUADROS CC04-A /B /C /D /E	5	0	5	0	10		
TOTAL CONTROLADORES CUADROS CC04-n					FEC-1611	5	
TOTAL SEÑALES PROYECTO	52	137	23	65	277		
TOTAL CONTROLADORES PROYECTO					MS-NAE3610-1	1	Supervisor
					FEC-2611	5	
					FEC-1611	6	
					IOM-1711	8	
					IOM-2721	2	
					IOM-3721	3	
					IOM-3731	8	
					IOM-4711	4	





# Sustitución Sistemas de Control Depósitos Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid

Metro de Madrid, S.A.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

COCHERAS METRO L1 VALDECARROS							mar-17
DESCRIPCION	EA	ED	SA	SD	EQUIPO	UDS	NOTAS
<b>CUADRO CC01 SALA DE MAQUINAS</b>							
<b>PRODUCCION PRIMARIA DE CALOR</b>							
Temperatura Impulsión / Retorno general	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
Temperatura entrada /salida calderas	6				TS-6360D-A10 // PT1000	6	
M/P/E Calderas		3		3			
Alarmas de Calderas		3					
Pirostatos de Calderas		3					
Interruptores de flujo		3			F61SB9100	3	
M/P/E Bombas primarias BPC1, 2, 3		6		6			
Térmicos Bombas primarias BPC1, 2, 3		6					
A/C V2V aislamiento VCA1, VCA2, VCA3				3	VMJ100	3	Actuadores de nueva instalación
Est. Cierre VCA1, VCA2, VCA3		3					
Integración de contadores (energía y consumo)					Puntos de integración BACNET		Necesarias pasarelas MBUS-BACNET
PARCIAL PUNTOS	8	27	0	12	47		
Parcial controladores					FEC-2611	1	
					IOM-1711	1	
					IOM-3721	1	
					IOM-4711	1	
<b>SECUNDARIO DE CALOR</b>							
<b>NAVES DE MANTENIMIENTO B1 Y B2</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	4				TS-6360D-A10 // PT1000	4	
M/P/E Bombas secundarias B1, 1/2 - B2, 1/2		4		4			
Térmico Bombas secundarias B1, 1/2 - B2, 1/2		4					
Regulación V3V Calor			2		0...10 vdc	2	
<b>NAVES DE ESTACIONAMIENTO B3 Y B4</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	4				TS-6360D-A10 // PT1000	4	
M/P/E Bombas secundarias B3, 1/2 - B4, 1/2		4		4			
Térmico Bombas secundarias B3, 1/2 - B4, 1/2		4					
Regulación V3V Calor			2		0...10 vdc	2	
<b>LAVADO, FOSO, LIMPIEZA TECNICA.</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
M/P/E Bombas B5, 1/2		2		2			
Térmicos Bombas B5, 1/2		2					
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
<b>SECUND. CORTINAS</b>							
Temperatura impulsión/retorno circuito	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
M/P/E Bombas B6, 1/2		2		2			
Térmicos Bombas B6, 1/2		2					
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
<b>SECUNDARIO SUELO RADIANTE</b>							
Temperatura impulsión/retorno Suelo Radiante	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
Temperatura ambiente Suelo Radiante	1				TM-2140-0000	1	
M/P/E Bombas B8, 1/2 y B9, 1/2		4		4			
Térmicos Bombas B8, 1/2 y B9, 1/2		4					
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
PARCIAL PUNTOS	15	32	7	16	70		
Parcial controladores					FEC-2611	1	
					IOM-2721	1	
					IOM-3721	1	
					IOM-4711	2	
<b>PRODUCCION DE ACS</b>							
Temperatura entrada /salida caldera	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
M/P/E Calderas		1		1			
Alarma de Calderas		1					
Pirostato de Calderas		1					
Interruptor de flujo		1			F61SB9100	1	
M/P/E Bombas primarias BPACS1, 1/2		2		2			
Térmicos Bombas primarias BPACS1, 1/2		2					
M/P/E Bomba retorno BRET1, 1/2		2		2			
Térmico Bomba retorno BRET1, 1/2		2					
A/C Valvula 2 vias caldera		2		1	VMJ40	2	Actuador Nuevo, cerrado en calefacción
<b>PRODUCCION DE ACS; PANELES SOLARES</b>							
Temperatura salida paneles solares	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Temperatura depósitos acum. calderas	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Temperatura depósitos acum. Solar	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
Temperatura impulsión a consumo	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Reg. Valvula 3 vias depósitos acum. calderas			1			1	
Reg. Valvula 3 vias depósitos acum. Solar			2			2	
M/P/E Bombas primario solar B10, 1/2		2		2			
Térmicos Bombas primario solar B10, 1/2		2					
Reg. Valvula 3 vias salida a consumo			1		0...10 vdc	1	
<b>GRUPO DE PRESION</b>							
Lectura de presión de agua de red	1				P299DVB-1C + adaptador	1	Rosca macho 1/4" SAE
M/P/E Bombas grupo de presión		2		2			
Térmico Bombas grupo de presión		2					
PARCIAL PUNTOS	8	22	4	10	44		
Parcial controladores					FEC-1611	1	
					IOM-2721	1	
					IOM-3721	1	
					IOM-4711	1	
<b>MANIOBRAS DE CLIMATIZADORES</b>							
M/P/E ventiladores CL-01		2		2			



# Sustitución Sistemas de Control Depósitos Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid

Metro de Madrid, S.A.

## DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

COCHERAS METRO L1 VALDECARROS							mar-17
DESCRIPCION	EA	ED	SA	SD	EQUIPO	UDS	NOTAS
Alarma térmica ventiladores CL-01		2					
M/P/E ventiladores CL-02		2		2			
Alarma térmica ventiladores CL-02		2					
M/P/E ventilador UTA-03		1		1			
Alarma térmica ventilador UTA-03		1					
<b>EXTRACTORES</b>							
M/P/E Extractores E1 a E5		5		5			
Alarma Extractores E1 a E5		5					
<b>CORTINAS</b>							
M/P/E Cortinas		8		8			
PARCIAL PUNTOS	0	28	0	18	46		
Parcial controladores					IOM-1711	1	
					IOM-3731	3	
TOTAL SEÑALES CUADRO CC01	31	81	11	38	161		
TOTAL CONTROLADORES CUADRO CC01					FEC-2611	2	
					FEC-1611	1	
					IOM-1711	1	
					IOM-2721	2	
					IOM-3721	3	
					IOM-4711	4	
<b>CUADRO CC02 CUBIERTA</b>							
<b>CL-01 NAVES DE MANTENIMIENTO</b>							
Temperatura y humedad conducto de retorno	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura y humedad conducto de impulsión	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura ambiente	1				TM-2140-0000 - NTC 10K	2	
Presostato filtro		1			P233A-4-PHC	1	
Regulación compuertas Freecooling			1		M-9116-GGA-1	3	Actuadores de nueva instalación
Reg. Humectador			1		0...10 vdc		
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
<b>CL-02 NAVES DE MANTENIMIENTO</b>							
Temperatura y humedad conducto de retorno	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura y humedad conducto de impulsión	2				HT-9001-UD1	1	
Temperatura ambiente	1				TM-2140-0000 - NTC 10K	2	
Presostato filtro		1			P233A-4-PHC	1	
Regulación compuertas Freecooling			1		M-9116-GGA-1	3	Actuadores de nueva instalación
Reg. Humectador			1		0...10 vdc		
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
PARCIAL PUNTOS	10	2	6	0	18		
Parcial controladores					FEC-2611	2	
<b>METEO</b>							
Temperatura y humedad exterior	2				HT-9006-UD1 // 0...10V // PT1000	1	
<b>BOMBA DE CALOR</b>							
Temperatura entrada / salida BC	2				TS-6360D-A10 // PT1000	2	
Interruptor de flujo		1			F61SB9100	1	
M/P/E Bomba de Calor		1		1			
Alarma Bomba de Calor		1					
Cambio VERANO / INVIERNO				1			
<b>UTA-03 AIRE PRIMARIO OFICINAS</b>							
Temperatura conducto de impulsión	1				TS-6360D-A10 // PT1000	1	
Presostato filtro		1			P233A-4-PHC	1	
Regulación V3V Calor / Frío			1		0...10 vdc	3	
PARCIAL PUNTOS	6	4	1	2	12		
Parcial controladores					FEC-2611	1	
					IOM-1711	1	
TOTAL SEÑALES CUADRO CC02 CUBIERTA	15	6	7	2	30		
TOTAL CONTROLADORES CUADRO CC02					FEC-1611	3	
					IOM-2721	2	
					IOM-3711	1	
					IOM-3721	1	
<b>CUADROS CC03-A /B /C /D /E (5 uds)</b>							
<b>MANIOBRAS UDS INTERIORES VRV DAIKIN</b>							
M/P/E Unidades VRV1 a VRV5		5		5			
Alarma Unidades VRV1 a VRV5		5					
M/P/E Unidades VRV6 a VRV10		5		5			
Alarma Unidades VRV6 a VRV10		5					
M/P/E Unidades VRV11 a VRV15		5		5			
Alarma Unidades VRV11 a VRV15		5					
M/P/E Unidades VRV16 a VRV20		5		5			
Alarma Unidades VRV16 a VRV20		5					
M/P/E Unidades VRV21 a VRV25		5		5			
Alarma Unidades VRV21 a VRV25		5					
TOTAL SEÑALES CUADROS CC03-A /B /C /D /E	0	50	0	25	75		



## Sustitución Sistemas de Control Depósitos Villaverde y Valdecarros de Metro de Madrid

Metro de Madrid, S.A.

### DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

COCHERAS METRO L1 VALDECARROS							mar-17
DESCRIPCION	EA	ED	SA	SD	EQUIPO	UDS	NOTAS
TOTAL CONTROLADORES CUADROS CC03-n					IOM-1711	6	
					IOM-3731	6	
CUADROS CC04-A /B /C /D /E (5 uds)							
AMBIENTE NAVES							
Naves de Estacionamiento (2 zonas)							
Temperatura ambiente	2				LG Ni1000 // 0...10V	2	
Regulación V3V Calor			2		0...10 vdc	2	
Nave de Lavado							
Temperatura ambiente	1				LG Ni1000 // 0...10V	1	
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
Nave de Foso de Tomos							
Temperatura ambiente	1				LG Ni1000 // 0...10V	1	
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
Nave de Limpieza Técnica							
Temperatura ambiente	1				LG Ni1000 // 0...10V	1	
Regulación V3V Calor			1		0...10 vdc	1	
TOTAL SEÑALES CUADROS CC04-A /B /C /D /E	5	0	6	0	10		
TOTAL CONTROLADORES CUADROS CC04-n					FEC-1611	6	
TOTAL SEÑALES PROYECTO	51	137	23	66	276		
TOTAL CONTROLADORES PROYECTO					MS-NAE3610-1	1	Supervisor
					FEC-2611	6	
					FEC-1611	6	
					IOM-1711	8	
					IOM-2721	2	
					IOM-3721	3	
					IOM-3731	8	
					IOM-4711	4	



## 5 REPUESTOS Y MATERIALES

Todos los repuestos y materiales requeridos para la correcta ejecución de este proyecto, están incluidos dentro del precio de Licitación. Se deberá entregar una lista completa y detallada (cantidad, marca y modelo) de los repuestos y materiales empleados, así como todas las fichas técnicas de cada una de los mismos. Los repuestos y materiales deberán cumplir la normativa específica vigente para cada tipo: eléctricos, etc.

## 6 PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se debe incluir en la Oferta Técnica plazo de ejecución del proyecto ofertado, que incluirá el plazo de entrega de los equipos necesarios, instalación y puesta en marcha, **siendo el plazo máximo de 6 meses desde la firma del contrato.**

Los requisitos mínimos que se deben cumplir sobre la ejecución de los trabajos son los siguientes:

a) El Contratista adjudicatario designará una persona responsable de la ejecución de los trabajos contratados, que será el único interlocutor con Metro para todas las cuestiones relacionadas con el desarrollo de los trabajos.

La definición, obligaciones y competencias del responsable del proyecto son las siguientes:

- Tendrá las atribuciones que se le reconocen en los pliegos de condiciones. Dicho nombramiento se comunicará a METRO antes de la fecha de comienzo del Suministro. El Contratista se compromete a mantener la designación efectuada hasta el fin de la Prestación de Servicio, salvo que por causas justificadas precise sustituirlo, en cuyo caso, deberá solicitar autorización a METRO.
- En el caso de que el Suministro se realice en las instalaciones propias de METRO, el Contratista vendrá obligado a designar a una persona que será su representante ante METRO, y por tanto localizable en todo momento.
- Asimismo METRO, cuando por la complejidad y/o volumen del Suministro, así lo haya hecho constar en los Pliegos de Condiciones, podrá exigir del Contratista la asignación del equipo necesario de personal facultativo para que, bajo la dependencia de su Responsable, le asista y colabore con el mismo en su correcta ejecución de aquélla.
- El Responsable habrá de tener autonomía suficiente para adoptar toda clase de resoluciones que el desarrollo del Suministro contratada requiera, en coordinación con el personal de METRO, asignado al efecto, así como para la confección de certificaciones y liquidación de la Prestación del Suministro.



- METRO podrá, en cualquier momento, promover o instar ante el Contratista la sustitución de su Responsable o cualquier persona que integre su equipo de personal, cuando incurran en actos y omisiones que comprometan o perturben el desarrollo previsto de los programas de trabajo y en general la correcta ejecución del Suministro.
  - En tal caso, el Contratista deberá proceder a la sustitución de la persona a la que se ha solicitado su sustitución en el plazo más breve posible que, en ningún caso, podrá exceder de quince (15) días. En cualquier caso, dicho plazo máximo lo establecerá el Director del Suministro atendiendo al plazo de realización del Suministro establecido en el Contrato.
- b) El Contratista informará a METRO al menos con una semana de antelación, sobre la fecha prevista de inicio de los trabajos y de paro de los equipos para recibir la autorización correspondiente.
- c) Para el tratamiento de gas: autorización administrativa de la empresa instalador y carnet de manipulador de la persona o personas que vayan a tratar el gas.
- d) Para la instalación eléctrica: Certificado de empresa instaladora categoría especialista, certificado de cualificación individual categoría especialista, listado acreditativo de los trabajadores según RD 614/2001 sobre riesgo eléctrico cualificados y autorizados.
- e) Proyecto eléctrico, para proceder a la firma de autorización de inicio de los trabajos, por parte de Metro de Madrid.
- f) Desmontaje de los equipos instalados en la actualidad y la retirada de los mismos, así como todos los componentes de la instalación, como conductos y tuberías.
- g) Se detallará la planificación de la actividad así como el plazo de ejecución de los trabajos, siempre incluyendo en este plazo de ejecución lo que se menciona en el apartado f), del presente punto. Se considera plazo de ejecución todo el periodo transcurrido desde la firma del contrato hasta la finalización del protocolo de pruebas y la certificación final.
- h) Para la ejecución de cualquiera de las actuaciones necesarias para el desarrollo de este trabajo, se requiere la comunicación diaria a Metro de la hora de comienzo y finalización de las operaciones por el medio y sistema que se indique en su momento, con indicación expresa del estado en el que se queda el equipo (funcionando, parado por avería, parado pendiente terminación de los trabajos) a la finalización de la jornada.
- i) Se deberán señalar, delimitar y proteger las zonas de trabajo.
- j) Se tendrá en cuenta que los equipos instalados tienen que seguir funcionando, por lo que el tiempo de parada de los mismos tiene que ser el mínimo posible.
- k) Redacción del Plan de Seguridad y Salud, incluyendo la Evaluación de Riesgos específicos del suministro, según lo estipulado en RD 1627/1998 de 25 de octubre.



## **7 REQUISITOS DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Adjudicatario queda obligado a observar y hacer cumplir a todo su personal las normas de seguridad y salud en el trabajo que establezca la legislación y normativas vigentes.

Será responsabilidad del Adjudicatario cumplir con el Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales de Metro, realizando la correspondiente coordinación preventiva de actividades empresariales, para la protección eficaz de los trabajadores que vayan a desarrollar su actividad en las instalaciones de Metro. De requerir la actuación de una empresa subcontratada, presentará la correspondiente solicitud de autorización de subcontratación según los formatos que Metro designe.

Con tal fin, el Adjudicatario hará entrega de la documentación que Metro le solicite según los formatos correspondientes. Asimismo, facilitará el listado acreditativo de los trabajadores que van a desarrollar su actividad en las instalaciones de Metro, que deberá actualizar cada vez que sufra una variación.

Se utilizarán equipos de protección individual (EPI's), herramientas, accesorios y ropa de trabajo homologados para las operaciones que se van a realizar durante la ejecución de los trabajos.

Se llevarán a cabo las diferentes reuniones que con carácter obligatorio y como coordinación de actividades empresariales marca la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

En particular, el Contratista deberá al menos cumplir y hacer cumplir a sus trabajadores los procedimientos que en materia de prevención laboral tenga establecidos para los trabajos objeto de este Pliego, además de observar los que Metro establece para sus propios trabajadores, conforme a la correspondiente documentación, preexistente o sobrevenida, que, a tal efecto, reciba de Metro.

Caso de observar alguna discrepancia o incompatibilidad entre las normas y procedimientos de prevención de riesgos de aplicación y elaboración propia, respecto a los indicados por Metro como referencia en actividades de idéntica naturaleza, habrá de ser puesto de manifiesto para su análisis, discusión y resolución necesaria.

## **8 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR**

El Contratista adjudicatario deberá entregar la siguiente documentación técnica al finalizar los trabajos:

- Instrucciones y procedimientos de montaje de los dispositivos y elementos a instalar, así como los manuales de funcionamiento, características técnicas, puesta en marcha.
- Manual de mantenimiento.





- Memoria técnica definitiva, firmada por la empresa instaladora.
- Documentación de planos y documentos.
- Listado de repuestos y sus fichas técnicas.
- En el caso que sea necesario algún tipo de SW, se hará entrega del mismo en la recepción definitiva de los trabajos, acompañado de las instrucciones de uso necesarias. Se realizará una guía de uso del programa que incluya todo lo necesario para realizar la programación, con el fin de facilitar los conocimientos necesarios al personal de Metro de Madrid.
- Copia de albaranes y DCS (Documento de Control y Seguimiento) de los residuos peligrosos y no peligrosos generados, que serán gestión integral del adjudicatario.
- Protocolo de pruebas a realizar para la comprobación de los trabajos realizados, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de la instalación.

## 9 OFERTA TÉCNICA

La oferta deberá incluir la siguiente documentación:

- a) El licitador incluirá en un único archivo (formato PDF) la documentación que estime conveniente, en orden a demostrar la perfecta comprensión, contenido y alcance de los trabajos a desarrollar, los métodos a emplear y su capacitación técnica.
- b) Es necesario incluir dentro de la oferta técnica el detalle de los recursos aportados, tanto técnicos como humanos, para la descripción de los recursos humanos disponibles y la organización de los mismos para el cumplimiento del alcance del contrato.
- c) Se deberá presentar una relación inicial de todo el personal que el licitador tiene previsto asignar al contrato, junto con los correspondientes Currículum Vitae (de acuerdo con lo indicado en el apartado 20 del cuadro resumen del Pliego de Condiciones Particulares), Certificados de Cursos y de Experiencia, y Títulos Académicos, según lo especificado anteriormente.
- d) Complementando y resumiendo la información anterior, se indicará el personal equivalente para la ejecución del proyecto, y su disponibilidad en porcentaje, entendiendo como máximo el 100 % de disponibilidad y dedicación.



PERSONAL ADSCRITO AL PROYECTO		
Categoría	Nº de Técnicos	Disponibilidad (%)

- e) Procedimientos de trabajo y plan de actuación. Se deberá incluir el plazo de ejecución del contrato, siendo el plazo máximo de 6 meses desde la firma del contrato.
- f) Relación de marca y modelos de los equipos y materiales que se ponen a disposición del contrato.
- g) Relación de herramientas y equipos para medidas de temperatura, presión, humedad, variables, de los que dispondrán los técnicos designados a la instalación objeto de contrato.

## 10 GARANTÍA

Las instalaciones tendrán una garantía de veinticuatro meses (24) contra todo defecto de fabricación, transporte, instalación y funcionamiento. Esta garantía cubre, tanto la mano de obra como los materiales, por disfuncionalidad de las instalaciones (aviso de avería), para su reparación directamente por el Contratista, incluyendo el desplazamiento a la instalación, diagnosis, determinación de la causa que ha motivado el aviso y toma de medidas correctivas (reparación, etc.) para su inmediata restitución a su correcto funcionamiento.



## **11 ANEXOS**

Los anexos que acompañan al presente pliego son:

- ANEXO I Puntos de Control Villaverde.
- ANEXO II Puntos de Control Valdecarros.
- ANEXO III Mapa de Memoria (provisional) de Comunicaciones con Centro COMMIT (Modbus IP).