

TRABAJO DE FIN DE GRADO

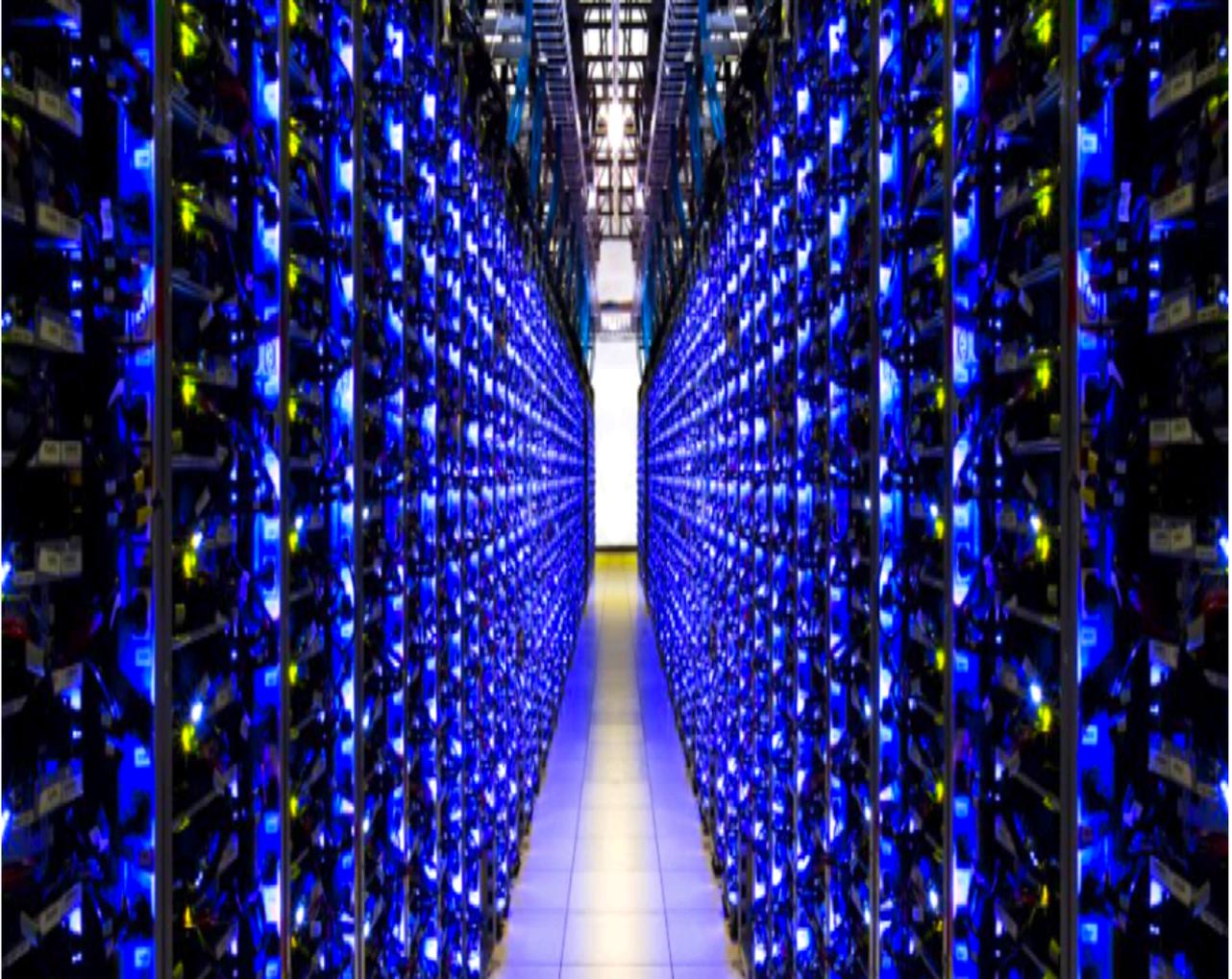
Optimización y estudio del plan de mantenimiento de un CPD.

Grado en ingeniería electrónica industrial y
automática

Año académico: 2018-2019

Autor: Carolina León Mesa

Tutor: Ignacio Teresa Fernández



OPTIMIZACIÓN Y ESTUDIO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE UN CPD

Autor: Carolina León Mesa

Tutor: Ignacio Teresa Fernández

Estudio: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Universidad de La Laguna

Curso académico: 2018-2019



Resumen

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) es la realización de propuestas de mejora y plan de mantenimiento de un Centro de Procesamiento de Datos (CPD o data center) situado en un centro hospitalario, en el cual se observan diversas deficiencias que se deberán identificar, analizar y solucionar para su correcto funcionamiento. Además, la actualización del centro se realizará según la normativa actual aplicable.

Por ello, tras la realización de las mejoras estructurales, se contempla la ejecución un plan de mantenimiento previo a la actualización del centro que acogerá diferentes sistemas de la instalación.



Abstract

This aim of this End of Degree Work is the execution of the optimisation and the maintaining plan of a data centre (CPD or data center) located in a hospital center, in which some deficiencies are observed that must be identified, analysed and solved for its proper work. Besides, the upgrade of the centre will be executed according to the applicable normative.

That is why after the execution of the structural improvements a maintaining plan is considered, previously to the upgrade of the centre, which will hold different installation systems.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. ANTECEDENTES.....	13
1.2. OBJETO DEL PROYECTO.....	13
1.3. EMPLAZAMIENTO.....	14
1.4. DESCRIPCIÓN DE LA SALA	14
1.5. FASES DE DESARROLLO	17
1.6. NORMATIVA APLICABLE	17
2. CENTROS DE PROCESAMIENTOS DE DATOS.....	19
2.1. INFRAESTRUCTURA DE LAS SALAS TÉCNICAS CPD	22
2.1.1. REQUISITOS TÉCNICOS.....	22
2.1.1.1. Paredes.....	23
2.1.1.2. Puertas.....	23
2.1.1.3. Mamparas	23
2.1.1.4. Techo y suelo técnico	24
2.1.1.5. Sistemas eléctricos redundantes N+1	25
2.1.1.6. SAI.....	26
2.1.1.7. PDU	26
2.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	27
2.3. SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	28
2.4. SISTEMA DE DETECCIÓN	29
2.4.1. IÓNICOS.....	31
2.4.2. ÓPTICOS	32
2.4.3. TERMOVELOCIMÉTRICOS	33
2.4.4. DETECCIÓN POR ASPIRACIÓN	34
2.5. SISTEMA DE EXTINCIÓN.....	35
2.5.1. HALÓN.....	36
2.5.2. NOVEC 1230	37
2.5.3. CO ₂	37
2.5.4. HIDROFLUOROCARBUROS, HFCs	38
2.5.4.1. Gas FM-200	39
2.5.4.2. Gas FE-13.....	40
2.6. SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESO.....	42
2.7. CENTRAL DE AVISOS	42
3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS E INFRAESTRUCTURAS DEL CPD.....	43
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SALA CPD	43
3.1.1. INFRAESTRUCTURA DE LA SALA	44
3.2. SISTEMA ELÉCTRICO	44
3.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	45
3.4. SISTEMA DE DETECCIÓN.....	49
3.5. SISTEMA DE EXTINCIÓN	51
3.6. CENTRAL DE AVISOS.....	53

4. MEJORA	55
4.1. INFRAESTRUCTURA DE LA SALA CPD	55
4.1.1. MAMPARA ACRISTALADA	55
4.1.2. PUERTA CONTRAINCENDIOS	57
4.1.3. VENTANA AL EXTERIOR	59
4.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS RACKS	59
4.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	63
4.4. SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESO	65
4.4.1. SISTEMA DE SEGURIDAD VIDEO-VIGILADA	65
4.4.2. CONTROL DE ACCESO	67
4.4.3. MONITORIZACIÓN	68
4.5. MEDIOS EMPLEADOS	69
5. PLAN DE MANTENIMIENTO	71
5.1. ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	73
5.1.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	74
5.1.1.1. Mantenimiento programado	75
5.1.1.2. Mantenimiento predictivo	75
5.1.1.3. Mantenimiento de oportunidad	76
5.1.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	76
5.1.2.1. Mantenimiento inmediato	77
5.1.2.2. Mantenimiento diferido	77
5.1.3. MANTENIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN	77
5.2. NIVELES DE MANTENIMIENTO	78
5.3. NORMATIVA	79
5.4. SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN	80
5.5. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA SALA CPD	81
5.5.1. TIPOS DE AVERÍAS	81
5.5.2. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES	82
5.5.3. CLASIFICACIÓN DE MANTENIMIENTOS	84
5.6. RECURSOS HUMANOS	86
5.6.1. JEFE DE MANTENIMIENTO	86
5.6.2. SUPERVISOR	87
5.6.3. TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO	87
5.6.4. OPERARIOS	88
5.6.5. EMPRESAS EXTERNAS	88
5.6.6. NÚMERO DE TÉCNICOS Y HORARIOS	90
5.7. RECURSOS MATERIALES	93
5.8. PLAN DE MANTENIMIENTO	95
5.8.1. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO	95
6. PRESUPUESTO	97
6.1. PRESUPUESTO DE MEJORA	97
6.2. PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	101
6.2.1. PRESUPUESTO RESUMIDO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	102

7. CONCLUSIÓN Y FUTURAS MEJORAS	103
7.1. CONCLUSION AND FUTURE IMPROVEMENTS.....	104
8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	105
8.1. NORMATIVA.....	105
9. DEFINICIONES.....	107
ANEXOS.....	109

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El estudio en relación a las propuestas de mejoras y plan de mantenimiento del CPD, localizado en un centro hospitalario, en el que se debe mantener en todo momento disponibilidad de información acerca de los historiales médicos de los pacientes que visiten el centro de salud para cualquier tipo de intervención o visita rutinaria. Este tipo de información delicada, es almacenada en el Centro de Procesamiento de Datos (CPD o data center) en la cual se archivan los resultados de las diversas pruebas que se realizan en el centro:

- Radiografías
- Ecografías
- Resonancias magnéticas
- Electromiogramas
- Etc.

En la actualidad, debido al transcurso del tiempo en el cual los equipos precisan de una mejora debido a la aparición de nuevas normativas en las que se busca conseguir un mayor control, mantenimiento, eficiencia y seguridad del CPD, evitando al mínimo cualquier posible accidente y previniendo los ataques informáticos.

Además, a partir de ciertas reuniones mantenidas con superiores y técnicos del departamento de seguridad, departamento de mantenimiento y el departamento de informática se determinaron los principales requerimientos para mejorar los servicios.

1.2. Objeto del proyecto

Realización del estudio respecto a las propuestas de mejoras y plan de mantenimiento del CPD existente en un centro hospitalario, cuya localización es desconocida debido a la ley de protección de datos.

El hospital cuenta con un área compartida en la cual, una pared divisoria acristalada separa la sala que aloja el CPD con un área compartimentada por módulos de despachos donde se encuentra el equipo informático del hospital.

En función del diseño de la sala CPD se contempla la ejecución de realizar una serie de mejoras tanto estructurales, energéticas y logística.

En este proyecto se abarca las siguientes instalaciones:

- Infraestructura de la sala
- Sistema de ventilación
- Sistema contra incendios
- Sistema de control de acceso
- Sistema de vigilancia

Esto supone la valoración del estado y definición de aquellos elementos necesarios para el correcto funcionamiento del centro que albergará con nuevos sistemas de protección y seguridad, garantizando así el cumplimiento de las normativas vigentes.

1.3. Emplazamiento

Debido a la **Ley de protección de datos 3/2018, del 5 de diciembre**, el centro hospitalario no será rebelado por motivos de ataques informáticos y ciberterrorismo.

1.4. Descripción de la sala

La sala CPD está situada en el sótano -3 del centro hospitalario. Cuenta con una superficie de 63,36 m², tal y como se puede observar a continuación, mediante el plano de planta acotado de la sala técnica con la distribución de los diversos equipos que la componen.

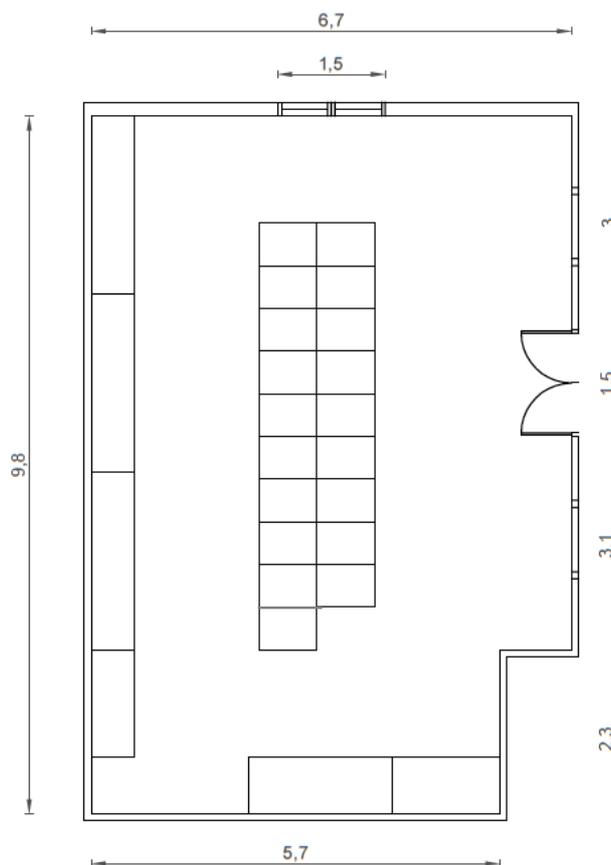


Figura 1: Plano de cotas de la sala CPD.

En ella se observa la instalación de los diferentes equipos que lo componen, como pueden ser:

- Equipos informáticos
- Cuadros eléctricos
- Cuadro de control de temperatura
- Cuadro de fibra óptica
- Sistemas auxiliares
- Etc.

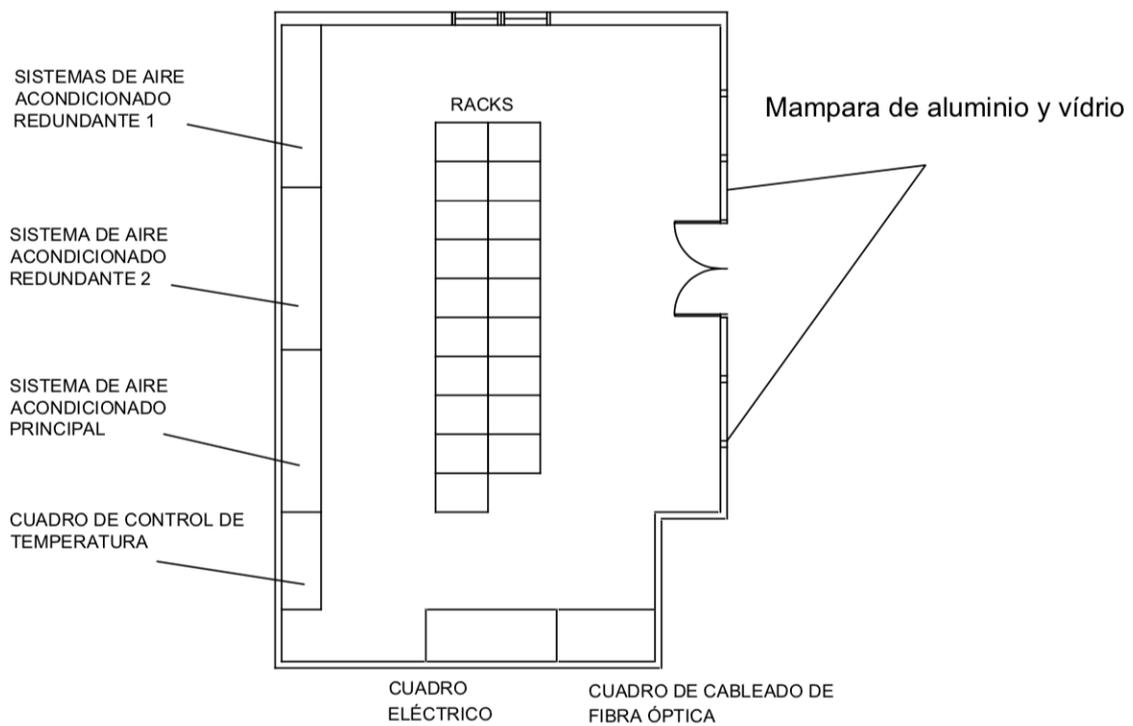


Figura 2: Plano de planta de la sala CPD con la distribución de los equipos.

La sala técnica también cuenta con la instalación de suelo y techo técnico por el que se sitúan diversos sistemas como se muestra en la siguiente tabla:

		Cantidad	Localización
Sistema de extracción		5 rejillas	Falso techo
Sistema de refrigeración	Propio	19 rejillas	Suelo técnico
	Común al edificio	3 rejillas	Falso techo

		Cantidad	Localización
Sistema de detección	Detector iónico	3	Falso techo
	Detector óptico	3	Falso techo
	Detector por aspiración	2	Falso techo

Tabla 1: Distribución de los sistemas ubicados en suelo técnico y falso techo.

Además, el centro de datos está provisto de un sistema de extinción por gas FE-13, cuya localización del conjunto de botellas extintoras y se encuentra en una sala independiente, cercana a la sala CPD.



Figura 3: Visualización de la sala CPD al fondo de la imagen y del área de trabajo del equipo informático del centro.

1.5.Fases de desarrollo

Para abordar la totalidad del proyecto, este se divide en 2 fases:

- **Fase 1. Mejora de la infraestructura y aplicación de sistemas de seguridad y control de acceso.** Esta fase se abordará en el apartado 4. Mejora, en él se encuentra de manera detallada el procedimiento de ejecución de las diversas mejoras aplicadas sobre la sala CPD para su mejor funcionamiento y óptimo rendimiento.

En dicho apartado se realizarán las mejoras descritas según las siguientes categorías:

- Infraestructura de la sala
 - Distribución de Racks
 - Sistema de refrigeración
 - Sistema de seguridad y control de acceso
-
- **Fase 2. Elaboración del plan de mantenimiento necesario tras la ejecución de la mejora en la sala técnica.** En esta fase se desarrollarán diferentes métodos de mantenimiento (correctivo y preventivo), abordados en el apartado 5. Plan de mantenimiento, para la obtención de un plan de mantenimiento lo más óptimo posible. Por ello, con la elaboración de dicho plan se es capaz de calcular el personal necesario para la realización de las tareas de mantenimiento. Además, cada uno de los miembros del equipo deberá rellenar unas plantillas, según periodicidad. Estas plantillas son como una lista de chequeo en el cual el operario tendrá que rellenar:
 - Fecha
 - Categoría del departamento de trabajo, en este caso es el Equipo de mantenimiento
 - Marcando con una "X" el estado de la tarea (Bien, Mal y Revisar)
 - Anotando observaciones que el operario o técnico vea como una situación anómala
Observaciones riesgo laboral
 - En caso avería y que esta supere los conocimientos de los técnicos se anotará el número del parte y el nombre de la empresa a la que es remitida.
 - Firma del supervisor y del técnico y/o operario

1.6.Normativa aplicable

- **Ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre.** Ley de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales.
- **ANSI / TIA-942:** Aprobado en 2005 por ANSI-TIA (American National Standards Institute-Telecommunications Industry Association), clasifica a este tipo de centros en varios grupos, llamados TIER (anexo G), indicando así su nivel de fiabilidad en función del nivel de disponibilidad.

-
- **CTE-DB-HE:** Ahorro de energía
 - **CTE-DB-SI:** Documento técnico de la edificación, Documento Básico – Seguridad en caso de incendios.
 - **DB-HR:** Este Documento Básico (DB) tiene como objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido.
 - **DIN EN 16277:** Sistema de protección antirrobo.
 - **EN 54-13:** Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 13: Evaluación de la compatibilidad de los componentes de un sistema.
 - **EN-1047-2 / 2006:** Unidades de almacenamiento de seguridad. Clasificación y métodos de ensayo de resistencia al fuego. Parte 2: Cámaras y contenedores ignífugos (Ratificada por AENOR en enero de 2010).
 - **ISO 14520 / 2006:** Sistemas gaseosos que extinguen fuego – propiedades físicas y diseño de sistema – Parte 1: Exigencias generales.
 - **ISO 2700:** Sistema de gestión de seguridad de la información.
 - **Ley 31/95:** Prevención de riesgos laborales.
 - **Normas NFPA:** National Fire Protection Association.
 - **NTP 666:** Sustitutos y Alternativas para los halones de extinción.
 - **RD 773/1997:** Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
 - **Real Decreto 208/2005:** sobre aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y la gestión de sus residuos.
 - **UNE-EN 15004-1:2009:** Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de extinción mediante agentes gaseosos. Parte 1: Diseño, instalación y mantenimiento. (ISO 14520-1:2006, modificada).
 - **UNE-EN 1627:** Puertas peatonales, ventanas, fachadas ligeras, rejas y persianas. Resistencia a la efracción. Requisitos y clasificación.

“La norma define la Resistencia a la efracción como la capacidad de un product para resistir intentos de entrada forzada utiliando la fuerza fisica y con la ayuda de herramientas predefinidas en una sala o área protegida”.
 - **Real Decreto 208/2005:** sobre aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y la gestión de sus residuos.

2. CENTROS DE PROCESAMIENTOS DE DATOS

En los Centros de Procesamientos de Datos (CPD o data center), es de suma importancia un correcto diseño y funcionamiento del centro, ya que es necesario considerar determinados aspectos debido al funcionamiento continuo de los diferentes dispositivos que los componen, salvo en ocasiones especiales donde deja de estar activo, en un breve periodo de tiempo, para realizar determinadas labores de mantenimiento.

El continuo flujo de actividad hace que el sistema requiera de una serie de características técnicas:

- Construcción no inflamable ni penetrable
- Sistema de refrigeración, control y monitoreo ambiental
- Control de acceso, vigilancia y seguridad
- Sistema contraincendios por gas
- SAI (Protección y energía de respaldo)
- Administración del CPD (diseño del software empleado)

El diseño de un data center no sólo tiene que ver con su hardware, software o su sistema de comunicación. La infraestructura física que presenta la componen diversos subsistemas como pueden ser:

- Infraestructura de la sala
- Sistema de ventilación
- Sistemas de detección de incendios
- Sistemas de extinción de incendios
- Sistema de control de acceso
- Sistema de vigilancia

Además, gracias a los estándares ANSI/TIA-942, que incluye la información de los grados de disponibilidad (TIER). Este sistema de clasificación se basa en la información desarrollada por el Uptime Institute (consorcio dedicado para promover mejoras en la gestión, planificación y fiabilidad de los CPD, certificando de esta manera los centros.

Por tanto, el concepto TIER indica el grado de fiabilidad de un centro de procesamiento de datos asociados a cuatro niveles de disponibilidad definidos:

- **TIER I: Centro de datos Básico**

- Permite la interrupción de la actividad por acciones planeadas o no planeadas.
- No contempla sistemas redundantes en sus componentes vitales (sistema eléctrico y de ventilación).
- Carece de suelo técnico, UPS o generadores eléctricos.
- El data center permanecerá fuera de servicio al menos una vez al año por razones de mantenimiento y/o reparaciones.
- Tasa máxima de disponibilidad del 99,671%.

- **TIER II: Centro de datos Redundante**

- Menor susceptibilidad a interrupciones por acciones planeadas o no planeadas.
- Contempla sistemas redundantes (N+1) en sus componentes vitales (sistema de ventilación y suministro eléctrico).
- Cuentan con suelo técnico, UPS y generadores eléctricos.
- Conectado a una única línea de distribución eléctrica y de refrigeración.
- El mantenimiento en la línea de distribución eléctrica o de otros componentes de la infraestructura, pueden ocasionar una interrupción del servicio.
- Tasa máxima de disponibilidad del 99,741%.

- **TIER III: Centro de datos concurrentemente mantenibles**

- Permite la realización de diversas labores planeadas sin afectar al servicio, incluyendo:
 1. Labores de mantenimiento preventivo
 2. Reparación y reemplazamiento de componentes
 3. Instalar o eliminar componentes
 4. Realización de pruebas en sistemas o subsistemas

Pero, aquellas acciones no planificadas son susceptibles de posible interrupción del servicio de computación.

- Contempla componentes redundantes (N+1).
- Conectado a múltiples líneas de distribución eléctrica y de refrigeración, pero únicamente con una línea activa.
- Doble línea de distribución para los componentes, posibilitando la realización de pruebas mientras la otra línea atiende la totalidad de carga.
- Posibilidad de actualizar el CPD a TIER IV en caso de aumento del requerimiento de la empresa.
- Tasa máxima de disponibilidad del 99,982%.

- **TIER IV: Centro de datos Tolerante a fallos**

- Permite la realización de cualquier tipo actividad planificada sin afectar al servicio de computación. Además, es capaz de soportar al menos un evento no planificado (atendiendo una situación de estado crítico) sin impacto crítico en la carga.
- Conectado a múltiples líneas de distribución eléctrica y de refrigeración con múltiples componentes redundantes 2 (N+1), es decir, 2 UPS con redundancia (N+1).
- Tasa máxima de disponibilidad del 99,995%

El grado de fiabilidad empleado en el centro hospitalario es el TIER IV, debido a que la información almacenada en los servidores es de suma vitalidad. A continuación, se detalla en la siguiente tabla las recomendaciones principales en función de la clasificación TIER que existen para la infraestructura de un data center:

	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Suministro eléctrico	N	N	N+1	N+N
Centros de transformación	1	1	1 Activo + 1 Pasivo	2 Activos
Unidades de refrigeración	N	N	N+1	N+N
SAI's	N	N	N+1	N+N
Generadores eléctricos	N	N	N+1	N+N
Potencia por Rack	< 1 KW	1 – 2 KW	> 3 KW	> 4 KW
Tensión nominal	220 – 380 V	220 – 380 V	12 – 15 KV	12 – 15 KV
% Carga utilizada	100 %	100 %	90 %	90 %
Tipo de construcción	Compartida	Compartida	Aislada	Aislada
% Falso suelo	20 %	30 %	89 – 90 %	100 %
Altura del falso suelo	30 cm	45 cm	75 – 90 cm	75 – 110 cm
Mantenimiento sin interrupción	No	No	Si	Si
Paradas de mantenimiento	2 Anuales de 12 Horas de duración	3 cada 2 años de 12 Horas de duración	Ninguna	Ninguna
Previsión de paradas	6 cada 5 años	1 al año	1 cada 2 años y medio	1 cada 5 años
Horas de paradas	28,82 Horas	22,68 Horas	1,57 Horas	52,56 Minutos
Disponibilidad	99,463 %	99,745 %	99,845 %	99,995 %

Tabla 4: Clasificaciones principales de los niveles TIER

2.1. Infraestructura de las salas técnicas CPD

Los centros de procesamiento de datos son salas técnicas que albergan equipamiento informático, normalmente se ubican en edificios y suelen contener un mínimo de dos o más salas dedicadas a este tipo de equipos. Evidentemente, el número de salas, su actividad de funcionamiento y tamaño varía en función de la envergadura del edificio.

Se podrá tratar de las siguientes edificaciones según el grado de prioridad en Canarias de un CPD en el centro donde se encuentre:

1. Hospital
2. Gobiernos
3. Centros médicos privados
4. Ayuntamientos
5. Empresas privadas
6. Centros educativos

2.1.1. Requisitos técnicos

El espacio físico confinado a la sala CPD deberá contar con los siguientes requisitos técnicos:

- Una construcción no inflamable ni penetrable
- Altura mínima libre de 2,5 metros entre el suelo técnico y cualquier elemento situado en el techo técnico
- Deberá estar situada en un entorno sin elementos de riesgo (tuberías, cañerías, bajantes, etc)
- Desnivel del forjado hacia el desagüe de la sala
- Sistema de control de acceso
- La sala deberá contar con sus propios equipos de climatización y sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI)

Los elementos que componen dichas salas son principalmente:

- Paredes
- Puertas
- Mamparas acristaladas (opcional, según diseño)
- Techo y suelo técnico
- Sistemas eléctricos redundantes N+1
- SAI
- PDU
- Sistemas contraincendios
- Sistema de refrigeración
- Sistema de seguridad y control de acceso

2.1.1.1. Paredes

Las paredes de la sala deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Deberá contar con una estanqueidad contra el agua, el gas y la polución
- Según la normal EN-23764, las paredes deberán contar con una resistencia al fuego RF-120, así como una protección contra el agua
- En el futuro deberá ser un sistema expandible, proporcionando así un crecimiento de la sala
- El acabado final será mediante una pintura plástica con certificado de clasificación M1
- En caso de emplear pasamuros, deberá cumplir con el requerimiento mínimo especificado en cuanto a la normativa RF-120 al estar testeados íntegramente con el resto del cerramiento con un grado de protección IP-5 según la norma europea EN-60529
- Todos los materiales empleados en la sala deberán cumplimentar con los niveles de materiales no combustibles establecidos en la normativa ISO-1182
- Seguridad antivandálica

2.1.1.2. Puertas

El acceso a la sala CPD deberá proporcionar un aislamiento conjuntamente al del resto de la estructura, contando así con un elevado nivel de protección:

- Todas las puertas de la sala deberán proporcionar una protección y un aislamiento idéntico al resto de la estructura, con un grosor mínimo de 120 milímetros
- Las puertas proporcionarán una resistencia al fuego según la norma EN-23802
- Sistema de cierre automático conectado al centro de control
- El sentido de apertura de la puerta vendrá dado por el cumplimiento de la normativa de evacuación de emergencia
- El diseño de los picaportes de las puertas estará regido por el nivel RC-4 de la normativa EN-1627, la cual implica una elevada protección ante la intrusión
- Las puertas quedarán integradas dentro del cerramiento, cumpliendo los valores y especificaciones al formar parte del mismo

2.1.1.3. Mamparas

- Deberá contar con la misma resistencia al fuego que el resto de la estructura física de la sala según la normativa EN-1047, con una capacidad de resistencia al fuego RF-120 según la norma EN-23764
- Altura de suelo a techo
- Distribución de cristales de suelo a techo
- Estructura de acero galvanizado y aluminio anodizado

2.1.1.4. Techo y suelo técnico

Cumpliendo con la normativa TIA-942 no se instalará la estructura de falso techo, evitando cualquier peligro en la sala CPD. Por ello, sólo permanecerá las instalaciones de:

- Sistema de detección
- Sistema de extinción de incendios
- Cámaras de seguridad
- Sensores
- Sistema de extracción de aire
- Luminarias

El suelo técnico es un sistema de suelo elevado registrable, permitiendo la instalación de sistemas de refrigeración con impulsión por falso suelo.

Además, permite que toda la instalación de cableado, tanto de potencia como de datos, circule sobre bandejas bajo el falso suelo.

Las características generales para la instalación del suelo técnico serían las siguientes:

- Sellado hermético y nivelado topográfico
- Posibilidad de realizar cambios
- Acabado de la placa mediante una capa anti-estática de alta resistencia
- La estructura forjada del suelo técnico deberá ser pintada con una pintura anti polvo
- El espacio entre suelo y suelo técnico deberá permitir una cámara de aire
- Deberá contar con rejillas de refrigeración de aluminio anodizado de alta resistencia situadas según diseño

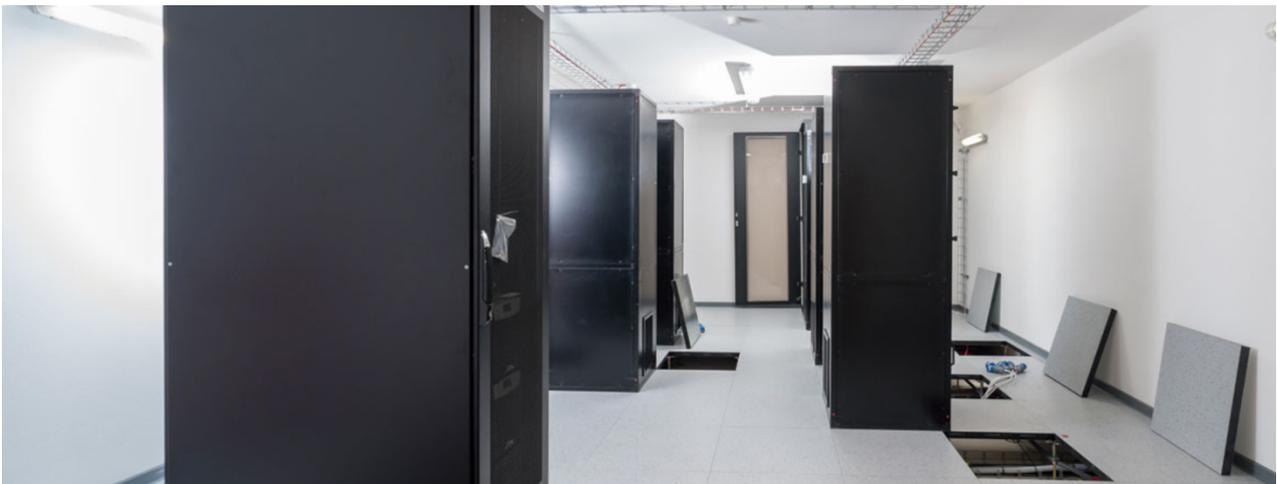


Figura 4: Sala CPD con suelo técnico

2.1.1.5. Sistemas eléctricos redundantes N+1

Los sistemas eléctricos vitales en la construcción de una sala CPD deberán contar con sistemas redundantes, es decir, se duplica o se repite el equipamiento eléctrico de carácter crítico ante la posibilidad de fallos en el sistema debido a su funcionamiento continuado.

Aquellos sistemas eléctricos que principalmente se emplean con carácter redundante son:

- Sistema de refrigeración
- Sistema de detección
- Sistema de extinción
- Sistema de alimentación

Se recomienda que estos sistemas estén conectados mediante una línea por cada equipo o grupo homogéneo de equipos, siguiendo caminos independientes. En caso de fallo eléctrico o avería, se podrá proceder a la reparación de la avería de manera más rápida y eficaz.

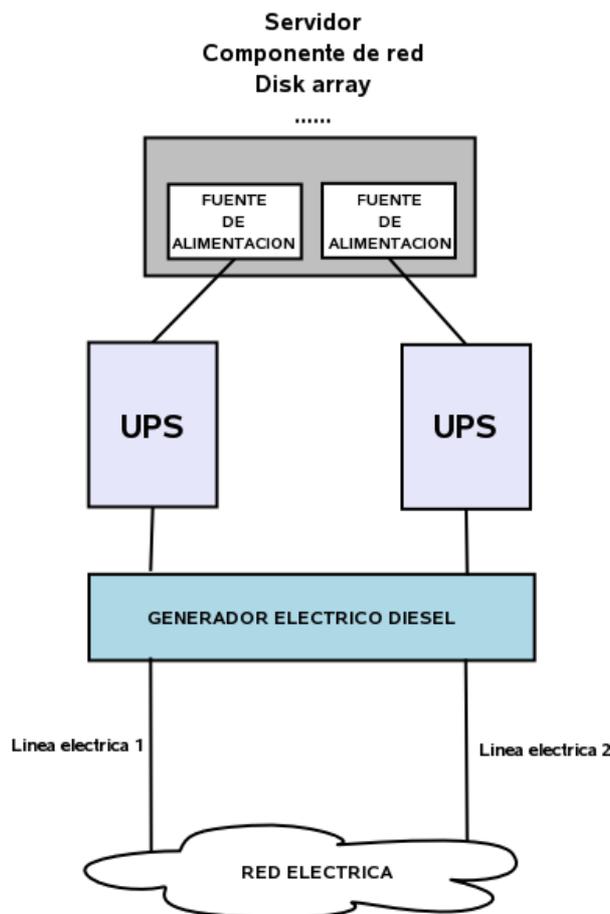


Figura 5: Diagrama de funcionamiento de un sistema redundante

2.1.1.6. SAI

El Sistema de Alimentación Ininterrumpido (SAI) es un dispositivo que proporciona una protección ante fallos, averías, problemas eléctricos y cortes de corriente.

La SAI deberá contar con un sistema de monitorización en el cual se permita:

- El apagado controlado de los equipos en caso de que se produjese un corte prolongado de suministro eléctrico
- Enviar un aviso o notificación a los responsables designados para reparar o solucionar el problema.

El sistema de monitorización mostrará el rendimiento del SAI y la administración remota, pudiendo balancearla de la mejor manera posible.

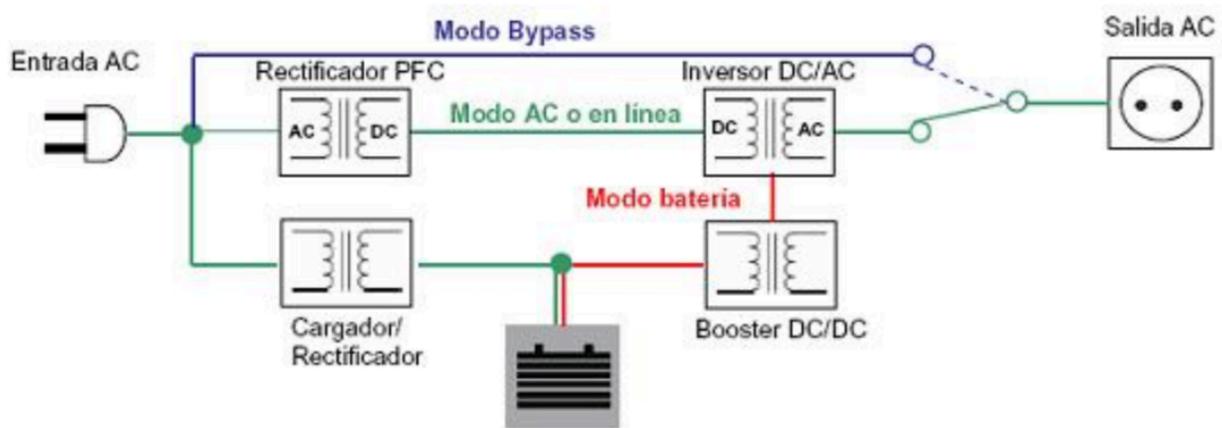


Figura 6: Diagrama de funcionamiento de un SAI online

2.1.1.7. PDU

La Unidad de Distribución Energética (PDU), dispositivo que permite la conexión de varios equipos a la corriente eléctrica cuando las tomas son limitadas o han de depender de un SAI.

Cada rack podrá contar con la gestión y monitorización de dos PDU's conectadas a distintas SAI's, estas deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Apagado y encendido remoto de las distintas tomas, esto evita el desplazamiento de un rack
- Visualización de la potencia suministrada en cada momento
- Control individual vía conexión Ethernet
- Formato de PDU's verticales o PDU's ZeroU

2.2. Sistema de Refrigeración

Este sistema de ventilación y redundancias deberán ser capaces de mantener el CPD a una temperatura estable y adecuada para el correcto funcionamiento del sistema. Además, se ajustarán a la demanda producida por los equipos de comunicaciones. A continuación, se establece el rango de temperatura y humedad óptimos para su funcionamiento según las recomendaciones de la Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción (ASHRAE) mediante su última modificación en el año 2011:

- **Temperatura permitida:** entre 15°C y 32°C (se recomienda el funcionamiento entre 18°C y 27°C)
- **Humedad permitida:** entre 27% y 65% HR (se recomienda el funcionamiento entre 45% y 50% HR)

Teniendo en cuenta que la mayoría de los equipos informáticos es capaz de funcionar dentro de un intervalo de temperatura amplio, es aconsejable mantener un nivel de temperatura estable y cercano a los 21°C, ya que facilita la estabilidad de los niveles de humedad a 46% HR dentro de la sala.

Además, aquellos equipos redundantes serán unidades de aire acondicionado de precisión por expansión directa que impulsan el aire frío en el falso suelo o ambiente (según distribución y como se trabaje en la sala CPD). El retorno del aire caliente se realiza principalmente de manera natural en la parte superior de la sala mediante un sistema de extracción. De esta manera, se realiza la refrigeración del aire a través de un fluido refrigerante con condensación exterior.

Los sistemas redundantes muestran diversas ventajas debido a la individualidad de los equipos, ya que cada maquinaria está asociada a una unidad exterior con su propio circuito frigorífico. Por ello, en caso de avería ésta no afectará a los equipos restantes, gracias a su diseño cuya redundancia es $N+X$, dónde el valor de X vendrá dado por el grado de fiabilidad de la instalación CPD.

Los sistemas de refrigeración están compuestos principalmente por:

- **Sistema de entrada de aire:** compuerta cortafuego, ventilador y filtro
- **Sistema de salida de aire:** compuerta cortafuego, ventilador y válvula de sobrepresión
- **Sistema de control y monitorización del sistema completo**

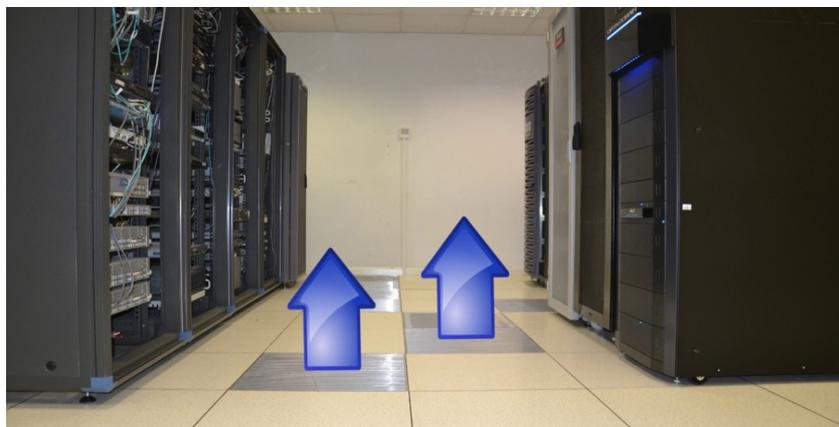


Figura 7: Sistema de ventilación en suelo técnico en sala CPD

2.3. Sistema contraincendios

Los CPD's tienen características especiales en las que se encontrarán:

- Altas cargas de fuego por materiales plásticos, debido principalmente por la abundancia de los aislantes del cableado
- La gran concentración de cableado distribuido por zonas ocultas como son los falsos techos/suelos
- El elevado nivel de ventilación provocando dificultades en la detección de humo en caso de incendio
- La continuada variación en la sala debido a actualizaciones y remodelaciones, como además de la ampliación del mismo

Además, se aplicará una solución con protección ignífuga y de estabilidad térmica RF-120 acorde a la normativa EN-13501-2 constituida por conjunto donde todos los componentes que formen parte del mismo:

- Paredes
- Techo
- Suelo
- Puertas
- Paso de cableado
- Conductos
- etc

Para prevenir, detectar y extinguir incendios en las diversas zonas de la sala:

- Falso techo
- Ambiente
- Suelo técnico

Además, el sistema contraincendios se diseñará de manera que su objetivo principal sea detectar con la mayor antelación posible el incendio, mediante los siguientes subsistemas:



Figura 8: Composición del sistema contraincendios

Estos subsistemas se desarrollarán en el proyecto como sistemas principales contraincendios.

Por tanto, el sistema de detección y extinción deberá ser independiente al resto del edificio, provisto de un sistema redundante y deberá ser capaz de distinguir cada una de las zonas a proteger.

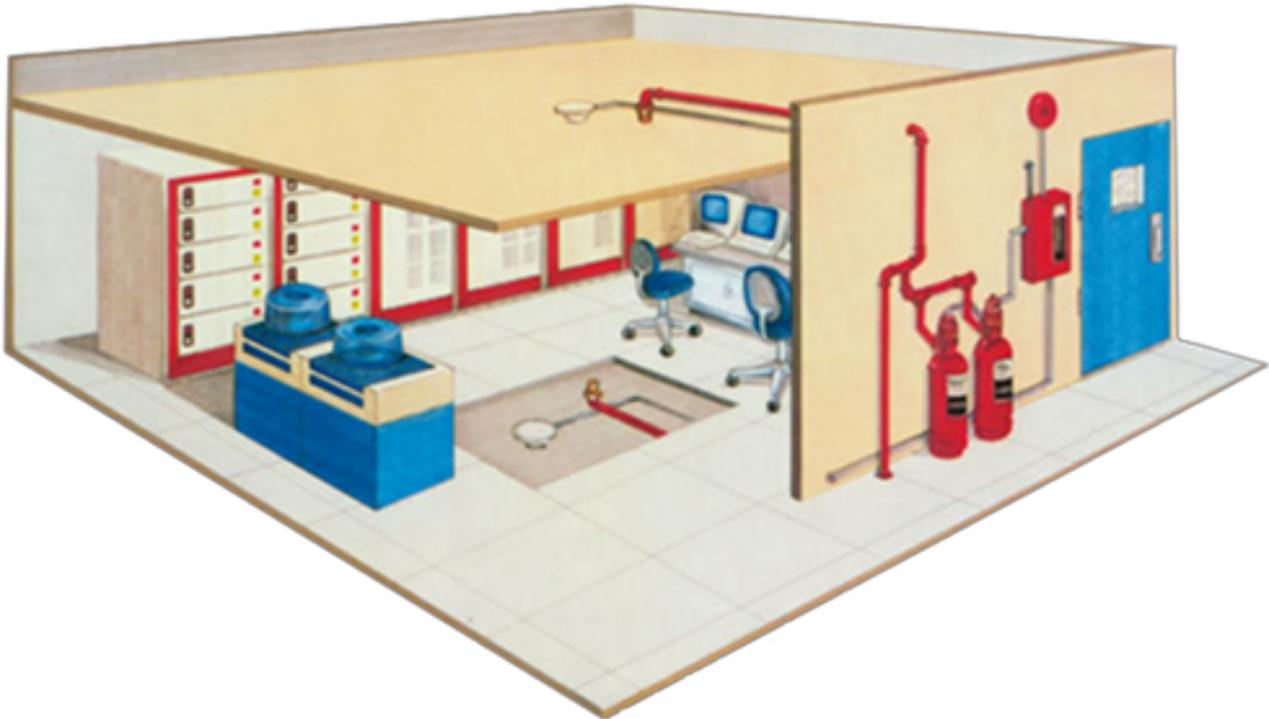


Figura 9: Diseño gráfico de un sistema contraincendios en una sala CPD

2.4.Sistema de detección

El sistema de detección forma parte del conjunto que compone los sistemas contra-incendios, permitiendo la localización de un incendio activando la alarma correspondiente. Esta alarma deberá ser visualizada mediante una central de alarmas contralada por el personal adecuado o de manera automática según acciones determinadas programadas previamente.

Los componentes principales del sistema contra-incendios son:

- Detectores
- Pulsadores manuales
- Centralita de alarma y extinción
- Sirenas para el sistema de extinción

A pesar de ello, se abordará los diversos tipos de detectores posibles en un centro de procesamiento de datos:

- Iónicos
- Ópticos
- Termovelocimétricos
- Por aspiración
- Agua nebulizada

Inciendo en los diversos tipos de detectores que componen el sistema de prevención de incendios, se observará que entre ellos su principal característica es su rango de funcionamiento, en el cual tendrá una activación más tardía según el tipo de detector pudiendo así anticiparse lo antes posible a un incendio visible.

El hospital cuenta con 3 tipos de detectores:

- Iónico
- Óptico de humo
- Por aspiración

Por ello, el sistema de detección del centro hospitalario cuenta con estos detectores con el fin de prevenir y asegurar con anterioridad la detección del incendio.

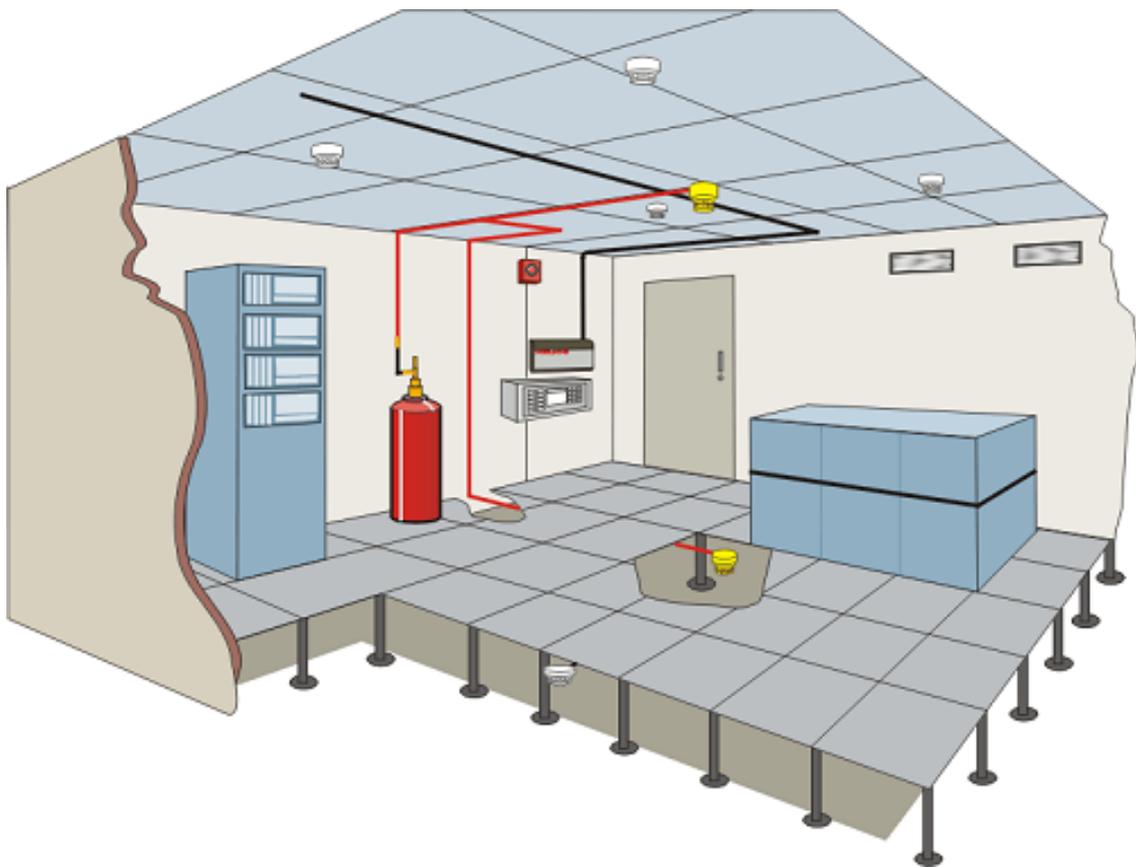


Figura 10: Diseño gráfico de un sistema de detección en una sala CPD

2.4.1. Iónicos

Estos detectores iónicos detectan gases de combustión que pueden ser visibles o invisibles. El funcionamiento de los detectores iónicos consiste en dos cámaras:

- Cámara detectora
- Cámara de referencia

Las cámaras están ionizadas por un elemento radioactivo (Americio 241) y en ellas se establece una corriente de iones que se ve modificada cuando los gases de combustión entran en las cámaras, interrumpiendo la corriente de iones y generando la señal de alarma.

Estos detectores al depender de pequeñas partículas de radiación para detectar el humo su mayor inconveniente es que debido a la alta sensibilidad que estos tienen para captar partículas de humo pequeñas (de entre 0,01 a 0,4 micrones), son poco eficientes en la detección de partículas de humo grandes y densas.

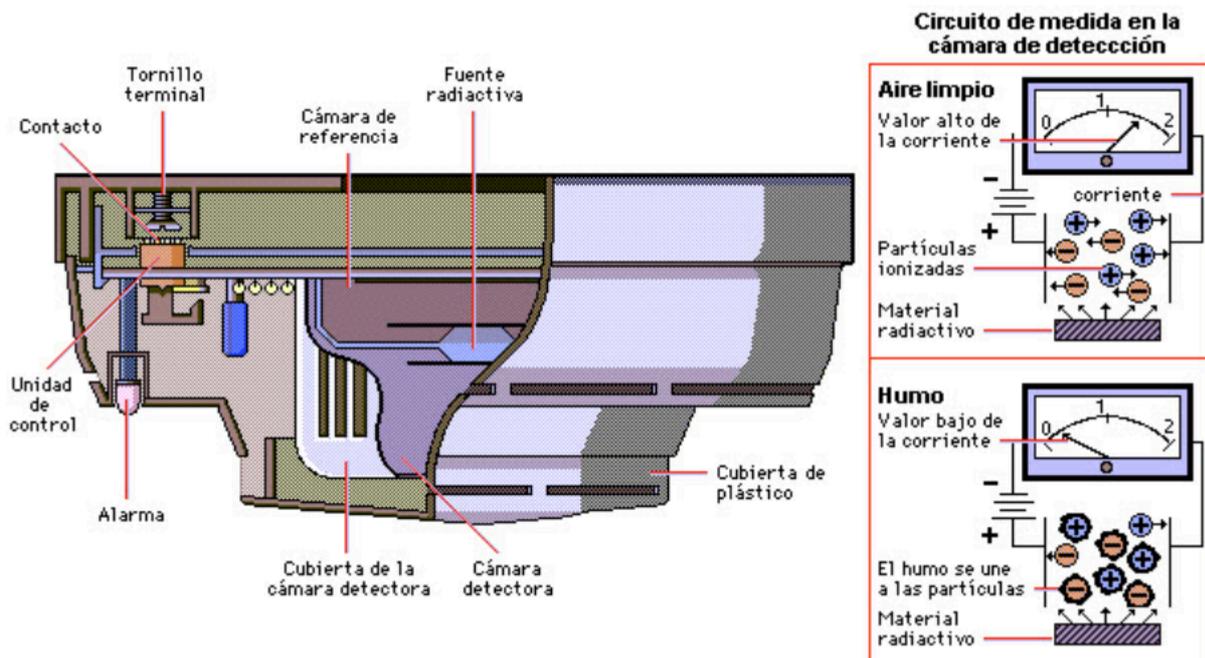


Figura 11: Esquema de un detector iónico de humo

2.4.2. Ópticos

Los detectores ópticos funcionan con el principio de dispersión de luz. Su función principal es tomar medidas de la luz que dispersan las partículas de humo (efecto Tyndall²⁴), evaluando su densidad y su porcentaje de incremento en el tiempo. Después de analizar la información se enviará a la central de alarmas que será la encargada de comparar los resultados obtenidos con los parámetros programados en cada caso es quién decide si es conveniente enviar la señal de alarma.

Estos detectores son utilizados para detectar incendios de menos velocidad de propagación, en el cual generan humo visible, con partículas de humo entre 0.4 y 10 micrones. Siendo una alternativa más moderna y costosa.

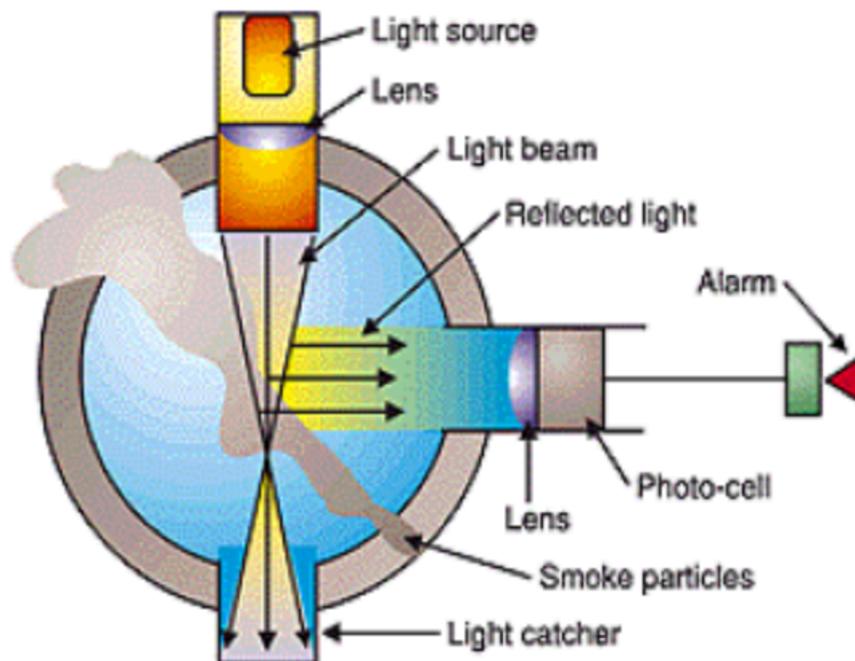


Figura 12: Esquema de un detector óptico de humo

2.4.3. Termovelocimétricos

Se trata de detectores de calor que gestionan dos parámetros de temperatura:

- Toma de medidas del incremento de temperatura en tiempo
- Control de la temperatura ambiente que detecta en cada momento

Ambos parámetros son enviados y analizados en la central de alarmas para que de la señal de alarma según lo programado en cada caso.

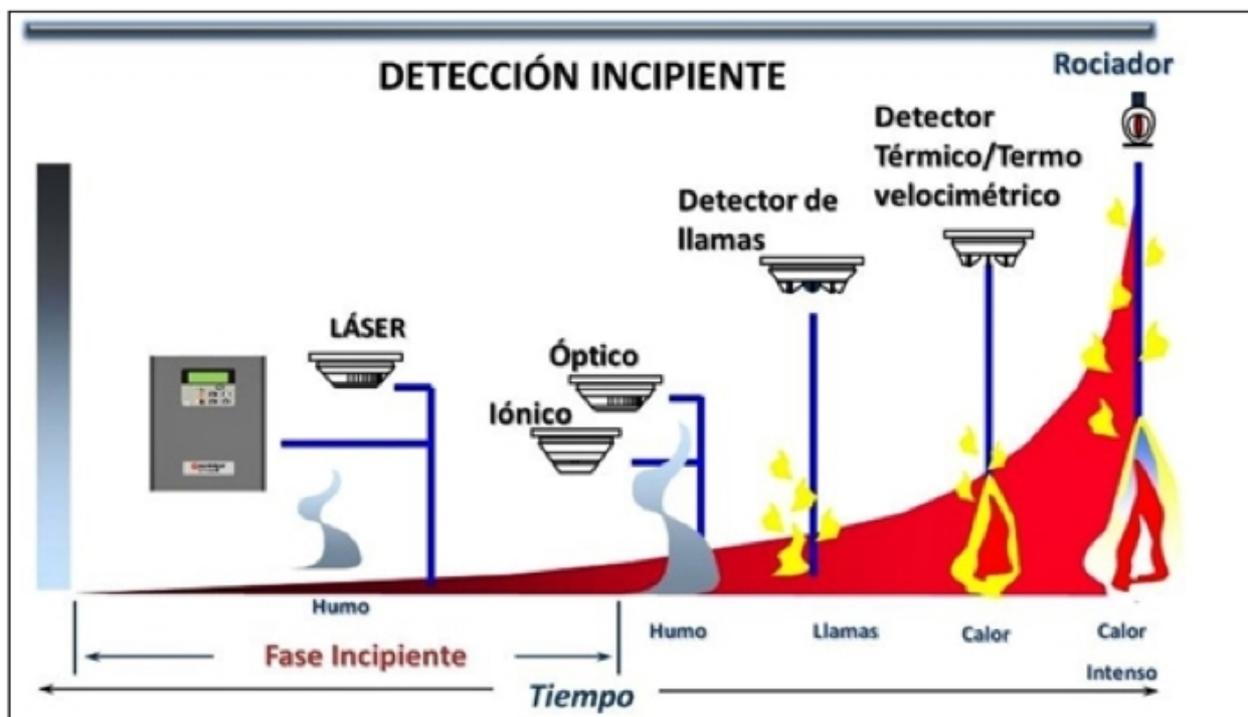


Figura 13: Rango de funcionamiento de los diferentes tipos de detectores

Como se puede observar, la imagen muestra como cada tipo de detector se concentra en una franja de tiempo desde el inicio del incendio.

- El **detector iónico** trabaja en la fase incipiente, es decir, cuando el humo aún no es visible al ojo humano.
- El **detector óptico** inicia su funcionamiento cuando ya el humo provocado por el incendio es visible.
- Finalmente, El **detector térmico** actúa cuando ya existen llamas que generan calor.

2.4.4. Detección por aspiración

El funcionamiento de los sistemas de detección convencional se basa en el efecto que provoca el fuego (humo, gas, temperatura) alcance el detector. Como en la mayoría de los incendios, estos poseen en su inicio una extensa fase de fuego latente, pero es posible que existan obstáculos que impidan que el humo, u otro factor, alcance el detector. Para este tipo de casos, es imprescindible una detección altamente sensible al humo asegurando una respuesta rápida y eficaz, reduciendo al mínimo las pérdidas por el fuego.

Estas cualidades son las que ofrecen los detectores por aspiración. El sistema ofrece un aviso anticipado de un fuego potencial, ofreciendo un tiempo adicional para intervenir y evitar las consecuencias de la descarga de los agentes extintores.

La detección precoz dada por el sistema es debido a que funciona constantemente succionando el aire de la sala por una red de conductos a través de un aspirador de alta eficiencia. Luego, parte de este aire pasa a través de un filtro para llegar a una cámara calibrada donde se expone a una fuente de luz láser. Si hay humo presente, la luz se dispersa dentro de la cámara de detección y el sistema receptor de alta sensibilidad lo identifica al instante.

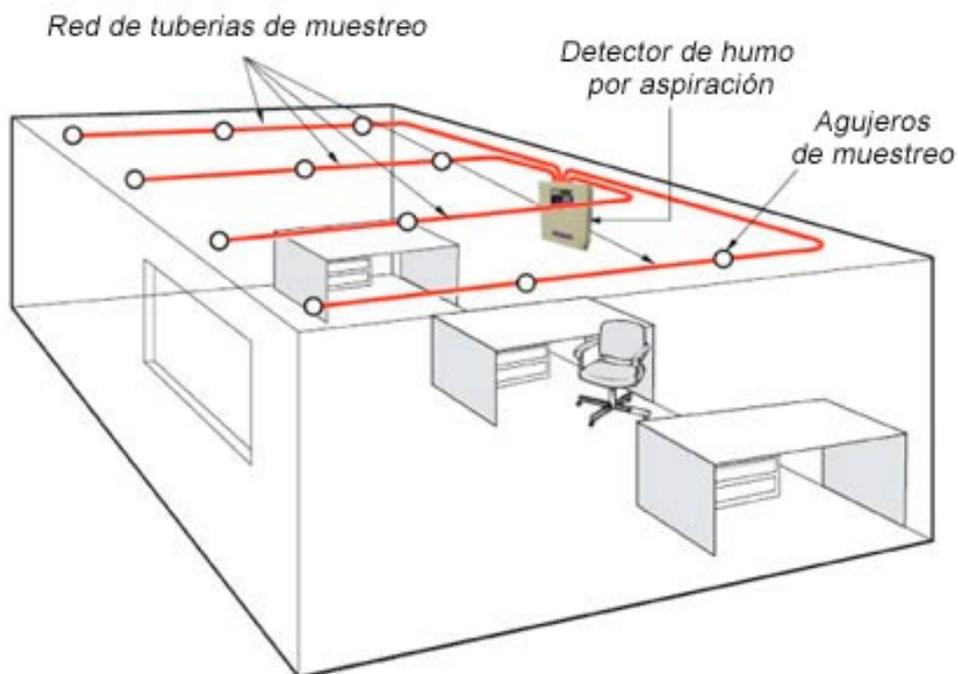


Figura 14: Esquema de un detector por aspiración

2.5. Sistema de extinción

Hay diversos sistemas de extinción, pero los más prescindibles para este tipo de salas son:

- Extinción por agua (sistema convencional)
- Extinción por agua nebulizada
- Extinción por gas

De los citados anteriormente se evita el sistema de extinción mediante agua nebulizada (a pesar de su principal característica de menor consumo de agua), puede ocasionar posibles daños y averías en los equipos, ya que este sistema emite partículas de agua atomizadas, permitiendo el control, sofoque y supresión del incendio.



Figura 15: Sistema de extinción mediante agua nebulizada.

Los sistemas de extinción por gas presentan una serie de ventajas con respecto a la extinción por agua:

- No dejan residuos
- No conducen la electricidad
- Evitan daños producidos por el agua
- Rápida actuación en el foco del incendio
- La inundación total permite que el agente extintor llegue incluso a las zonas menos accesibles
- La actividad se puede reiniciar rápidamente tras la descarga

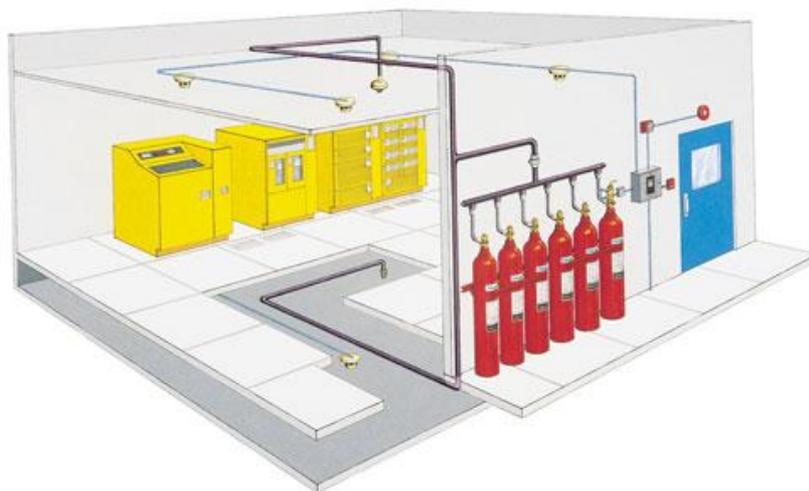


Figura 16: Diseño gráfico de un sistema de extinción por gas.

Sin embargo, para el perfecto funcionamiento de este tipo de sistema de extinción, se deberá cumplir con una serie de requisitos de diseño e instalación adecuados:

- **La estanqueidad del recinto.** Puede provocar en determinadas circunstancias la no activación del sistema de extinción debido a fallos en la detección o puede detectar peligro de incendio, pero no conseguir la extinción total del mismo.

Existen diversos tipos de gases que se emplean en la extinción de incendios de los CPD:

- Halón
- Novec 1230
- CO₂
- Hidrofluorocarburos, HFCs
- Gases inertes

El más utilizado son aquellos de tipo Hidrofluorocarburos, HFCs por diversos motivos, cuya descripción y detalles de este sistema estará explicada posteriormente en el **apartado 2.5.4. Hidrofluorocarburos, HFCs**. Además, este sistema de extinción es el empleado en la sala CPD del centro hospitalario mediante la utilización del gas FE-13.

2.5.1. Halón

Los extintores de gas Halón trabajan mediante la combinación de efectos químicos y físicos, provocando la disminución de la temperatura con la adición de un gas no reactivo a un gas inflamable. La velocidad de la reacción química comburente provoca una disminución veloz de la temperatura. Además, si la concentración del gas inerte es lo suficientemente alta producirá la falla química de la llama por completo.

Según la **NTP 666**, en la que se reflejan las alternativas al gas Halón y sus consecuencias. Este sistema de extinción debido a los daños que produce a la capa de ozono, sólo se admitirá la utilización de este tipo de gas extintor en diversos usos críticos y sólo con dos modelos de este gas (**Halón 1301** y **Halón 1211**). Su uso sólo será empleado por el cuerpo militar, el cuerpo de bomberos y en aviones.



Figura 17: Extintor de gas Halón

2.5.2. Novec 1230

El gas novec 1230, tiene la capacidad de evaporarse rápidamente, es eléctricamente no conductor, no produce residuos y con una capacidad de pulverización que es 50 veces más veloz que la del agua. Su estado de almacenamiento es en estado líquido en botellas metálicas.

Se basa en la absorción del calor. Esto se consigue con el desplazamiento del oxígeno del aire obstaculizando así la reacción de la combustión, el método aplicado se denomina "saturación total". Además, es seguro de utilizar en lugares ocupados con personas sin causar daños a la salud.



Figura 18: Botellas de extinción de gas Novec 1230

2.5.3. CO₂

El CO₂ es un gas con ciertas propiedades que lo hacen idóneo para la extinción de incendios:

- No combustible
- No conduce la electricidad
- No deja residuos
- No reacciona con otras sustancias químicas, por lo que es realmente versátil en la extinción de gran variedad de incendios. Se almacena en botellas extintoras a presión en estado líquido.

En caso de incendio, al activar el accionamiento del extintor de CO₂ produce una gran nube blanca debido a las partículas de hielo seco.



Figura 19: Botellas extintoras de gas CO_2

2.5.4. Hidrofluorocarburos, HFCs

Los HFCs son los agentes limpios más extendidos como sustitutos del Halón. Se almacenan en estado líquido y sobre el tetraedro del fuego actúan enfriando la llama. Se emplea en concentraciones relativamente bajas.



Figura 20: Tetraedro del fuego

La ventaja respecto al CO_2 y los gases inertes es que con menor cantidad de gas es posible extinguir la totalidad del incendio. Además, se optimiza el espacio de almacenamiento requerido para el empleo del sistema de extinción.

En los HFCs existe un gran inconveniente, el efecto invernadero, debido a su Potencial de Calentamiento Global (PMG). Este potencial es la comparación de la capacidad que distintos gases tienen para atrapar el calor en la atmósfera en comparación con el dióxido de carbono. Cuanto mayor sea el PCG que produce el gas, mayor será su capacidad de retención del calor en la atmósfera, que en el caso del dióxido de carbono es de 1 y en los gases HFCs es entorno a 3000 y 10000. A pesar de ello, las emisiones de HFCs frente a los gases de efecto invernadero son muy bajas en la actualidad.

Los más empleados son el HFC-227ea (FM-200) y el HFC-23 (FE-13), este último es el utilizado en la sala CPD del centro hospitalario como sistema de extinción de incendios.

	FM-200	FE-13
Mecanismo de extinción	Inhibe reacción en cadena	Inhibe reacción en cadena
Presión de vapor (77° F)	22.4 psi (Gas de baja presión)	686 psi (Gas de alta presión)
Potencial reducción de ozono	Ninguno	Ninguno
Potencial de calentamiento atmosférico	100 años – GWP de 3.300	100 años – GWP de 9.000
Tiempo de vida atmosférico	31/42 años	235/280 años
Concentración de diseño mínima	7.0 %	14.4 %
Tiempo de descarga	En 10 segundos se produce se descarga el 95%	En 10 segundos se produce se descarga el 95%

Tabla 5: Diferencias entre los gases extintores FM-200 y FE-13.

2.5.4.1. Gas FM-200

El FM-200 es un agente extintor, un gas incoloro, eléctricamente no conductor y casi inodoro. Es altamente eficiente y se aplica como sustituyente del gas Halón 1301, cuya ventaja sobre el gas Halón es que no atenta contra el medio ambiente ni supone un riesgo para la salud de las personas. Por tanto, es un agente extintor limpio.

Características

Este gas es heptafluorpropano (C_3HF_7) y en la instalación como sistema contra incendios se envasa en estado líquido en botellas metálicas de baja presión (operando a 24 Bar) para reducir el espacio de almacenaje.

Cómo funciona el FM-200

En caso de incendio, este gas en estado líquido se desplaza por medio de tuberías hasta llegar a las boquillas donde realiza la descarga en estado gaseoso para la extinción del fuego. Mediante la extinción calorífica de la llama, el gas invade la sala siendo capaz de extinguir el incendio en lugares donde el extintor no llegaría. La extinción completa se realiza en un tiempo máximo de 10 segundos en el cual el incendio quedará completamente sofocado.

Ventajas del FM-200

Las principales ventajas son:

- Rápida acción contra incendios (descarga completa en 10 segundos)
- No daña los equipos y materiales al tratarse de un gas
- No deja residuos
- Gas no tóxico, por tanto, se puede utilizar en presencia humana

Requisitos técnicos

- Detectores por aspiración
- Mantenimiento en detectores por aspiración por sustitución de filtro
- Protección de sobrecarga en detectores de incendios
- Protección de descarga de batería (relé de fallo)
- Dos zonas de detección supervisadas en la sala
- Modo de funcionamiento programable
- Pulsadores de disparo y paro de extinción para supervisión, control de pesaje y control de flujo
- Llave de selección de modo: automático, manual o desarmado
- Display con indicador de tiempo restante para la descarga
- Tiempo de extinción programable
- Baterías de 12V/7Ah
- Instalación de tubería de acero con soldadura según la norma EN 10255
- Accesorios y herrajes precisos para el montaje

2.5.4.2. Gas FE-13

La sala CPD del centro hospitalario cuenta con la instalación del sistema de extinción FE-13, que es autónomo a la sala.

Además, dispone de una alarma con un retardo de 3 minutos para permitir la intervención de los operarios y que estos puedan verificar el estado de la sala (si es un fallo técnico, un incendio, una fuga de agua, etc.) y en caso de haber un conato de incendio proceder a su localización.

Características

El FE-13 es el trifluorometano (CHF_3), sustituyente del gas Halón 1301. Es un gas incoloro, prácticamente inodoro y eléctricamente no conductor. FE-13 es un gas extintor de alta presión utilizado principalmente para la protección de salas de ordenadores, archivos y equipos eléctricos o electrónicos.

Cómo funciona el FE-13

En caso de incendio este gas extingue los incendios mediante un método conocido como “saturación total” en el que se produce la reducción de la temperatura de la llama por debajo del nivel necesario para mantener la combustión, ya que reduce la concentración de oxígeno y el aumento de la capacidad térmica del aire.

Ventajas del FE- 13

Las grandes ventajas de este gas son:

- Eficaz en locales con techos altos (hasta 7,5 metros de altura).
- Adecuado para salas a bajas temperaturas (- 40 °C).
- No daña los equipos y materiales al tratarse de un gas
- No deja residuos

Requisitos técnicos

- Detectores contraincendios
- Protección de sobrecarga en detectores de incendios
- Protección de descarga de batería (relé de fallo)
- Válvula anti-retorno
- Doble disparo manual neumático
- Dispositivo de control de carga por célula
- Válvula LPG en caso de necesitar una batería de menos de 9 cilindros con activación mediante cilindro piloto
- Dos zonas de detección supervisadas en la sala
- Modo de funcionamiento programable
- Pulsadores de disparo y paro de extinción para supervisión, control de pesaje y control de flujo
- Llave de selección de modo: automático, manual o desarmado
- Display con indicador de tiempo restante para la descarga
- Tiempo de extinción programable
- Accesorios y herrajes precisos para el montaje

2.6. Sistema de seguridad y control de acceso

Para asegurar la integridad y la confidencialidad de los datos albergados en los equipos, se necesita un sistema de control de acceso seguro del personal a las dependencias del CPD. Existen diversas opciones de terminales según el nivel de seguridad necesario:

- Tarjeta o banda magnética
- Proximidad
- Teclado/PIN
- Biométrico

El sistema deberá estar conectado a la central de avisos y a su vez al sistema de vigilancia dotado de varias cámaras de seguridad. Todos estos sistemas estarán integrados y monitorizados.

En cuanto a la seguridad del sistema con respecto al cableado, se efectuará según la normativa ANSI/TIA-942, donde:

- Se deberá disponer de al menos 2 entradas de fibra óptica, las cuales seguirán caminos distintos y cuyas terminaciones deberán terminar en ubicaciones distintas de los proveedores
- Distintos proveedores de servicios de telecomunicaciones
- Cuarto exclusivo que alojará el equipamiento de telecomunicaciones, siendo este no accesible a terceros
- Accesibilidad 24x7x365 mediante monitorización de acceso

2.7. Central de avisos

El control de las instalaciones de la sala CPD es una función esencial convertido en un sistema vital en el funcionamiento a tiempo real de los equipos de la sala.

El sistema de control de las instalaciones que complementan el CPD permitirá la gestión y control de los diversos sistemas existentes:

- Sistema contraincendios (Sistemas de detección y extinción)
- Sistema de refrigeración
- Sistema de seguridad y control de acceso

La monitorización de los diferentes equipos y sistemas que la componen se enviará a través de la red de datos al puesto de monitorización establecido. El sistema de notificación de alarmas será un sistema direccionable con compatibilidad multi-fabricante, posibilidad de conectividad y acceso web para la instalación del centro.

Además, el sistema de alarmas contraincendios se integrará con el sistema de alarmas existentes del centro, para englobar el sistema.

Aquellos sistemas de pre-acción empleados se activarán debido a los detectores de aspiración o bien por la detección cruzada de varios detectores.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS E INFRAESTRUCTURAS DEL CPD

Unas de las peculiaridades de este proyecto es la ubicación del Centro de Procesamiento de Datos situado en un centro hospitalario, siendo así la información contenida en el CPD de vital importancia. Por ello, todos los sistemas que lo componen son de gran capacidad y con un nivel de seguridad muy elevado.

3.1. Descripción de la sala CPD

El Centro de Procesamiento de Datos está ubicado en la planta -3 del centro hospitalario. La sala se sitúa contigua al área de trabajo del equipo informático del centro, como se muestra en la figura:

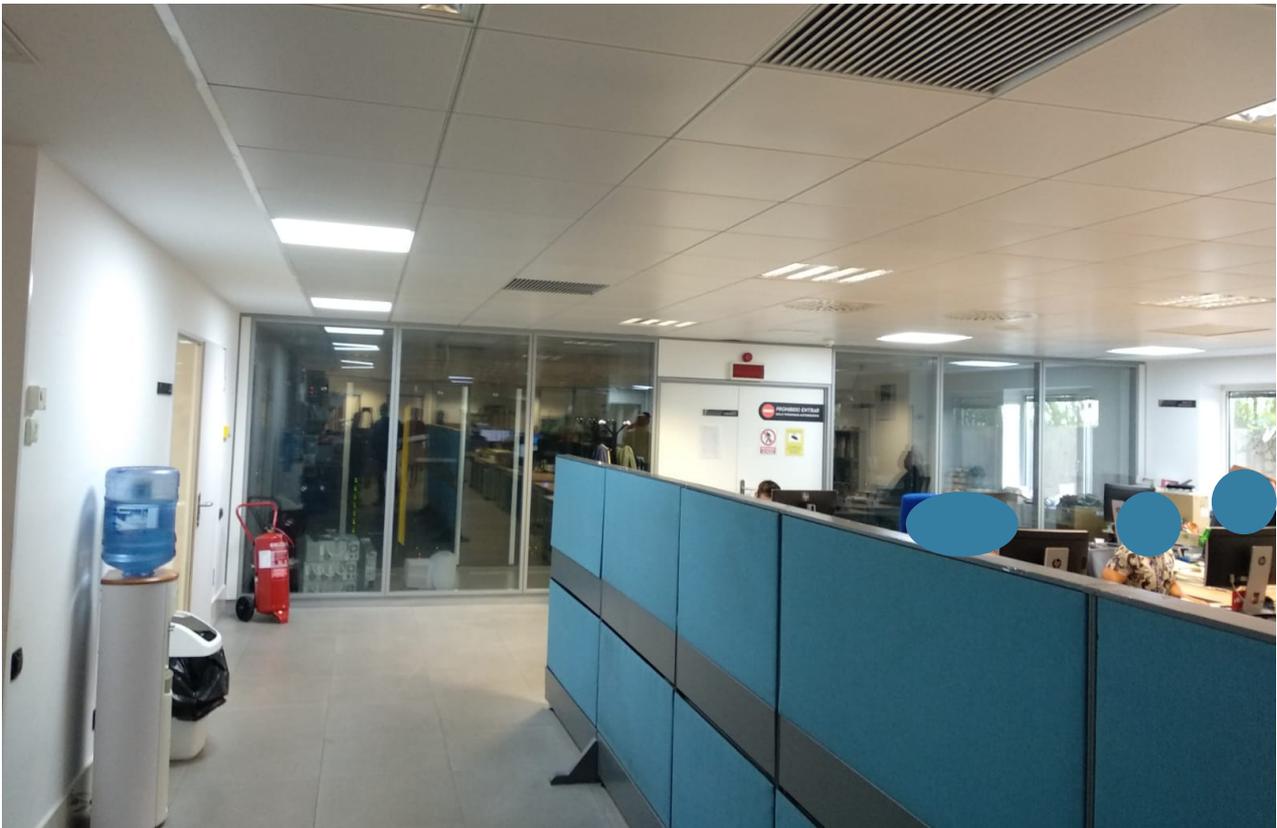


Figura 21: Visualización de la sala CPD al fondo de la imagen y del área de trabajo del equipo informático del centro.

Cuenta con una **superficie total de 63,36 m²** en la que se ubican todos los equipos, cuadros eléctricos y sistemas auxiliares. Además, está provista de un sistema de extinción por gas (FE-13), cuya localización del conjunto de botellas extintoras se encuentra ubicada en una sala independiente al CPD.

3.1.1. Infraestructura de la sala

La sala está compuesta por:

- Pared de doble acristalamiento con altura de 2,5 metros, situada entre el falso techo y el suelo técnico.
- Puerta de acceso de contrachapado.
- Falso techo (formada por 3 rejillas del sistema de extracción y el sistema de detección de incendios).
- Suelo técnico (formada por 13 rejillas del sistema de refrigeración).
- Sistema de ventilación del edificio y propio de la sala CPD.
- Ventana de doble acristalamiento con contacto al exterior.

Además, en su interior se puede observar los distintos cuadros y componen auxiliares de la sala CPD:

- Racks
- Triple sistema de refrigeración redundante.
- Cuadro eléctrico.
- Cuadro de cableado de fibra óptica.
- Cuadro de control de temperatura.

3.2. Sistema Eléctrico

El CPD consume aproximadamente unos 40 Amperios, estos se encuentran repartidos en dos fuentes de alimentación por los equipos:

- **UPS 1:** suministra en la línea 1 una energía de 227 V.
- **UPS 2:** suministra en la línea 2 una energía de 234 V.

Una de estas fuentes de alimentación es redundante al edificio. Además, suponiendo que tiene una conexión óptima, cada línea estará al 50% con un margen de error del 10 – 15 %.

A pesar de ello, el centro hospitalario cuenta con cuatro SAI's:

- **SAI 1 y SAI 2:** Dedicadas al área de "Servicios Generales", son redundantes entre ellas.
- **SAI 3:** Contempla el área de "Emergencia".
- **SAI 4:** Exclusiva del CPD. Fue creada para soportar la carga del CPD del edificio donde se ubica.

En el SAI 4 se puede observar que la UPS empleada es de unas 120 kVA, obteniendo de esta manera un porcentaje de carga de un 30% aproximadamente.

Además, el hospital cuenta con más de un CPD, centrándonos sólo en los 5 CPDs principales, tenemos:

- 2 unidades CPDs principales (una de ellas es la abordada en este proyecto, como CPD a estudiar, y la otra abarca el sistema de urgencias del centro hospitalario).
- 2 unidades CPDs auxiliares (en caso de avería o fallo en el suministro eléctrico de los CPDs principales y/o de administración, estas unidades servirán de apoyo para el correcto funcionamiento del centro).

- 1 unidad de administración (esta unidad es la encargada de llevar el sistema de citas previas en consultas).

Abarcando las 2 unidades CPD's principales, su funcionamiento se realiza de manera "single", es decir, no son redundantes por sí solas, sino que la redundancia se realiza al cruzar las dos unidades entre ellas, vigilándose una a la otra.

3.3.Sistema de Refrigeración

El sistema de refrigeración de la sala CPD está formado por un conjunto de equipos y sistemas, localizados en diversas zonas:

	Cantidad	Localización
Sistema de extracción	5 rejillas	Falso techo
Sistema de impulsión	19 rejillas	Suelo técnico
Sistema de impulsión común al edificio	3 rejillas	Falso techo
Equipos de refrigeración	3 equipos (1 principal y 2 redundantes)	Interior de la sala

Tabla 6: Composición del sistema de refrigeración de la sala.

El equipo redundante de A/C instalado en el centro es un sistema partido, cuyo control del entorno es el siguiente:

- Temperatura de funcionamiento: 21°
- Control de humedad: 46% (el porcentaje oscila entre 45%-55%)

El control de la sala se realiza mediante el diseño de un software llamado "Metasys". El programa muestra el estado del sistema de refrigeración, observando a su vez el estado de las diferentes partes que lo componen, como ambos sistemas de impulsión y de extracción.

Este software es capaz de mostrar los diversos datos como son:

- Sistema de climatización
 - Control de presión, temperatura y humedad
 - Constantes de presión y temperatura
 - Control del horario y modo manual

- Porcentajes de funcionamiento
- Estado de la máquina mediante código de color
- Sistema de extracción
 - Porcentaje de apertura des sistema de impulsión y extracción
 - Caudal
 - Constantes de temperatura base, temperatura en la sala y caudal impulsado
 - Temperatura ambiente exterior
 - Modos de control
 - Estado de la máquina mediante código de color

A continuación, se muestra de manera detallada la visualización del software en cada una de las partes que componen el sistema de refrigeración: sistema de impulsión y sistema de extracción.

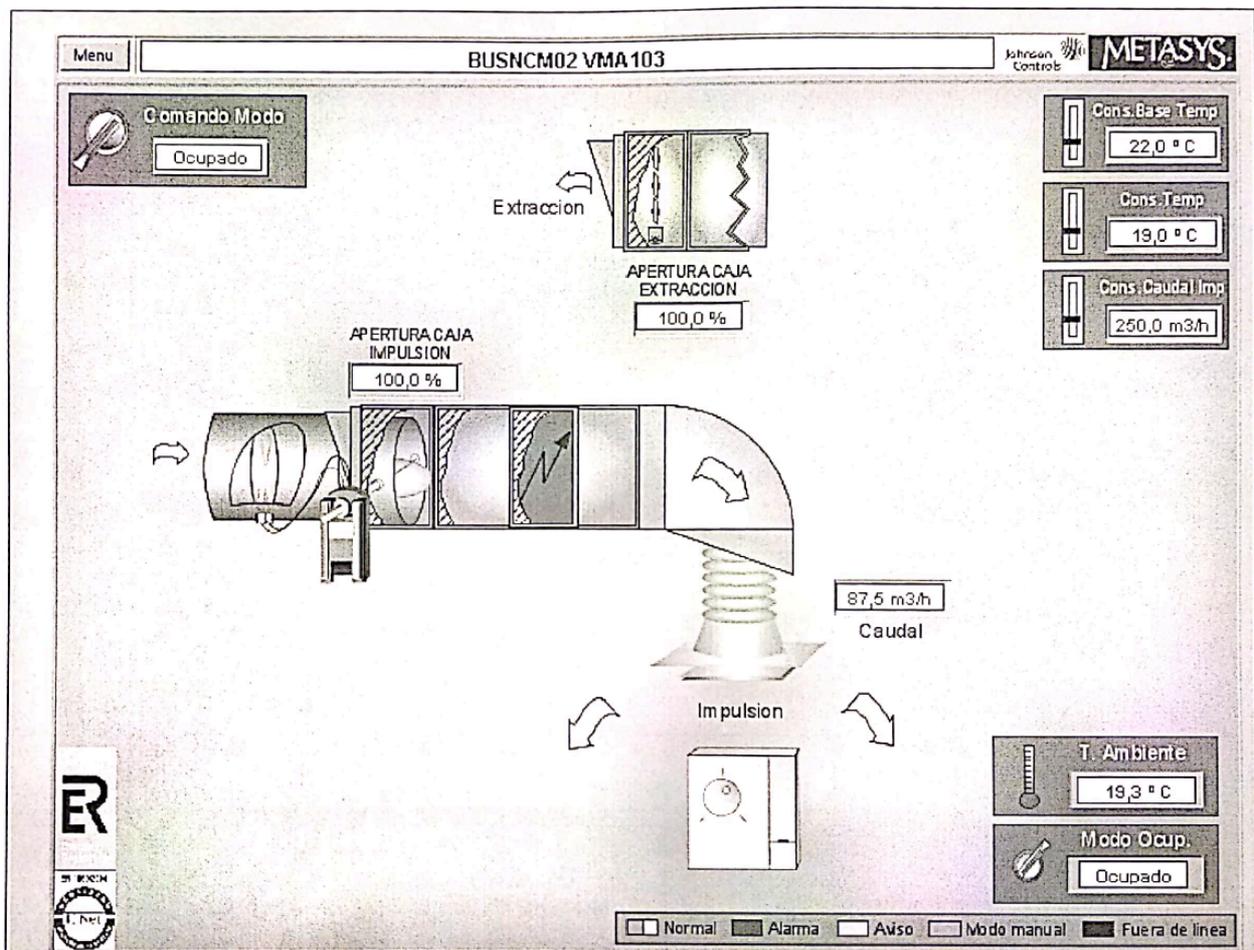


Figura 22: Vista del software Metasys del sistema de impulsión de la sala CPD.

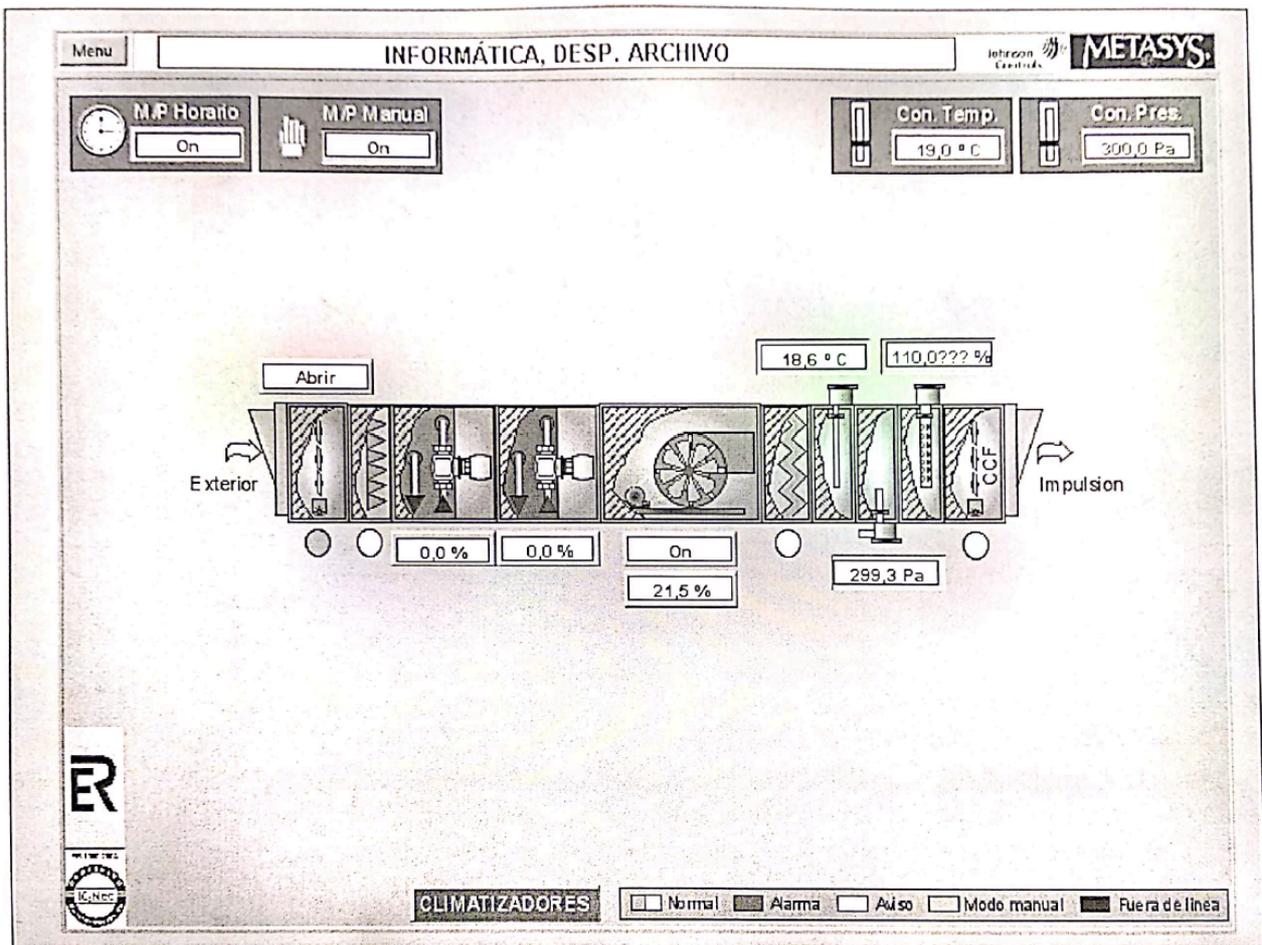


Figura 23: Vista del software Metasys del Sistema de extracción de la sala CPD.

Además, el programa cuenta con la visualización de un sumario, en modo lista, del estado de cada uno de los elementos que componen el sistema, como se muestra a continuación:

Estado	Elemento	Valor	Descripción
Normal	ADF_197	22,0 °C	CONSIGNA BASE TEMPERATURA
Normal	ADL_165	Ocupado	COMANDO MODO OCUPACION
Normal	TEMP_AMB	19,3 °C	TEMP AMBIENTE
Normal	ADF_013	19,0 °C	CONSIGNA TEMPERATURA FRIO
Normal	ADF_014	-81,0 °C	CONSIGNA TEMPERATURA CALOR
Normal	ADF_194	-100,0 °C	BANDA MUERTA TEMPERATURA
Normal	ADI_068	Ocupado	EST MODO OCUPACION
Normal	ADF_058	115,8 m3/h	CAUDAL IMPULSION
Normal	ADF_150	250,0 m3/h	CONSIGNA CAUDAL FRIO
Normal	IMPULSION	100,0 %	APERTURA CAJA IMPULSION
Normal	ADF_163	250,0 m3/h	MAXIMO CAUDAL FRIO
Normal	ADF_164	50,0 m3/h	MINIMO CAUDAL FRIO
Normal	EXTRACCION	100,0 %	APERTURA CAJA EXTRACCION
Normal	ADF_026	2.500,0	K CAJA IMPULSION

Figura 24: Vista del sumario del software Metasys.

Además, la sala cuenta con dos termostatos:

- Temperatura ambiente
- Temperatura de la sala

De esta manera, el programa es capaz de mostrar una gráfica de la variación de la temperatura ambiental con respecto al tiempo. Así se verifica si la temperatura ha tenido alguna oscilación fuera de lo normal. Por ejemplo, la temperatura de la sala CPD está a 21°C de manera constante, pero desde que esa temperatura oscile 2°C con respecto a la norma (temperatura de la sala 23°C) se sabe que algún dispositivo o equipo ha dejado de funcionar o se ha producido un fallo. En caso de que el aumento de temperatura no se produjese por fallo de un equipo, se observará la gráfica de temperatura ambiental para comprobar si es debido a un aumento considerable de la temperatura exterior, ya que esta es capaz de afectar a la temperatura sala debido a la ventana que da al exterior.

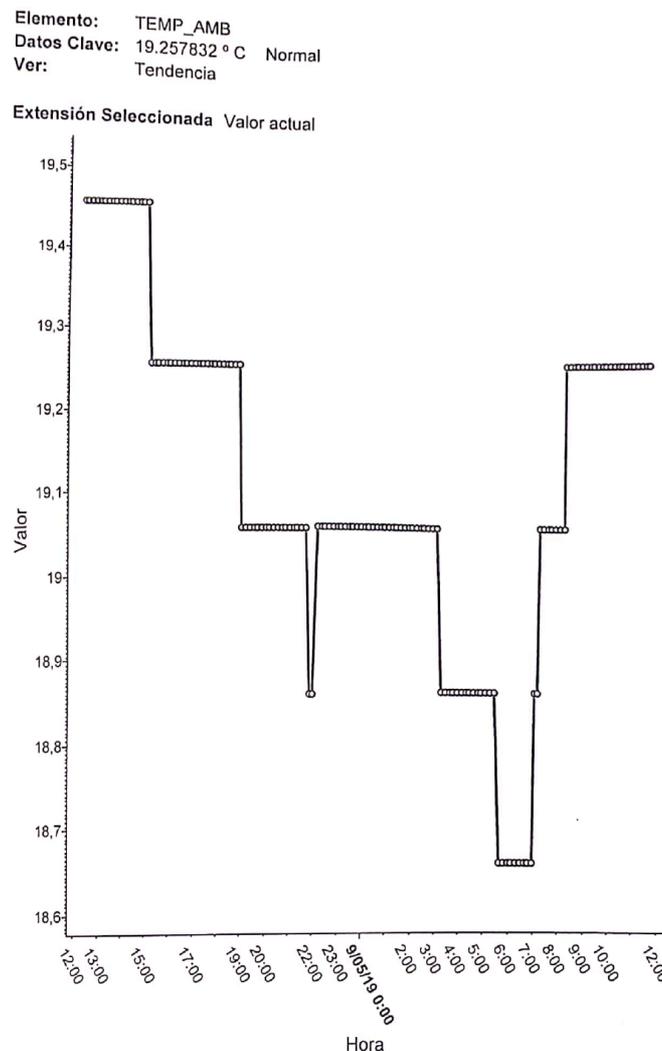


Figura 25: Vista comparativa de la temperatura / tiempo del software Metasys.

3.4. Sistema de Detección

El centro hospitalario cuenta con varios sistemas de detección con el fin de prevenir y asegurar con la mayor brevedad posible la detección del incendio, contando así con los siguientes elementos:

- Detectores
 - Iónico
 - Óptico de humo
 - Por aspiración
- Pulsadores manuales
- Centralita de alarma y extinción
- Sirenas para el sistema de extinción

Estos detectores se emplean para la anticipación del conato de incendio, pero además cumple con la función de que, en caso de fallo o avería del detector, dando una lectura negativa (no hay incendio), los demás detectores asegurarán la protección de la sala.

A continuación, en la tabla se mostrará los modelos y características principales de los 3 detectores empleados:

	Iónico (DIH-90-G)	Óptico (A30XHA)	Por aspiración (FAAST LT-200)
Empresa distribuidora	GMB-SYSTEMS	Cofem S.A.	Notifer
Perfil	10,5 cm	53,4 mm	403 mm
Incorpora sensor térmico	No	Se activa al llegar a 55°C	Si, programable
Zócalo intercambiable	Si	Si	No
Protección contra electricidad estática	Si	Si	Si
Protección contra la manipulación	Si	Si	Si
Comunicación con central	Mediante LED verde	Mediante LED tricolor de parpadeo simple	LED tricolor
Indicador de alarma	LED rojo	Doble LED rojo 360°	LED rojo

	Iónico (DIH-90-G)	Óptico (A30XHA)	Por aspiración (FAAST LT-200)
Estado de la alarma	No	Mediante LED tricolor de encendido fijo	LED tricolor
Indicador de suciedad	No	Si	Si
Tensión de alimentación	12-27 Vcc	24-35 Vcc	18,5-31,5 Vcc
Consumo en reposo	45 microamperios	1 mA	170mA – 270mA
Consumo en alarma	30 mA	5 mA	360mA – 570mA
Temperatura	0°C a 60°C	-10°C a 40°C	-10°C a 55°C
Humedad	20-95% HR	20-95% HR	10%-93%
Cápsula iónica	0,9μCi Am 241 (Americio 241)	No	No
Marcado CE	Según la Directiva Europea de Productos de Construcción 89/106/CEE	Según la Directiva Europea de Productos de Construcción 89/106/CEE	Según la Directiva Europea de Productos de Construcción 89/106/CEE
Certificados	Certificado AENOR según EN54-7:2000/A1:2002	Certificado AENOR según EN54-7	Certificado AENOR según EN54-20

Tabla 7: Características técnicas de los sistemas de detección.

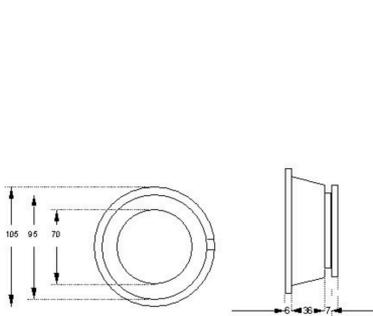


Figura 26: Detector iónico.



Figura 27: Detector óptico.

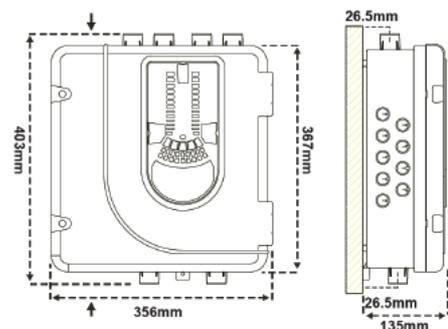


Figura 28: Detector por aspiración

3.5. Sistema de Extinción

La sala CPD dispone de un sistema de extinción por gas debido a sus numerosas ventajas frente a otros sistemas de extinción comentados anteriormente (**Apartado 2.5. Sistemas de extinción**):

- No dejan residuos
- No conducen la electricidad
- Evitan daños producidos por el agua
- Rápida actuación en el foco del incendio
- La inundación total permite que el agente extintor llegue incluso a las zonas menos accesibles
- La actividad se puede reiniciar rápidamente tras la descarga

El gas empleado en la sala CPD es uno de los Halocarburos (HFCs, mencionado en el **apartado 2.5.4**), denominado FE-13 (comentado ampliamente en el **apartado 2.5.4.2.**). Este sistema de extinción está formado por un conjunto de elementos que lo compone y contienen las siguientes características:

Sistema de extinción				
	Sistema centralizado para control de carga	Recarga del Gas extintor Fe-13	Sistema de control de carga	Sistema mecánico de la carga
Empresa	DuPont	DuPont	DuPont	DuPont
Descripción del producto	Baterías de cilindros de 75L	Kilo de Dupont FE-13	Centralita de control 230V	Ud. de control de carga mecánico c/ horquilla 75L
Código del sistema	CCP5707075P	400FE130	30332230	30331007
Capacidad de los cilindros	75L	-	75L	75L
Nº de cilindros	7	-	7	7
Carga máxima	441 kg	441 kg	441 kg	441 kg
Activación de la alarma	-	-	Al superar el 5% de la carga inicial	-

Tabla 8: Características del sistema de extinción por gas FE-13.

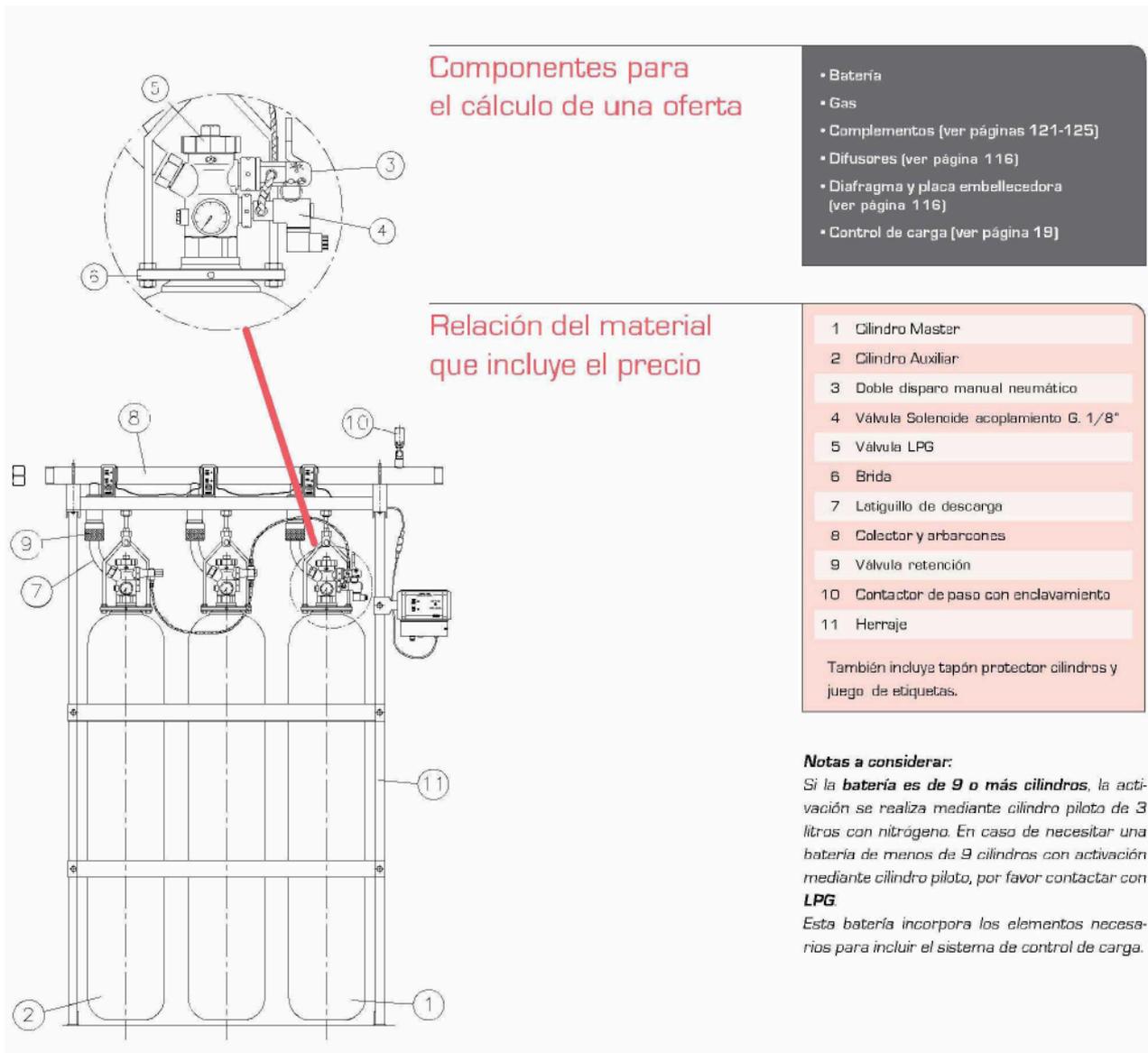


Figura 29: Sistema centralizado para control de carga por gas FE-13.

3.6. Central de Avisos

El centro de avisos empleado es un software denominado “Centro Europa”, situado en el departamento de seguridad (localizado en la planta 0 del edificio contiguo al de la sala CPD) donde se encuentra vigilado 24 horas por un miembro de seguridad.

En el programa se muestra un pulsador de alarma que desde el propio departamento de seguridad se puede activar (donde sólo se encuentra un pulsador de alarma).

El software avisa de que tipo de alarma se ha activado y su ubicación provocada por los diferentes detectores:

- Alarma de incendio
- Alarma de temperatura en los equipos
- Alarma de humedad
- Alarma de SAI

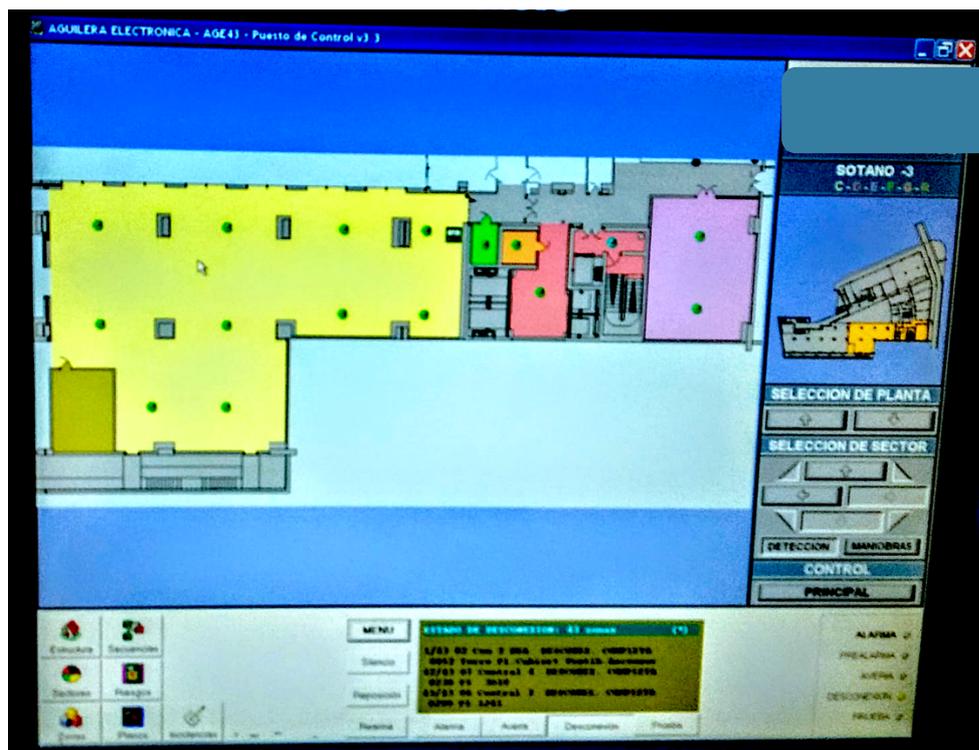


Figura 30: Software “Centro Europa”, muestra de alarmas de incendios.

La alarma SAI es de gran importancia debido a que el sistema debe estar en todo momento conectado a través de corriente limpia (a través de SAI). Por ello, deberá monitorizarse lo que realiza la SAI:

- Mediante alarmas analógicas en el cual mande una señal

- Ventana informativa en el cual se pueda observar un cambio de color en la alarma y la causa de la misma
- La alarma deberá reflejarse en una sala técnica donde alguien del personal autorizado pueda verificar lo sucedido

En caso de incendio en la sala CPD, la central de avisos “Centro Europa” mostrará una alarma en el software en dicha sala denominada como “**Europa 3**”.

Mediante emisoras de radio y el sistema de vigilancia (propio del edificio), se podrá avisar al miembro de seguridad más cercano, que podrá ser:

- Vigilante
- Auxiliar de seguridad
- Técnico

El trabajador tendrá que desplazarse hasta la zona de incendio y verificar si se trata de una de las siguientes causas:

- Falsa alarma
- Incendio real (incendio menor o incendio mayor)

Esta parte es de suma importancia debido a que una vez detectado el incendio, según el tipo se procederá de una manera u otra:

- **Falsa alarma.** En este caso, desde la central de avisos se procederá a la desactivación de la alarma.
- **Incendio real.** Según el nivel de intensidad de las llamas se definirá como:
 - **Incendio menor.** El miembro de seguridad debido a sus conocimientos, podrá proceder en la medida de lo posible y de manera segura a la extinción del incendio mediante los equipos extintores ubicados fuera de la sala.
 - **Incendio mayor.** En este caso, el miembro de seguridad deberá activar el protocolo de incendios, (avisando previamente al vigilante encargado de la central de avisos, el cual se encargará de organizar al resto de los miembros de seguridad para aplicar dicho protocolo creando un grupo de trabajo en los que cada uno procederá a realizar diversas actividades) advirtiendo y evacuando a los trabajadores de la planta en la que está situado el CPD y de las plantas inferiores evitando así el riesgo de atrapamiento por fuego. Además, se asegurará la zona para impedir el paso de cualquier persona ajena a los servicios de seguridad, emergencias y técnicos del centro hospitalario.

4. MEJORA

4.1. Infraestructura de la sala CPD

Tal y como se ha mencionado anteriormente dentro del apartado 2.1.1. los elementos que componen la sala CPD son principalmente:

- Paredes
- Puertas
- Mamparas acristaladas (opcional, según diseño)
- Techo y suelo técnico
- Sistemas eléctricos redundantes N+1
- SAI
- PDU
- Sistemas contraincendios
- Sistema de refrigeración
- Sistema de seguridad y control de acceso

Cada uno de ellos está debidamente detallado en su correspondiente apartado. Aunque, cabe destacar dos de los apartados anteriores en los que no se cumple con los requisitos técnicos ya mencionados y un nuevo apartado en el que se indica la existencia de una ventana al exterior y sus características:

- Mampara acristalada
- Puerta de acceso
- Ventana con acceso al exterior

4.1.1. Mampara acristalada

La sala dispone de una pared acristalada de 7,5 metros de longitud en la que se visualiza los numerosos racks que la componen. Esta pared comprende las siguientes características:

- Misma resistencia al fuego que el resto de la estructura física de la sala según la normativa EN-1047, con una capacidad de resistencia al fuego RF-120 según la norma EN-23764
- Distribución de cristales de suelo a techo
- Doble cristal con cámara de aire
- Dimensión de cada panel de cristal: 1,0m de ancho x 2,5m de alto x 0,006 m de anchura del cristal
- Cantidad de paneles acristalados: 6 paneles
- Estructura de acero galvanizado y aluminio anodizado

Pero, esta estructura no cumple con el requisito principal de comprender una altura de suelo a techo. En este caso la pared acristalada comprende una altura de suelo técnico a falso techo, por lo que la sala no está debidamente aislada, provocando así:

- Ruido acústico en la sala contigua donde comprende el espacio de trabajo del equipo informático del centro hospitalario, debido al funcionamiento de los equipos de refrigeración instalados en el interior de la sala.
- Fugas en el sistema de refrigeración
- Cero aislamiento y protección en caso de incendio a los miembros del equipo informático que realiza sus labores en la sala contigua a la sala CPD.

Para solucionar aquellos inconvenientes, se estudia la posibilidad de retirar la estructura acristalada, debido al incorrecto cumplimiento de la normativa. Su tamaño es insuficiente para cumplir con los requisitos necesarios para la seguridad del centro. Por ello, se expone la retirada de la estructura y sustituyéndola por una pared de bloque y dotándola de un aislamiento exterior térmico y acústico, permitiendo así un lugar de trabajo adecuado para los trabajadores del centro.

La ejecución de la obra se efectuará sin necesidad de la detención de los equipos que forman el CPD. Esto es posible gracias a la creación de una pared de bloque en el lado exterior de la sala CPD.

De esta manera, se creará la pared de bloque mientras la pared acristalada sigue aún en pie. Una vez terminada la pared de bloque con sus pertinentes acabados, se ejecutará la retirada de la pared acristalada. Esto provocaría un desplazamiento longitudinal de la pared de la sala en unos centímetros.

A pesar de ello, esto no afectaría al sistema de refrigeración de la sala, ya que este sistema está sobredimensionado, siendo capaz de resistir la ampliación de la misma, debido a que la modificación no es considerable a su sobredimensionamiento.

La ejecución de la obra se realizará de la siguiente manera:

1. En primer lugar, se realizará la retirada de los paneles del suelo técnico en la sala CPD más próximos a la pared acristalada y aquellos paneles del suelo técnico de la sala contigua más próximos a dicha pared acristalada.
2. Se procederá a la instalación de un aislamiento plástico provisional en el interior de la sala CPD entre el suelo técnico y el suelo real, para aislar la zona y evitar de esta manera que pueda entrar polvo o suciedad debido a la construcción de la pared. Mientras, en la sala contigua se dejará igual, solo con los paneles extraídos.
3. Una vez finalizada la labor, se realizará el mismo procedimiento, pero en el falso techo, colocando el mismo aislamiento plástico y dejando al descubierto la zona más próxima a la pared acristalada de la sala contigua.
4. A continuación, se procede a la ejecución de la obra, formando la pared de bloque en el lado de la sala del equipo informático del centro hospitalario dejando un hueco para una puerta contraincendios provista de medidas: 1,5m de ancho por 2,070m de alto.
5. Con la finalización de la pared de bloque, se procederá a la instalación de la puerta contraincendios.
6. Una vez instalada la puerta de acceso a la sala, se realizará la instalación del aislamiento térmico y acústico en el interior de la sala CPD.

7. Sobre el aislamiento se instalarán una serie de paneles con la misma resistencia al fuego que el resto de la estructura física de la sala según la normativa EN-1047, con una capacidad de resistencia al fuego RF-120 según la norma EN-23764
8. Con los paneles instalados se pintará la pared de color blanco, acorde a la decoración de la sala del equipo informático.
9. Tras la finalización del pintado se procederá al ajuste de los paneles de falso techo y suelo técnico con respecto a la pared de bloque.
10. A continuación, se colocarán lonas de plástico en el interior de la sala CPD, aislando ahora toda la pared acristalada para su retirada y así evitar que los equipos acumulen polvo o suciedad provocando así posibles fallos y averías.
11. Con la instalación de la lona se procede a la retirada de la pared acristalada, dando lugar a la pared de bloque ya construida
12. Se a falta aplicará un revestimiento a la pared, en la parte interior de la sala, otorgándola de un acabado uniforme.
13. Se pintará la pared con pintura plástica con certificado de clasificación M1
14. Por último, se procederá a la retirada de las lonas de plástico (actuando como aislante ante el polvo y la suciedad) y el ajuste de los paneles del falso techo y suelo técnico del interior de la sala CPD.

Para la realización de este trabajo se estima una cantidad de 3 operarios y una duración de 7 días.

La pared creada en la sala deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Deberá contar con una estanqueidad contra el agua, el gas y la polución
- Según la normal EN-23764, las paredes deberán contar con una resistencia al fuego RF-120, así como una protección contra el agua
- El acabado final será mediante una pintura plástica con certificado de clasificación M1
- Todos los materiales empleados en la sala deberán cumplimentar con los niveles de materiales no combustibles establecidos en la normativa ISO-1182

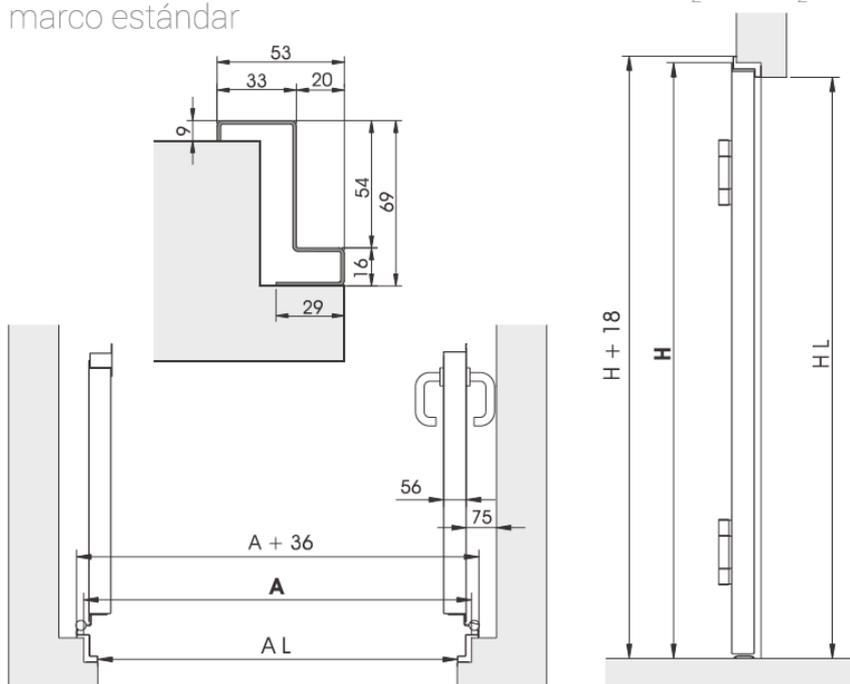
4.1.2. Puerta contraincendios

La puerta contraincendios de acceso a la sala instalada cuenta con las siguientes características:

- Modelo: ROPER EI₂90 de doble hoja.
- Dimensiones: 1500mm de ancho x 2070mm de alto.
- La puerta de la sala proporciona una protección y un aislamiento idéntica al resto de la estructura, con un grosor de 120 milímetros.
- Pintada en color RAL 9010 (blanco).
- La puerta proporciona una resistencia al fuego de acuerdo a la norma EN-23802.
- Sistema de cierre automático conectado al centro de control.

- El sentido de apertura de la puerta viene dado por el cumplimiento de la normativa de evacuación de emergencia por lo que su apertura es hacia la sala del equipo informático del centro.
- El diseño de los picaportes de la puerta contiene el nivel RC-4 de la normativa EN-1627, la cual implica una elevada protección ante la intrusión.
- La puerta estará integrada dentro del contorno de la pared, cumpliendo los valores y especificaciones al formar parte del mismo.

Dos hojas
Batiente de dos hojas / medidas y secciones EI₂60 / EI₂90 / marco estándar



EI ₂ 60			
HUECO DE OBRA		PASO LIBRE	
A	H	AL	HL
1200	2070/2150 2200/2300 2400/2500	1130	2032/2113 2163/2263 2363/2463
1300			
1400			
1500			
1600			
1700			
1800			
1900			
2000			
2100			
2200			
2300			
2400			
2500			

EI ₂ 90			
HUECO DE OBRA		PASO LIBRE	
A	H	AL	HL
1200	2070/2150 2200	1130	2033/2113 2163
1300			
1400			
1500			
1600			
1700			
1800			
1900			
2000			
2100			
2200			
2200			

Figura 31: Especificaciones de la puerta contraincendios.

4.1.3. Ventana al exterior

El diseño de la infraestructura de un centro de procesamiento de datos debe estar dotado eficientemente, debido a su continuado funcionamiento. Por ello, en este centro hospitalario se observa el inconveniente de una posible fuente de ineficiencia energética debido a la existencia de una ventana con acceso al exterior. Sus características son las siguientes:

- Dimensiones: 1,5m de ancho x 1,5m de alto.
- Altura de la ventana con respecto al suelo: 0,5m.
- Apertura al exterior.

Esta ventana podría ocasionar diversos inconvenientes:

- Variaciones de temperaturas en el interior de la sala CPD de más de 5°C.
- En caso de variación abrupta de la temperatura podría ocasionar un aumento en el desgaste del sistema de refrigeración.
- Desgaste por radiación solar de aquellos equipos expuestos
- Calentamientos de equipos impidiendo así su correcta refrigeración

Por ello, se ha analizado la variación de temperatura que ocasiona dicha ventana en el interior de la sala. En ella se observa que la variación no ocasiona grandes fluctuaciones, pero a pesar de ello se ha decidido aplicar una solución a un posible problema que esta ventana podría causar a la larga.

La solución a aplicar es la instalación de un estor térmico capaz de reducir la temperatura del interior de la sala, provocando así que el sistema de refrigeración pueda llegar a aplicar un sobreesfuerzo ocasionando su avería. Además, la instalación de esta medida será realizada por el equipo de mantenimiento del centro hospitalario, ocasionando un coste cero. Por ello, en el apartado 6.1. Presupuesto de mejora, no aparecerá reflejada.

Las características del estor empleado son:

- Empresa: Solarscreen
- Modelo: Lámina grofada anti-inflamable
- Código: B-S1.D0
- Dimensiones: 183cm de ancho x 250cm de alto
- Porcentaje de radiación solar (transmisión de luz visible): 3%
- Porcentaje de energía solar rechazada: 92%
- Porcentaje de ratio solar reflejado: 78%
- Porcentaje de ratio solar absorbido: 19%

4.2. Distribución de los equipos Racks

La sala CPD cuenta con 19 racks distribuido en dos filas de la siguiente manera:

- Fila1: formada por 9 racks
- Fila2: compuesta por 10 racks

Cada armario rack dispone de las siguientes características:

	Rack
Fabricante	Monolyth
Categoría	Armarios de suelo
Código	121010-2/SH6842
Perfil	19"
Altura	2055 mm (42U)
Fondo	800 mm
Ancho	600 mm
Peso	109 kg
Puerta	Cristal

Tabla 9: Especificaciones Racks.

Para garantizar la correcta refrigeración de cada uno de los dispositivos que componen el armario rack, este comprende en su interior bandejas perforadas para facilitar el continuado flujo de aire y este sea más eficiente, abordando aquellos dispositivos más lejanos.



Figura 32: Armario rack Monolyth.

Ciñéndonos en el uso eficiente del sistema de refrigeración de los armarios rack. Tal y como se muestra en la figura y de manera más detallada en el **Anexo Planos**, la distribución de dichos armarios es la siguiente:

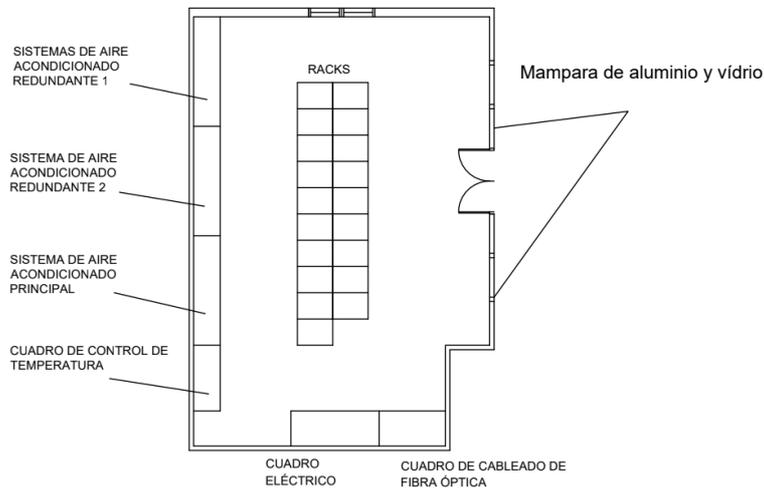


Figura 33: Plano de planta de la distribución de los racks actual.

Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de los armarios rack, estos están diseñados para alojarse sobre las tomas de aire, debido a su estructura perforada para una mejor circulación en el sistema de refrigeración. Por ello, se considera el desplazamiento frontal de los armarios, desplazándolos aproximadamente unos 25 cm a la izquierda y 65 cm a la derecha para situarlos sobre cada una de las tomas de aire.

Al realizarse dicho desplazamiento, se creará un pasillo entre ambas filas de armarios rack otorgándola de un sistema de refrigeración basado en la contención de pasillo caliente. Este método, se basa en la colocación de la parte trasera de cada uno de los armarios racks enfrentadas y dejando entre ellas un pasillo por el cual circulara el aire caliente emitido por los equipos en funcionamiento.

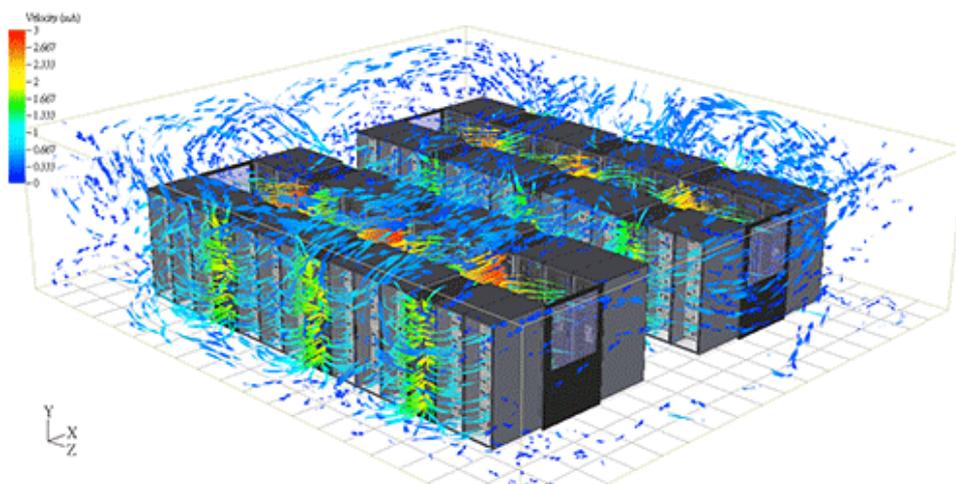


Figura 34: Diagrama de variación de temperatura del principio de contención de pasillo caliente.

La contención de pasillos fríos en la sala mediante sistema de refrigeración por suelo técnico aumenta la eficiencia de la sala CPD, suministrando aire mediante baldosas perforadas por el suelo técnico que atravesará los servidores desde la parte baja de ellos, saliendo aire caliente hacia el correspondiente pasillo caliente.

El pasillo caliente estará provisto de un cerramiento para aislar la zona, evitando la recirculación y bypass del aire. Se instalarán barreras sobre cada uno de los racks y puertas en la entrada del pasillo. Gracias a ello, el sistema de extracción ubicado en la zona del pasillo caliente podrá permitir la salida del aire caliente de retorno a las unidades climatizadoras.

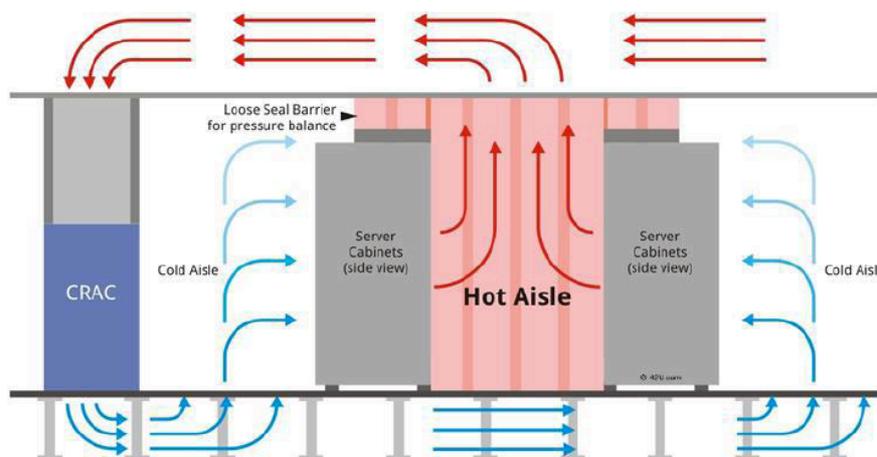


Figura 35: Diagrama del principio de contención de pasillo caliente.

De esta manera, la refrigeración de los racks llevará a cabo de la manera más óptima, reduciendo así la temperatura de los dispositivos más alejados situados en lo alto del armario rack y produciendo un descenso de aproximadamente 3°C en dichos dispositivos.

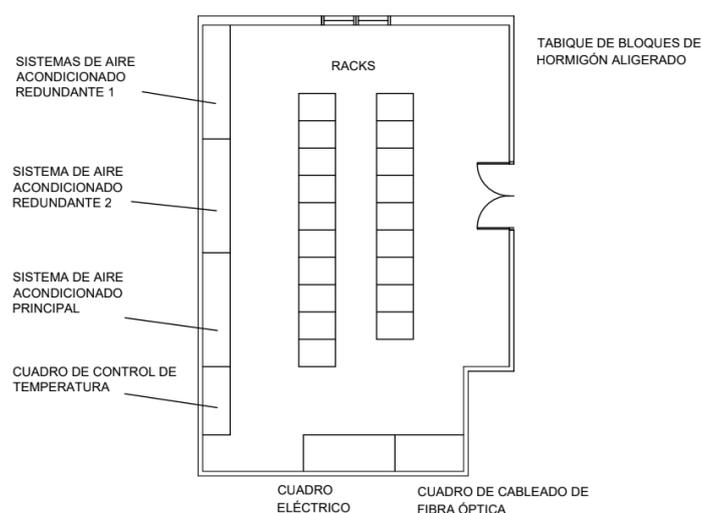


Figura 36: Plano de planta de la nueva distribución de los armarios rack con respecto a las tomas de aire del sistema de refrigeración.

La realización del trabajo de desplazamiento de las unidades rack se llevará a cabo por el propio personal de mantenimiento encargado de la sala CPD del centro hospitalario, debido a que la realización de la mejora en la sala no conlleva ningún tipo de ejecución en el cual sea necesaria la contratación de personal especializado. Por ello, en el apartado 6. Presupuesto, se verá reflejado coste cero, debido a que se realizará con el personal ya contratado del centro y la realización no supondrá un esfuerzo fuera de la realización de las tareas a realizar.

Por consiguiente, la instalación del cerramiento y las puertas se llevará a cabo por un equipo especializado, de la empresa "Cormat", para garantizar la efectividad del sistema de aislamiento para la configuración de contención de pasillo caliente. La realización del trabajo se podrá ejecutar sin necesidad de ocasionar paradas en el funcionamiento del CPD.

4.3.Sistema de refrigeración

La ventilación es esencial para el correcto funcionamiento de los equipos, ya que una ventilación deficiente podría causar pérdidas de potencia y aceleraría su desgaste, llegando a provocar averías o fallos graves.

Debido a lo mencionado anteriormente, el sistema de refrigeración de la sala CPD está compuesto por el sistema de aire acondicionado común al edificio y el propio de la sala. Por ello, se anulará la entrada de aire del sistema de aire acondicionado común al edificio evitando así, posibles pérdidas en el sistema.

El desarrollo de esta medida se realizará mediante un equipo de trabajadores especializados provenientes de la empresa "Terclima". El equipo se encargará de analizar y ejecutar dicha anulación de las salidas de aire en la sala evitando en todo momento que se produzca la detección del funcionamiento del CPD.

Según confirmación de la empresa, la ejecución del trabajo es sencilla, por lo que se podría realizar en un único día, permitiendo así la continuidad de las labores de manera usual.

El procedimiento para dicha anulación es el siguiente:

1. El equipo analizará si las dos tomas de aire provenientes del sistema de A/C (común al edificio) pertenece al flujo principal o por el contrario se trata de un flujo secundario.

1.1. En caso de pertenecer al flujo principal. Se empleará:

- Chapa de acero galvanizado de espesor 1 mm, unida mediante remaches de aluminio y acero de 3 cm de largo x 6 mm de ancho en la zona de la rejilla
- Una vez enfriada la zona, se procederá a la utilización de una cinta adhesiva térmica metalizada para un acabado estanco y así evitar posibles fugas de aire en el sistema
- A continuación, se aplicará una capa de aislamiento de térmico en la zona de la rejilla anulada
- Por último, se dispondrá de una tapa ciega para ocultar la zona tratada y proveer de un acabado homogéneo al de la sala.

1.2. Por consiguiente, si se tratara de un flujo secundario, se realizarán los siguientes pasos:

- Se dispondrá a la localización de la unión entre la vía principal y secundaria

- Una vez localizada la zona, se procederá a su anulación empleando una chapa de acero galvanizado de espesor 1 mm, unida mediante remaches de aluminio y acero de 3 cm de largo x 6 mm de ancho en la zona de unión de flujos.
- Una vez enfriada la zona, se procederá a la utilización de una cinta adhesiva térmica metalizada para un acabado estanco y así evitar posibles fugas de aire en el sistema
- A continuación, se aplicará una capa de aislamiento de térmico en la zona de la rejilla anulada
- Por último, se dispondrá de una tapa ciega para ocultar la zona de rejillas que dan al interior de la sala y proveer de un acabo homogéneo en la sala.

De esta manera se evitan turbulencias y el correcto flujo del aire por el circuito de ventilación. Además, se mostrará a continuación las características y dimensiones de los materiales existentes y empleados para realizar la anulación del sistema:

	Rejilla de ventilación	Chapa de acero galvanizado	Aislamiento térmico	Tapa ciega
Empresa	ALG sistemas	Metalmalla & Beico	Arelux	Hager
Descripción del producto	Rejillas simple deflexión horizontal	Chapa de acero galvanizado	Rollo de aislamiento TRISOSUPER 10	Tapa ciega fija
Código	MA01	DX52D 1.0350	19317935	UC232
Dimensiones (mm) (AnchoxAltoxFondo)	350x100x33	500x250x1	1000x1000x35	600x150x20
Cantidad	2	1	1	1 (2 unidades)
Acabado	Anodizado	Acero galvanizado	Polietileno aluminizado, espuma de polietileno y guata	Acero Zincado

Tabla 10: Características y especificaciones de los materiales del sistema de ventilación

4.4. Sistema de seguridad y control de acceso

La sala CPD no dispone de un control de acceso previo, sino que se accede a la estancia mediante llave, por lo que hay diversas copias de esta llave. Cada una de ellas la poseen o tienen autorización para su uso, trabajadores del centro:

- Departamento de electricidad y climatización
- Departamento informático
- Departamento de telecomunicaciones
- Departamento de mantenimiento y obras
- Jefe de sección de ingeniería de instalaciones y energía

Por ello, se propone dotar al centro de un sistema de seguridad y acceso a la sala, para evitar cualquier tipo de intrusión o ataque al centro hospitalario.

La seguridad física de la sala CPD incluirá:

- El sistema de acceso controlado (CAS) consistirá en un lector de tarjetas de proximidad y código en la zona de acceso a la sala.
- El control de acceso a la sala mediante tarjeta de proximidad, tendrá la posibilidad de restringir los horarios de acceso del personal. Pero, en caso de emergencia, aquel miembro del equipo que tenga el acceso restringido, se podrá autorizar su entrada mediante un código personal y temporal otorgado por el equipo de seguridad. De esta manera, se evita la aparición de anomalías en el acceso a la sala CPD y se garantiza la protección del mismo.
- La puerta de acceso a la sala será monitorizada para confirmar que estas estén cerradas y bloqueadas mediante interruptores magnéticos.
- El interior de la sala contará también con un sistema de vídeo-vigilancia en tres puntos de la sala para comprobar que no halla sujetos no autorizados en su interior. Además, el sistema de vigilancia monitorizada servirá para verificar, en caso de incendio, si se trata de una falsa alarma o de un incendio visible.

4.4.1. Sistema de seguridad video-vigilada

Para mantener constancia visual y gráfica de lo sucedido con respecto a la sala CPD, se propone dotarlo con una instalación de la marca Cleverloop de los siguientes dispositivos:

- 3 cámaras interiores de seguridad localizadas en el interior de la sala CPD y una cámara interior de seguridad ubicada en la puerta de acceso a la sala, cuyas especificaciones de todas las cámaras son:
 - Cámara IP HP 720p
 - Lentes 60° FOV
 - Resistente a la interperie
 - Visión nocturna automática

- Wi-Fi 2.4 Ghz 802.11 b/g/n
 - Cable red Ethernet
 - Cable de corriente 3m / 9ft
 - Conector estándar
 - Compatible con kit PoE (Alimentación sobre Ethernet)
- Estación base con las siguientes especificaciones técnicas:
- Medidas (Alto x Ancho): 3cm x 11 cm
 - Soporte de hasta 4 cámaras IP, para exterior y/o interior
 - Análisis de vídeo local con el algoritmo de aprendizaje rápido
 - Procesador: 1,4 Ghz Cortex-A9 Quad-core
 - Bus: DDR 800 MHz
 - Memoria: 1 GB RAM
 - Almacenamiento interno: 8GB
 - Alertas instantáneas y aplicación para móviles
 - Visión Remota de las cámaras
 - Geo localización
 - Programación de horas de inactividad opcional
 - Alerta cuando se produce pérdida de conexión
 - Guarda hasta 7 días de alertas de vídeo, respaldo en la nube opcional
 - Intercambio y descarga gratuita e ilimitada de vídeo
 - Soporte de disco duro externo USB para grabación de vídeo continua *como grabador CCTV NVR tradicional



Figura 37: Sistema de vídeo-vigilancia.

4.4.2. Control de acceso

La instalación de un sistema de control de acceso en la sala CPD es de suma importancia debido a posibles actos vandálicos o ciberterrorismo, debido a la posibilidad de estas situaciones se ha contemplado la instalación de una cerradura eléctrica de apertura automatizada integrada al sistema de seguridad. De esta manera habrá una constancia de la actividad que percibe el CPD.

Se propone dotar al CPD de un sistema de control de acceso a la sala CPD contará con la instalación de los siguientes requisitos principales:

- Lector de tarjeta de proximidad.
- Capacidad máxima de 20 tarjetas de proximidad.
- Teclado para la inserción de código PIN.
- Conexión a ethernet.
- Gestión de software.
- Batería interna en caso de fallo en el suministro eléctrico.
- Armazón con protección anti-vandálica.

El terminal de control de acceso que dispondrá la sala contará con un sistema por huella dactilar y tarjeta RFID de la marca Anviz TC550. Es un terminal multifuncional de control de acceso con múltiples métodos de identificación combinado con la identificación por huella dactilar, tarjeta personal y/o contraseña personal. Además, cuenta con mensajes por voz para guiar las operaciones, transferencia de datos en tiempo real y rastreo online por web. Por ello, cuenta con las siguientes especificaciones:

- Modelo: sensor óptico AFOS300
- LCD 128x64 Azul
- Método de identificación: Huella, ID+Contraseña, ID+Huella, ID+Tarjeta, Tarjeta
- Tiempo de verificación < 0,5 segundos
- Método de registro: huella, contraseña, tarjeta
- Área del sensor (Ancho x Alto): 22mm x 18mm
- Capacidad de almacenamiento de hasta 2000 huellas y 50.000 registros
- Puerto Standard USB/485, Wiegan26, standard TCP/IP y lector de tarjetas RFID
- Consumo normal: 0,5A – 1,0A
- Consumo en reposo: 0,3A
- ESD Tolerancia > 15000V
- Temperatura/Humedad: -10°C – 60°C / 20% - 80%
- Material ABS plástico de alto impacto
- Mensajes de voz



Figura 38: Sistema de control de acceso.

4.4.3. Monitorización

El control de la instalación CPD es esencial y por ello se convierte en un aspecto crítico en cuanto al funcionamiento continuado de cada uno de los sistemas que lo componen.

El sistema de control de las instalaciones que componen el CPD empleado, permitirá el control y gestión de los distintos sistemas existentes. Por ello, la información necesaria otorgada por los equipos instalados en el CPD se enviará a través de la red de datos al sistema de monitorización autorizado.

Este sistema de monitorización visualizará la información de los siguientes sistemas:

- **Suministro eléctrico**
 - Detección del disparo de los magnetotérmicos mediante contactos auxiliares libres de tensión. Con ello, se detectarán: la alarma de caída de tensión en cuadro, alarma de disparo de magnetotérmicos y diferenciales).
 - Información procedente de los analizadores de red (estado de la red, tensiones, intensidades, frecuencia, etc.).
 - Información de estado y operación de la SAI (estado, alarma de carga, temperatura, otras alarmas).
- **Iluminación**
 - Estado de la luminaria.
 - Activación/desactivación.
- **Sistema de refrigeración y climatización**
 - Unidades interiores y exteriores.
 - Monitorización de parámetros medioambiental: supervisión de temperatura, humedad relativa, flujo de aire, inundación, etc.
- **Sistema de detección y extinción de incendios**
 - Información proporcionada desde la centralita de incendio.
 - La activación de la extinción ha de provocar el paro de los equipos de refrigeración y el cierre de las compuertas cortafuegos en los sistemas de conducción de aporte de aire. La parada de los equipos del sistema de refrigeración se realizará mediante una señal enviada desde la central de detección de incendios al sistema de control centralizado de la sala CPD.
- **Sistema de seguridad y control de acceso**
 - Actividad humana
 - Acceso de puerta controlado
 - Horario restringido programables
 - Activación de códigos temporales
 - Visualización de la sala

4.5. Medios empleados

Para su correcta ejecución de las mejoras aplicadas en la sala CPD, se contacta con una serie de empresas externas para la elaboración de cada una de las tareas, tanto de construcción como técnicos de refrigeración. A continuación, en la siguiente tabla se mostrará las empresas externas a contratar en cada una de las categorías descritas en el apartado 4. Mejora:

Empresa	Categoría	Descripción de la actividad
SERICYM	Mampara acristalada	Sustitución de la pared acristalada por una pared de bloques de hormigón estrechos y aislamiento térmico y acústico.
Seguridad contra incendios canarias SL	Puerta contraincendios	Sustitución de la puerta de acceso a la sala técnica por una puerta contraincendios de doble hoja, cumpliendo así la normativa vigente
Cormat	Distribución de Racks	Reubicación de los armarios racks sobre las rejillas de ventilación e instalación del sistema de pasillos calientes, otorgándola de una estructura para aislar el aire caliente del frío
Terclima	Sistema de refrigeración	Anulación de las entradas de aire del sistema de refrigeración común al centro hospitalario
Cleverloop	Sistema de seguridad	Instalación de sistema de monitorización y cámaras de seguridad en la sala CPD
OMEGA sistemas de servicio y seguridad	Sistema de control de acceso	Instalación de sistema de control y base de control de acceso con lector de tarjetas y código PIN

Tabla 2: Empresas externas contactadas para la realización de las mejoras de la sala.

Empresa	Categoría	Descripción de la actividad
OpenUp	Limpieza técnica	Especialistas en limpieza técnica en salas CPD, cumpliendo y garantizando las normativas vigentes

Tabla 3: Empresa externa contactada para la realización del mantenimiento de la sala.

5. PLAN DE MANTENIMIENTO

“Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio para preservar un equipo o restaurarlo, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales, es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (en inglés se denomina run to failure, o “utilizar hasta que falle”).”

El objetivo fundamental de mantenimiento es la reducción de averías imprevistas en los sistemas que componen una empresa. Esto es beneficioso para las empresas ya que son capaces de anticiparse a los problemas.

Actualmente, las inversiones en recursos son muy significativas y el mal funcionamiento o inutilidad de los equipos deriva en pérdidas económicas, llegando a ser estas de carácter crítico.

Estas averías son muy costosas ya que producen:

- Costes de reparación
- Disminución de la vida útil en las máquinas o instalaciones
- Pérdidas de producción
- Riesgo para las personas o trabajadores

Mediante el empleo de un plan de mantenimiento se consigue la optimización de aquellos equipos a preservar, para asegurar una mayor disponibilidad y fiabilidad.

Los planes de mantenimiento tienen diversos objetivos:

- Minimizar y/o evitar posibles fallos producidos en equipos
- Reparar y prevenir fallos inevitables
- Reducir y/o evitar cualquier tipo de detención o paro en los equipos de manera inesperada
- Evitar la pérdida de materia prima
- Reducir los accidentes laborales para así asegurar la seguridad de las personas y trabajadores
- Aumento de la vida útil de los equipos
- Aumento de la producción
- Reducción de costes al realizarse los mantenimientos oportunos

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos del plan de mantenimiento se deberán realizar diversas acciones, como las que se muestran a continuación:

- Análisis de los equipos
- Revisión de equipos siguiendo periodicidades fijas
- Empleo de herramientas metódicas
- Prevención de material de mantenimiento
- Optimización de la estructura de trabajo
- Valorar la posibilidad de sustitución de equipos por unos más eficientes

- La robustez del diseño a prueba de fallos, minimizando así las actuaciones de mantenimiento
- Empleo de programas de gestión
- Costes estimados

Tras la regirse de cada tarea deberá determinarse 5 informaciones referentes a ella:

- Frecuencia
- Especialidad
- Duración
- Necesidad de trabajo especial
- Necesidad de paro para efectuar una máquina

El objetivo de mantenimiento no es reparar inmediatamente las averías que surgen, como contrariamente se practica en industrias. El departamento debe cumplir con 4 objetivos en los que se marcará y dirigirá el trabajo:

- Cumplir con un valor determinado de disponibilidad de los equipos
- Cumplir con una fiabilidad mínima, establecida por el fabricante
- Asegurar la prolongación de la vida útil de los equipos, como mínimo acorde con el plazo de amortización de la planta
- Ajustarse al presupuesto otorgado por la empresa en material de mantenimiento de la propia instalación



Figura 39: Mantenimiento en diversas ramas.

5.1. Estrategias de mantenimiento

Existen al menos 3 formas de elaborar un plan de mantenimiento basándose en:

- Las recomendaciones e instrucciones del fabricante
- Protocolos de mantenimiento
- Análisis de fallos

Mediante estas medidas, para la elaboración de un óptimo plan de mantenimiento se deberá plantearse la realización de un plan en dos partes:

1. Inicialmente, se realizará la elaboración de un plan basado en las instrucciones del fabricante o genéricas, la experiencia de los técnicos contratados y las obligaciones legales que está sometida la instalación o equipo.
2. Con el plan inicial completado y el sistema o equipos en funcionamiento, se procederá a la realización de un plan basado en el análisis de fallos de cada uno de los sistemas y equipos que lo componen. Este método permite el diseño y las mejoras oportunas para la ejecución de un plan de mantenimiento lo más completo posible. Además, de la creación de procedimientos y operaciones en la ejecución del mantenimiento necesario.

Por ello, existen diversos tipos de mantenimientos (preventivo, predictivos, correctivo, de actualización, etc.). A continuación, se verán algunos de los tipos principales de mantenimiento.

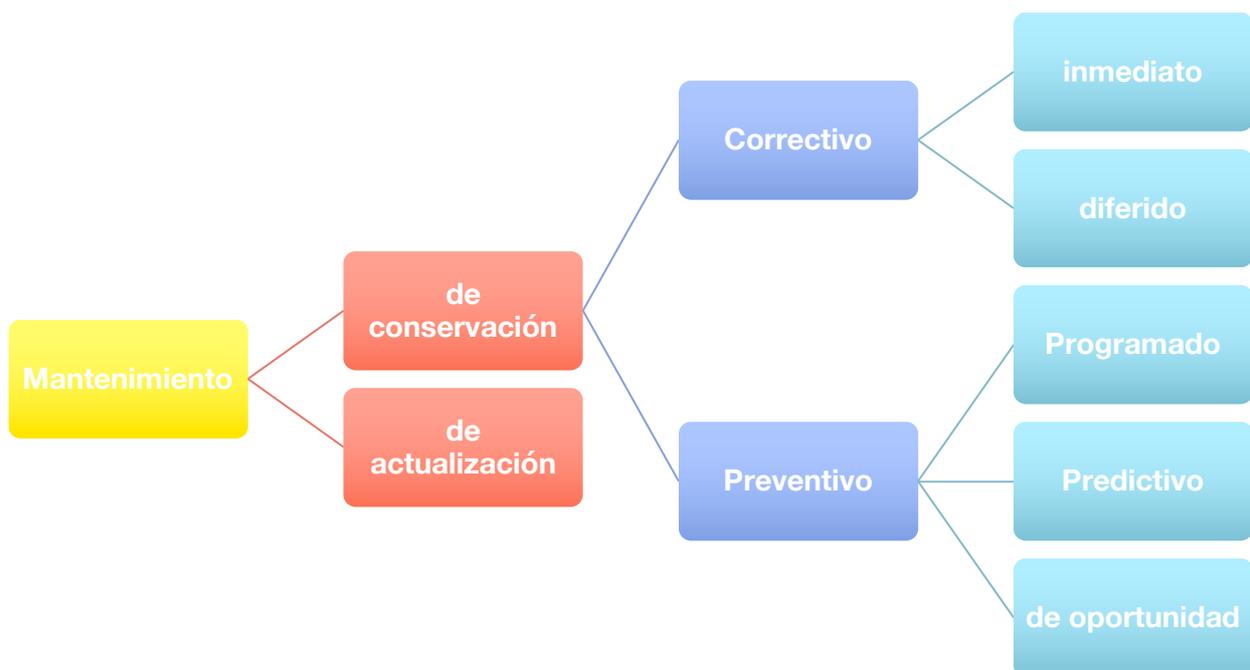


Figura 40: Esquema de la tipología de mantenimiento.

5.1.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que consiste en la realización anticipada con el fin de prevenir la aparición de averías en los equipos. Esto conlleva a la elevada reducción de detenciones en los equipos. Este mantenimiento está basado en la recolección de datos.

Existen diversas acciones que componen el mantenimiento preventivo, como pueden ser:

- Ajustes de maquinarias y equipos
- Limpieza
- Análisis de averías
- Lubricación
- Calibración
- Renovación de piezas y reparación de equipos
- Etc.

En el caso de la sala CPD planteada en este proyecto, se trata de un área informática, por lo que el mantenimiento preventivo consiste mayoritariamente en la revisión de los siguientes elementos:

- Software
- Hardware
- SAI
- PDU
- Sistema de refrigeración

Pero estas acciones requieren de una inversión económica debido a la planificación y personal cualificado necesario para la realización del correcto mantenimiento. Por ello, este mantenimiento puede ser definido como una lista completa de actividades realizadas por:

- Usuarios
- Técnicos y operarios
- Equipo de mantenimiento

A pesar de ello, es un mantenimiento que se calcula a través del tiempo, evitando paros o fallos para así obtener una alta efectividad en la empresa, como puede ser:

- Reemplazo
- Adaptaciones
- Restauraciones
- Inspecciones y evaluaciones
- Tiempo de los ayudantes
- Mano de obra
- Inventario de repuestos
- Etc.

Por ello, aquellas actividades que se efectúan con cierta frecuencia provocan un coste que se deberá estudiar para verificar si el estudio del plan de mantenimiento preventivo es favorable económicamente o no.

La aplicación de este método, se emplea en aquellos equipos de los cuales se desconoce su deterioro y su capacidad de funcionamiento continuado. Esto es porque se desconoce si un equipo de suma importancia puede acarrear fallos o averías de gran envergadura ocasionando graves consecuencias.

Este mantenimiento se efectúa periódicamente y de manera cíclica (ya que, si no se recopilan los datos suficientes y necesarios, el plan de mantenimiento sería un fracaso), pudiendo ser mejorado en un futuro por medio de la incorporación de un programa de mantenimiento. El programa deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo.

En el caso del centro hospitalario, el programa empleado es el "GetLogic". Este programa otorga un parte de trabajo programado de manera anual, para revisar y mantener los equipos, aportando un plan estructurado del mantenimiento a ejecutar en las diversas áreas que componen el CPD.

Además, se realiza una memoria trimestral para llevar la cuenta de los mantenimientos que se deberán realizar de manera más prolongada en el tiempo. De esta manera, se unifican los mantenimientos.

5.1.1.1. Mantenimiento programado

El mantenimiento programado se caracteriza por el conjunto de tareas o seguimientos que tienen como misión mantener cierto nivel de servicio en los equipos siguiendo un programa establecido (programando las intervenciones y revisiones de sus puntos débiles) y con un carácter sistemático interviniendo sin importar la condición del equipo, es decir, se interviene a pesar de que el equipo no haya dado síntomas de tener fallo alguno.

Este método se emplea en empresas cuya disponibilidad sea alta, como es el caso de la sala CPD, donde los equipos instalados en caso de fallo o avería pueden llegar a ocasionar graves problemas en la productividad del centro.

5.1.1.2. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo lo componen un conjunto de tareas o seguimiento enfocado en la recolección de información acerca de:

- Estado continuo de los equipos
- Operatividad de las instalaciones

Gracias al conocimiento de estas variables, el mantenimiento de los equipos se realiza de manera controlada, permitiendo la mejora de la ejecución del plan de mantenimiento, sabiendo con anterioridad la ejecución óptima en tiempo para dicha tarea, sin necesidad de interferir en el funcionamiento de los equipos.

5.1.1.3. Mantenimiento de oportunidad

El mantenimiento de oportunidad es aquel que se ejecuta aprovechando los sistemas o equipos que están detenidos o en periodos de no funcionamiento para realizar operaciones de mantenimiento, como pueden ser:

- Revisiones
- Reparaciones

Esto garantiza el óptimo funcionamiento de los equipos ya que se benefician de las paradas existentes y así evitan paradas innecesarias debidas a fallos o averías.

Las ventajas que presenta este mantenimiento son las siguientes:

- Coste reducido
- Reducción significativa de riesgo de fallo o avería
- Prolongación de la vida útil de los equipos
- Menos tiempo de inactividad
- Menor generación de errores
- Mejora de la fiabilidad de los equipos

5.1.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel en el que se corrigen los defectos o averías una vez producidos en los equipos, esto quiere decir, se realiza la reparación posterior a los daños producidos por un fallo o tras el proceso de inspección.

Este método tiene como propósito la corrección de daños o partes defectuosas que se observan en las instalaciones o equipos. Tras la detección, se corrige o se repara mediante:

- Reemplazo
- Cambio
- Limpieza de la pieza

Este tipo de mantenimiento tiene como consecuencia la no planificación de los eventos producidos, al igual que no tener la estimación del coste ocasionado como la disponibilidad de piezas de sustitución. Esto conllevará a interrupciones inesperadas en los equipos, ocasionando pérdidas de producción de la empresa.

A pesar de ello, cuenta con las siguientes ventajas:

- Costos a corto plazo menor
- Planificación mínima
- Proceso simple

Para este tipo de mantenimiento no es necesario una gran infraestructura o una gran capacidad en cuanto a materiales de mantenimiento, debido a que no es el único método de mantenimiento empleado ya que, se prevén los fallos y averías mediante el mantenimiento preventivo.

5.1.2.1. Mantenimiento inmediato

El mantenimiento correctivo inmediato o de emergencia no es planificado y se realiza tras la aparición de fallo o avería en los equipos.

Este mantenimiento es más costoso en cuanto a la reparación de los equipos y repuestos no presupuestados, debido a que la reparación se realiza con los medios y recursos disponibles existentes en ese momento en el centro.

5.1.2.2. Mantenimiento diferido

El mantenimiento correctivo diferido es aquel que se realiza de manera que se programa para un tiempo futuro la reparación del fallo o avería del sistema de manera definitiva. En este método, tras surgir la detención de los equipos producido por fallo o avería, se agrupan los medios y recursos necesarios para su reparación a pesar de tener que asistir en su búsqueda en tiendas o comercios.

5.1.3. Mantenimiento de actualización

El mantenimiento de actualización tiene como propósito compensar los avances de la tecnología, con el propósito de lograr:

- La máxima disponibilidad de la infraestructura instalada
- Maximizar la vida útil de los equipos y sistemas
- Minimizar los costes de mantenimiento
- Optimizar los recursos humanos
- Reducir los períodos de mantenimiento

El mantenimiento de actualización es llevado a cabo mediante software, editando y añadiendo las nuevas exigencias de los equipos que anteriormente no existían o no se tuvieron en cuenta.

Este tipo de mantenimiento cuenta con las siguientes ventajas:

- Mejor control de trabajo
- Mejor planificación y programación
- Programación automática de tareas e inspecciones
- Posibilidad de monitorizar las tendencias de fallo de los equipos con un reconocimiento

A pesar de las ventajas propuestas, este método tiene un gran inconveniente:

- Altos costes en licencias y actualizaciones

Además, hay que tener en cuenta la actualización del equipo de monitorización que contiene dicho programa.

5.2. Niveles de mantenimiento

El plan de mantenimiento debe basarse en la recopilación de datos a partir de la monitorización o seguimiento de una serie de parámetros y condiciones de funcionamiento de cada uno de los diferentes equipos que componen la sala CPD.

Existen 5 niveles para la óptima realización de un plan de mantenimiento en los que se dividen los diferentes tipos de mantenimiento:

- **Nivel 1: Mantenimiento correctivo.** Conjunto de acciones y seguimientos ejecutadas para la corrección de incidencias ocasionadas. La realización de reparaciones se ejecuta una vez se haya producido la incidencia. En este momento, los operarios informarán al departamento las causas presentadas y soluciones empleadas en los equipos.
- **Nivel 2: Mantenimiento preventivo.** Mediante la planificación de tareas y seguimientos de mantenimiento se ha de mantener un nivel de funcionamiento determinado, para evitar la producción de fallos o averías, mediante la recopilación de información basada en el funcionamiento histórico y características del equipo.
- **Nivel 3: Mantenimiento basado en las condiciones.** Mediante el diagnóstico y monitorización de funcionamiento de los equipos a partir de los mantenimientos correctivos, preventivos y a las condiciones en las que opera el equipo, como su entorno y utilización, se puede planificar y controlar las intervenciones de mantenimiento.
- **Nivel 4: Mantenimiento predictivo.** Capaz de predecir averías y solucionarlas antes de que estas ocurran. Tras la información recopilada, en base a sus condiciones de funcionamiento y labores realizadas, el sistema es capaz de detectar incidencias potenciales y actuar de acuerdo a las acciones diseñadas previamente para evitar inconvenientes.
- **Nivel 5: Mantenimiento prescriptivo.** Evolución de mantenimiento predictivo, basado en detectar posibles incidencias y averías en un momento determinado en cuanto a la fiabilidad del producto o condiciones de trabajo. El sistema es capaz de detectar anomalías en el sistema y aportar el procedimiento necesario para solucionarlo.

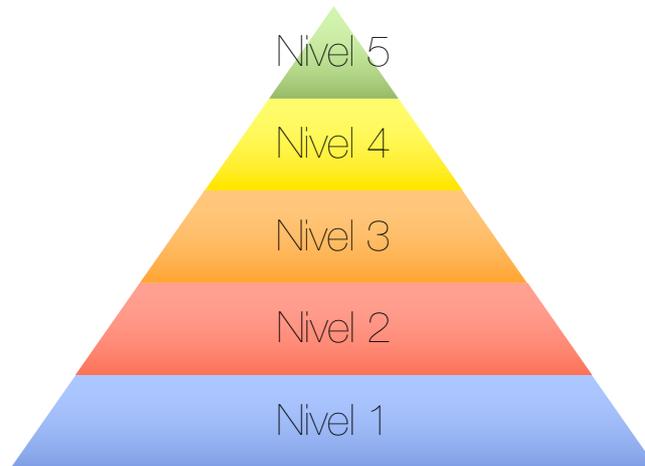


Figura 41: Diagrama de niveles de mantenimiento.

5.3. Normativa

- **ISO 14644.** Normativa específica de Salas Blancas.
- **Directrices de la ASHRAE 1.8-2018** “Formación en O&M de Edificados Asociadas al Proceso Commissioning de Instalaciones de Climatización y Refrigeración”.
- **ISO 14001.** Sistema de Gestión Ambiental: Especificaciones y guía de uso.
- **ISO 14644-1 clase 8.** Control de la limpieza del aire de las salas blancas
- **ANSI/ASHRAE 127-2007.** Métodos y pruebas para la calificación de ordenadores y salas de procesamiento de datos de aires acondicionados.
- **RIPCI, RD 1942/1993:** En él se establecen y definen las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento.
- **UNE 100011:** Calidad del aire
- **UNE 20324:** Equivalente a la norma europea EN 605296. Trata los grados de protección proporcionados por las envolventes en cuanto a la penetración de cuerpo sólidos y agua.
- **UNE-EN 13501-14:** Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.

5.4. Software de gestión de mantenimiento y reparación

En el caso del centro hospitalario, el programa empleado es el "GetLogic". Este programa otorga un parte de trabajo programado de manera anual, para revisar y mantener los equipos, aportando un plan estructurado del mantenimiento a ejecutar en las diversas áreas que componen el CPD.

Además, se realiza una memoria trimestral para llevar la cuenta de los mantenimientos que se deberán realizar de manera más prolongada en el tiempo. De esta manera, se unifican los mantenimientos.

REFERENCIA EQUIPO	MODELO:	
	Nº SERIE:	
	CÓDIGO TARO:	
ÁREA		
FECHA		

Especificar en la casilla del mes que se realiza el mantenimiento: "A" si la revisión ha sido apta y "N" si no ha sido apta

	1º SEMESTRE						2º SEMESTRE					
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
VERIFICACIONES ELÉCTRICAS												
ASPIRAR BANDEJAS DE CONDENSADOS												
REVISAR ACOPLÉS DE CONDUCTOS												
DRENAJES Y SITÓN DE CONDENSADOS												
REVISAR SOPORTES Y AMORTIGUADORES												
FUGAS DE AIRE												
CHASIS												
DETERIOROS CORROSIONES Y PINTURA												
CIERRES Y JUNTAS												
AISLAMIENTOS TÉRMICO												
ANCLAJES DE COMPRESORES Y VENTILADORES												
VENTILADORES Y FILTROS												
SENTIDO DE GIRO Y GIRO LIBRE												
MEDIDAS DE CORREAS												
MEDIDAS DE FILTROS												
RUIDOS, COJINETES Y HOLGURAS												
ESTADO DE CORREAS												
FILTROS DE AIRE LIMPIEZA O SUSTITUIR												
BATERIAS REFRIGERANTE												
INSPECCIÓN DE BATERIAS Y FUGAS												
FUGAS DE REFRIGERANTE EN CIRCUITO												
TI DE CONDENSACIÓN Y EVAP.												
PRESIONES DE ALTA Y BAJA												
COMPROBAR TERMOSTATO												

OPERARIO 1 T.E.M.		FIRMA OPERARIO	
--------------------------	--	-----------------------	--

EN CASO DE REMITIR PARTE A OTRO SERVICIO, ESPECIFICAR:		OBSERVACIONES	
Nº PARTE:	REMITIDO A:	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE
Nº PARTE:	REMITIDO A:		

CLIMATIZACIÓN

Figura 42: Plantilla de mantenimiento actual del sistema de climatización.

5.5. Plan de mantenimiento de la sala CPD

5.5.1. Tipos de averías

Para la correcta realización de un plan de mantenimiento en la sala CPD del centro hospitalario, se deberán conocer los diferentes tipos de averías que se pueden producir en el centro.

Dado la magnitud de averías que se pueden originar en el centro de procesamientos de datos se dividirá por categorías según los sistemas principales que las origina, como se muestra en el gráfico siguiente:

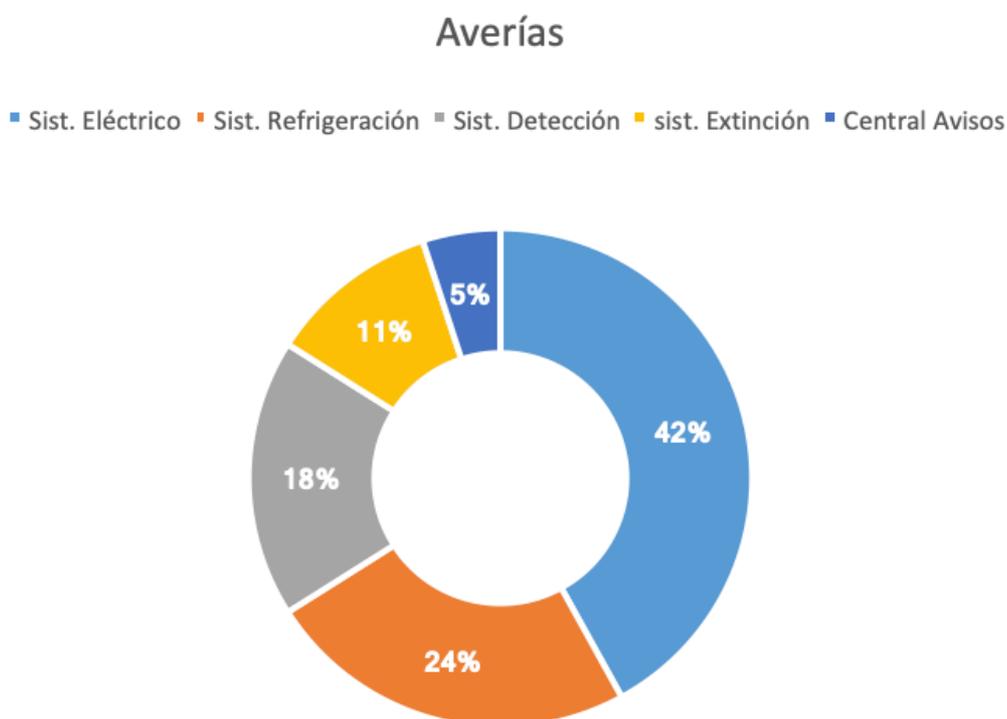


Figura 43: Gráfico de averías del CPD.

Las diversas averías que se han producido en la sala CPD a lo largo de los años han producido grandes fallos y complicaciones en el resto de trabajadores de otras áreas, debido a la denegación del acceso a datos referentes con pruebas médicas realizadas a pacientes, imposibilitando un diagnóstico. Esto provoca retrasos y largas listas de esperas en las consultas de médicos especialistas.

Sin embargo, hay averías en la sala CPD que provoca la avería o fallo del data center debido al calentamiento de la sala que necesita la intervención de acciones de mantenimiento para su correcto funcionamiento como puede ser el sistema de refrigeración.

A pesar de ello, el centro hospitalario cuenta con una serie de equipos redundantes para evitar cualquier posible incidente que ocasione la detención del CPD.

Además, el centro cuenta con una infraestructura de la sala técnica desactualizada e incumple con las normativas de instalación de un CPD. Por ello, tras la realización de la mejora propuesta anteriormente en el apartado **4. Mejora**, se procederá en el siguiente apartado **5.5.2. Identificación y descripción de componentes** se comentará los componentes principales que los forman según categoría. El resto de componentes se especificarán en las plantillas de mantenimiento añadida en el **anexo**.

5.5.2. Identificación y análisis de los componentes

A continuación, en la siguiente tabla se muestra por categorías los diversos componentes existentes en la sala CPD:

	Componente	Tarea existente o propuesta	Descripción
Infraestructura de la sala	Ventana exterior	Propuesta	Llegado el invierno se realizará una revisión de la estanqueidad de la ventana en busca de posibles fugas y daños en la goma.
	Pasillo caliente	Propuesta	Revisión y comprobación de posibles fugas de aire caliente hacia el pasillo frío. Control de temperatura y humedad en pasillo caliente y supervisión del sistema de extracción.
Sistema eléctrico	SAI	Existente	Limpieza y revisión de los diversos componentes y accesorios eléctricos. Realizando diversas pruebas de: aislamiento, puesta a tierra, conexión y pruebas funcionales.
	PDU	Existente	Limpieza de los distintos componentes y accesorios eléctricos. Realización de diversas pruebas: aislamiento, puesta a tierra, comunicación y conexiones.
	Sistema de seguridad	Propuesto	Comprobación del correcto funcionamiento de las cámaras de seguridad en las diferentes zonas de la sala que enfocan dichas cámaras.

	Componente	Tarea existente o propuesta	Descripción
	Sistema de control de acceso	Propuesto	Comprobación y revisión de la lectura de tarjetas de acceso, como el teclado para la introducción de códigos de acceso y activaciones temporales de acceso.
Sistema de refrigeración	Chasis	Existente	Revisión de deterioros y corrosiones en diversas zonas del sistema de refrigeración, además de revisar el estado del aislamiento térmico.
	Termostato	Existente	Comprobación del estado del termostato para su correcto funcionamiento, evitando el funcionamiento continuado a la interrupción del mismo.
	Ventiladores y Filtros	Existente	Inspección del estado de las correas, sentido de giro, limpieza de filtros y ruidos extraños procedentes del sistema propulsor. *En caso de giro en sentido contrario, se reajustaran los cables invirtiendo su polaridad.
	Baterías y refrigerante	Existente	Inspección de baterías y fugas de refrigerante
Sistema de detección	Detectores	Existente	Realización de pruebas de funcionamiento y limpieza, para la comprobación del perfecto funcionamiento de cada detector.
	Sensores	Existente	Realización de pruebas de funcionamiento, para la comprobación del perfecto funcionamiento de cada sensor.
Sistema de extinción	Gas FE-13	Existente	Inspección rutinaria mediante empresa subcontratada para la realización del cumplimiento de los requisitos necesarios

	Componente	Tarea existente o propuesta	Descripción
			en la utilización del sistema contraincendios.
Central de avisos	Actualizaciones de software	Propuesta	Reporte de fallos o errores a la empresa informática subcontratada para el diseño y funcionamiento del software.

Tabla 11: Componentes de cada uno de los sistemas que componen la sala CPD.

5.5.3. Clasificación de mantenimientos

En la siguiente tabla se muestra al detalle las acciones de mantenimiento según tipo de mantenimiento y subgrupo mediante las categorías reflejadas anteriormente en el apartado **5.5.2. Identificación y análisis de los componentes**:

Infraestructura de la sala	Tipo de mantenimiento	Subgrupo de mantenimiento
Ventana al exterior	Correctivo	Diferido
Pasillo caliente	Correctivo	Inmediato

Tabla 12: Clasificación de mantenimiento en la infraestructura de la sala CPD.

Sistema Eléctrico	Tipo de mantenimiento	Subgrupo de mantenimiento
SAI	Correctivo	Inmediato
PDU	Correctivo	Inmediato
Sistema de seguridad	Preventivo	Programado
Sistema de control de acceso	Preventivo	Programado

Tabla 13: Clasificación de mantenimiento en el sistema eléctrico de la sala CPD.

Sistema de refrigeración	Tipo de mantenimiento	Subgrupo de mantenimiento
Chasis	Preventivo	Predictivo
Termostato	Preventivo	De oportunidad
Ventiladores y filtros	Preventivo	Programado
Baterías y refrigerante	Preventivo	Programado

Tabla 14: Clasificación de mantenimiento del sistema de refrigeración en la sala CPD.

Sistema de detección	Tipo de mantenimiento	Subgrupo de mantenimiento
Detectores	Preventivo	Programado
Sensores	Preventivo	Programado

Tabla 15: Clasificación de mantenimiento del sistema de detección en la sala CPD.

Sistema de extinción	Tipo de mantenimiento	Subgrupo de mantenimiento
Gas FE-13	Preventivo	Programado

Tabla 16: Clasificación de mantenimiento del sistema de extinción en la sala CPD.

Central de Avisos	Tipo de mantenimiento	Subgrupo de mantenimiento
Actualización Software	Correctivo	Inmediato

Tabla 17: Clasificación de mantenimiento de la central de avisos de la sala CPD.

5.6. Recursos humanos

En la búsqueda de calcular el número de operarios necesarios para la realización del plan de mantenimiento emprendido en la sala CPD, será necesario un equipo de personal cualificado, tal y como se muestra en el siguiente diagrama jerárquico:

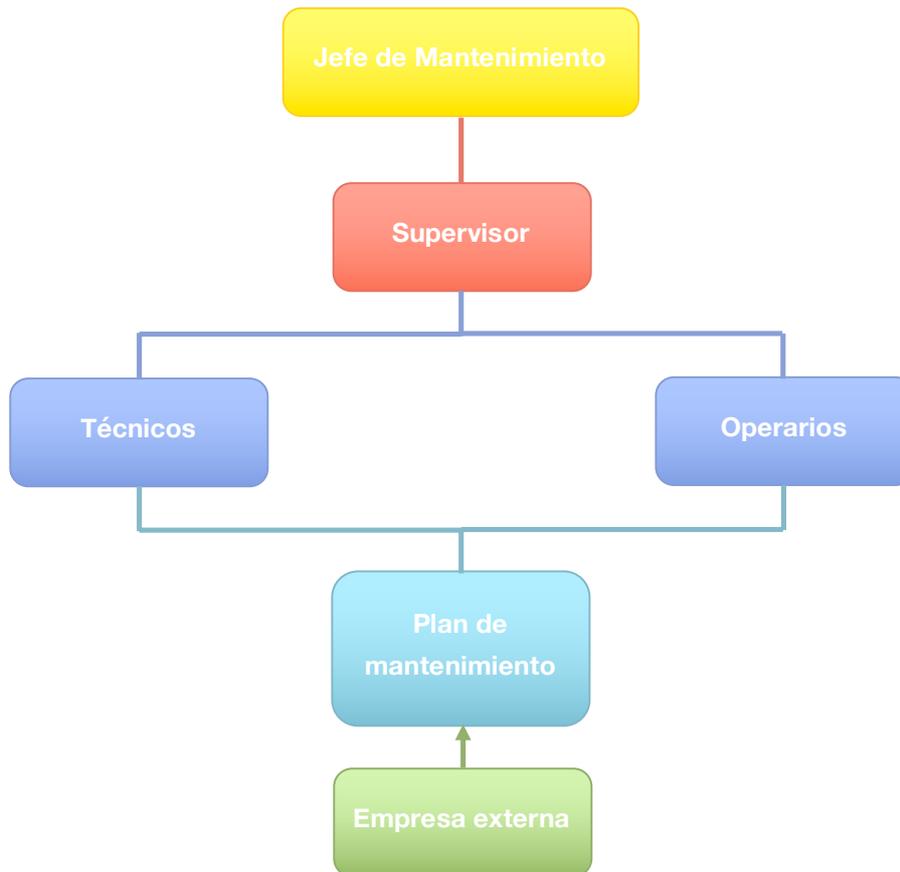


Figura 44: Diagrama de organización de trabajo en la sala CPD.

5.6.1. Jefe de mantenimiento

El jefe de mantenimiento es aquel que supervisa y gestiona las actividades de mantenimiento y reparaciones englobadas en el plan de mantenimiento. En él se distribuye, coordina y supervisa los trabajos realizados por el personal a cargo en el centro hospitalario para así poder garantizar el buen funcionamiento y conservación de los equipos instalados en la sala CPD.

Las funciones y/o tareas principales llevadas a cabo por el jefe de mantenimiento son las siguientes:

- Planificación de las actividades del personal a su cargo

- Asignación de actividades a dicho personal
- Coordinación y supervisión de los trabajos realizados
- Estimación del tiempo de revisión y/o reparación de los equipos
- Suministro de medios y recursos materiales necesarios para la ejecución del mantenimiento asignado
- Realización de inspecciones en las instalaciones en busca de fallas para su posterior reparación
- Control de asistencia y registro del personal a su cargo
- Inspección de progreso, calidad y cantidad de trabajos ejecutados
- Evaluación del personal a su cargo
- Atención a solicitudes y reclamaciones por el personal y trabajadores de sección
- Mantiene el orden en el equipo de trabajo
- Cumplimiento de las normativas vigentes
- Elaboración de informes periódicos de las actividades ejercidas

Por ello, las tomas de decisiones se basan en los procedimientos y experiencias anteriores para la ejecución normal del trabajo.

5.6.2. Supervisor

La función principal del supervisor de mantenimiento es velar por la correcta ejecución de las actividades definidas en el plan de mantenimiento por cada uno de los técnicos y operarios a su cargo e incluso aquellas actividades llevadas a cabo por una empresa externa.

En este puesto de trabajo deberá supervisar y distribuir los trabajos al equipo a su cargo, con el fin de garantizar un proceso eficiente y una alta calidad en el desempeño de las labores de mantenimiento. Además, deberá brindar colaboración en situaciones de riesgo que presente la sala CPD.

5.6.3. Técnicos de mantenimiento

Los técnicos de mantenimiento cuentan con las competencias y capacidades necesarias para:

- Diagnosticar
- Mantener
- Reparar

Cada uno de los equipos que componen la sala CPD, realizando las tareas de mantenimiento oportunas considerando las especificaciones técnicas del plan de mantenimiento, como se muestra a continuación:

- Ejecución de las actividades asignadas según la normativa
- Realización de reparaciones de mantenimiento correctivo en los equipos
- Determinación y corrección de fallas y necesidades de mantenimiento en sistemas y equipos
- Realización de tareas de instalación y mantenimiento

- Reparar y realización de tareas de mantenimiento en sistemas eléctricos
- Mantenimiento y traslados de equipos
- Armar, acoplar y alinear aquellos equipos a su cargo
- Interpretación de plano, diseños, croquis y diagramas en los trabajos asignados
- Velar por el correcto funcionamiento de los equipos y sistemas que componen la sala

5.6.4. Operarios

Los operarios son aquellos trabajadores que realizan labores de prevención más sencillas en los equipos y, por tanto, no es necesaria una cualificación alta para su realización, como la cualificación de los técnicos.

Además, en este puesto de trabajo se tendrá la obligación de informar y notificar mediante las plantillas de mantenimiento a los supervisores de cualquier anomalía observada durante la realización del trabajo.

Las funciones principales que ha de realizar un operario de mantenimiento son las siguientes:

- Mantenimiento preventivo general de los equipos que se compone la sala
- Reparación de los problemas técnicos o averías surgidas en ese instante

5.6.5. Empresas externas

Dentro de la realización de tareas de mantenimiento, hay actividades que requieren de una cualificación o conocimiento específico por el cual un técnico no es capaz de realizar. Esto es por lo que en cierta medida se contrata a una empresa externa especializada para la realización de aquellas tareas más complicadas.

Según la empresa contratada se realizarán ciertas inspecciones periódicas para la supervisión y correcto funcionamiento de los equipos que componen la sala CPD.

En el caso del centro hospitalario se cuenta con varias empresas externas para la realización de la mejora, ya mencionadas en el **apartado 4. Mejoras**, pero en cuanto al mantenimiento de un centro de procesamiento de datos se contacta con una empresa especializada en limpiezas técnicas en CPD para el correcto funcionamiento y prolongación de la vida útil del mismo. La empresa con la que se contacta es "Openup", capaz de realizar diversos tipos de limpiezas según se requiera de una limpieza en profundidad:

- Limpieza exterior de hardware
- Limpieza de suelo técnico
- Limpieza Premium (realiza una limpieza en profundidad de los conductos de ventilación del suelo técnico, además de realizar la limpieza de los dos apartados anteriores)
- Mantenimiento de limpieza técnica (realiza una limpieza encima y debajo de la superficie del suelo técnico, parte exterior de los racks y equipamientos, Superficie interior de los racks y en la zona del falso suelo en canalizaciones, conductos y paredes).

La realización de esta limpieza técnica se debe a que se puede llegar a reducir los costes energéticos del CPD, debido a que la monitorización de los niveles de temperatura y humedad según las directrices de la ASHRAE, son un elemento son un elemento de control de gran importancia, cuyos límites recomendados son:

- Temperatura: 18°C a 27°C
- Humedad: < 60% HR

A pesar de ello, el polvo y la contaminación gaseosa son factores que aumentan considerablemente las posibilidades de fallo o avería. En estos centros se dividen principalmente en 3 categorías los efectos de la contaminación del aire:

- **Efectos químicos.** Provoca la corrosión del cobre de las placas de los circuitos y la metalización de plata en componentes del montaje.
- **Efectos mecánicos.** Provoca efectos más visibles como: el aumento de la fricción, interferencia de la señal óptica y cúmulo de suciedad en el disipador de calor.
- **Efectos eléctricos.** Provoca posibles cambios en la impedancia del circuito y aumenta las posibilidades de arco eléctrico.

Por ello, se realizan mediciones periódicas del nivel de suciedad tal y como indica la normativa. Además, se planifica la intervención de las limpiezas técnicas que son capaces de realizarse sin recontaminar el entorno o perturbar el funcionamiento del centro de datos.

La limpieza técnica cumple con los siguientes objetivos:

- Prolongación de la vida útil de los equipos, evitando la contaminación de los mismo
- Minimización del riesgo de incendio a causa del polvo acumulado
- Evitar descargas electroestáticas
- Evitar la existencia de material férrico, podría aparecer el óxido
- Reducción del desgaste mecánico y fallos en el hardware
- Minimización de la polución del aire
- Evitar la utilización de materiales de limpieza corrosivos



Figura 45: Limpieza técnica en sala CPD.

5.6.6. Número de técnicos y horarios

La cantidad necesaria de personal requerido para cumplir con los requisitos del plan de mantenimiento depende del número de trabajadores para cubrir con la totalidad de horas necesarias para dicha realización. A continuación, se muestra el número total de horas anuales necesarias a desempeñar por los trabajadores según el plan de mantenimiento, teniendo en cuenta que:

- Un año posee 365 días
- De los cuales fines de semanas (sábado y domingo) son 104 días
- Días festivos son 14 días al año
- Por último, las vacaciones otorgadas a los empleados son de 21 días laborales

Entonces, esto quiere decir que un trabajador realiza su trabajo en 226 días al año, teniendo en cuenta una jornada laboral de 8 horas diarias, será necesario un total de 1.808 horas laborales al año para cumplir con los requisitos. Por ello, se muestra a continuación, las horas necesarias para realizar cada una de las tareas:

Actividad de Mantenimiento	Horas anuales (horas)
Infraestructura de la sala CPD	244,7
Sistema eléctrico	459,8
Sistema de refrigeración	413,9
Sistema de detección de incendios	242,3
Sistema de extinción de incendios	338,2
Sistema de seguridad	278,3
Sistema de control de acceso	244,6
Central de avisos	358,2
Total de tareas preventivas (Operarios)	901,7
Total de tareas correctivas (Técnicos)	1.678,3
TOTAL	2.580

Tabla 18: Total de horas anuales necesarias para el mantenimiento de la sala CPD.

Con una obtención de 2.580 horas anuales se determinará el número de técnicos y operarios necesarios para la realización del plan de mantenimiento de la sala. Para determinar dicho número es necesario tener en cuenta:

- **Operarios.** Según lo especificado en el apartado **5.6.4. Operarios**, los operarios desempeñaran labores de mantenimiento preventivo, ocasionando un resultado de 901,7 horas anuales del total de 2.580 horas anuales (visualizado en la **tabla 18**).

Pero, si se tiene en cuenta que la jornada laboral diaria de un operario es de 8 horas, otorgándole de un descanso de 30 minutos, se obtiene un total de 1.695 horas anuales por cada trabajador. Aunque hay que tener en cuenta, que debemos descontar unas 25 horas de formación anual opcional y un 5% de posibles bajas, daría un total de 1.585,25 horas anuales por cada operario. Siendo este valor más que suficiente para la realización de las actividades llevadas a cabo en el plan de mantenimiento de la sala CPD en el cual solo es necesaria la intervención de un único operario.

- **Técnicos.** Según lo descrito en el apartado **5.6.3. Técnicos en mantenimiento**, la cantidad necesaria para abordar las actividades del plan de mantenimiento del CPD será realizando un total de 1.678,3 horas anuales del total global que eran 2.580 horas anuales necesarias (visualizada en la **tabla 18**).

Por ello, teniendo en cuenta lo mismo que en los operarios, la jornada laboral de un técnico es de 8 horas diarias, de las cuales 30 minutos son de descanso, obteniendo un total de 1.695 horas anuales por cada trabajador. De esta manera, se obtiene un valor 1 técnico de mantenimiento para la realización del plan de mantenimiento de la sala CPD. Aunque teniendo en cuenta, que debemos descontar las 25 horas de formación anual opcional y un 5% de posibles bajas, daría un total de 1.585,25 horas anuales por cada técnico, siendo este valor insuficiente para la realización de las actividades llevadas a cabo en el plan de mantenimiento de la sala CPD.

Por tanto, teniendo en cuenta el número de horas necesarias frente al número de horas anuales por casa trabajador se observa que será necesario la contratación de un técnico de mantenimiento extra. Pero nos encontramos con un gran inconveniente, el centro hospitalario debe estar en funcionamiento durante las 24 horas del día durante todo el año, por lo que uno de los técnicos deberá permanecer en guardia durante la semana y por consiguiente en la siguiente semana, estará de guardia el otro técnico.

El equipo de mantenimiento no sólo está formado por el operario y los técnicos, sino que también hay un jefe de mantenimiento y un supervisor. En la distribución de horarios se ha establecido dos turnos de trabajo:

- Turno de mañana: 8:00 a 16:00 horas
- Turno de tarde: 16:00 a 0:00 horas

Aunque exista un tercer turno de guardia que comprende las siguientes horas: de 0:00 a 8:00 horas. Pero, para que haya siempre un alto cargo al mando se distribuye el jefe de mantenimiento en horario de mañana y el supervisor en el turno de tarde para así tener siempre un responsable al cargo.

A continuación, se muestra una tabla para visualizar mejor la distribución de horarios en los trabajadores del centro hospitalario:

Semana 1							
Recursos humanos	L	M	X	J	V	S	D
Jefe de mantenimiento	Mañana						
Supervisor	Tarde						
Técnico en mantenimiento 1	Tarde						
Técnico en mantenimiento 2	Mañana						
Operario	Mañana						
Técnico de guardia	Técnico 1						

Tabla 19: Horario del equipo de mantenimiento en la primera semana.

Semana 2							
Recursos humanos	L	M	X	J	V	S	D
Jefe de mantenimiento	Mañana						
Supervisor	Tarde						
Técnico en mantenimiento 1	Mañana						
Técnico en mantenimiento 2	Tarde						
Operario	Mañana						
Técnico de guardia	Técnico 2						

Tabla 20: Horario del equipo de mantenimiento en la segunda semana.

5.7. Recursos materiales

Para la realización del plan de mantenimiento en la sala CPD se ha de emplear ciertos recursos materiales para el correcto funcionamiento del mismo. A continuación, se muestra en la siguiente tabla los recursos empleados en cada una de los sistemas, clasificados por: herramientas, consumibles, repuestos y subcontrata.

	Recursos materiales
Herramientas	Equipos de protección *Equipos de protección individual aportando EPis a cada uno de los trabajadores según el plan de prevención de riesgos laborales establecido.
	Equipos de medida *Incluye: multímetros y pinzas amperimétricas
	Herramientas mecánicas varias *Maletín de herramientas
	Herramienta de prueba de aislamiento *Monitor de aislamiento
	Herramienta de prueba de puesta a tierra
	Herramientas de limpieza *Incluye: aspiradora, cepillos de limpieza
	Herramienta de comprobación de instalaciones
Consumibles	Aceite *Aceite PAG R-744
	Filtros *Incluye: filtros de aire de los sistemas de ventilación, filtros de suciedad del sistema de detección de la sala.
	Grasa pesada

	Recursos materiales
	Líquido refrigerante *Líquido refrigerante G-12, capaz de soportar variaciones desde -35°C a 145°C
	Productos de limpieza
Repuestos	Fusibles
	Cableado
	Interruptores
	Conectores de cables *Incluye: Bornes, conectares de señal de datos, conectores cable-placa, conectores placa-placa, terminales de crimpado o engastado, etc.
	Conexiones rápidas
	Tubos termoretráctiles
	Sensores
	Luminarias
	Bombillas
Productos y accesorios varios *Tornillos, clavos, tuercas, arandelas, etc.	
Subcontrata	Empresa externa *Empresa subcontratada para la realización de una limpieza técnica de mantenimiento anual.

Tabla 21: Recursos materiales.

5.8. Plan de mantenimiento

El mantenimiento completo de cada uno de los diferentes sistemas que componen la sala CPD se muestra en el **anexo II: Plan de mantenimiento**, donde se podrá observar de una manera más detallada de cada una de las actividades de mantenimiento según categorías.

En dichas categorías se encontrarán la periodicidad de la tarea, el responsable de la ejecución de la misma, tiempo de duración, cantidad de recursos humanos empleados, recursos materiales, consumibles y código de plantilla de mantenimiento.

5.8.1. Plantilla de mantenimiento

Las plantillas de mantenimientos son una serie de hojas de trabajo donde se observa una lista de chequeo. Esta lista es quien registra y gestiona las actividades de mantenimiento de la sala CPD aplicando una serie de mantenimientos preventivos y correctivos.

En estas listas se podrá añadir información que el operario o técnico vea que es de gran importancia, como:

- Observaciones en la realización del trabajo
- Riesgo laboral detectado

Además, hay un apartado donde se deberá indicar si el parte del fallo o avería ha de ser remitido a otro servicio o servicio externo, identificando el nº de parte y la empresa a la que es remitida.

Cada plantilla tiene un código de identificación, por lo que según periodicidad del mantenimiento se escogerá la más apropiada a utilizar:

Periodicidad del Mantenimiento	Código
Diaria	PM0-D
Semanal	PM1-S
Mensual	PM2-M
Trimestral	PM3-T
Anual	PM4-A

Tabla 22: Códigos de plantillas de mantenimiento según periodicidad.

Las plantillas se encuentran en el **anexo: Plantillas de mantenimiento**, donde se encontrarán cada uno de los diferentes tipos.

6. PRESUPUESTO

6.1. Presupuesto de mejora

PARTIDAS	RESUMEN	UDS	PRECIO UD (€)	TOTAL (€)
Pared acristalada				
Mano de obra	Oficial de primera *Realización de la obra en 1 semana	1	120€/días	840,00
	Peón *Realización de la obra en 1 semana	2	100€/días	1400,00
Materiales	Bloques huecos de hormigón aligerado (ancho x alto x grosor) 50cm x 25 cm x 0,09 cm (8 bloques = 1m ²) *Incluye estimación en caso de falta de material	160	1,25	200,00
	Cemento de 25 Kg	3	2,80	8,40
	Arena de 27 Kg	2	1,30	2,60
	Paneles semirrígidos de aislamiento acústico y térmico de lana de vidrio con resistencia al fuego FV.PV-ACUSTIVER 135x60x5cm * 1 caja contiene 24 unidades	1	32,85	32,85
	Tabiquería de Pladur o similar *Incluye: Planchas de Pladur o similar ignífugas, tabiquería de acero galvanizado, tornillería y cinta	-	121,58	121,58
	Pintura ignífuga de 25 Kg	1	259,95	259,95
Total (€)				2.865,38

PARTIDAS	RESUMEN	UDS	PRECIO UD (€)	TOTAL (€)
Contrata	Gastos generales	-	15%	429,81
	Beneficio industrial	-	6%	171,93
Total (€) 2620,12				3.467,12
Puerta contraincendios				
Mano de obra	Oficial de primera *Realización del trabajo en 1 día	1	120 €/días	120,00
	Peón *Realización del trabajo en 1 día	1	100 €/días	100,00
Materiales	Cemento de 5 Kg	1	5,95	5,95
	Arena de 3 Kg	1	0,55	0,55
	Agua (5L)	1	1,60	1,60
	Puerta contraincendios *Dimensiones: 1500mm x 2070mm	1	780,00	680,00
Contrata	Gastos generales	-	15%	136,22
	Beneficio industrial	-	6%	54,49
Total (€)				1.098,81
Ventana exterior				
Mano de obra	Técnico en mantenimiento	1	-	-
Materiales	Persiana térmica *Dimensiones: 1,83m x 2,50m	1	180,00	180,00
Total (€)				180,00

PARTIDAS	RESUMEN	UDS	PRECIO UD (€)	TOTAL (€)
Distribución de Racks				
Mano de obra	Jefe de mantenimiento de telecomunicaciones	1	-	-
	Técnicos de mantenimiento en telecomunicaciones	2	-	-
	Técnico	1	130 €/día	390,00
	Operarios	2	100 €/día	600,00
Materiales	Plancha de acero galvanizado *Incluye: unión mediante remaches de aluminio y acero de 3 cm de alto x 6 mm de ancho	-	113,95	113,95
	Tabiquería tipo Pladur o similar de acero galvanizado *Incluye: tornillería y cinta	-	38,53	38,53
	Aislante	5	9,85	49,25
	Puerta de acceso	2	230,65	230,65
Contrata	Gastos generales	-	15%	213,36
	Beneficio industrial	-	6%	85,35
Total (€)				1.721,09
Sistema de refrigeración				
Mano de obra	Jefe técnico	1	150 €/día	150,00
	Técnico en instalación	1	120 €/día	120,00
Materiales	Plancha de acero galvanizado	1	11,95	11,95
	Remaches de aluminio y acero de 3cm x 6 mm	1	2,40	2,40

PARTIDAS	RESUMEN	UDS	PRECIO UD (€)	TOTAL (€)
	Tabiquería tipo Pladur o similar *Incluye: plancha de Pladur o similar, tabiquería de acero galvanizado, tornillería y cinta	-	17,49	17,49
Contrata	Gastos generales	-	15%	45,28
	Beneficio industrial	-	6%	18,11
Total (€)				365,23
Sistema de seguridad				
Mano de obra	Jefe de instalación	1	130 €/día	130,00
	Técnico instalador	2	90 €/día	180,00
Materiales	Cámara de vigilancia interior	4	85,17	340,68
	Estación base	1	230,15	230,15
	Software de seguridad	1	655,95	655,95
	Cableado	-	3,25	3,25
Contrata	Gastos generales	-	15%	231,00
	Beneficio industrial	-	6%	92,40
Total (€)				1.863,43
Sistema de control de acceso				
Mano de obra	Jefe de instalación	1	130 €/día	130,00
	Técnico instalador	2	90 €/día	180,00
Materiales	Sistema de control Anviz TC550	1	325,65	325,65
	Tarjetas de acceso	20	0,45	9,00

PARTIDAS	RESUMEN	UDS	PRECIO UD (€)	TOTAL (€)
	Software de control	1	785,65	785,65
	Cableado	4	2,75	2,75
Contrata	Gastos generales		15%	214,96
	Beneficio industrial		6%	85,99
Total (€)				1.733,99
Sumario total de partidas desarrolladas				
TOTAL (€)				10.429,67

6.2.Presupuesto del plan de mantenimiento

PARTIDAS	RESUMEN	CANTIDAD	IMPORTE MENSUAL (€)	IMPORTE ANUAL (€)
Recursos humanos	Jefe de mantenimiento	1	2150,00	25.800,00
	Supervisor	1	1.500,00	18.000,00
	Técnico de mantenimiento	2	1.300,00	15.600,00
	Operario	1	980,00	11.760,00
Recursos materiales	Kit de protección individual	-	-	1.500,00
	Pinza Amperimétrica	-	-	280,48
	Kit de herramientas varias	-	-	171,50
	Monitor de aislamiento	-	-	325,32

PARTIDAS	RESUMEN	CANTIDAD	IMPORTE MENSUAL (€)	IMPORTE ANUAL (€)
	Herramienta de puesta a tierra	-	-	124,38
	Herramientas de limpieza	-	-	64,95
Consumibles	Fusibles	-	17,85	214,20
	Conector rápido para cable	-	1,66	19,95
	Filtros	3	85,00	1.020,00
	Productos de limpieza	-	65,20	782,40
	Grasa pesada	3	-	195,95
Subcontrata	OpenUp, *Mantenimiento en limpieza técnica de un CPD	-	150,00	1.800,00
TOTAL (€)				77.659,13

6.2.1. Presupuesto resumido del plan de mantenimiento

PARTIDAS	IMPORTE ANUAL (€)
Recursos humanos	71.160,00
Recursos materiales	2.466,63
Consumibles	2.232,50
Subcontrata	1.800,00
TOTAL	77.659,13

7. CONCLUSIÓN Y FUTURAS MEJORAS

La realización de este Trabajo de Fin de Grado (TFG) ha conseguido despertar en mí el interés por aquellos sistemas que requieren un elevado nivel de seguridad y de funcionamiento continuado, como fue el caso de la sala CPD estudiada.

Gracias a la realización de este proyecto he logrado calmar esos nervios que surgen cuando uno está en un lugar desconocido o tiene que contactar con un alto cargo, debido a que para poder tratar este proyecto de la manera más específica se ha contactado con diferentes empresas que en ellas se ubica un Centro de Procesamiento de Datos (CPD). La investigación llevada a cabo en las diversas empresas fue poco productiva debido a la poca información que podían otorgarme, debido a la protección de datos que tiene cada una de estas empresas.

Por último, y de manera inesperada se pudo contactar con un centro hospitalario que me atendió estupendamente, otorgándome información valiosa para el desarrollo de este proyecto. Cada una de las visitas realizadas fueron de gran ayuda, comprendiendo el lenguaje técnico empleado y teniendo conversaciones técnicas con grandes cargos del centro hospitalario aportando un mayor conocimiento en mí y de mi misma, afrontando ciertas capacidades de ser un verdadero ingeniero.

Además, en el desarrollo del proyecto se realizaron varias visitas al centro para observar y analizar la sala para la realización de la mejora la misma y así poder ejecutar un plan de mantenimiento tras dicha mejora de la sala. Teniendo que realizar tareas de construcción relativamente cortas para obtener una mayor eficiencia de funcionamiento y energética.

A medida que se realizaba el plan de mantenimiento, me encontraba ante grandes dudas en las que se tuvo que contactar con:

- Ingenieros civiles
- Aparejadores
- Técnicos de mantenimiento industrial
- Informáticos especializados en el ámbito de los CPD
- Director de equipo informático
- Etc.

Gracias a la colaboración de cada una de las personas que se interesaron y apoyaron en la realización de este proyecto se ha conseguido llegar hasta tal magnitud en cuanto a información y datos técnicos descritos en el proyecto.

7.1. Conclusion and future improvements

The performance of this End of Degree Work has managed to awake in me the interest in those systems which require a high level of security and non-stop working, like in the case of the studied Ward CPD.

Thank to the performance of this project, I have managed to calm down the nevers that appear when being in an unknown place or when contacting an office bearer, due to in order to be able to handle this project in the most specific way, several companies, where a Data Centre is held, have been contacted. The research, that was carried out in several companies, was of little help, due to the little information they could give me, because of the data protection all these companies have.

Finally, and in an unexpected way, I could contact a hospital, where I was wonderfully assisted, providing me valuable information for the development of this project. Every visit to the mentioned hospital was of great help because I got to understand the technical language used, and on the other hand because I had some conversations with several office bearers, who provided me higher knowledge in me and about myself, facing several capabilities of being a true engineer.

Furthermore, during the development of the execution of the improvement, and then to be able to execute a plan of maintaining plan was being done, I found myself before big doubts, that is why I had to contact with:

Civil engineers

Project managements

Maintaining industrial technicians

Informatics specialised in the area of CPD

Manager of informatics Team

Etc.

Thanks to the collaboration of every person who was interested in the performance of this project and those who supported it, I achieved such magnitude of information and technical data described in the project.

8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

<http://noticias.gti.es/fabricantes/que-es-una-pdu-y-para-que-sirve/>

<http://www.cofem.com>

<http://www.hager.es/catalogo-de-productos/distribucion-de-la-energia/armarios/sistema-de-equipamento-quadro/aparamenta-modular-tapas-ciegas-y-varios/uc232/13071.htm>

http://metalmallaybeico.com/productos/chapa-galvanizada/?gclid=Cj0KCQjwho7rBRDxARIsAJ5nhFocDvYtbco9NDfkp3XKlrm7CFm3RNzTsFLfcut0FhwRnk8PPUhOmpEaAtz7EALw_wcB

<https://www.bitnova.es>

<http://www.monolyth.es>

<https://unitel-tc.com>

<https://www.mundohvacr.com.mx>

<https://www.datos101.com>

<https://www.sdei.unican.es>

<https://www.acens.com>

<https://www.prevent.es/servicios-de-seguridad/camaras-de-seguridad/camaras-de-seguridad-para-empresas>

8.1. Normativa

<https://www.eurosegur.com/w/87/une-en-1627>

[BOE-A-2018-16673](https://www.boe.es/BOE-A-2018-16673)

https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_666.pdf

<https://www.boe.es/doue/2014/150/L00195-00230.pdf>

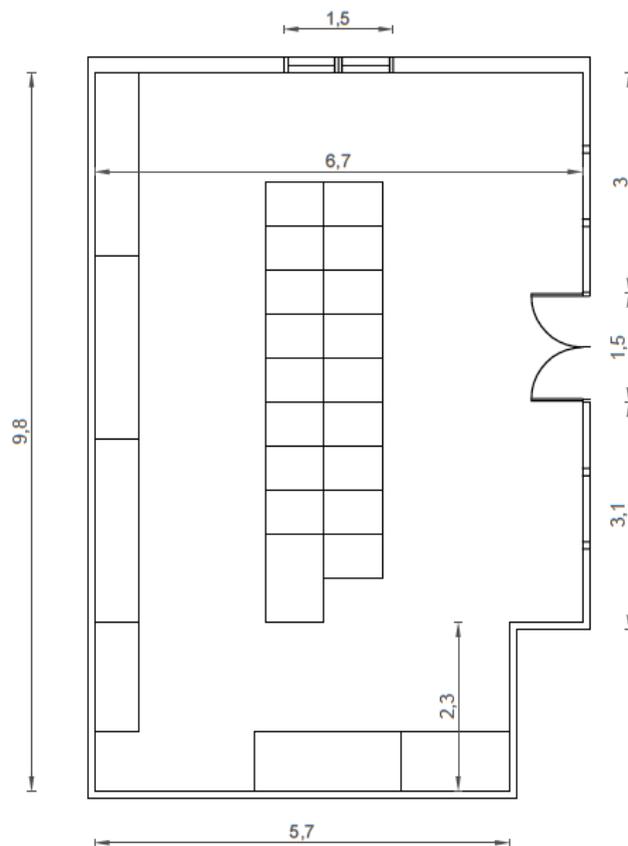
9. DEFINICIONES

ANSI	American National Standards Institute.
CPD o data center	Centro de Procesamiento de Datos.
HFC	Hidrofluorocarburos, compuesto por moléculas de Hidrógeno, Flúor y Carbono. Con ello se obtiene un gas utilizado mayoritariamente para la extinción de incendios mediante el método conocido como "saturación total" inundando con este gas toda la sala.
ISO	Organización Internacional de Normalización.
NTP 666	Nota Técnica de Prevención 666: Sustitutos y alternativas para los halones de extinción.
PDU	Unidades de Datos de Protocolo, utilizadas para el intercambio de datos entre unidades dispuestas.
Rack	Soporte metálico destinado para alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.
SAI	Sistema de Alimentación Ininterrumpida.
TIA	Telecommunications Industry Association.
TIER	Tipología de clasificación de CPD's según estándar ANSI/TIA-942.
UPS	Uninterruptible Power Supply, fuente de suministro eléctrico que posee mediante un grupo de baterías con el fin aportar la energía necesaria en casos de apagones, cortes de luz, etc impidiendo así posibles daños en los dispositivos conectados.

ANEXOS



Anexo I: Plano de cota



Centro Académico: Universidad de la Laguna. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Proyecto: Optimización y estudio del plan de mantenimiento de un C.P.D.

Plano:
Acotado

Autor:
Carolina León Mesa

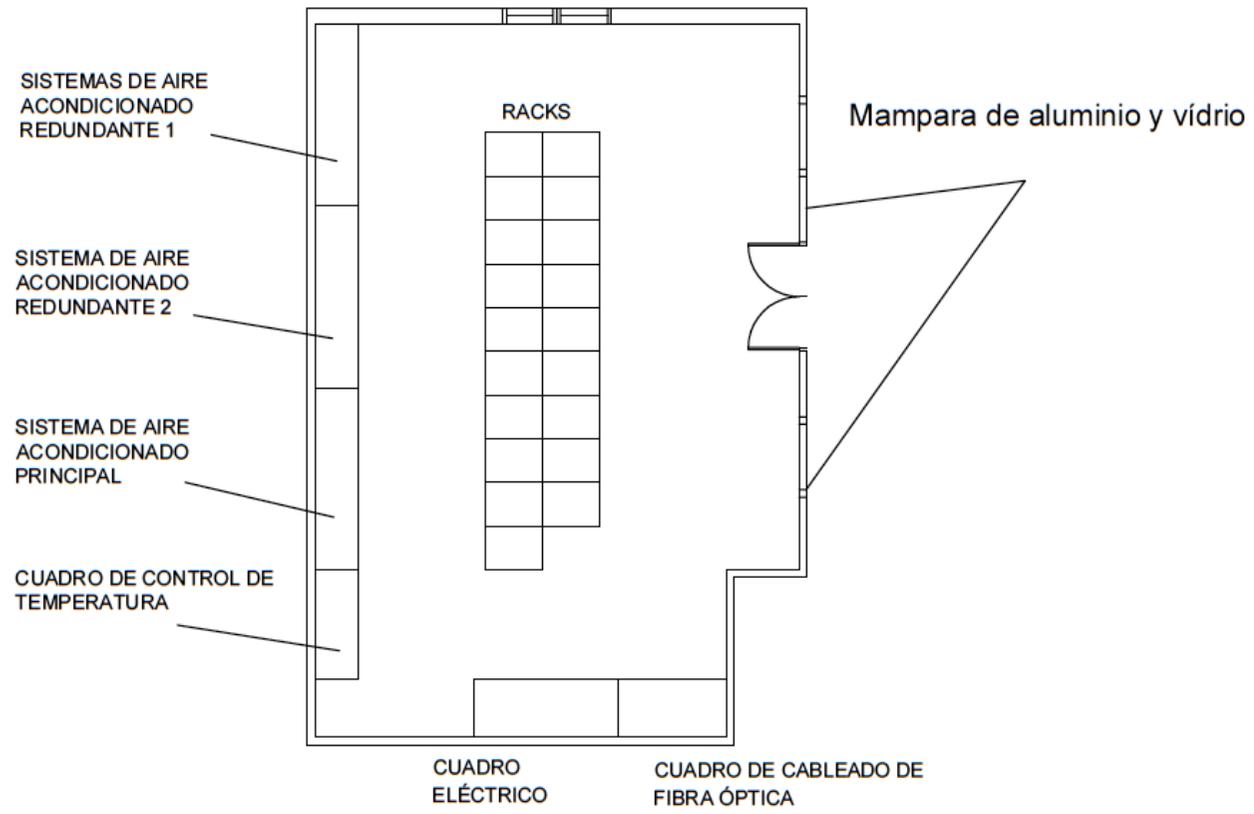
Escala:
1:100

Fecha:
18/08/2019

Plano
nº 0



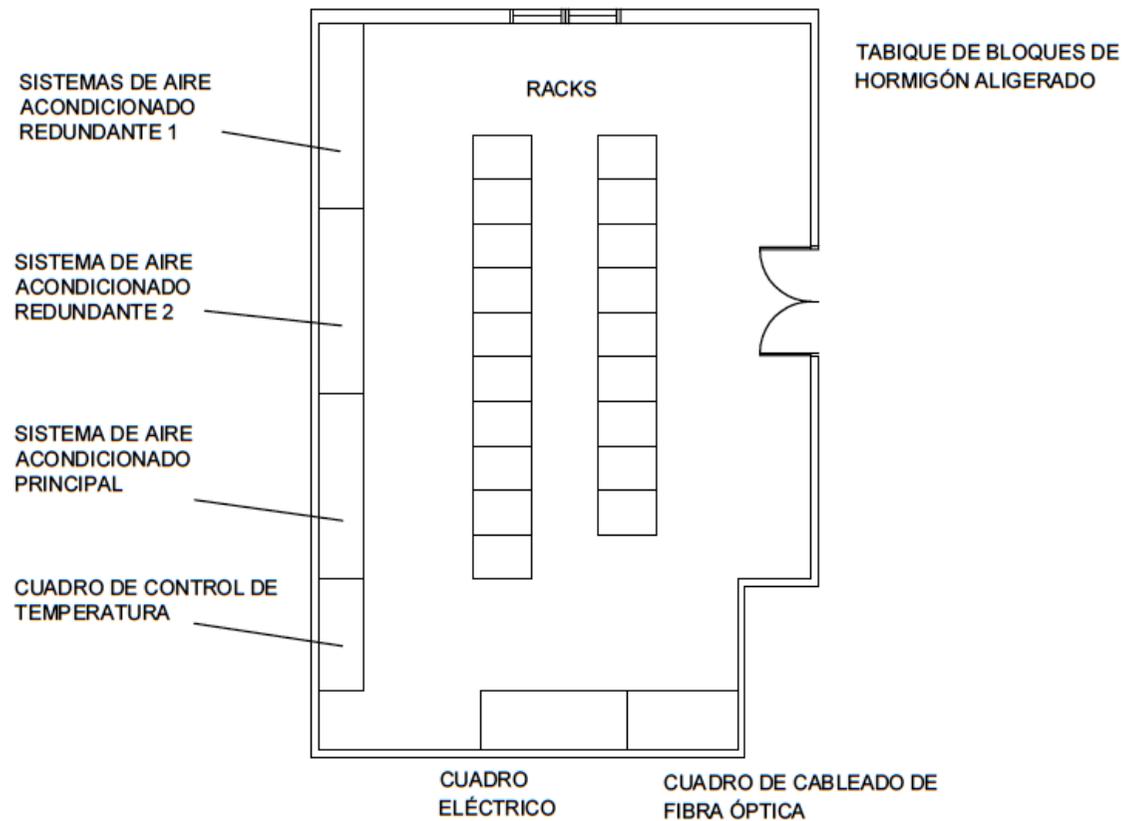
Anexo II: Plano actual



Centro Académico: Universidad de la Laguna. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología		
Proyecto: Optimización y Estudio del plan de mantenimiento de un C.P.D.		Plano: Estado actual
		Autor: Carolina León Mesa
Escala: 1:100	Fecha: 18/08/2019	Plano nº 1



Anexo III: Plano de la mejora



Centro Académico: Universidad de la Laguna. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología		
Proyecto: Optimización y estudio del plan de mantenimiento de un C.P.D.	Plano: Racks modificados	
	Autor: Carolina León Mesa	
	Escala: 1:100	Fecha: 18/08/2019



Anexo IV: Plan de mantenimiento

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Infraestructura de la sala												
Estanqueidad de la ventana					X	0,25	Operario	Preventivo	1	-	-	PM4-A
Entrada de luz natural	X					0,1	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Estado de la persiana			X			0,1	Operario	Preventivo	1	-	-	PM3-M
Inspección de pasillo caliente	X					1	Equipo de mantenimiento	Preventivo	3	-	-	PM1-D
Fugas de aire caliente	X					0,5	Equipo de mantenimiento	Correctivo	2	-	-	PM0-D
Corrosión y deterioro de la estructura			X			0,5	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Cierres y juntas de las puertas			X			0,8	Operario	Preventivo	1	-	-	PM3-M
Ruidos y holguras	X					0,5	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Estado del sistema de extracción		X				1	Equipo de mantenimiento	Preventivo	2	-	-	PM1-S
Aspiración de rejillas de extracción		X				1	Operario	Preventivo	1	Aspiradora	-	PM1-S
Nivel de presión en pasillo caliente	X					0,2	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Nivel de humedad	X					0,2	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Nivel de temperatura	X					0,2	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Sistema Eléctrico												
Revisión de la SAI	X					0,5	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Limpieza de la SAI		X				1,5	Técnico	Equipo de mantenimiento	2	Aspiradora	-	PM1-S

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Prueba de aislamiento de la SAI			X			1,5	Técnico	Preventivo	1	Monitor de aislamiento	-	PM2-M
Conexiones de la SAI	X					0,5	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Prueba de puesta a tierra de la SAI				X		1,5	Técnico	Preventivo	1	Herramienta de puesta a tierra	-	PM3-T
Funcionabilidad del Software de la SAI	X					0,4	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Revisión de la PDU	X					0,5	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Limpieza de la PDU		X				1,5	Equipo de mantenimiento	Preventivo	2	Aspiradora	-	PM1-S
Prueba de aislamiento de la PDU			X			1,5	Técnico	Preventivo	1	Monitor de aislamiento	-	PM2-M
Conexiones de la PDU	X					0,8	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Prueba de puesta a tierra de la PDU				X		1,5	Técnico	Preventivo	1	Herramienta de puesta a tierra	-	PM3-T
Funcionabilidad del software de la PDU	X					0,5	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Comprobación de los sistemas de seguridad	X					0,4	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Comprobación del sistema de control de acceso	X					0,4	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Sistema de refrigeración												
General												
Verificaciones eléctricas	X					0,5	Técnicas	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Aspirar bandejas de condensados		X				1	Operario	Preventivo	1	Aspiradora	-	PM1-S

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Revisar acoples de conductos			X			0,5	Operario	Preventivo	1	-	-	PM2-M
Drenajes y sifón de condensados		X				0,8	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Revisar soportes y amortiguadores		X				0,8	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Fuga de aire	X					1	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Chasis												
Deterioros, corrosiones y pintura			X			0,6	Operario	Preventivo	1	-	-	PM2-M
Cierres y juntas			X			0,8	Operario	Correctivo	1	-	-	PM2-M
Aislamiento térmico			X			0,5	Operario	Correctivo	1	-	-	PM2-M
Anclajes de compresores y ventiladores		X				1	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Ventiladores y filtros												
Sentido de giro y giro libre		X				0,5	Operario	Preventivo	1	-	Grasa pesada	PM1-S
Medidas de correas		X				1	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM1-S
Medidas de filtros		X				1	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Ruidos, cojinetes y holguras	X					0,3	Operario	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Estado de correas	X					0,3	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Filtros de aire (limpieza o sustitución)		X				1,5	Operario	Preventivo	1	Aspiradora	Filtros	PM1-S
Baterías refrigerantes												
Inspección de baterías y fugas	X					0,8	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Fugas de refrigerante en circuito	X					0,7	Operario	Preventivo	1	Herramientas varias	-	PM0-D
Temperatura de condensación y evaporación del sistema	X					0,4	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Presiones de alta y baja	X					0,3	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Comprobación del funcionamiento del termostato	X					0,5	Técnico	Preventivo	1	Herramientas varias	-	PM0-D
Sistema de detección												
Verificaciones eléctricas	X					0,3	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Verificaciones de conexiones en cuanto a software	X					0,4	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Revisión de entradas de aire		X				0,8	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Aspiración entrada de aire del detector por aspiración		X				1	Operario	Preventivo	1	Aspiradora	-	PM1-S
Revisión de soportes de los detectores			X			0,5	Operario	Preventivo	1	Herramienta varia	-	PM2-M
Filtro de suciedad (limpieza o sustitución)		X				0,8	Operario	Preventivo	1	-	Filtro	PM1-S
Ruidos y holguras en detectores			X			0,3	Operario	Preventivo	1	-	-	PM2-M
Revisión de sensores internos en detectores		X				1	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM1-S

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Revisión de los sensores de la sala	X					1,5	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Sistema de extinción												
Verificaciones eléctricas	X					0,3	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Verificaciones de conexiones	X					0,4	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Revisión del estado de las botellas extintoras		X				0,6	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Presión de las botellas	X					0,25	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Fugas de gas	X					0,8	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Estado de las válvulas		X				0,7	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM1-S
Estado de la válvula manual					X	0,7	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM4-A

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Revisión del sistema de control del gas		X				0,5	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Deterioro y corrosiones del sistema		X				0,5	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Ruidos y holguras	X					0,4	Operario	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Sistema de seguridad												
Comprobación del estado cámara	X					0,3	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Visualización de las cámaras	X					0,3	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Conexión cámara-monitor	X					0,2	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Orientación de las cámaras				X		0,3	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM3-T
Puntos ciegos	X					0,4	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Limpieza de la lente			X			0,8	Operario	Preventivo	1	-	-	PM2-M
Sistema de control de acceso												
Estado del sistema	X					0,2	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Deterioros y holguras		X				0,2	Operario	Preventivo	1	-	-	PM1-S
Comprobación de lectura de tarjeta	X					0,3	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Comprobación de código temporal	X					0,3	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Comprobación del teclado para código PIN	X					0,3	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Central de avisos												
Verificación eléctrica	X					0,4	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D

Acción de mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual	Tiempo (Hora)	Responsable	Tipo de mantenimiento	RRHH	RRMM	Consumible	Plantilla
Verificación de conexiones	X					0,4	Técnico	Correctivo	1	-	-	PM0-D
Estado de las alarmas	X					0,2	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D
Estado del sistema	X					0,3	Técnico	Preventivo	1	-	-	PM0-D



Anexo V: Plantillas de mantenimiento

Mantenimiento diario		Código	PM0-D			
		Categoría				
		Fecha				
N°	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
Infraestructuras de la sala						
1	Entrada de luz natural en la sala CPD	Operario				
2	Inspección de pasillo caliente	Equipo de Mant.				
3	Fugas de aire en pasillo caliente	Equipo de Mant.				
4	Ruidos y holguras en pasillo caliente	Operario				
5	Niveles de presión en pasillo caliente	Técnico				
6	Nivel de humedad de la sala	Operario				
7	Nivel de temperatura de la sala	Operario				
Sistema eléctrico						
8	Revisión de la SAI	Técnico				
9	Conexiones de la SAI	Técnico				
10	Funcionabilidad del software de la SAI	Técnico				
11	Revisión de la PDU	Técnico				

Nº	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
12	Conexiones de la PDU	Técnico				
13	Funcionabilidad del software de la PDU	Técnico				
14	Comprobación del Sist. de control de acceso	Técnico				
15	Comprobación del Sist. de seguridad	Técnico				
Sistema de refrigeración						
16	Verificaciones eléctricas	Técnico				
17	Fugas de aire	Técnico				
18	Ruidos, cojinetes y holguras	Operario				
19	Estado de las correas	Operario				
20	Inspección de baterías y fugas	Técnico				
21	Fugas de refrigerante en circuito	Operario				
22	Temperatura de condensación y evaporación	Técnico				
23	Presiones de alta y baja	Técnico				
24	Comprobación del termostato	Técnico				
Sistema de detección						
26	Verificaciones eléctricas	Técnico				

Nº	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
27	Verificaciones de conexiones	Técnico				
28	Revisión de los sensores de la sala	Técnico				
Sistema de extinción						
29	Verificaciones eléctricas	Técnico				
30	Verificaciones de conexiones	Técnico				
31	Presión de las botellas	Operario				
32	Fugas de gas	Operario				
33	Ruidos y holguras	Operario				
Sistema de seguridad						
34	Comprobación del estado de las cámaras	Técnico				
35	Visualización de las cámaras	Técnico				
36	Conexión cámara-monitor	Técnico				
37	Puntos ciegos	Técnico				
Sistema de control de acceso						
38	Estado del sistema	Técnico				
39	Comprobación de lectura de tarjeta	Técnico				

Nº	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
40	Comprobación de código temporal	Técnico				
41	Comprobación de teclado para código PIN	Técnico				
Central de avisos						
42	Verificaciones eléctricas	Técnico				
43	Verificaciones de conexiones	Técnico				
44	Estado de las alarmas	Técnico				
45	Estado del sistema	Técnico				

EN CASO DE REMITIR PARTE A OTRO SERVICIO, ESPECIFICAR:	
Nº PARTE	
REMITIDO A:	

RIESGO LABORAL DETECTADO	
DESCRIPCIÓN TIPO DE RIEGO	

Firma	
Supervisor:	Técnico y/o operario:

Mantenimiento semanal		Código	PM1-S			
		Categoría				
		Fecha				
Nº	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
Infraestructuras de la sala						
1	Estado del sistema de extracción	Equipo de Mant.				
2	Aspiración de rejillas de extracción	Operario				
Sistema eléctrico						
3	Limpieza de la SAI	Técnico				
4	Limpieza de la PDU	Equipo de Mant.				
Sistema de refrigeración						
5	Aspirar bandejas de condensados	Operario				
6	Drenajes y sifón de condensados	Operario				
7	Revisar soportes y amortiguadores	Operario				
8	Anclajes de compresores y ventiladores	Operario				
9	Sentido de giro y giro libre	Operario				

N°	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
10	Medidas de correas	Técnico				
11	Medidas de filtros	Operario				
12	Filtros de aire (limpieza o sustitución)	Operario				
Sistema de detección						
13	Revisión de las entradas de aire	Operario				
14	Aspiración de entrada de aire del detector de aspiración	Operario				
15	Filtros de suciedad (limpieza o sustitución)	Operario				
16	Revisión de sensores internos	Técnico				
Sistema de extinción						
17	Revisión del estado de las botellas extintoras	Operario				
18	Estado de las válvulas	Técnico				
19	Revisión del sistema de control del gas	Técnico				
20	Deterioro y corrosiones del sistema	Operario				
Sistema de control de acceso						
21	Deterioro y holguras	Operario				

EN CASO DE REMITIR PARTE A OTRO SERVICIO, ESPECIFICAR:	
Nº PARTE	
REMITIDO A:	

RIESGO LABORAL DETECTADO	
DESCRIPCIÓN TIPO DE RIEGO	

Firma	
Supervisor:	Técnico y/o operario:

Mantenimiento mensual		Código	PM2-M			
		Categoría				
		Fecha				
N°	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
Infraestructuras de la sala						
1	Estado de la persiana	Operario				
2	Corrosión y deterioro de la estructura	Operario				
3	Cierre y juntas de las puertas	Operario				
Sistema eléctrico						
4	Prueba de aislamiento de la SAI	Técnico				
5	Prueba de aislamiento de la PDU	Técnico				
Sistema de refrigeración						
6	Revisar acoples de conductos	Operario				
7	Deterioros, corrosiones y pintura	Operario				
8	Cierres y juntas	Operario				
9	Aislamiento térmico	Operario				

N°	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
Sistema de detección						
10	Revisión de soportes de detectores	Operario				
11	Ruidos y holguras en detectores	Operario				
Sistema de seguridad						
12	Limpieza de la lente	Operario				

EN CASO DE REMITIR PARTE A OTRO SERVICIO, ESPECIFICAR:	
N° PARTE	
REMITIDO A:	

RIESGO LABORAL DETECTADO	
DESCRIPCIÓN TIPO DE RIEGO	

Firma	
Supervisor:	Técnico y/o operario:

Mantenimiento trimestral		Código	PM3-T			
		Categoría				
		Fecha				
Nº	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
Sistema eléctrico						
1	Prueba de puesta a tierra de la SAI	Técnico				
2	Prueba de puesta a tierra de la PDU	Técnico				
Sistema de seguridad						
3	Orientación de las cámaras	Técnico				

EN CASO DE REMITIR PARTE A OTRO SERVICIO, ESPECIFICAR:	
Nº PARTE	
REMITIDO A:	

RIESGO LABORAL DETECTADO	
DESCRIPCIÓN TIPO DE RIEGO	

Firma	
Supervisor:	Técnico y/o operario:

Mantenimiento anual		Código	PM4-A			
		Categoría				
		Fecha				
N°	Tarea	Responsable	Bien	Mal	Revisar	Observaciones
Infraestructura de la sala						
1	Estanqueidad de la ventana	Operario				
Sistema de extinción						
2	Estado de la válvula manual	Técnico				

EN CASO DE REMITIR PARTE A OTRO SERVICIO, ESPECIFICAR:	
N° PARTE	
REMITIDO A:	

RIESGO LABORAL DETECTADO	
DESCRIPCIÓN TIPO DE RIEGO	

Firma	
Supervisor:	Técnico y/o operario: