



Universidad de León



Escuela Superior y Técnica
de Ingenieros de Minas

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA MINERA Y DE RECURSOS ENERGÉTICOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO EFICIENTE Y MEJORA DE LAS INSTALACIONES ENERGÉTICAS EN EDIFICIOS

León, Julio de 2016

Autor: Alba Martínez Barrera

Tutor: Alberto González Martínez

El presente proyecto ha sido realizado por D./Dña. Alba Martínez Barrera, alumno/a de la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas de la Universidad de León para la obtención del título de Máster en Ingeniería Minera y de Recursos Energéticos.

La tutoría de este proyecto ha sido llevada a cabo por D. Alberto González Martínez, profesor/a del Máster Universitario en Ingeniería Minera y de Recursos Energéticos.

Visto Bueno

Fdo: **Dña. Alba Martínez Barrera**

El autor del Trabajo Fin de Máster

Fdo.:**D. Alberto González Martínez**

El Tutor del Trabajo Fin de Máster

RESUMEN

En la actualidad, las instalaciones de los edificios se han convertido en imprescindibles en nuestra vida para asegurarnos unos parámetros de confort adecuados, por este motivo ha surgido la importancia de aplicar un adecuado mantenimiento a estas instalaciones para conseguir optimizar el funcionamiento de las mismas.

La complejidad de las instalaciones y la coexistencia de varias tecnologías en la misma exigen de un mejor conocimiento de los parámetros de contabilización de consumos energéticos y sus costes económicos, esto hace obligatorio e imprescindible una mejora en la aplicación del mantenimiento y una mejora continua de las instalaciones.

Además debido a la gran demanda de energía actual y a las afecciones que su consumo a gran escala están teniendo en el medio ambiente se ha considerado muy importante el concepto de eficiencia energética en las instalaciones. De esta manera aplicando criterios de eficiencia energética conseguimos el mismo nivel de confort con un consumo de energía sustancialmente menor.

El presente proyecto se trata de una revisión bibliográfica y de investigación sobre los distintos tipos de mantenimiento, su aplicación y la búsqueda de técnicas que permitan mejorar el rendimiento de las instalaciones para hacerlas más eficientes.

ABSTRACT

Nowadays, it is said that facilities of the buildings have turned in indispensable in our life to assure a suitable parameters of comfort, for this reason there has arisen the importance of apply a suitable maintenance to these facilities in order to optimize their functioning.

The complexity of the facilities and the coexistence of several technologies in the same one require a better knowledge of the accounting energetic consumption parameters and its economic costs. Due to this situation is highly important an improvement in the application of the maintenance and a continuous improvement of the facilities.

In addition, due to the great demand of energy and the affections that his large-scale consumption is having in the environment the concept of energy efficiency has been considered very important in the facilities. In this way applying energy efficiency rules we obtain the same level of comfort with substantially minor energy consumption.

This project deals with a bibliographic and research revision about the types of maintenance, its application and the search of technologies that allow to improve the performance of the facilities to make them more efficient.

ÍNDICE

1	Organización del mantenimiento eficiente de las instalaciones energéticas en edificios.....	1
1.1	Introducción	1
1.2	Tipos de mantenimiento. Función y objetivos.....	3
1.3	Mantenimiento preventivo. Tareas de mantenimiento preventivo.....	11
1.3.1	Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones de calefacción	13
1.3.2	Programa de mantenimiento preventivo en las instalaciones de ACS (Agua Caliente Sanitaria)	16
1.3.3	Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de climatización.....	22
1.3.4	Contabilización de consumos	24
1.3.5	Evaluación de rendimientos	36
1.3.6	Operaciones mecánicas en el mantenimiento de instalaciones	41
1.3.7	Operaciones eléctricas en el mantenimiento de instalaciones.....	41
1.3.8	Equipos y herramientas	42
1.3.9	Limpieza y desinfección de las instalaciones.....	43
1.3.10	Mantenimiento preventivo para el control de la legionelosis	45
1.3.11	Medidas de parámetros físicos	47
1.4	Mantenimiento de gestión energética. Tareas de mantenimiento.....	48
1.4.1	Programa de gestión energética	49
1.4.2	Búsqueda de puntos críticos	56
1.4.3	Identificación de gastos excesivos.....	58
1.5	Mantenimiento correctivo. Tareas de mantenimiento correctivo.....	58
1.5.1	Diagnóstico de averías.....	59
1.5.2	Procedimientos para aislar hidráulica y eléctricamente los distintos componentes.....	62
1.5.3	Métodos de reparación de los componentes.....	65
2	Planificación, programación y registro del mantenimiento	69

2.1	Introducción	69
2.2	Mantenimiento técnico-legal.....	69
2.3	Mantenimiento técnico-legal recomendado	69
2.4	Cálculo de necesidades	70
2.4.1	Necesidades humanas	71
2.4.2	Necesidades materiales.....	73
2.5	Determinación de tiempos.....	74
2.5.1	Tiempo para el mantenimiento preventivo	74
2.5.2	Tiempos para el mantenimiento correctivo.....	74
2.5.3	Tiempos totales de mantenimiento	74
2.6	Planificación de cargas	75
2.7	Documentación para la planificación y programación	76
2.7.1	Informes iniciales.....	76
2.7.2	Informes periódicos.....	77
2.7.3	Partes de trabajo	78
2.7.4	Libros de mantenimiento	79
2.8	La orden de trabajo	80
2.9	Sistemas automáticos de telemedida y telecontrol	81
3	Gestión del mantenimiento de instalaciones asistido por ordenador.....	83
3.1	Introducción	83
3.2	Bases de datos.....	83
3.2.1	Bases de datos para el mantenimiento	84
3.2.2	Referencias añadidas a la base de datos previa aplicación del mantenimiento.....	84
3.2.3	Referencias añadidas a la base de datos después de la aplicación del mantenimiento.....	85
3.3	Generación de históricos	86
3.4	Software para mantenimiento correctivo	87
3.5	Software para mantenimiento preventivo	88
3.6	Software para mantenimiento predictivo	89
4	Informes de mejora de la eficiencia energética	90

4.1	Introducción	90
4.2	Técnicas de comunicación escrita.....	90
4.3	Técnicas de redacción y presentación	91
4.3.1	Técnicas de redacción.....	92
4.3.2	Estructura	92
4.3.3	Presentación	93
4.4	Informes técnicos.....	94
4.4.1	Tipos de informes	95
4.5	Memorias justificativas	96
4.6	Mediciones y valores. Presupuestos.....	97
4.7	Aplicaciones ofimáticas para la elaboración de informes	99
5	Prevención de riesgos y seguridad	102
5.1	Introducción	102
5.2	Tipos de riesgos en cuanto a la operación.....	102
5.2.1	Transporte y deslizamiento de cargas de forma manual	102
5.2.2	Manipulación e izado de cargas de forma mecánica	103
5.2.3	Trabajos en altura o verticales	103
5.2.4	Riesgos mecánicos.....	104
5.2.5	Riesgos eléctricos.....	105
5.2.6	Riesgos químicos.....	105
5.2.7	Riesgos debidos al uso de herramientas	106
5.3	Otros riesgos	108
5.3.1	Climatológicos.....	108
5.3.2	Luminosos.....	109
5.4	Delimitación y señalización de áreas de trabajo que conllevan riesgos laborales asociadas.....	109
5.5	Medidas preventivas y correctoras ante los riesgos detectados.....	115
5.6	Protocolos de actuación en cuanto a emergencias surgidas durante el montaje de instalaciones.....	120
5.6.1	Protocolos de actuación	121

5.7	Primeros auxilios en diferentes supuestos de accidente en el montaje de instalaciones	123
5.7.1	Protocolo de actuación.....	124
5.7.2	Evaluación secundaria	130
5.8	Tipos y características de los Equipos de Protección individual.....	133
5.9	Identificación, uso y manejo de los Equipos de protección individual....	136
5.10	Selección de los equipos de protección según el tipo de riesgo	141
5.11	Mantenimiento de los equipos de protección.....	143
6	Bibliografía	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema de funcionamiento de un sistema de ACS con captador solar	19
Figura 1.2 Contador de agua caliente sanitaria	28
Figura 1.3 Contador de gas	30
Figura 1.4 Contador de gasóleo	32
Figura 1.5 Precintos de un contador eléctrico.....	34
Figura 1.6 Contador eléctrico	34
Figura 2.1 Ejemplo de un parte de trabajo	79
Figura 4.1 Ejemplo de mediciones.....	98
Figura 4.2 Ejemplo de cálculo de presupuesto por partidas	99
Figura 4.3 Agregado total de presupuesto	99
Figura 4.4 Pantalla de visualización Presto.....	100
Figura 4.5 Pantalla de trabajo de Microsoft Excel 2010	100
Figura 4.6 Pantalla de trabajo de Microsoft Project.....	101
Figura 5.1 Señales de prohibición	111
Figura 5.2 Señales de advertencia	111
Figura 5.3 Señales de obligación.....	112
Figura 5.4 Señales de salvamento o socorro	112
Figura 5.5 Señales de indicación.....	113
Figura 5.6 Señales de lucha contra incendios.....	114
Figura 5.7 Comprobación de la respiración del accidentado	126
Figura 5.8. Posición Lateral de Seguridad.....	126
Figura 5.9 Pasos a seguir para poner a un accidentado en posición PLS	127
Figura 5.10 Aplicación de la maniobra frente-mentón	128
Figura 5.11 Aplicación de la técnica del boca a boca	128
Figura 5.12 Toma del pulso en la carótida.....	129
Figura 5.13 Localización del punto de compresión torácico	130
Figura 5.14 Aplicación del masaje cardiaco externo	130
Figura 5.15b Aplicación básica de un torniquete en una de las extremidades superiores	132
Figura 5.16 Elementos de una bota de seguridad	137

Figura 5.17 Casco protector.....	137
Figura 5.18 Partes del guante reverso y anverso	138
Figura 5.19 Gafas de seguridad	138
Figura 5.20 Careta de seguridad	139
Figura 5.21 Careta de seguridad con filtros para soldar.....	139
Figura 5.22 Protector acústico externo	140
Figura 5.23 Protector acústico interno	140
Figura 5.24 Ropa laboral de alta visibilidad	140
Figura 5.25 Sistema anticaída	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad (Tabla 3.1 del Real decreto 238/2013).....	12
Tabla 1.2 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de calefacción de Potencia menor o igual a 70kW.....	14
Tabla 1.3 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de calefacción de Potencia mayor a 70kW.....	15
Tabla 1.4 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de ACS de Potencia menor o igual a 70kW. Las periodicidades se encuentran contenidas en la tabla 3.1 de RD 238/2013(Tabla 3.2 del Real Decreto 238/2013).	17
Tabla 1.5 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos (HE4: Plan de vigilancia)	18
Tabla 1.6 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos.....	18
Tabla 1.7 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos.....	18
Tabla 1.8 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos.....	18
Tabla 9 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de climatización de Potencia menor o igual a 70kW. Las periodicidades se encuentran contenidas en la tabla 3.1 de RD 238/2013.....	24
Tabla 1.10 Temperatura de trabajo en cada tipo de contador	28
Tabla 1.11 Ubicación de los contadores de energía térmica en función de la instalación .	36
Tabla 1.12 Coeficiente de emisiones (Ke) en función de la energía suministrada.....	40

1 Organización del mantenimiento eficiente de las instalaciones energéticas en edificios

1.1 Introducción

Se denomina sistema de climatización a aquel sistema que se permite crear unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas dentro de los espacios habitados.

En la actualidad las instalaciones energéticas de los edificios se han convertido en un elemento básico de confort surgiendo por este motivo la necesidad de un mantenimiento de las mismas, para conseguir con él optimizar el funcionamiento de dichas instalaciones.

En algunas ocasiones es tan importante que se lleve a cabo este mantenimiento que incluso ha sido regulado por ley. Actualmente, el régimen de funcionamiento de un sistema de calefacción o climatización no exige solamente de un correcto funcionamiento de forma ininterrumpida sino que también debe estar garantizado el grado de confort deseado por el usuario.

Se considera mantenimiento de las instalaciones energéticas a la compilación de todas las acciones que se llevan a cabo durante la vida de un edificio con el objetivo de conservar el estado de las instalaciones energéticas contenidas en el, de tal forma que atiendan a la función para la cual han sido concebidas.

De este modo son muchos los conceptos que deben ser tenidos en cuenta como diferenciadores de un funcionamiento adecuado durante varias décadas y adecuado en la actualidad, los más importantes son:

- Un diseño eficiente de las instalaciones de calefacción y climatización, tratando de ajustar su funcionamiento siguiendo criterios de mínimo gasto energético. Las mejoras de aislamiento de tuberías y conductos son un ejemplo de ello.

-Una aportación de energía a partir de fuentes renovables y gratuitas, mucho más respetuosas con el medio ambiente, y cuyo coste energético es mínimo o nulo. La instalación de sistemas de calentamiento de agua por energía solar-térmica, además de ser obligatorio en edificios de nueva construcción, permite una aportación gratuita, salvo la energía eléctrica consumida para la circulación del ACS, además de un ahorro económico y energético del sistema, pero suponen una complicación en el mismo.

-La necesidad de almacenamiento de calor normalmente en forma de dispositivos de inercia para compatibilizar sistemas de generación de calor basados en nuevas fuentes de energía como la biomasa o la geotérmica, exige de la existencia de un sistema más complejo de por sí, y con mejores necesidades de regulación y control.

-El incremento paulatino de los costes de la energía térmica y eléctrica, y lo que es más crítico, su volatilidad que implica que el coste de la misma puede variar fuertemente incluso a lo largo de un día, exigiendo sistemas de control que ajustan el funcionamiento de la instalación en función de su coste.

-La existencia de cada vez más y más variados sistemas de contabilización de consumos, reparto de costes energéticos, su monitorización, su instrumentación e incluso su disposición a través de internet que obliga a integrar la instalación energética con una instalación electrónica, energética y de comunicación.

Todos estos conceptos de novedosa aplicación implican que los métodos y procedimientos de mantenimiento hayan evolucionado de forma sustancial en las últimas décadas.

La complejidad de la instalación y la coexistencia de muy variadas tecnologías exigen de un mejor conocimiento de los parámetros que contabilizan los consumos energéticos y sus costes económicos, esto hace obligatorio e imprescindible un aumento de las necesidades de mantenimiento y una mejora continua de las instalaciones.

De igual modo, las técnicas de mantenimiento son mucho más variadas y precisan de personal técnico cada vez más versátil y cualificado.

Existen diferentes tipos de mantenimiento, los cuales, varían en su aplicación en función del tipo de instalación. En un principio únicamente se aplicaba mantenimiento corrector a las instalaciones, arreglando las distintas averías que iban surgiendo, con el paso del tiempo se empezó a incluir además un mantenimiento preventivo de forma que existe una planificación tanto en revisiones como en intervenciones, para poder adelantarse de esta manera a un fallo en el funcionamiento de las instalaciones. En los últimos años han ido surgiendo otros tipos de mantenimiento como son el mantenimiento predictivo, cero horas o en uso.

Una buena combinación de los distintos tipos de mantenimiento presentados a lo largo de este libro llevará consigo un funcionamiento adecuado de las instalaciones energéticas de los edificios.

1.2 Tipos de mantenimiento. Función y objetivos

En el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) aprobado por el Real decreto 1027/2007 de 20 de julio, se establecen las condiciones mínimas de seguridad y calidad con las que se debe llevar a cabo el proyecto, la ejecución del mismo, el mantenimiento y la conservación de la instalación.

A tenor de lo indicado en este reglamento, son las empresas mantenedoras autorizadas de una instalación las que deben realizar su revisión.

El RITE establece por otra parte, obligatoriedad de llevar a cabo inspecciones periódicas cuyo objetivo es comprobar que se llevan a cabo las tareas de mantenimiento de las instalaciones. Estas inspecciones son llevadas a cabo por la administración directamente o bien a través de organismos de control autorizado o técnicos cualificados independientes.

El mantenimiento, en general, se define como cualquier actividad: reparaciones, ajustes, reemplazos de piezas, mediciones y/o comprobaciones que se realizan de forma

que una determinada instalación o equipo pueda continuar su vida útil en condiciones óptimas de funcionamiento.

Para contextualizar correctamente el problema abordado, se hace necesaria además una correcta distinción entre inspección, revisión y mantenimiento.

La inspección y la revisión conllevan la detección de incidencias o anomalías en la instalación y el mantenimiento su corrección.

Es de vital importancia que el mantenimiento que se lleve a cabo en las instalaciones de los edificios sea completo, integral y continuado. Con una combinación de los dos tipos más reseñables y clásicos de mantenimiento, el preventivo y el correctivo, se puede conseguir llevar a cabo un correcto mantenimiento de las instalaciones en edificios. Sin embargo existen otros tipos de mantenimiento que han destacado más recientemente y tienen mucha aplicación en las instalaciones energéticas, debido a que han dado lugar a resultados muy favorables.

A continuación se hace referencia a los distintos tipos de mantenimiento, así como a las ventajas e inconvenientes de los mismos de forma general:

- El ***mantenimiento predictivo*** es aquel que busca conocer e informar de forma continuada sobre el estado y el funcionamiento de las instalaciones. Para su aplicación se emplea el conocimiento de los valores de una serie de variables que representan el estado y el funcionamiento normal de la instalación, estas variables son normalmente físicas, las más comunes son: temperatura, vibración, consumo de energía...

La variación de estas variables va a indicar los posibles fallos que puedan estar surgiendo de forma incipiente en el equipo, consiguiendo de esta manera que puedan subsanarse con rapidez, resolviendo el fallo sin afectar al régimen de operación normal, generando un mayor coste económico.

Ventajas

1.- Los posibles errores de funcionamiento son detectados con antelación, por lo cual existe tiempo más que suficiente para planear y programar las acciones correctivas y preventivas que se han de llevar a cabo, de forma que los efectos negativos para los usuarios de las instalaciones sean mínimos y además se consiga mejorar la calidad de las reparaciones.

2.-La mayoría de las técnicas para la detección de fallos en el mantenimiento predictivo se realizan con la maquinaria en funcionamiento, es decir, con técnicas “on-condition” no interrumpiéndose ni alterándose el funcionamiento de la instalación.

3.-El mantenimiento predictivo es un totalmente proactivo ya que permite gestionar los fallos durante el proceso de operación de la instalación lo que supone además un aumento de la fiabilidad de las instalaciones.

4.-Este tipo de mantenimiento genera una gran cantidad de conocimiento de la instalación y de su funcionamiento exigiendo una mayor dedicación del personal de mantenimiento.

5.-Al conseguir un mayor conocimiento de la instalación, se mejora la fiabilidad de los equipos, de las instalaciones y además se genera una información adicional de gran utilidad para los fabricantes.

Inconvenientes

La mayoría de los inconvenientes del mantenimiento predictivo son consecuencia directa de su ejecución:

1.-A partir de la necesidad de no parar la instalación para llevar a cabo el mantenimiento predictivo surgen limitaciones a la hora de escoger los elementos de diagnóstico y medida.

2.-La implantación de un sistema de mantenimiento predictivo supone una mayor inversión inicial debido a la costosa incorporación que suponen los equipos de recolección de datos y medida.

3.-Es necesario que los técnicos que lleven a cabo este tipo de mantenimiento tengan un nivel de formación muy elevado ya que deben conocer con profundidad el funcionamiento de la instalación así como las disciplinas relacionadas, además de tener conocimiento avanzado de equipos de alto nivel tecnológico.

Ejemplos

La detección de una vibración o ruido en el motor de un automóvil que podría ser la antesala de un fallo mayor en el motor, lo cual, es un ejemplo de mantenimiento predictivo, ya que al ser detectado con prontitud permite aplicar las medidas necesarias para subsanar el fallo inmediatamente.

La elevada temperatura en las conexiones, en los aparatos eléctricos, es una de las variables físicas que tiene en cuenta el mantenimiento predictivo para detectar posibles fallos en el mismo. Por lo tanto cuando es detectada una elevada temperatura en las conexiones de un aparato eléctrico se debe aplicar el mantenimiento necesario con prontitud para evitar un fallo mayor.

•El ***mantenimiento cero horas (Overhaul)*** se compone de todas las tareas que se llevan a cabo para la revisión de los equipos en intervalos programados de tiempo antes de que se haya producido fallo alguno, o cuando la fiabilidad del equipo disminuye considerablemente. Su finalidad es dejar el equipo como si fuera nuevo, es decir, se sustituyen o reparan todos los elementos necesarios, con el objetivo de asegurar un aumento de la vida útil del equipo. Este tipo de mantenimiento únicamente se puede aplicar a los distintos equipos que componen la instalación, no a la instalación en sí misma.

Ventajas

- 1.-Reducción del número de fallos e incidentes de los equipos que se encuentran en la instalación, lo que supone una mayor fiabilidad de los equipos.
- 2.-Reducción de los gastos asociados a la aparición de fallos e incidentes en los equipos de la instalación.
- 3.-Mejora del rendimiento y de la eficiencia de los equipos de la instalación.
- 4.-Con este tipo de mantenimiento de forma periódica se puede saber con prontitud cuando es necesaria la sustitución de un activo en el equipo, además de que al realizarlo se obtiene una justificación para la sustitución de los activos.

Inconvenientes

- 1.-Para realizar este tipo de mantenimiento es necesario un nivel de formación del personal muy elevado para que este se lleve a cabo debidamente, ya que es un trabajo muy delicado.
- 2.-A la hora de realizar este tipo de mantenimiento es necesario que se produzca una parada en las instalaciones y los equipos de forma que se producen mayores gastos que si no es necesario realizarla.

Ejemplos

En el caso de las subestaciones eléctricas el mantenimiento Overhaul se puede aplicar realizando revisiones periódicas de los distintos elementos que la constituyen y sustituyendo algunos de los componentes de la misma, como pueden ser los interruptores, los seccionadores...

- El ***mantenimiento en uso*** es aquel que se realiza por los usuarios de la instalación y por lo tanto es un mantenimiento básico en el que las tareas que se realizan son

totalmente elementales, es decir, no se necesita un gran formación para su realización: reapriete de tornillos, limpieza, revisiones visuales, toma de datos, lubricación...

Ventajas

1.-Este tipo de mantenimiento no requiere de conocimientos muy específicos de mantenimiento ya que puede llevarse a cabo por los propios usuarios de la instalación.

2.-Para la realización de este tipo de mantenimiento no son necesarias herramientas específicas, sino que se puede hacer con instrumentos totalmente elementales.

Inconvenientes

1.-Este tipo de mantenimiento únicamente sirve para complementar a otros tipos de mantenimiento de forma que se reduzca al máximo la aparición de fallos en las instalaciones o equipos.

Ejemplos

Un usuario reaprieta una junta de la instalación de distribución de ACS porque ve que gotea.

•El **mantenimiento preventivo** es aquel que está planteado para hacer frente a los posibles fallos en el funcionamiento normal de las instalaciones con el objetivo de reducir el número de ellos en las mismas. Este tipo de mantenimiento requiere de una fuerte planificación para llevarse a cabo ya que la función principal del mismo es la realización de revisiones periódicas para prevenir fallos o sustituir componentes que no se encuentran en óptimas condiciones y poder así detectar las anomalías de las instalaciones.

Además en este tipo de mantenimiento es muy importante el registro detallado de todas las acciones de mantenimiento que se lleven a cabo ya que son de vital importancia para prever fallos o solucionar averías. Este registro nos permite además

reducir los tiempos de las operaciones de reparación lo que supone además un ahorro en los costes derivados de estas tareas.

Ventajas

1.-La ventaja más importante se basa en la reducción del tiempo de parada de las instalaciones debido a que se establece una cierta periodicidad a la hora de la observación y reparación de la misma.

Inconvenientes

1.-El principal inconveniente deriva de la dificultad que existe a la hora de estimar correctamente los tiempos en los cuales realizar las intervenciones

2.-En el caso de que este tipo de mantenimiento se aplique de forma exclusiva el coste de las revisiones supone un grave inconveniente.

3.- Se supone innecesario un desmontaje y sustitución de elementos de un equipo o instalación que funciona correctamente y que no se encuentra en mal estado.

4.-Con este tipo de mantenimiento sea cual sea el tiempo entre revisiones fijado no existe una certeza de que no se produzca una avería imprevista entre revisiones. Aunque cuanto menor sea este tiempo, en mayor grado se reduce la posibilidad de fallo. Por ello el periodo de inspección se fija asumiendo la posibilidad de averías entre revisiones.

Ejemplo

Un claro ejemplo de mantenimiento preventivo al margen del mantenimiento de instalaciones en edificios sería el cambio de aceite de los vehículos que es determinado por el fabricante cada cierto kilometraje y que se hace de forma preventiva, es decir, antes de que se detecte ningún fallo en el motor.

En el caso del mantenimiento preventivo de líneas eléctricas, el mantenimiento preventivo consistiría por ejemplo en las talas de arbustos o árboles que puedan producir contactos en los vanos o los apoyos de las líneas.

•El ***mantenimiento correctivo*** sólo se lleva a cabo cuando la instalación ya ha sufrido un fallo o avería y no puede seguir operando con normalidad. Este se puede denominar también mantenimiento “a rotura” (Breakdown maintenance). En este caso puesto que solo se utiliza una vez se ha producido el fallo no es necesaria la planificación ya que se presenta una actitud pasiva frente a la evolución de estado de las instalaciones.

A la hora de realizar las tareas derivadas del mantenimiento correctivo es necesario conocer la gravedad de la avería para una vez determinada poder solventarla, intentando siempre que la instalación siga funcionando durante el periodo de reparación.

Ventajas

- 1.-Al llevar a las distintas instalaciones y equipos de las mismas al límite se conoce el tiempo de vida útil de los mismos con exactitud, lo que permite un aprovechamiento máximo de la reserva de uso de los equipos.
- 2.-Para su aplicación no se requiere de una elevada capacidad de análisis ni de una gran infraestructura técnica o administrativa.

Inconvenientes

- 1.-Da lugar a interrupciones impredecibles del funcionamiento normal de la instalación o de los equipos de la misma y por lo tanto puede provocar averías en otras partes de la instalación o en otros equipos.
- 2.-Los fallos, al ser imprevistos, normalmente son de gravedad para los equipos o instalaciones por lo que su reparación suele ser costosa.
- 3.-Los fallos son en mayor o menor medida inoportunos por ello para su reparación es necesario un tiempo mayor que en una situación ideal, ya sea por la falta de personal para llevar a cabo el mantenimiento o bien por la falta de repuestos necesarios.
- 4.- Reducción de la vida útil de los equipos y las instalaciones.

5.-Reducción en la calidad del mantenimiento a raíz del poco tiempo disponible para realizar las tareas de mantenimiento.

Ejemplo

Suponiendo que se ha producido una fuga en una tubería que suministra agua a una zona residencial el mantenimiento a aplicar en este caso habrá de ser un mantenimiento correctivo puesto que la avería no ha sido prevista con anterioridad. Además a la hora de aplicar este mantenimiento es necesario evaluar la forma de poder suministrar el agua esta zona durante la aplicación del mantenimiento.

En el caso de la caída de un apoyo o rotura de aisladores en una línea, el mantenimiento a aplicar es correctivo ya que este tipo de fallos no se pueden prever con anterioridad. Es importante establecer una forma alternativa de suministro eléctrico hasta que se restablezca el tramo de línea afectado.

1.3 Mantenimiento preventivo. Tareas de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es aquel que se lleva a cabo con el fin de que no se produzca la avería, este mantenimiento es invariable en cada una de las instalaciones del edificio pero dependiendo de cada una de ellas variaran una serie de parámetros como son: periodicidad, planificación y tareas a realizar en cada instalación.

En los últimos años, las instalaciones de los edificios han tomado gran importancia en la vida diaria de las personas, tanto es así que el mantenimiento de las citadas instalaciones ha sido normalizado por legislación. La citada normativa es el **Real Decreto 238/2013 de 5 de abril** por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por **Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio**.

El mantenimiento preventivo de las instalaciones térmicas según el **Real Decreto 238/2013** se realizará de acuerdo a las periodicidades y operaciones contenidas en el

“Manual de uso y mantenimiento”, en el caso de que exista. Las periodicidades serán en el peor de los casos indicadas en la **tabla 3.1** del Real Decreto citado anteriormente y estas dependerán del uso del edificio, el tipo de aparatos contenidos en él y la potencia nominal de los mismos.

Tabla 1.1 Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad (Tabla 3.1 del Real decreto 238/2013)

Equipos y potencias útiles nominales (Pn)	Usos	
	Viviendas	Restantes usos
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $24,4 \text{ kW} \leq Pn$	5 años	2 años
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $24,4 \text{ kW} < Pn \leq 70 \text{ kW}$	2 años	Anual
Calderas murales a gas $70 \text{ kW} \leq Pn$	2 años	Anual
Resto instalaciones calefacción $70 \text{ kW} \leq Pn$	Anual	Anual
Aire acondicionado $12 \text{ kW} \leq Pn$	4 años	2 años
Aire acondicionado $12 \text{ kW} < Pn \leq 70 \text{ kW}$	2 años	Anual
Instalaciones de potencia superior a 70 kW	Mensual	Mensual

En este Real Decreto también se incluyen una serie de excepciones como son las instalaciones de potencia térmica nominal menor que 70 kW, en las cuales, en el caso de que exista una supervisión remota continuada, la periodicidad del mantenimiento preventivo puede ser hasta de 2 años, siempre y cuando, se puedan garantizar las máximas condiciones de seguridad y eficiencia energética. Además el Real Decreto recalca que siempre se han de tener en cuenta las especificaciones de los fabricantes de los equipos que se encuentran en las instalaciones.

El Real Decreto también estipula que en el caso de instalaciones en las cuales no exista “Manual de uso y mantenimiento” y cuya potencia térmica nominal sea igual o inferior a 70 kW el mantenimiento será llevado a cabo de acuerdo al criterio profesional de la empresa mantenedora. A título orientativo, este Real Decreto ofrece un listado de las operaciones (tabla 3.2 del Real Decreto 238/2013) de mantenimiento preventivo cuyas periodicidades están contenidas en la tabla 1.1 de este documento (tabla 3.1 del Real Decreto 238/2013).

En el caso de las instalaciones de potencia térmica nominal mayor a 70 kW y no exista “Manual de uso y mantenimiento” la elaboración del mismo correrá a cargo de la empresa contratada para llevar a cabo el mantenimiento y esta se lo entregará al titular de la instalación. En el Real Decreto 238/2013 está contenida una lista con las operaciones en los distintos componentes de las instalaciones (tabla 3.3 del Real Decreto 238/2013). Cabe destacar que este caso la actualización y adecuación de las operaciones de mantenimiento preventivo y de su periodicidad la responsabilidad cae en manos de la empresa mantenedora o del responsable de mantenimiento.

1.3.1 Programa de mantenimiento preventivo de las instalaciones de calefacción

En este apartado se encuentran los contenidos que deben contener los programas de mantenimiento en las instalaciones de ACS (Agua Caliente Sanitaria), calefacción y climatización de acuerdo con la normativa vigente.

Una de las instalaciones de los edificios que más importancia tiene es la calefacción por lo tanto todas las operaciones de mantenimiento llevadas a cabo en ella son de gran relevancia esto es debido a que es muy importante el mantenimiento y la supervisión de las instalaciones para optimizar de esta manera los parámetros de eficiencia energética.

En cuanto a las tareas de mantenimiento las que mayor importancia presentan son aquellas que atañen a la limpieza de los elementos que conforman el equipo calefactor. Estas tareas tienen como resultado un aumento en la eficiencia energética del equipo calefactor cuyo resultado es un ahorro significativo en combustible lo cual supone además un ahorro monetario considerable así como una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero.

Además de lo citado anteriormente, en el caso de que la limpieza de los elementos que conforman el equipo calefactor no llevara a cabo correctamente se podrían producir problemas en la combustión como combustiones incompletas en las cuales se produce monóxido de carbono. El monóxido de carbono es un gas muy tóxico que puede producir graves problemas de salud e incluso la muerte, esto es debido a que al

ser aspirado por las personas sustituye al oxígeno que transporta la hemoglobina y forma de esta manera la carboxihemoglobina cuyo enlace es irreversible.

Operaciones de mantenimiento en las instalaciones de calefacción

Las operaciones de mantenimiento que se realicen en las instalaciones de calefacción, cuya potencia útil nominal sea menor o igual a 70kW, deberán estar contenidas en el “Manual de uso y mantenimiento” de la instalación, en el caso de que exista, en el caso de que este no exista se deben realizar las operaciones contenidas en la tabla 3.2 del **Real Decreto 238/2013**, estas además serán utilizadas a la hora de confeccionar los manuales de uso y mantenimiento de las instalaciones.

Tabla 1.2 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de calefacción de Potencia menor o igual a 70kW.
Las periodicidades se encuentran contenidas en la tabla 3.1 de RD 238/2013(Tabla 3.2 del Real Decreto 238/2013).

Operaciones de mantenimiento	Periodicidad
Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas.	Tabla 3.1
Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea.	Tabla 3.1
Limpieza, si procede, del quemador de la caldera.	Tabla 3.1
Revisión del vaso de expansión.	Tabla 3.1
Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera.	Tabla 3.1
Comprobación de tarado de elementos de seguridad.	Tabla 3.1
Revisión y limpieza de filtros de agua.	Tabla 3.1
Revisión del estado del aislamiento térmico.	Tabla 3.1
Revisión del sistema de control automático.	Tabla 3.1

En las instalaciones cuya potencia útil nominal sea mayor de 70 kW en el caso de que dispongan de manual de uso y mantenimiento de la instalación seguirán las pautas del mismo para llevar a cabo el mantenimiento. Si por el contrario no existiese dicho manual para la instalación, este sería elaborado por la empresa mantenedora utilizando para su confección las operaciones indicadas en la Tabla 3.3 del Real Decreto 238/2013.

Tabla 1.3 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de calefacción de Potencia mayor a 70kW
(Tabla 3.3 del RD 238/2013)

Operaciones mantenimiento	Periodicidad
Limpieza de los evaporadores	t
Limpieza de los condensadores.	t
Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	2t
Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	m
Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	2t
Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	2t
Limpieza del quemador de la caldera	m
Revisión del vaso de expansión	m
Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	m
Comprobación de material refractario	2t
Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	m
Revisión general de calderas de gas	t
Revisión general de calderas de gasóleo	t
Comprobación de niveles de agua en circuitos	m
Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	t
Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	2t
Comprobación de tarado de elementos de seguridad	m
Revisión y limpieza de filtros de agua	2t
Revisión y limpieza de filtros de aire	m
Revisión de baterías de intercambio térmico	t
Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	m
Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	2t
Revisión de unidades terminales agua-aire	2t
Revisión de unidades terminales de distribución de aire	2t
Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t
Revisión de equipos autónomos	2t
Revisión de bombas y ventiladores	m
Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria: m.	m
Revisión del estado del aislamiento térmico	t
Revisión del sistema de control automático	2t
Instalación de energía solar térmica	*
Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	S*
Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2t
Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido: m.	m
Control visual de la caldera de biomasa	S*
Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa	m
Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	m
Revisión de la red de conductos según criterio de la norma UNE 100012	t
Revisión de la calidad ambiental según criterios de la norma UNE 171330	t

S: Una vez cada semana.

S*: Operación de mantenimiento que podría realizarse por el propio usuario asesorado previamente por el mantenedor.

m: Una vez al mes. La primera al inicio de la temporada.

t: Una vez por temporada (año).

2t: Dos veces por temporada (año). Una de ellas al inicio de la misma y otra a mitad del periodo, siempre que haya una diferencia mayor a dos meses entre ambas.

***:** El mantenimiento de estas instalaciones se llevará a cabo de acuerdo con lo establecido en la Sección HE-4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del Código Técnico de la Edificación.

Debido a la importancia del mantenimiento de las instalaciones de calefacción, este ha sido regulado mediante legislación específica como es el **Real Decreto 238/2013** pero ya había sido regulado con anterioridad por el **Real Decreto 1027/2007** el cual fue modificado posteriormente por el **Real Decreto 1826/2009**.

Además en el **RD 1027/2007** se establece que aquellas instalaciones que ya estuvieran en funcionamiento antes de la entrada en vigor del mismo deberán ser sometidas a un mantenimiento obligatorio por parte de una empresa de mantenimiento.

1.3.2 Programa de mantenimiento preventivo en las instalaciones de ACS (Agua Caliente Sanitaria)

Otra de las instalaciones que requiere de un mantenimiento preventivo debido a la importancia de la misma para asegurar el confort de las personas así como para mantener unas condiciones de salubridad óptimas es la instalación de agua caliente sanitaria (ACS).

En este caso, las tareas de mantenimiento que se lleven a cabo en este tipo de instalaciones van a variar en función de que este sistema sea comunitario o individual así como del modo en que se obtiene el agua caliente sanitaria.

Operaciones de mantenimiento en instalaciones de ACS generales

En este tipo de instalaciones, las operaciones de mantenimiento a realizar estarán contenidas en el manual de uso y mantenimiento de la instalación como ocurre con otras instalaciones.

Si el manual citado anteriormente no existiese y la instalación dispone de más de 70kW de potencia nominal, este manual deberá ser elaborado por la empresa mantenedora de la instalación y en el deberán estar incluidas todas las operaciones correspondientes a la instalación de ACS que ya estaban reflejadas en el apartado de calefacción.

En el caso de instalaciones cuya potencia nominal sea igual o inferior a 70kW, si existiese manual de uso y mantenimiento de la instalación, este sería de aplicación. En el caso de que no existiese dicho manual se tendrá en cuenta lo que se refleja en la tabla siguiente:

Tabla 1.4 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de ACS de Potencia menor o igual a 70kW. Las periodicidades se encuentran contenidas en la tabla 3.1 de RD 238/2013(Tabla 3.2 del Real Decreto 238/2013).

Operaciones de mantenimiento	Periodicidad
Revisión de aparatos exclusivos para la producción de ACS: $P_n \leq 24,4$ kW	Tabla 3.1
Revisión de aparatos exclusivos para la producción de ACS: $24,4$ kW < $P_n \leq 70$ kW.	Tabla 3.1
Revisión de los sistemas de tratamiento de agua.	Tabla 3.1
Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera.	Tabla 3.1
Comprobación de niveles de agua en circuitos.	Tabla 3.1
Comprobación de tarado de elementos de seguridad.	Tabla 3.1
Revisión y limpieza de filtros de agua.	Tabla 3.1
Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria.	Tabla 3.1
Revisión del estado del aislamiento térmico.	Tabla 3.1
Revisión del sistema de control automático.	Tabla 3.1

Operaciones de mantenimiento en instalaciones de ACS con captadores solares térmicos

Cuando la producción del ACS se realiza con captadores solares térmicos además del mantenimiento indicado anteriormente se realizarán otras operaciones de

mantenimiento mínimas. Estas operaciones las podemos encontrar en el *HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria, del Código Técnico de Edificación* y son las siguientes:

Tabla 1.5 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos (HE4: Plan de vigilancia)

Elemento	Operación	Frecuencia(meses)	Descripción
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	IV: Temperatura
	Tuberías y Aislamiento	6	IV: Ausencia de humedad y fugas
	Acumulación solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

Tabla 1.6 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos (HE4: Mantenimiento preventivo sistema de acumulación)

Elemento	Frecuencia(meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en el fondo
Ánodos de sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobación que no hay humedad

Tabla 1.7 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos (HE4: Plan de mantenimiento. Sistema de intercambio)

Elemento	Frecuencia(meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	Control de funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	Control de funcionamiento eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

Tabla 1.8 Operaciones de mantenimiento en captadores solares térmicos (HE4: Plan de mantenimiento. Sistema eléctrico y de control)

Elemento	Frecuencia(meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	Control de funcionamiento actuación
Termostato	12	Control de funcionamiento actuación
Verificación del sistema de medida	12	Control de funcionamiento actuación

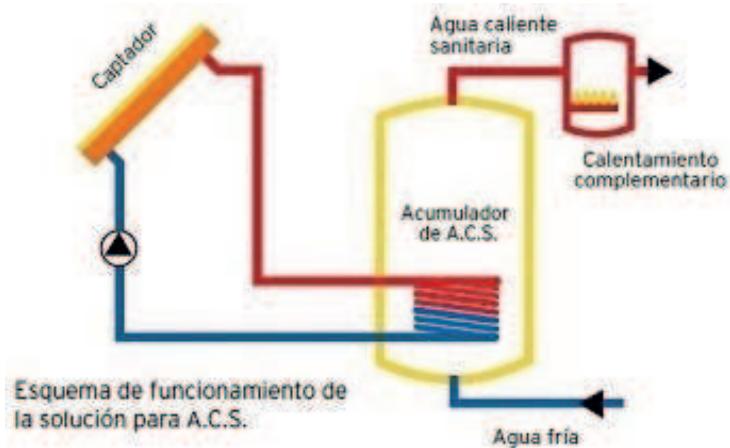


Figura 1.1 Esquema de funcionamiento de un sistema de ACS con captador solar

Operaciones de mantenimiento contra la presencia de legionelosis

En los sistemas de producción de ACS son obligatorias una serie de medidas contra la presencia de legionelosis en las mismas. Estas medidas están contenidas en el **RD 865/2003** y se establecen en función de los elementos que componen la instalación, como se puede ver a continuación:

Depósitos de ACS:

- Temperatura:** El control de temperatura se realizará *diariamente* en los depósitos finales de acumulación, en los que la temperatura no será inferior a 60°C.
- Purga:** *Semanalmente* se hará una purga del fondo de los acumuladores.
- Revisión:** La revisión del estado de conservación y limpieza se llevará a cabo *trimestralmente* en los depósitos acumuladores.
- Limpieza y desinfección:** Se limpiarán y desinfectarán al menos *una vez al año* además de cuando la instalación se ponga en marcha por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación de la instalación o una modificación estructural de la misma, se deberá realizar también en el caso de que una revisión general así lo aconseje o bien sea determinado por la autoridad sanitaria.

-Análisis: Se realizará como mínimo *anualmente* un análisis para la determinación de la legionella, tomando muestras en los puntos más representativos de la instalación y en caso necesario se tomaran las medidas adecuadas para garantizar la calidad del agua.

Depósitos de AFCH(Agua Fría de Consumo Humano):

-Temperatura: La temperatura se controlará *mensualmente* en el depósito de manera que se mantenga lo más baja posible, procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20°C.

-Revisión: La revisión del estado de conservación y limpieza se llevará a cabo *trimestralmente* en los depósitos.

-Limpieza y desinfección: Se limpiaran y desinfectaran al menos *una vez al año* además de cuando la instalación se ponga en marcha por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación de la instalación o una modificación estructural de la misma, así mismo se realizará en el caso de que una revisión general así lo aconseje o bien sea determinado por la autoridad sanitaria.

-Análisis: Se realizará como mínimo *anualmente* un análisis para la determinación de la legionella tomando muestras en los puntos más representativos de la instalación y en caso necesario se tomaran las medidas adecuadas para garantizar la calidad del agua.

Tuberías:

-Purga: *Mensualmente* se realizará la purga de las válvulas de drenaje de las tuberías.

-Revisión: La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, se llevará a cabo *una vez al año* reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.

-Limpieza y desinfección: Se limpiaran y desinfectaran al menos *una vez al año* además de cuando la instalación se ponga en marcha por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación de la instalación o una modificación estructural de la misma, así mismo se realizará en el caso de que una revisión general así lo aconseje o bien sea determinado por la autoridad sanitaria

-Análisis: Se realizará como mínimo *anualmente* un análisis para la determinación de legionella tomando muestras en los puntos más representativos de la instalación y en caso necesario se tomaran las medidas adecuadas para garantizar la calidad del agua.

Antirretorno:

-Revisión: La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, se llevará a cabo *una vez al año* reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos o dañados.

-Limpieza y desinfección: Se limpiaran y desinfectaran al menos *una vez al año* además de cuando la instalación se ponga en marcha por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación de la instalación o una modificación estructural de la misma, así mismo se realizará en el caso de que una revisión general así lo aconseje o bien sea determinado por la autoridad sanitaria

Aislamiento:

-Revisión: La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, se llevará a cabo *una vez al año* reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos o dañados.

Griferías:

-Temperatura: Se realizará un control de temperatura *mensualmente* a un número representativo de grifos y duchas (muestra rotatoria), incluyendo los más cercanos y los más alejados de los acumuladores, no debiendo ser inferior a 50°C. De tal

forma que al final del año se habrán comprobado todos los puntos finales de la instalación.

-Cloro residual: Cuando el agua fría de consumo humano proceda de un depósito, se comprobarán los niveles de cloro residual libre o combinado en un número representativo de puntos terminales y si no alcanzan los niveles mínimos (0,2 mg/l) se instalará una estación de cloración automática, dosificando sobre una recirculación del mismo, con una caudal del 20% del volumen del depósito.

-Purga: *Semanalmente* se abrirán los grifos de y duchas de habitaciones o instalaciones no utilizadas dejando correr el agua unos minutos.

-Revisión: Se llevará a cabo *mensualmente* en un número representativo, rotatorio a lo largo del año, de los puntos terminales de la red interior (grifos y duchas), de forma que al final de año se hayan revisado todos los puntos terminales de las instalaciones.

-Limpieza y desinfección: Se limpiaran y desinfectaran al menos *una vez al año* además de cuando la instalación se ponga en marcha por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación de la instalación o una modificación estructural de la misma, así mismo se realizará en el caso de que una revisión general así lo aconseje o bien sea determinado por la autoridad sanitaria

-Análisis: Se realizará como mínimo *anualmente* un análisis de determinación de legionella en muestras de los puntos más representativos de la instalación y en caso necesario se tomaran las medidas adecuadas para garantizar la calidad del agua.

1.3.3 Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de climatización

En el caso de los sistemas de climatización además de las operaciones de mantenimiento correctivo también son de extrema importancia las operaciones de mantenimiento preventivo, las cuales, tienen la finalidad de reducir o evitar por completo las averías de importancia en el mismo, con el objetivo de que este se encuentre

funcionando a la máxima capacidad y rendimiento, además de suponer un importante ahorro económico puesto que se evita en gran parte la aplicación de mantenimiento correctivo.

En los sistemas de climatización, como en muchos otros, las operaciones son periódicas y están previamente establecidas, además dependiendo de la relevancia de las mismas, del tipo de instalación y de las condiciones del ambiente donde operan su periodicidad puede ser diaria, semanal, mensual o anual.

En estos sistemas el mantenimiento a realizar suele estar incluido en los manuales de uso y mantenimiento de la instalación y es realizado a los siguientes sistemas:

- Equipo eléctrico y de control:

- Limpieza de cuadros eléctricos.
- Comprobación de temperatura en bornes y protecciones.
- Equipo de ventiladores, conductos y filtros.

- Equipo de ventiladores, conductos y filtros:

- Tensado de correas de ventiladores.
- Limpieza de rodets y palas de impulsión.
- Engrase de cojinetes.
- Comprobación de ruidos y vibraciones.
- Limpieza de filtros.
- Limpieza de rejillas.

- Equipo frigorífico:

- Comprobación de presiones y carga de gas
- Comprobación de temperaturas en baterías y elementos
- Limpieza de baterías.
- Comprobación de aislamientos

- Equipo auxiliar:

- Limpieza de filtros de agua.
- Comprobación de drenajes.
- Descalcificación de condensadores de agua.

En este caso como en el caso de la calefacción y el ACS todas las tareas de mantenimiento están normalizadas. En el caso de que exista manual de uso y mantenimiento de la instalación, para las instalaciones de más de 70kW, se aplicará este, pero en el caso de no existir por ser de menor potencia a 70kW se tendrá en cuenta lo siguiente:

Tabla 9 Operaciones de mantenimiento en instalaciones de climatización de Potencia menor o igual a 70kW. Las periodicidades se encuentran contenidas en la tabla 3.1 de RD 238/2013

Operaciones de mantenimiento	Periodicidad
Limpieza de los evaporadores	Tabla 3.1
Limpieza de los condensadores	Tabla 3.1
Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de las torres de refrigeración	Tabla 3.1
Comprobación de la estanqueidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	Tabla 3.1
Revisión de la limpieza de los filtros de aire	Tabla 3.1
Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	Tabla 3.1
Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	Tabla 3.1
Revisión de unidades terminales agua-aire	Tabla 3.1
Revisión de unidades terminales de distribución de aire	Tabla 3.1
Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	Tabla 3.1
Revisión de equipos autónomos	Tabla 3.1

1.3.4 Contabilización de consumos

A la hora de contabilizar los consumos en las instalaciones hay un concepto que conviene tener claro, este es la eficiencia energética, la cual es una práctica que consiste fundamentalmente en el ahorro de energía en las instalaciones de los edificios pero sin llevar a cabo una reducción de los parámetros de confort de las mismas. Esto supone un consumo óptimo de la energía puesto que se consume únicamente la que se necesita para obtener los parámetros adecuados de confort sin que se produzca un sobreconsumo de recursos.

En esta línea se establece que la contabilización de consumos en las instalaciones es fundamental debido a varias razones:

1.-A la hora de medir la eficiencia energética de una instalación de climatización o ACS es necesario tener en cuenta que esto se debe llevar a cabo cuando la instalación está en funcionamiento, además ha de tenerse en cuenta que es fundamental la contabilización de los consumos para la realización de la medición de la eficiencia energética.

2.-El concepto de eficiencia energética en edificios no se puede conocer o estimar en un inicio al llevar a cabo la instalación de los distintos elementos que se suponen eficientes desde el punto de vista energético. Para conseguir la eficiencia energética se deben tener en cuenta muchos factores relacionados con el mantenimiento de la instalación durante el funcionamiento de la misma así como durante el diseño inicial de la instalación, por todo esto podemos afirmar que la eficiencia energética no es estimable sino que esta habrá de medirse a partir de la contabilización de los consumos.

3.-Los diferentes profesionales a cargo de los cuales está la instalación como son: constructores, arquitectos, promotores, ingenieros, fabricantes, instaladores y mantenedores deberán tener una mayor sensibilización con la eficiencia energética a la hora de realizar sus trabajos cuando de antemano saben que se va a medir la eficiencia. Las administraciones y los usuarios estarán en su derecho de pedir responsabilidades en el caso de que no exista una correlación entre las expectativas proyectadas al inicio del proyecto y las mediciones que se realicen en las instalaciones o bien en el caso de que no se cumplan los requisitos mínimos de rendimiento que se esperan de la instalación.

4.-Es necesario llevar a cabo periódicamente mediciones y contabilizaciones de los consumos para poder detectar de esta manera fallos en las instalaciones por parte de los profesionales. Estos fallos se pueden detectar al obtener valores anormales en las mediciones o contabilizaciones ya que estos normalmente se debe al mal funcionamiento de la instalación.

5.-El RITE no es un reglamento prescriptivo, es decir, únicamente es obligatorio cumplir una serie de requerimientos mínimos a pesar de los resultados obtenidos. Esto permite a los profesionales encargados del diseño de la instalación aplicar su inteligencia al diseño de los mismos así como dar rienda suelta a su ingenio desde el punto de vista prestacional obteniendo maravillosos resultados. En este caso es importante comprobar los resultados tras la puesta en marcha de la instalación , por ellos la eficiencia energética se convierte en algo imprescindible en un proceso de mejora e innovación de la misma en las instalaciones de confort de los edificios.

1.3.4.1 Contabilización de consumos y tipos de contadores

La contabilización de los consumos es fundamental y por ello es necesario el uso de distintos instrumentos de medida para llevarlo a cabo, estos medirán tanto volúmenes como energía, dependiendo el tipo de aparatos usados para realizar la medida de la energía que se suministre a la instalación. De forma general en la mayoría de las instalaciones usaremos los siguientes contadores:

-Contadores de agua

-Contadores de gas.

-Contadores de gasóleo.

-Contadores eléctricos.

-Contadores de energía térmica.

En aquellas instalaciones en las que el combustible utilizado sea sólido como el carbón, la biomasa... no es obligatoria la instalación de ningún contador para realizar la medida. En este caso los datos de consumo son facilitados por el suministrador del combustible y están medidos en kilogramos junto con los consumos se adjuntará el poder calorífico inferior del combustible (PCI). Estos consumos estarán regidos por las garantías de pesaje que establezcan el suministrador y el titular.

Además la energía consumida por cada uno de los usuarios de la instalación en un sistema centralizado será medida con contadores térmicos, tanto para el caso de calefacción como de refrigeración, siguiendo las instrucciones del RITE.

Contadores de agua

Antes de centrarnos en los contadores de agua propiamente dichos es necesario fijar una serie de preceptos relacionados con el agua caliente sanitaria:

- 1.- En las instalaciones de producción de ACS centralizadas, el volumen de agua fría suministrada y la necesaria para el llenado de los circuitos cerrados que formen parte de la instalación será medido usando contadores de agua fría.
- 2.- Los contadores de ACS únicamente contarán cuando el agua supere la temperatura de 30⁰ C y estos serán individuales para cada uno de los usuarios de una instalación centralizada de ACS.

Los **contadores de agua** son instrumentos de medida que se usan para conocer el volumen de agua que pasa a su través en cada momento. Estos contadores únicamente miden agua, no se incluye el volumen de ningún otro líquido. Estos incluyen un dispositivo medidor que activa un dispositivo indicador de consumo.

Debido a la importancia de los contadores para conocer los consumos de agua, estos serán sometidos a un control metrológico de verificación de modelo y aprobación primitiva, además están obligados a cumplir con los parámetros establecidos por la normativa vigente, en cuanto a homologación, precintado y verificación.

Aunque existen distintos tipos de contadores de agua, en función de cómo llevan a cabo la contabilización de los consumos, no vamos a detallarlos en este apartado. Únicamente vamos a hacer una división de los contadores en dos grupos en función de las temperaturas de trabajo:

Tabla 1.10 Temperatura de trabajo en cada tipo de contador

Tipo de contador	Temperatura mínima	Temperatura máxima
Agua fría	0 ⁰ C (273,15 ⁰ .K)	30 ⁰ C (303,15 ⁰ .K)
Agua caliente	30 ⁰ C (303,15 ⁰ .K)	60 ⁰ C(333,15 ⁰ .K)

Existen una serie de requisitos fundamentales para su montaje y selección que deben ser establecidos por el fabricante de contadores. Estos deberán adecuarse a las condiciones específicas del tramo de la instalación del cual queremos conocer su caudal, estos son:

- *Posición de instalación*
- *Intervalo de temperaturas de funcionamiento*
- *Caudal nominal*
- *Caudal máximo*
- *Caudal mínimo*
- *Presión máxima de trabajo*
- *Curva de errores de medida*

Todos los contadores instalados en la instalación deberán disponer de una válvula de corte a la entrada de los mismos. En los contadores de ACS además de la válvula de corte debe existir una válvula antirretorno. Para evitar que se realicen manipulaciones indebidas de los contadores se precintará al menos una de las uniones del contador a la red.

A fin de realizar un mejor control de las lecturas de los contadores, estos deberán disponer de emisores de impulsos o sistemas que permitan telecontrolar las variables del contador.

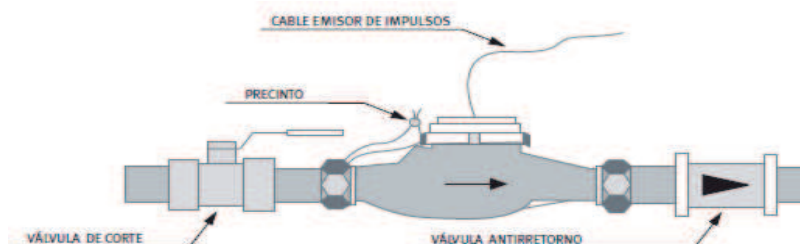


Figura 1.2 Contador de agua caliente sanitaria

Contadores de gas

Los **contadores de gas** son aparatos de medida que se utilizan para conocer los volúmenes de gas que pasan a su través de forma continua. Estos incluyen un dispositivo medidor que activa un dispositivo indicador de consumo.

En este tipo de contadores es necesario tener en cuenta la presión relativa del gas que circula a su través para realizar la medida, estando siempre éste en condiciones normales de presión y temperatura, es decir, a 0 mbar y 0°C (273,15⁰.K). En el caso en el que el valor de la presión relativa sea mayor a 55mbar es necesario colocar un corrector de presión-temperatura para que la instalación tenga, de esta forma las condiciones normales de presión y temperatura.

Debido a la importancia de los contadores para conocer los consumos de gas, estos serán sometidos a un control metrológico de aprobación de modelo y a primera comprobación, además están obligados a cumplir con los parámetros establecidos por la normativa vigente, en cuanto a homologación, precintado y verificación.

En función de cómo llevan a cabo la medida del gas, los contadores pueden ser de distintos tipos, los más usados son:

- Contadores de pistones rotativos.*
- Contadores de paredes deformables.*
- Contadores de turbina.*

Existen una serie de requisitos fundamentales para su montaje y selección que deben ser establecidos por el fabricante de contadores. Estos deberán adecuarse a las condiciones específicas del tramo de la instalación del cual queremos conocer su caudal, estos son:

- Posición de instalación*
- Caudal mínimo.*
- Caudal máximo.*
- Presión de operación máxima.*

-Diagrama de pérdida de presión.

-Curva de errores de medida.

Todos los contadores de gas de la instalación deben disponer de una válvula de corte a la entrada y a la salida del mismo, también es obligatorio dejar un carrete de tubería de la instalación para poder reemplazar el contador en caso necesario.

A fin de evitar manipulaciones de los contadores al menos una de las conexiones a la red estará precintada, asimismo el corrector de presión- temperatura, el cable emisor de impulsos y las sondas de temperatura y presión también deberán estarlo.

Con el objetivo de realizar un mejor control de las lecturas de los contadores, estos deberán disponer de emisores de impulsos o sistemas que permitan telecontrolar las variables del contador.

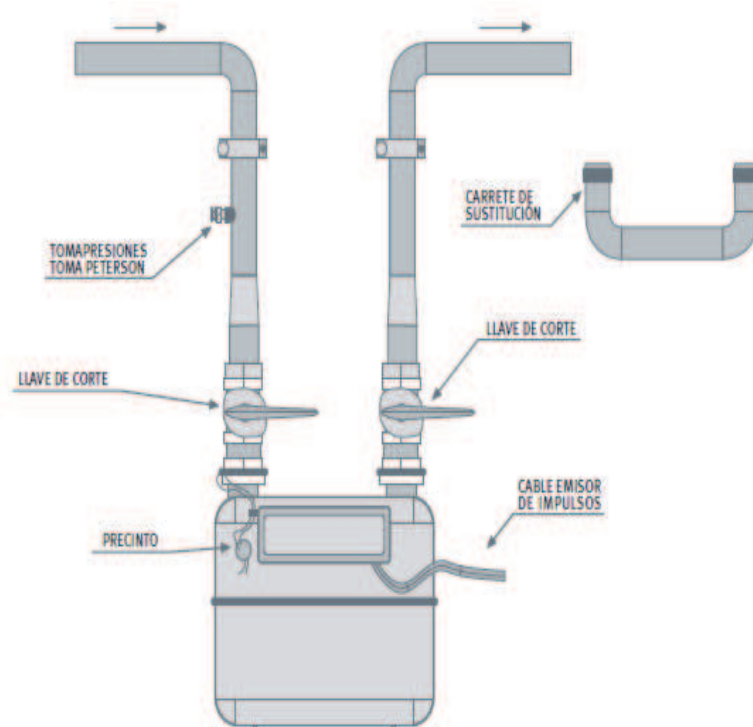


Figura 1.3 Contador de gas

Contadores de gasóleo

Los **contadores de gasóleo** son instrumentos de medida diseñados para medir el volumen de gasóleo que pasa a su través de forma continua. Estos disponen de un dispositivo medidor que activa un dispositivo indicador de consumo.

A nivel nacional no existe ninguna homologación de este tipo de contadores, por ello no serán sometidos a un control metrológico de modelo y verificación primitiva. Pese a ello es obligatorio que estos estén correctamente precintados para evitar de esta forma posibles manipulaciones en ellos.

Como ocurría en los otros tipos de contadores en este caso también es necesario que el fabricante nos suministre una serie de requisitos fundamentales para su montaje y selección. Estos ayudaran a la selección de los mismos, puesto que debemos adecuar las condiciones específicas del cada tramo de la instalación con los citados parámetros. Estos son:

- *Posición de instalación.*
- *Caudal máximo.*
- *Caudal mínimo.*
- *Presión de operación máxima.*
- *Temperatura máxima de trabajo.*
- *Curva de errores de medida.*

Todos los contadores de gasóleo de deberán disponer de una válvula de corte a la entrada y otra antirretorno a la salida. En este caso además es necesaria la instalación de un filtro antes del contador, esto es debido a las partículas sólidas en suspensión que suelen ir asociadas al gasóleo, las cuales dan lugar a errores en la toma de medidas y reducen además la vida útil del contador.

A fin de evitar manipulaciones de los contadores al menos una de las conexiones a la red estará precintada. Además, para realizar un mejor control de las lecturas de los contadores, estos deberán disponer de emisores de impulsos o sistemas que permitan telecontrolar las variables del contador.

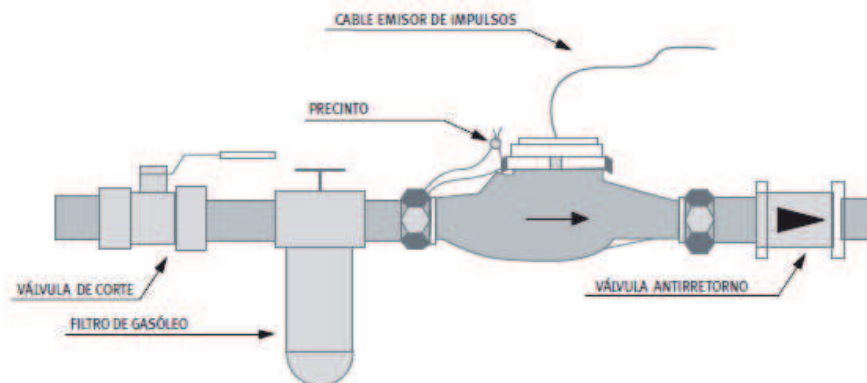


Figura 1.4 Contador de gasóleo

Contadores eléctricos

Los **contadores eléctricos** son instrumentos de medida que se emplean para poder medir la corriente eléctrica que se consume en el circuito de una determinada instalación.

Debido a la importancia de los contadores para conocer los consumos de electricidad, estos serán sometidos a un control metrológico de aprobación de modelo y a verificación primitiva, además están obligados a cumplir con los parámetros establecidos por la normativa vigente, en cuanto a homologación, precintado y verificación.

Existen distintas clasificaciones de los contadores eléctricos, una de ellas se establece en función de sus propias características de funcionamiento y existen dos tipos:

- Contadores electromagnéticos.
- Contadores estáticos (electrónicos).

Otro tipo de clasificación que se puede hacer se basa en el tipo de energía que miden, esta es:

- Contadores de energía activa.*
- Contadores de energía reactiva.*
- Contadores combinados.*

Además de las dos clasificaciones anteriores existen otro tipo de contadores eléctricos, estos son los multitarifa. Este tipo de contadores disponen de varios indicadores que disponen de tarifas diferentes, los cuales funcionan durante un intervalo programado de tiempo. Estos contadores son bidireccionales, es decir son capaces de discriminar el sentido de la energía en las instalaciones donde se consume y además se genera energía.

En cuanto a la forma de medir la energía eléctrica, esta se puede realizar directamente, midiendo la energía que pasa a través del contador o bien semi-directamente, la corriente eléctrica pasa a través de un transformador de intensidad.

A la hora de realizar la selección y el montaje de los contadores han de tenerse en cuenta los requisitos del fabricante, ya que estos han de adecuarse a las circunstancias particulares de funcionamiento del circuito de consumo que se quiere medir.

Con el objetivo de evitar manipulaciones en los contadores y evitar la apertura o inserción de objetos extraños, la tapa y la placa frontal del contador han de estar selladas. Además dispondrán de los precintos reglamentarios y de tapa cubrehilos.

A fin de evitar manipulaciones de los contadores al menos una de las conexiones a la red estará precintada. Además, para realizar un mejor control de las lecturas de los contadores, estos deberán disponer de emisores de impulsos o sistemas que permitan telecontrolar las variables del contador.

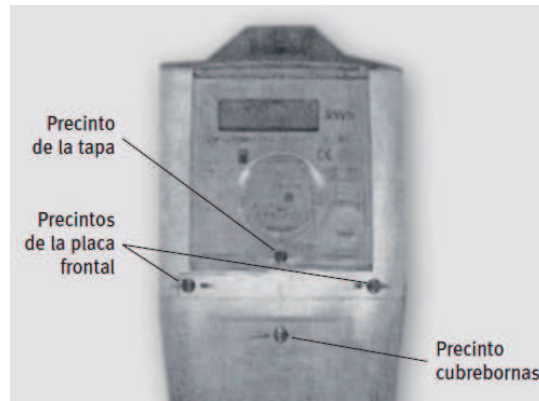


Figura 1.5 Precintos de un contador eléctrico



Figura 1.6 Contador eléctrico

Contadores de energía térmica

Los **contadores de energía térmica útil son** instrumentos de medida diseñados para medir el frío o el calor cedido por un líquido en un circuito de intercambio térmico. Este elemento es fundamental para evaluar la eficiencia energética de la instalación.

Este tipo de contadores deben cumplir la norma UNE 1434 y han de contar con certificados de homologación de algún país europeo.

Estas mediciones se realizan mediante distintos contadores en función del tipo de instalación, estos estarán dispuestos en:

Este tipo de contadores tienen una serie de componentes básicos que son:

- Caudalímetro con cable de señal de caudal al integrador.
- Sonda de temperatura de impulsión.
- Sonda de temperatura de retorno.
- Integrador (cabeza de medición).

El fabricante de contadores de energía térmica útil está obligado a especificar las condiciones nominales siguientes:

- Posición de instalación.
- Caudal mínimo.
- Caudal máximo.
- Caudal nominal.
- Presión de operación máxima.
- Temperatura máxima de trabajo.
- Diagrama de pérdida de presión.
- Curva de errores de medida.

A la hora de la selección y el montaje de los contadores se tendrán en cuenta las condiciones nominales dado por el fabricante y estos habrán de adecuarse a las condiciones del tramo cuya energía térmica útil se quiere medir.

Cuando se empleen contadores mecánicos se debe colocar un filtro previo al contador para evitar posibles errores de lectura producidos por las partículas en suspensión que suele llevar el agua. Además en el momento de la instalación de los contadores se debe tener especial cuidado con la puesta en servicio de las sondas de temperatura, ya que el elemento sensible debe estar colocado en el centro de la tubería de instalación en sentido contrario al flujo de agua.

Todos los cables tanto de sonda como de caudalímetro de control deben estar instalados por separado con una distancia mínima de al menos 25 cm, en ningún caso en

paralelo. Las sondas deben estar precintadas con hilo de cierre y sello permanente en el interior de los portasondas, para evitar cualquier manipulación.

A fin de evitar manipulaciones de los contadores al menos una de las conexiones a la red estará precintada. Además, para realizar un mejor control de las lecturas de los contadores, estos deberán disponer de emisores de impulsos o sistemas que permitan telecontrolar las variables del contador.

La medición de la energía térmica en las instalaciones de los edificios ha de hacerse utilizando diferentes contadores en función del tipo de instalación:

Tabla 1.11 Ubicación de los contadores de energía térmica en función de la instalación

Instalaciones de calefacción o ACS	
Con combustible	Subsistema de calderas
Con energía solar térmica	Subsistema de la instalación solar-térmica
Instalaciones de producción de ACS	Subsistema de calderas
Refrigeración	
Sistema convencional	Subsistema de enfriadores de agua
Con energía solar térmica	Subsistema de la instalación solar-térmica

1.3.5 Evaluación de rendimientos

Con el objetivo de poder realizar un correcto seguimiento de la eficiencia energética en distintas instalaciones que componen un edificio (calefacción, ACS y refrigeración) usaremos los ratios energéticos anuales, para poder calcularlos, además de las mediciones llevadas a cabo dando cumplimiento a la legislación en esta materia, deberemos emplear los medidores de consumos del apartado anterior, de tal manera que midamos con ellos.

- *Energía del combustible* consumido en la instalación tomando como referencia su PCI en kWh (Eco).
- *Energía eléctrica consumida* en la instalación medida en kWh (Eel).
- *Energía térmica útil aportada al sistema de calefacción* medida en kWh (Euc).

- *Energía térmica útil aportada por el sistema de refrigeración* medida en kWh (Eur).
- *Energía térmica útil aportada por el sistema de producción de ACS* medida en kWh (Eua).
- *Energía solar aportada al sistema de calefacción* medida en kWh (Eusc).
- *Energía solar aportada al sistema de refrigeración* medida en kWh (Eusr).
- *Energía solar aportada al sistema de producción de ACS* medida en kWh (Eusa).

Cuando los edificios son de propiedad colectiva pero disponen de contadores de consumos energéticos individuales, cada uno de los usuarios deberá medir como mínimo:

- *Energía térmica útil consumida en la instalación de calefacción* medida en kWh (Eudc).
- *Energía térmica útil consumida en la instalación de refrigeración* medida en kWh (Eudr).
- *Energía térmica útil consumida en la instalación de ACS* medida en kWh o volumen de consumo de ACS medido en m (Euda).

Ratios energéticos de evaluación de rendimientos

Algunos de los ratios más representativos para evaluar el rendimiento de las instalaciones y conocer de esta manera su eficiencia son:

El **Ratio Estacional Anual (REA)** se obtiene para una central de frío o calor mediante la siguiente expresión:

$$REA = \frac{Eu}{Es}$$

Ecuación 1 Cálculo del Ratio Estacional Anual

Eu: Es la energía térmica que se envía al edificio para el cual se está calculando el ratio en un periodo de un año y medido en kWh. El total de la energía térmica consumida se calcula con la suma de las lecturas en cada uno de los contadores de los subsistemas

de refrigeración, producción de ACS, calefacción y energía solar de la instalación, menos la suma de las lecturas en cada uno de ellos un año antes.

Es: Es la energía térmica que es enviada a la central térmica por cada uno de los tipos de energía utilizados (electricidad, gasóleo, gas, carbón, biomasa...) en un periodo de tiempo de un año y medido en kWh. Esta energía se calcula con la suma de las lecturas de los contadores de energía suministrada que alimentan la central térmica, menos la suma de las lecturas de cada uno de ellos un año antes.

Por poner un ejemplo de una central térmica de consumo mixto combustible y electricidad, la expresión usada para calcular la energía suministrada sería la siguiente:

$$E_s = (E_{co} \times K_{e1}) + (E_{el} \times K_{e2})$$

Ecuación 2 Cálculo de la energía térmica en una central térmica con consumo mixto

K_{e1}: Coeficiente de emisiones del combustible.

K_{e2}: Coeficiente de emisiones de la electricidad.

E_{el}: Energía eléctrica consumida en una central térmica en cada uno de los sistemas de la misma (ACS, calefacción y refrigeración en un periodo de un año, medida en kWh).

E_{co}: Energía nominal del combustible consumido por la central térmica en un periodo de un año, medida en kWh. Esta energía se calculará de la siguiente forma:

$$E_{co} = V_{co} \times PCI$$

Ecuación 3 Cálculo de la energía nominal del combustible

V_{co}: Volumen de combustible consumido en un año, medido con un contador de gas (m³) o de gasóleo (l).

PCI: Poder calorífico inferior del combustible medido normalmente en kWh/m³ o en kWh/l. En cuanto a la estimación del PCI depende del tipo de combustible, siendo los mas comunes:

- **Gasóleo C:** Suele ser suministrado por la empresa que distribuye el combustible en la factura medido en kWh/l. En caso de que no sea proporcionado por la distribuidora se tomará el valor 10,14 kWh/l.
- **Propano:** Suele ser suministrado por la comercializadora en la factura del PCS del combustible en kWh/m³. En caso de que no sea proporcionado se tomará el valor 26,935 kWh/m³.
- **Gas Natural:** Suele ser suministrado por la comercializadora en la factura el PCS del combustible en kWh/m³, este nos permite calcular en PCI mediante la expresión:

$$PCI = \frac{PCS}{1,11}$$

Ecuación 4 Cálculo del PCI en función del PCS

El **Ratio Estacional Anual Corregido (REAc)** mide la eficiencia energética de las instalaciones independientemente del tipo de sistema de generación de energía y de si el suministro de la misma es con combustibles o eléctrico, este ratio se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$REAc = \frac{REA}{Ke}$$

Ecuación 5 Cálculo del rendimiento estacional corregido

REA: Rendimiento estacional anual, cuyo cálculo hemos visto anteriormente.

Ke: Coeficiente de emisiones que depende del tipo de energía que use la instalación.

En la mayor parte de las instalaciones se realiza un consumo mixto de energía, combustibles fósiles y electricidad, para el cálculo de REAc en este tipo de instalación usaremos la expresión:

$$REAc = \frac{\sum E_u}{\sum (EsxKe)}$$

Ecuación 6 Cálculo de la REAc en instalaciones de consumo mixto de energía.

Eu: Es la energía térmica que se envía al edificio para el cual se está calculando el ratio en un periodo de un año y medido en kWh.

Es: Es la energía térmica que es enviada a la central térmica por cada uno de los tipos de energía utilizados (electricidad, gasóleo, gas, carbón, biomasa...) en un periodo de tiempo de un año y medido en kWh.

Ke: Coeficiente de emisiones que depende del tipo de energía que use la instalación. Este es un parámetro de vital importancia para el cálculo de los ratios que nos permiten calcular la eficiencia energética de las instalaciones, es por ello disponemos de valores de Ke tabulados en función de la energía suministrada a la instalación:

Tabla 1.12 Coeficiente de emisiones (Ke) en función de la energía suministrada

Energía suministrada: Térmica	Coeficiente de emisiones: Ke
Gas natural	1,0000
Gasóleo C	1,4069
GLP	1,1961
Carbón de uso doméstico	1,7010
Biomasa	0
Biocarburantes	0
Solar- térmica de baja temperatura	0
Energía suministrada: Eléctrica	Coeficiente de emisiones: Ke
Electricidad convencional peninsular	3,1814
Electricidad convencional extra-peninsular (Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla)	4,8088
Solar fotovoltaica	0
Electricidad convencional horas valle nocturnas, para sistemas de acumulación eléctrica peninsular	2,5343
Electricidad convencional horas valle nocturnas, para sistemas de acumulación eléctrica extra-peninsular	4,8088

1.3.6 Operaciones mecánicas en el mantenimiento de instalaciones

Dentro del mantenimiento preventivo de las instalaciones, se encuentran encuadradas todas las operaciones mecánicas para el mantenimiento de las mismas, estas variarán dependiendo del tipo de instalación donde se lleven a cabo, pero existen una serie de operaciones de aplicación en todas las instalaciones.

Una de estas operaciones que se lleva a cabo en todo tipo de instalaciones es la **limpieza de los elementos** que la componen, la periodicidad con la que se llevan a cabo las operaciones de mantenimiento no es común a todas las instalaciones cambia de unas a otras, ya sea debido a factores normativos o bien establecidos por el fabricante de los distintos elementos de la instalación. Además los manuales aportados por los fabricantes de los equipos habrán de ser tenidos en cuenta a la hora de llevar a cabo tanto las tareas de montaje como de limpieza para asegurar el correcto montaje y desmontaje de la misma.

Otra operación mecánica básica que se ha de realizar en las instalaciones es la **verificación de la estanqueidad**, la cual nos dará información que nos permitirá conocer la presencia de fugas en alguno de los elementos de la instalación. Esta comprobación ha de realizarse por personal cualificado y se ha de realizar usando un utillaje adecuado.

Además de las operaciones citadas anteriormente que son comunes a todos los tipos de instalaciones variando únicamente la periodicidad de las mismas, en el caso de que la instalación en la cual se realicen estas tareas de mantenimiento disponga de equipo de ventilación. Estas son: **Verificación de arranque del equipo ventilador debido a la elevada presencia de CO₂ o por temporización, engrase de los cojinetes del equipo ventilador y verificación de tensado de las correas.**

1.3.7 Operaciones eléctricas en el mantenimiento de instalaciones

De la misma manera que sucede con las operaciones mecánicas de mantenimiento, las operaciones eléctricas de mantenimiento de las instalaciones son de vital importancia para el correcto mantenimiento de las instalaciones, estas se llevarán a cabo tanto en los equipos, las instalaciones y los cuadros de control de la instalación. Aunque se pueden

realizar muchos tipos de operaciones eléctricas de mantenimiento existen algunas básicas que se deben realizar a toda instalación sea del tipo que sea.

Una de las operaciones eléctricas básicas que se suelen llevar a cabo en las instalaciones se realiza en el cuadro de control de la misma y consiste en **comprobar que se encuentra correctamente cerrado y que no existe polvo en su interior**: Si al realizar estas verificaciones se comprueba que existe polvo se debe realizar una correcta limpieza y además proceder a reparar el cierre para asegurar que no se vuelva a producir esta situación.

Además de esta operación, otra operación básica es la verificación de la temperatura en bornes y protecciones de la instalación, asimismo se suele realizar una comprobación o verificación termográfica de toda la instalación para detectar posibles puntos calientes en la misma, estas operaciones se realizan para detectar posibles fallos en la instalación.

Otra operación eléctrica de mantenimiento común a todas las instalaciones que se debe llevar a cabo es el apriete o reapriete de los bornes, esto es debido a que los bornes poco apretados pueden generar problemas en la instalación.

1.3.8 Equipos y herramientas

Para realizar las operaciones de mantenimiento de las instalaciones se necesitará tener una serie de equipos y herramientas, las cuales se exponen a continuación.

- Elementos de transporte y elevación:

- Furgoneta pequeña o mediana para el transporte de material.
- Carritos bajos y carretillas para mover las máquinas.
- Elevadores para equipos de techo, conductos...
- Escalera plegable. Escalera de tres tramos.
- Andamio hasta 5m.

- Herramientas no eléctricas:

- Martillo demoledor para rozas y huecos
- Atornilladora con pilas
- Pistola de masilla
- Cortatubos para cobre grande y mini.
- Abocardador y ensanchador. Abocardador suave recomendable.
- Doblatubos manual y juego de muelles curvadores.
- Bomba de vacío de doble efecto con vacuometro y solenoide de corte.
- Balanza electrónica para cargas de gas
- Equipo de soldadura fuerte por oxibutano.
- Equipo de soldadura fuerte manual con mezcla propanada.
- Detector de fugas electrónico y de espuma.
- Equipo de pruebas de presión con Nitrógeno.
- Equipo de limpieza de circuitos contaminados mediante bomba.
- Maleta de herramientas de corte de fibra.
- Grapadora y cinta adhesiva de aluminio.
- Tijeras para cortar chapa. Sierra de calar y remachadora.
- Bridas de nailon para agrupar tuberías.
- Tacos, tornillos, tirafondos, remaches, abrazaderas, etc.
- Cinta aislante resistente al sol blanca y negra.
- Botes de espuma de Poliuretano para sellar huecos.
- Pintura en spray para remates y ralladuras.

- Herramientas eléctricas:

- Pinza amperimetrica con voltímetro y ohmímetro
- Buscapolos.
- Pelacables.
- Fichas de conexión y terminales.

1.3.9 Limpieza y desinfección de las instalaciones

Como se ha dicho anteriormente, la limpieza de las instalaciones de los edificios es una operación mecánica de mantenimiento de vital importancia y por ello se realiza en

todas las instalaciones únicamente realizando variaciones en la periodicidad de las tareas de limpieza. Esta tarea es muy importante ya que la acumulación de polvo en las instalaciones puede dar lugar a fallos en la misma. Se ha hecho mención a la relevancia de tener en cuenta el manual del fabricante de las instalaciones para poder conocer las formas de montaje y desmontaje, así como los productos de limpieza adecuados que deben usarse en cada caso, para llevar a cabo una correcta limpieza sin producir daños a las diferentes partes de la instalación.

En algunas partes de la instalación se deberá, además de llevar a cabo la limpieza habitual, realizar tareas de desinfección para evitar la presencia de legionelosis en ellas. En este caso se deberá realizar una desinfección que irá acompañada de una limpieza exhaustiva, para estas operaciones se utilizarán productos adecuados para la limpieza y desinfección de agua para consumo humano.

La periodicidad de las tareas de limpieza y desinfección para evitar la legionelosis será la siguiente:

- Una vez al año obligatoriamente.
- Cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez.
- Tras una parada de la instalación por un período de tiempo superior a un mes
- Tras una reparación o modificación estructural si así lo determina la autoridad sanitaria.

Uno de los elementos de las instalaciones de los edificios en los que la limpieza cobra una especial importancia es la caldera de gas natural, este elemento requiere de una limpieza específica en cada uno de las partes que la componen:

- Conducto de humos:** Requieren de una exhaustiva limpieza para evitar atascos en su interior y conseguir de esta manera una correcta evacuación de los humos de combustión.
- Carcasa:** Es la parte exterior de la caldera de gas y debe limpiarse con un paño húmedo, sin ningún tipo de producto de limpieza.

-Electrodos: Estos constituyen la parte más importante de la caldera de gas natural y se debe tener especial cuidado con ellos, ya que, en caso de detectarse una desviación en su funcionamiento normal han de ser sustituidos inmediatamente.

-Quemador: Es el elemento de mayor importancia de la instalación, ya que, es la parte fundamental del proceso de combustión, por ello ha de estar limpio para que el gas llegue a él de una forma adecuada. La limpieza de este elemento se realiza con aire a presión.

-Ventilador: Es la parte de la caldera que se encarga de aspirar el aire desde el exterior para que se lleve a cabo la combustión debido a lo cual suele acumular mucha cantidad de polvo. Es muy importante para que se produzca una buena combustión que permanezca en buen estado de limpieza, esta suele realizarse con aire a presión.

1.3.10 Mantenimiento preventivo para el control de la legionelosis

A pesar de que la legionella no es una bacteria que cause brotes mortales, esta supone un importante problema de salud pública, en el caso en el que esta prolifere en determinadas instalaciones de los edificios. Por este motivo conviene evitar que aparezca legionella en las instalaciones y en el caso de que se produzca un brote actuar con rapidez y eficacia. En la actualidad, se conoce con exactitud el origen de estos brotes y las medidas de prevención que se deben realizar, así como una normativa sobre el tema.

Existen normativamente una serie de medidas para evitar la presencia y la proliferación de la legionella en las instalaciones de agua de consumo humano de los edificios, están contenidas en el **Real decreto 865/2003 de 4 de julio por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis**, concretamente en el artículo 7 del mismo y son los siguientes:

1.-El diseño de la instalación se deberá de hacer de tal forma que se pueda asegurar la adecuada circulación del agua de forma que no se produzca estancamiento. Además la instalación deberá disponer de un sistema de purga para el correcto vaciado

de la misma para poder eliminar de esta manera sedimentos que puedan quedar retenidos en ella.

2.-Disponer de sistemas de filtración en el agua de aporte (Norma UNE-EN 13443-1).

3.-Diseño de la instalación de forma que se tenga una total accesibilidad a los equipos para llevar a cabo tareas tanto de inspección, limpieza y desinfección como de toma de muestras en la misma.

4.-Uso de materiales en la instalación, los cuales estarán en contacto con el agua de consumo humano que sean capaces de resistir la desinfección con elevadas concentraciones de desinfectantes o bien con agua a altas temperaturas. Con esto se busca evitar el crecimiento microbiano en el interior de las tuberías de la instalación.

5.-Mantener la temperatura en el circuito de agua fría por debajo de los 20°C siempre que las condiciones climatológicas lo permitan, para ello las tuberías de agua fría han de estar lo suficientemente separadas de las de agua caliente o bien aisladas.

6.- Los depósitos de agua fría para el consumo humano han de estar tapados con una cubierta impermeable de ajuste perfecto y que permita acceder al interior. En el caso de que estén en el exterior han de estar térmicamente aislados. Si el agua a de ser clorada en la instalación se usaran dosificadores automáticos para ello.

7.-Todo el agua caliente almacenada en los acumuladores finales ha de tener una temperatura homogénea y evitar que las zonas inferiores se enfríen dando lugar a una mayor probabilidad de formación y proliferación de bacterias.

8.-Disponer de un sistema de válvulas de retención (Norma UNE-EN 1717) que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado, estas válvulas tienen especial importancia cuando tienen lugar mezclas de agua de distintos tipos.

9.- La temperatura del agua caliente en el circuito ha de estar por encima de 50°C en el retorno del acumulador, permitiendo que esta alcance temperaturas de en torno a 70°C , para evitar favorecer el crecimiento microbiano.

Tanto en las instalaciones de agua fría para consumo humano como en las agua caliente sanitaria el uso de desinfectantes está regulado por el **Real Decreto 140/2003, de 7 de Febrero**, en el que se encuentran contenidos todos los criterios sanitarios que ha de tener el agua de consumo humano.

1.3.11 Medidas de parámetros físicos

Existen distintas tareas básicas de mantenimiento preventivo de los edificios, una de las que mayor aplicación tiene y mejores resultados da es la medida de determinados parámetros físicos en las instalaciones de los edificios.

El número de ellos que se puede medir en las instalaciones es muy elevado, pero existen algunos que son comunes a todo tipo de instalaciones, como son: caudal, temperatura y parámetros eléctricos.

De forma general, en las instalaciones cuando se realizan estas mediciones, lo más habitual, es tomar anotaciones cronológicas de los mismos, lo cual, nos permite interpretar las mediciones para poder conocer de esta forma desviaciones en el comportamiento normal de la instalación.

Caudal: Este se puede obtener con la contabilización de los consumos que se lleva a cabo con los distintos contadores de agua, gas, gasoil, etc. Para ello se toma la medida del contador en dos momentos en el tiempo y se resta la mayor de la menor, obteniendo de esta manera el volumen que ha atravesado el contador durante ese periodo de tiempo. Para obtener el caudal habría que dividir este volumen que hemos obtenido entre el periodo de tiempo en concreto en el que se ha medido el volumen, ya que el caudal es definido en unidades de volumen dividido por unidades de tiempo. Aunque existen numerosas unidades en las cuales se puede medir el caudal, el Sistema Internacional contempla que el caudal ha de medirse en m^3/s .

Temperatura: Este es un parámetro que no afecta a la contabilización de consumos pero no por ello es menos importante y por ellos debe llevarse un exhaustivo control sobre el mismo.

La temperatura tiene una importancia vital en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas, ya que el aumento de la misma puede ser debido a un defecto provocado por un punto caliente. En el caso de las instalaciones de ACS las mediciones de temperatura se realizan con objetivos distintos, uno de ellos es asegurar que los valores de temperatura de agua caliente son adecuados por otro lado las mediciones se realizan para asegurar que los valores de temperatura no favorecen a la aparición de la legionella. Para las instalaciones de calefacción, la temperatura no es un parámetro de gran relevancia a la hora de realizar el mantenimiento, sin embargo, este sigue siendo un parámetro muy útil. En determinadas instalaciones en las que se usan sensores de temperatura para el funcionamiento normal de la misma, es de gran utilidad realizar comprobaciones de temperatura para poder de esta manera realizar un correcto mantenimiento de los sensores de temperatura comprobando que en cada punto existen los valores de temperatura adecuados.

Parámetros eléctricos: Estos constituyen otro de los parámetros eléctricos que se deben medir para llevar a cabo un correcto mantenimiento preventivo para ello se usan distintos instrumentos de medida, normalmente enfocados a la medida del amperaje y del voltaje como es el caso del multímetro, aunque se usan otros para la comprobación de la ausencia de corriente cuando se están llevando a cabo trabajos de mantenimiento.

1.4 Mantenimiento de gestión energética. Tareas de mantenimiento.

Anteriormente hemos podido ver como el mantenimiento de las instalaciones ha sido planteado desde el punto de vista del confort y de la seguridad de los edificios, pero es importante también que este se centre en maximizar la eficiencia energética.

Por este motivo tras haber realizado un mantenimiento preventivo de las instalaciones, es también muy importante llevar a cabo un correcto mantenimiento de la

gestión energética del edificio en el cual se encuentran las instalaciones. Para ello se debe de llevar a cabo un profundo análisis a nivel energético del edificio, además ha de establecerse medidas de ahorro y eficiencia energética a partir de unos objetivos prefijados de ahorro energético.

1.4.1 Programa de gestión energética

Con el objetivo de llevar a cabo de una forma correcta el mantenimiento de las instalaciones de los edificios es necesario llevar a cabo una adecuada planificación del mismo. Para que estas actuaciones y la periodicidad de las mismas sea la correcta ha de cumplirse la legislación vigente a este respecto, además de conocer las herramientas más adecuadas para llevarlo a cabo de la mejor manera posible. A continuación podemos ver cómo debería llevarse a cabo:

Legislación y conceptos generales

En cuanto a los aspectos normativos, el primero y más importante al que se debe hacer referencia es al **Real Decreto 1027/2077 del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmica en Edificios)**. En este RD se establece que el mantenimiento a llevar a cabo en las instalaciones ha de ser el adecuado para asegurar la eficiencia energética de ellas. Además contempla una serie de requisitos que deben de cumplir las instalaciones con el fin de asegurar que el funcionamiento durante toda su vida útil se lleve a cabo asegurando la máxima eficiencia energética, estos son:

1. En todas las instalaciones térmicas de los edificios, las operaciones de mantenimiento y la periodicidad de las mismas se realizará de acuerdo con el programa de mantenimiento preventivo, establecido en el Manual de Uso y Mantenimiento de la instalación.
2. Las instalaciones habrán de disponer de un programa de gestión energética por medio del cual se establezca la realización de análisis y evaluaciones del rendimiento de los diferentes equipos térmicos en función de la potencia térmica nominal de los mismos.

Dentro del RITE se encuentra la **instrucción técnica 3**, la cual, establece los criterios de carácter obligatorio en materia de mantenimiento. En ella se hace referencia a la obligatoriedad de establecer para las instalaciones térmicas de los edificios programas de mantenimiento adecuados a cada instalación, debido a la importancia de todo ello y para facilitar la aplicación el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético) ha realizado diversas guías técnicas. La que mayor relevancia tiene en lo que se refiere al mantenimiento es la **Guía Técnica para el Mantenimiento de Instalaciones Térmicas**.

De una forma general para realizar una buena gestión del mantenimiento, es necesario llevar a cabo una serie de medidas y acciones que aseguren el correcto funcionamiento del edificio. Estas medidas o acciones se pueden establecer en dos niveles, en función de su relevancia.

Nivel 1. En este nivel se toman decisiones con una gran relevancia puesto que los objetivos que se esperan conseguir con las mismas tienen una gran importancia. Normalmente al ser decisiones importantes se toman por parte de la dirección general.

Nivel 2. La toma de decisiones en este nivel es del jefe de mantenimiento de cada instalación, puesto que son decisiones referidas a la planificación de las tareas diarias de acuerdo con los objetivos previamente establecidos.

Con el objetivo de conseguir una eficiente gestión del mantenimiento se hace imprescindible contar con un manual de mantenimiento de la instalación, un sistema informatizado y la aplicación de una acción cíclica constituida por:

- Planificación específica para cada instalación, para conseguir con ella un mejor mantenimiento de la misma.
- Auditoría de los puntos críticos de la instalación desde el punto de vista del mantenimiento.
- Aplicación de un plan de trabajo de acuerdo con las herramientas de gestión adecuadas en cada caso.

De acuerdo con lo anterior cada edificio dispondrá de su correspondiente **libro de mantenimiento** en el que se encuentran contenidos todos los parámetros relacionados con el mantenimiento que se deberá efectuar. En él se encontrará contenido el manual de mantenimiento de la instalación así como otro tipo de documentación relacionada con los registros periódicos, modificaciones o reformas e incidencias del edificio así como otro tipo de aspectos jurídico-legales.

Calendario de actuaciones

Este es un documento de vital importancia, en el cual, se establecen las tareas de mantenimiento para la gestión energética, así con el momento en el que se deben realizar. Este documento únicamente es aplicable en caso del mantenimiento preventivo puesto que podemos conocer la tarea y el momento del tiempo en el que realizarla.

Este calendario es elaborado anualmente por el responsable en materia de mantenimiento del edificio y la empresa encargada de llevar a cabo las tareas de mantenimiento y las correspondientes revisiones.

Manual de mantenimiento

Este es un documento clave a la hora de la realización de las tareas de mantenimiento en el edificio y forma parte del libro del edificio. Además de las distintas actuaciones a realizar en las diferentes instalaciones del edificio para asegurar unos correctos parámetros de durabilidad, sostenibilidad y funcionamiento, contiene recomendaciones que hacen referencia al uso más eficiente de las instalaciones para conseguir de esta forma una máxima disminución del mantenimiento correctivo en las mismas.

El manual de mantenimiento es un documento imprescindible que está especialmente diseñado adecuándose a las características de cada edificio, siempre estando estructurado dentro de un índice preestablecido asegurando la correcta planificación de los trabajos.

Además en este documento contiene especificaciones para cada elemento constructivo del edificio así como las recomendaciones sobre el uso del edificio y el plan de mantenimiento en él se establecen las tareas a realizar, la periodicidad de las mismas, así como la persona encargada de realizar dicha tarea que será el responsable de dejar constancia de la misma.

Cuanto mayor sea el grado de cumplimiento de todas las especificaciones incluidas en el manual de mantenimiento, menor será el número de problemas que fallos en las instalaciones del edificio, además de suponer una reducción en las deficiencias que puedan aparecer en materia energética. Con todo esto se consigue a un alto grado de satisfacción, en cuanto a confort y seguridad, por parte de los usuarios del edificio-

En lo relativo a la realización de las tareas de mantenimiento, existen algunas abreviaturas que se usan para indicar la persona que realiza las tareas de mantenimiento, estas son:

- **T: Técnico especialmente cualificado.**
- **T. Técnico.**
- **U: Usuario.**

En el caso de la periodicidad de las tareas de mantenimiento que, normalmente aparecen escritas con las siguientes abreviaturas:

- **A: Anual.**
- **M: Mensual.**
- **S: Semanal.**
- **D: Diaria.**
- **C: Cada vez que se inicia un dispositivo o elemento concreto.**
- **E: Eventual** (solo se lleva a cabo cuando se indica explícitamente por el mantenedor).

Estas abreviaturas se acompañaran de un número, en el caso en el que la frecuencia sea superior a uno.

Los edificios como aquellos a los que hace referencia este manual, que se encuentran dentro del sector residencial o de oficinas deben contener en su manual de mantenimiento del edificio una serie de puntos obligatoriamente, con los que se busca

conseguir unos parámetros adecuados en materia de eficiencia energética con unos niveles de confort correctos Estos son:

Aislamiento térmico: Este es un punto muy importante debido a que es el principal atenuante ante un excesivo gasto en climatización del edificio. Cuando este se encuentra correctamente colocado consigue reducir los consumos energéticos, consiguiendo de esta forma un alto grado de confort por parte de los usuarios del edificio.

Instalaciones: En el caso de las instalaciones, estas están divididas en diferentes puntos dependiendo de la naturaleza de las mismas:

1.- Fontanería y saneamiento.

2.- Electricidad e iluminación.

3.- Gas.

4.- Calefacción y ACS

5.- Ventilación: Es una de las instalaciones que afectan directamente al confort y cuya variación revierte en gastos excesivos en materia de calefacción o refrigeración.

5.-Aire acondicionado.

Plan de mantenimiento

En el plan de mantenimiento están contenidas todas las tareas en materia de mantenimiento que han de realizarse a cada una de las instalaciones del edificio debidamente detalladas, programadas con exactitud y asignadas. Cada plan de mantenimiento está asociado con un plan de trabajo individual así como un informe pertinente de realización de las tareas que en el plan de mantenimiento están contenidas.

Cabe destacar que el objetivo último del plan de mantenimiento es hacer que el edificio sea lo más eficiente posible energéticamente hablando tanto a corto como a largo plazo y al menor coste siempre que esto sea posible.

Para conseguir que el plan no sea demasiado complejo para llevar a cabo su ejecución y mejorar su eficiencia, en su concepción se trata realizar una asociación de tareas con características similares o cuyo objetivo sea común, aunque siempre respetando las diferencias entre ellas. Un buen plan de mantenimiento se realiza analizando todas las posibles fallas que se pueden producir en la instalación y tomando las medidas oportunas para evitarlas

A la hora de realizar un plan de mantenimiento es necesario tener correctamente inventariados todos los equipos que componen las distintas instalaciones. Con respecto al diseño del plan, lo más adecuado sería que este se realizara durante la fase de construcción del edificio, para poder conseguir programar lo mejor posible el mantenimiento consiguiendo una alta disponibilidad y fiabilidad. Es importante saber que a la hora de la entrega del edificio al propietario, el plan ya debe estar diseñado y este ha de estar en funcionamiento desde el primer día en el que se pone en marcha la instalación.

Por otra parte se suelen cometer diversos errores a la hora del diseño del plan como es el caso de prestar demasiada atención en el mantenimiento de los equipos principales, restando importancia al mantenimiento de los equipos auxiliares, ya que estos equipos auxiliares pueden llevar a la parada de toda la instalación.

Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador

Otro aspecto muy importante y que ha ido ganando en importancia con el avance de la tecnología en los últimos años es la Gestión del Mantenimiento Asistida por Ordenador más bien conocida en como el (GMAO). En esencia el GMAO es un software que sirve de ayuda a la gestión del mantenimiento de las diferentes instalaciones del edificio. Además del avance de la tecnología, la complejidad a la hora de realizar todas las tareas administrativas asociadas al mantenimiento de un edificio ha hecho que su alcance sea cada vez mayor. Este tipo de software permite realizar la gestión del mantenimiento de una forma eficiente, rápida y satisfactoria, ya que puede ser adaptado a las características propias de cada edificio a mantener.

Las principales funciones de este tipo de software son:

- Entrada, gestión y almacenamiento de todos los datos relacionados con el mantenimiento, estando esta accesible en cualquier momento.
- Gestión de la planificación relacionada con el mantenimiento, así como la gestión de las herramientas que permiten llevar a cabo esta tarea de una manera sencilla.
- Provee de información correctamente procesada, pudiéndose emplear esta para evaluar los resultados y realizar así una correcta toma de decisiones.

La GMAO tiene además de la función principal referida anteriormente, tiene otras funciones secundarias:

- Simplificación de las tareas administrativas que conllevan las operaciones de mantenimiento, así como las propias operaciones de mantenimiento.
- Mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.
- Mejora de la planificación del aprovechamiento de los recursos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento, tanto materiales como de personal.
- Realización de los informes correspondientes sobre el estado del sistema de mantenimiento.

Un paquete estándar de un programa para la gestión del mantenimiento asistido por ordenador suele incluir todos o la mayoría de estos módulos:

- Órdenes de trabajo
- Gestión de activos
- Control de inventarios
- Mantenimiento preventivo
- Recursos humanos
- Seguridad

Cada uno de los distintos software existentes en el mercado, desarrolla más algunos de los módulos básicos y en determinadas ocasiones lleva herramientas adaptadas al edificio en el que se realiza el mantenimiento en concreto.

A la hora de la elección de un sistema GMAO, este debe cumplir una serie de parámetros básicos, estos son:

- Debe considerarse que la planificación que permite establecer el GMAO es compatible con las tareas de mantenimiento que han de llevarse a cabo en el edificio.
- Ha de ser posible el uso en otras aplicaciones o software de los datos volcados en los sistemas de GMAO, para conseguir de esta manera evitar duplicidades.
- El programa ha de tener la posibilidad de desarrollarse en un futuro.
- Este debe estar diseñado conforme a la normativa vigente.
- Facilidad de manejo
- Adaptabilidad del software y de la interfaz.
- Gestor y generador de documentos sencillo.
- Seguridad a la hora del almacenaje de datos.

1.4.2 Búsqueda de puntos críticos

A la hora de realizar un buen mantenimiento de la gestión energética del edificio es muy importante saber que la existencia de fallos en algunas zonas de las diferentes instalaciones repercute enormemente en el rendimiento de las mismas.

Es por ello que se debe tener especial cuidado con las partes de las instalaciones que son críticas a la hora de producirse fallos en ellas. Estas partes se denominan puntos críticos y es muy importante desde el punto de vista del mantenimiento tenerlos bien identificados, para ellos suelen realizarse auditorías de puntos críticos.

Auditoría de puntos críticos

La auditoría de puntos críticos en el mantenimiento o también conocida como PCEM es un procedimiento que consiste en evaluar la función llevada a cabo por el

mantenimiento en las distintas instalaciones de los edificios. A la hora de realizarla, primeramente se lleva a cabo un análisis exhaustivo de la situación en la que se encuentran las distintas instalaciones del edificio y se realiza un informe en base al cual se realiza la toma de decisiones y además de un plan de trabajo para revertir o solventar los diferentes problemas en el menor tiempo posible, para ello se debe establecer una escala de prioridades puesto que no todos los puntos críticos tienen la misma relevancia. En cuanto a la responsabilidad de la realización de la auditoria cabe destacar que esta recae sobre los usuarios o propietarios de las instalaciones.

Cabe destacar una figura muy importante a la hora de realizar una auditoría de puntos críticos es el auditor energético, este realizará esta tarea solo o bien con un grupo de trabajo dependiendo de la complejidad a la que se enfrente en cada caso. Este auditor deberá disponer de los conocimientos necesarios, así como de la titulación necesaria, para realizar mediciones y cálculos de distintos tipos, además de tener experiencia en la realización de este tipo de trabajos. Las auditorías realizadas en edificios son llevadas a cabo por empresas privadas especializadas en el tema, aunque no ocurre lo mismo en los edificios públicos, en los cuales pueden llevarse a cabo por los propios técnicos de la administración siempre que tengan competencia para ello. Esto se ve contemplado en el **Real Decreto 253/2013, de 5 de abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética en edificios.**

Las auditorías de puntos críticos se realizan usando fichas técnicas para cada uno de los equipos que se encuentren en la instalación, algunos de los parámetros básicos que deben aparecer en ellas son: tipo de equipo, marca, modelo... así como aquellos datos que se consideren de interés. Además en la ficha deben recogerse todos aquellos datos que puedan afectar de la forma que sea a la eficiencia energética de la instalación.

En cada una de las diferentes fichas, el auditor deberá añadir la frecuencia de las revisiones y una calificación sobre el estado de los equipos que podrá ser: muy mal, mal, regular, aceptable o bien dependiendo de la situación en la que se encuentren. Existen una serie de parámetros básicos que han de calificarse siempre en cada uno de los equipos, estos son:

- Accesibilidad del equipo.
- Elementos auxiliares al equipo.
- Situación del mantenimiento.
- Ruidos extraños.

1.4.3 Identificación de gastos excesivos

Uno de los problemas de los edificios, en cuanto a eficiencia energética, que más difícil es de subsanar es el gasto energético excesivo que se produce debido a ineficiencias en el edificio. La única forma de evitar estos sobreconsumos es realizando un mantenimiento de la gestión energética continuado. Estos gastos pueden tener diversos orígenes como son: modificaciones en el edificio que afectan a la eficiencia, cambio de usos del edificio, cambios en el personal de mantenimiento, formación insuficiente...

La identificación de estos sobreconsumos en los edificios se realiza utilizando software específico. Estos programas contienen toda la información sobre las tareas en materia de mantenimiento, las reparaciones realizadas, la programación de las distintas tareas futuras y los distintos registros de consumos en periodos anteriores, todo ello nos permite detectar posibles sobreconsumos o funcionamientos anómalos y llegar de esta forma a la raíz del problema.

Este tipo de software facilita al usuario del mismo una vez detectado el origen del sobreconsumo un protocolo correctivo de actuación para solventar el problema. Normalmente la identificación precoz de los sobreconsumos de energía usando software hace que puedan ser corregidos con prontitud suponiendo un ahorro en costes.

1.5 Mantenimiento correctivo. Tareas de mantenimiento correctivo

Se conoce como mantenimiento correctivo a todas las acciones que se han de llevar a cabo cuando se produce un fallo o una avería en una instalación.

1.5.1 Diagnóstico de averías

Se entiende por diagnóstico de averías al análisis que se realiza para conocer la naturaleza del fallo o avería que se ha producido así como las diferentes causas que pueden haberlo provocado. Además se tomarán todos los datos necesarios de temperatura, presión y frecuencia, para que el fallo quede correctamente documentado. Este tipo de estudio se realiza con el objetivo de llevar a cabo las medidas para que la avería producida no se vuelva a producir con el paso del tiempo, es decir, aprender de las averías. A pesar de todo, este estudio no se puede aplicar a las averías que ya se han producido.

De manera general, las averías o fallos se suelen producir sin previo aviso. La manera de actuar en este tipo de casos es la siguiente: En primer lugar se deben notificar los síntomas que han provocado esta avería, después de esto se comprobará si este fallo se ha producido ya con anterioridad y en el caso de que haya sido así se calculará la frecuencia con la cual se ha producido. Una vez realizadas las tareas anteriores se debe analizar con detenimiento si es más favorable, económicamente hablando, la reparación del fallo o bien si es necesaria la sustitución del componente o equipo afectado. En último lugar, es necesario conocer el modo de uso y los aspectos externos a los cuales es sometida la instalación, parte de la misma o bien el equipo que ha sufrido el fallo. Con el conocimiento de estos parámetros podremos conocer las causas por las cuales surgió la avería y además utilizar este conocimiento para prevenir y actuar sobre las futuras averías que puedan tener lugar.

En algunas ocasiones los fallos o averías no se producen en la propia pieza, parte de la instalación o equipo, sino que se producen de forma refleja, es decir, la avería se produce en ese lugar en concreto pero es producido por otra parte de la instalación, pieza o equipo. Por ello se usa un método para el diagnóstico de las averías que consiste en colocar sensores o detectores en partes de la instalación, piezas o equipos que suelen producir fallos de forma continua o bien en las partes, piezas o equipos relacionados con ellas. Con esto podemos detectar concretamente como y donde se producen las averías y

con ello evitar un sobrecoste por las averías que se producen al tener que realizar reparaciones continuas por no conocer correctamente la causa.

En los últimos tiempos, para el diagnóstico de las averías han sido muy utilizadas las cámaras infrarrojas, estas sirven para la detección de comportamientos anómalos en las piezas, partes de la instalación o equipos mediante la medida de los cambios de temperatura que se producen en las mismas. Este tipo de herramientas así como otro tipo de sensores o detectores de temperatura, presión, humedad... son las más adecuadas para la tarea de diagnóstico de las averías.

Es de vital importancia, que una vez se han detectado valores anómalos de presión, temperatura, humedad... estos sean apuntados en un histórico, pues en determinadas ocasiones el comportamiento anómalo no se produce justo antes de que se produzca la avería, sino que lo hace cierto tiempo antes. De esta manera podemos asociar estos comportamientos anómalos con las averías que se producen con posterioridad y conocer así las causas de las mismas. Normalmente los fallos o averías suelen producirse por errores al realizar el mantenimiento preventivo en la instalación, por un error de operación humano, por un fallo en los materiales o por causas externas.

Una vez conocida la existencia de un fallo o avería en la instalación, ya sea en una pieza, una parte de la misma o un equipo, debemos estimar la gravedad de la avería que se ha producido. Esta gravedad depende de dos factores fundamentalmente: importancia y urgencia.

En el caso de la importancia esta mide la influencia que la avería tiene sobre el funcionamiento normal de la instalación. De esta forma, podemos establecer diversos tipos de acciones, en función de la relevancia de las mismas:

- Las acciones son de gran importancia en tanto en cuanto su no realización afecta de forma significativa al funcionamiento de la instalación, es decir, provoca una paralización del funcionamiento normal del edificio.

- Las acciones son de media importancia en el caso en el que su no realización afecte a la instalación generando molestias de bastante importancia pero sin llevar a que se paralice el funcionamiento normal del edificio.
- Las acciones tienen una importancia leve cuando su no realización no tiene afección directa sobre el funcionamiento normal del edificio.

En función de los diferentes tipos de acciones, puede establecerse la gravedad de las incidencias, que pueden ser:

- **Incidencias muy graves.**
- **Incidencias de gravedad media.**
- **Incidencias leves.**

En el caso de la urgencia esta se define como el tiempo que se necesita para reparar la avería dividido entre el tiempo real que se dispone para repararla. De la definición literal de urgencia, podemos extraer los siguientes datos:

- **Urgencia < 1** En este caso se dispone de más tiempo real para reparar la avería que el que se necesitaría para realizar la reparación, por lo tanto sobra tiempo. El tiempo que sobra será mayor cuanto más se aleje de 1.
- **Urgencia= 1** En este caso se dispone del mismo tiempo real para reparar la avería que el que se necesitaría para realizar la reparación, es decir, tenemos el tiempo justo. Por ello si se presenta un desequilibrio entre el tiempo requerido y el tiempo disponible esto puede afectar negativamente a la instalación, por lo tanto es necesario evitar desequilibrios.
- **Urgencia>1** La relación entre el tiempo disponible y el tiempo requerido hace que no se disponga de tiempo, por ello la reparación ha de realizarse inmediatamente. En este caso derivadas de la falta de tiempo pueden aparecer diferentes averías en la instalación.

1.5.2 Procedimientos para aislar hidráulica y eléctricamente los distintos componentes

Cuando se realizan tareas de mantenimiento de una instalación energética es muy importante conocer el riesgo y establecer el procedimiento a seguir para aislar los componentes necesarios.

Consideraciones de importancia

Una de las consideraciones más importantes que se deben conocer es el aislamiento de equipos eléctricamente hablando, esta operación consiste en desconectar el equipo de todas las fuentes de alimentación de las que pueda disponer la instalación.

En el caso del aislamiento hidráulico, este se realiza con un corte de suministro de los fluidos que circulan por la instalación a una temperatura y presión determinadas. Para este procedimiento es necesario el uso de determinados sistemas como pueden ser: válvulas o cualquier elemento por el que circule el fluido. Estos elementos deberán estar aislados para poder operar con ellos.

Al realizar cualquier tipo de tarea en los diversos elementos, partes de la instalación o equipos de la misma, esta debe realizarse siempre asegurando la seguridad y salud de los trabajadores encargados de llevarla a cabo. En el caso de que las tareas lo requieran para asegurar totalmente la seguridad, se usaran elementos que eviten la puesta en funcionamiento de forma repentina de la instalación o equipos de la misma.

Con el objetivo de que la desconexión que se busca al realizar las tareas de mantenimiento sea total, tanto en el caso eléctrico como en el hidráulico, se utilizaran diversos elementos de bloqueo, aislamiento y balizamiento. El encargado de realizar tanto esta operación como la anterior es el responsable de la instalación.

En todos los casos, tanto de aislamiento eléctrico como de aislamiento hidráulico las distintas zonas de trabajo han de estar correctamente señalizadas y delimitadas para evitar que cualquier persona acceda a las mismas.

Cabe destacar además, que en el caso de los aislamientos eléctricos de los diferentes equipos es de aplicación el **Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico**, en concreto el Anexo IV referido a Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones. En las disposiciones particulares del anexo anterior tenemos:

- En las maniobras que se realicen con interruptores o seccionadores, se deberá contemplar en el método de trabajo a emplear la posibilidad de posibles defectos en los aparatos o la realización de maniobras de forma incorrecta.
- Cuando se realizan mediciones, ensayos y verificaciones

-En el caso que fuese necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra, los cuales son colocados para dejar sin tensión la instalación, las precauciones necesarias para evitar la realimentación serán extremas.

-En el caso de que exista la necesidad de colocar una fuente de tensión exterior, se tomaran las siguientes medidas:

1.-La instalación únicamente ha de ser realimentada con la fuente de tensión prevista, nunca con una distinta.

2.-Los puntos de corte de la instalación han de estar aislados lo suficientemente para que aguanten simultáneamente la técnica de ensayo y la de servicio.

3.- Las medidas de prevención frente a riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico han de estar adecuadas al nivel de tensión utilizado.

Todas las reglas contenidas en este anexo siguen totalmente los principios básicos de electricidad para trabajos en baja tensión, por lo tanto son de aplicación en el caso de operaciones en equipos de calefacción, refrigeración... Es importante destacar que este tipo de operaciones, siempre que sea posible, han de realizarse a tensión 0.

En el caso de los aislamientos hidráulicos, los cuales, son tan importantes como los eléctricos, primeramente debemos conocer si el fluido es impulsado o si bien tiene una circulación natural. En el caso de que el fluido sea impulsado por una bomba, el primer paso es la parada de la bomba, llevando a cabo cuando se pare por completo la desconexión eléctrica de la misma. De esta forma la bomba queda bloqueada hidráulicamente. En el caso de que la misma bomba impulse el fluido a distintos equipos del edificio y por tanto se quiera evitar la desconexión de la misma para no generar más molestias de las necesarias a los usuarios del edificio se deberá actuar sobre las distintas bombas de la instalación tanto de entrada como de salida para evitar la circulación del fluido y por lo tanto conseguir aislamiento hidráulico.

En determinadas zonas que se encuentran en contacto directo con los equipos o circuitos, se usarán las válvulas de alivio para reducir la acumulación de fluido y la presión. Para conseguir una eliminación total de la energía hidráulica residual se someterá al equipo a un ciclo de funcionamiento.

Otro aspecto que debemos conocer cuando estamos realizando operaciones de aislamiento hidráulico es conocer el tipo y las características del fluido que está circulando por la instalación para poder establecer las medidas que requiere cada uno. En el caso de que los fluidos sean potencialmente peligrosos o peligrosos será necesario el uso de EPIS adecuados en ciertos trabajos.

Verificación del aislamiento de equipos

Una vez cumplidas las diferentes normativas y realizados los pasos previos vistos anteriormente. Es necesario verificar el aislamiento de los equipos, esto nos dará las garantías necesarias para poder operar y realizar las tareas pertinentes con total seguridad.

Dada la peligrosidad de realizar operaciones sin que el aislamiento este completamente asegurado ha de realizarse una última verificación antes de proceder con los trabajos. Esta verificación consiste en:

- 1.-En primer lugar habrá que asegurar que las distintas máquinas o equipos a los que se ha realizado el aislamiento no tienen ningún movimiento en sus indicadores de potencia.
- 2.-Asegurarse de que no hay ninguna persona en las áreas de peligro.
- 3.- Asegurarse de que la fuente de energía no pueda ser energizada de nuevo.
- 4.-Asegurarse de la inoperatividad de todos los aparatos de la instalación que deban estarlo. Para ello se pueden usar voltímetros en el caso que sea posible.
- 5.-Pensar con cautela antes de realizar cualquier operación que pueda reactivar la máquina.

1.5.3 Métodos de reparación de los componentes

Antes de llevar a cabo la reparación de los componentes que han producido el fallo o avería de la instalación, se deben llevar a cabo una serie de etapas previas, estas son:

- 1.-Detectar el fallo o avería y encontrar el punto exacto donde ha tenido lugar.
- 2.-Avisar al responsable de mantenimiento del equipo, parte de la instalación o elemento donde ha tenido lugar el fallo. Este deberá balizar la zona y aplicar las medidas de seguridad adecuadas.
- 3.- Diagnosticar las causas que han podido producir el fallo en la instalación.
- 4.- Iniciar la reparación del fallo o avería.
- 5.- Registrar, controlar y analizar el fallo o avería, dejando anotados todos los datos relevantes en un futuro, como son: duración, causas...

Para llevar a cabo la reparación de los componentes, es decir, para aplicar un mantenimiento correctivo a la instalación, es necesario disponer de un stock de piezas suficiente de forma que podamos realizar la reparación inmediatamente. El almacenamiento de estas piezas supone un elevado coste tanto monetario como de espacio, por este motivo es necesario llevar a cabo una estimación muy precisa de las piezas que es necesario almacenar. Al realizar esta estimación habrán de usarse métodos

estadísticos y probabilísticos basados en los datos obtenidos de las bases de datos de los sistemas de gestión del mantenimiento, para poder determinar que piezas son más susceptibles de dar fallo, probabilísticamente hablando.

De manera general se puede establecer una clasificación de los repuestos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento de las instalaciones, basados en las necesidades de stock calculadas probabilísticamente:

- **Tipo A:** Repuestos de los cuales es imprescindible disponer de stock, ya que en el caso de que produzcan un fallo, llevarán a la parada total de la instalación en la que se encuentran. Dentro de este tipo, podemos clasificarlo a su vez en:
 - Repuestos que únicamente se pueden conseguir a partir del fabricante del equipo o parte de la instalación. Normalmente son piezas diseñadas por el fabricante.
 - Repuestos estándar, se pueden conseguir en cualquier establecimiento que se dedique a la venta de repuestos.
 - Consumibles: Son materiales o elementos cuya duración es muy baja, normalmente inferior a un año, pero su coste tampoco es muy elevado. Suelen sustituirse periódicamente aunque no muestren síntomas de encontrarse estropeados, puesto que su fallo da lugar a graves averías.
- **Tipo B:** Repuestos de los cuales no es necesario disponer de un stock, pero de los cuales se deben conocer las fuentes más rápidas de aprovisionamiento. En este tipo de piezas es necesario conocer suministrador, tiempo de aprovisionamiento y precio de las mismas, puesto que no son necesarias inmediatamente cuando se produce el fallo, pero se dispone de un tiempo determinado para conseguir las.
- **Tipo C:** Repuestos de consumo habitual a la hora de llevar a cabo el mantenimiento de la instalación. Su consumo es elevado y con una periodicidad baja por lo tanto lo mejor es disponer de ellos constantemente y llevar a cabo un aprovisionamiento por lotes, lo cual suele dar lugar a un ahorro significativo de costes.
- **Tipo D:** Repuestos de los cuales no es necesario disponer. El fallo en uno de estos elementos no suele dar lugar a una parada en la instalación y por lo tanto no es

necesario disponer de stock de los mismos, ni tampoco conocer las fuentes de aprovisionamiento.

En la etapa de reparación de los componentes existen dos métodos básicos bien diferenciados, estos son:

- **Método de reparación programada:** Este tiene como filosofía la aplicación del mantenimiento correctivo cuando todas las características sean favorables para hacerlo, es decir, cuando se disponga del material más adecuado, del personal más preparado, de las herramientas y de toda la información precisa para llevarlo a cabo. Con este método se busca obtener la máxima calidad en la aplicación del mantenimiento correctivo, pero al aplicarlo muchas veces se ve sacrificado el tiempo, puesto que en muchas ocasiones disponer de todas las características favorables requiere de tiempo.
- **Método de reparación no programada:** En este caso lo que se busca es la rapidez en la aplicación del mantenimiento correctivo pero sacrificando en cierta manera la calidad, puesto que no se espera a que todos los parámetros de aplicación del mantenimiento sean totalmente favorables.

A la hora de decantarnos por uno u otro método debemos estudiar previamente como afectará la aplicación de uno u otro método al desarrollo de las actividades normales, es decir, si el fallo afecta a una parte de la instalación, componente o equipo vital para el funcionamiento de las instalaciones del edificio debemos aplicar el método de reparación no programada, aunque este no sea el más eficiente en materia de calidad.

Si por el contrario el fallo afecta a un equipo, componente o parte de la instalación que no tiene mucha relevancia en el funcionamiento normal de la instalación, lo más adecuado sería usar el método de reparación programada, pues en el futuro los resultados de las reparaciones programadas son mejores que los de las no programadas.

Se puede concluir que a pesar de que existen dos métodos es más adecuado para realizar un mantenimiento correctivo con la mejor calidad posible lo más adecuado es aplicar en todos los casos el método de reparación programada. Los únicos casos en los

que se debe aplicar el método de la reparación no programada son aquellos en los que la situación a la que dé lugar el fallo comprometa seriamente el funcionamiento normal de la instalación causando una considerable pérdida de confort a los usuarios del edificio.

2 Planificación, programación y registro del mantenimiento

2.1 Introducción

En este capítulo se expondrá la manera en la que habrán de realizarse todas las tareas de planificación y programación para llevar a cabo todos los trabajos de mantenimiento descritos en el capítulo anterior para que este sea totalmente eficiente, para esto se necesita conocer con mucha precisión los materiales, herramientas, personal y tiempos necesarios para realizar cada tarea.

Además de la planificación y la programación, es muy importante llevar a cabo adecuado registro de las distintas tareas de mantenimiento que se realizan a lo largo del tiempo. Por ello, en este capítulo se contemplan los registros documentales de los que ha de disponer el edificio para que el mantenimiento del edificio este correctamente registrado.

Finalmente se explicará en qué consisten y para que se usan los equipos de telemedida y telecontrol, los cuales, hacen que el mantenimiento en los edificios haya mejorado considerablemente.

2.2 Mantenimiento técnico-legal

Se puede definir el **mantenimiento técnico-legal** como aquel mantenimiento preventivo específico que ha de realizarse sobre las instalaciones de los edificios y que es exigido por la normativa técnica actual tanto a nivel comunitario como estatal y autonómico.

2.3 Mantenimiento técnico-legal recomendado

Se define el **mantenimiento técnico-legal recomendado** como el mantenimiento que sería más adecuado realizar de acuerdo con los diferentes fabricantes de los equipos, componentes... con los que cuenta la instalación.

Este mantenimiento al no verse contemplado por legislación no es obligatorio, pero es muy recomendable, ya que este de forma general lleva asociado un nivel de

exigencia y detalle mucho mayor que el que se puede conseguir con el mantenimiento técnico-legal fijado por ley. Por el contrario este mantenimiento requiere de un mayor coste en lo que a recursos se refiere tanto materiales como de recursos humanos.

A pesar del sobrecoste que supone el mantenimiento técnico-legal recomendado, este aporta una serie de ventajas que hacen este sea aplicado en muchas ocasiones:

- Normativamente no se establecen medidas en materia de mantenimiento con el suficiente detalle para que este tenga una calidad adecuada.
- Es necesario llevar a cabo un mantenimiento más en profundidad, el más adecuado es el que establecen los fabricantes, puesto que está adaptado a cada equipo, elemento e instalación en concreto. Esto es debido a que el fabricante es quien mejor conoce los elementos que fabrica y quien mejor puede elaborar un sistema de mantenimiento adecuado.
- Aunque la aplicación del mantenimiento técnico-legal recomendado tiene un sobrecoste bastante importante en el corto plazo, este repercute a largo plazo dando lugar a un ahorro considerable al evitar fallos o averías muy importantes así como el remplazo de equipos y elementos de las distintas instalaciones.

La principal diferencia entre el mantenimiento técnico-legal y el técnico-legal recomendado está en que el cumplimiento del primero es de obligado cumplimiento en todos los casos y por el contrario el segundo no es obligatorio, sino que su cumplimiento es solo recomendable. La aplicación de este último, como ya hemos visto, reporta muchos beneficios.

2.4 Cálculo de necesidades

Antes de establecer el cálculo de las necesidades, tanto humanas como materiales, vamos a encuadrar donde se encuentra este cálculo a la hora de realizar la programación y la planificación:

- 1.-Cálculo de las necesidades.
- 2.-Determinación de tiempos.
- 3.-Planificación de cargas.

Existen dos tipos de necesidades que se producen a la hora de realizar las tareas de mantenimiento, estas son:

- 1.-Necesidades humanas.
- 2.-Necesidades materiales.

2.4.1 Necesidades humanas

Las necesidades humanas son todas las personas involucradas en las tareas de mantenimiento, ya sea de forma directa o indirecta. Las necesidades humanas van a depender tanto de la complejidad de las tareas a realizar como de las dimensiones de la empresa que realiza el mantenimiento.

2.4.1.1 Necesidades humanas indirectas

Las necesidades humanas indirectas se corresponden con todos aquellos puestos de trabajo que no están relacionados de forma directa con el mantenimiento en sí mismo, sino que sus funciones están alineadas con la planificación, el control, la preparación de tareas a ejecutar por parte del personal directo o bien simplemente realizan tareas de apoyo.

Normalmente se tiende a reducir el número de puestos indirectos para reducir los costes de mantenimiento ya sea agrupando funciones en mismo trabajador o bien eliminando un puesto indirecto concreto. Los distintos puestos indirectos que pueden existir de forma general son:

- **Director de mantenimiento**
- **Responsable de la oficina técnica de mantenimiento**
- **Jefe de mantenimiento**
- **Encargados y jefes de equipo**
- **Planificador**
- **Preparador**
- **Verificador**
- **Analista de averías**

- ***Jefe de taller***
- ***Técnico de seguridad***
- ***Administrativo***
- ***Grabador de datos***
- ***Responsable de almacén de repuesto***
- ***Responsable de compras***
- ***Responsable de depósito de herramientas***

2.4.1.2 Necesidades humanas directas

Las necesidades humanas directas están compuestas por todos aquellos puestos de los cuales las distintas tareas de mantenimiento dependen directamente, es decir, el número de horas anuales de las distintas tareas de mantenimiento ha de estar alineado con el número de horas de trabajo de todos los puestos directos.

La mano de obra directa puede estar diferenciada en muy distintas especiales, no en todas las instalaciones son necesarias las mismas especialidades para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento, además un mismo técnico de mantenimiento puede tener conocimientos de dos especialidades. A continuación distinguiremos los diferentes puestos de trabajo:

- ***Mecánico ajustador***
- ***Electricista de baja tensión***
- ***Electricista de alta tensión***
- ***Electrónico***
- ***Instrumentista***
- ***Engrasador***
- ***Cerrajero***
- ***Hidraulista***
- ***Especialista en válvulas***
- ***Especialidades relacionadas con la herramienta que utilizan (soldador, tornero y fresador).***

2.4.2 Necesidades materiales

Las necesidades materiales están constituidas por todos los elementos o utillajes necesarios para la realización de las distintas tareas de mantenimiento. Los materiales disponibles en cada momento deben estar alineados con las necesidades de materiales que haya en la instalación.

Los materiales mínimos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de una instalación son:

- **Vehículos:** Cuyo tamaño y potencia ha de estar alineado con las necesidades existentes en la instalación.
- **Ordenador o tablet:** Cuya función será el volcado de los datos de las distintas tareas de mantenimiento que se lleven a cabo en la instalación, además puede servir de herramienta para conocer las distintas tareas planificadas a realizar en cada momento.
- **Equipos de protección individual (EPIS):** Los equipos de protección son necesarios para asegurar la seguridad de los trabajadores durante la realización de cada una de las tareas de mantenimiento y evitar de esta forma accidentes.
- **Herramientas e instrumental de medida:** Es necesario que los operarios de mantenimiento dispongan de las distintas herramientas e instrumental de medida que necesiten durante las distintas operaciones de mantenimiento que se lleven a cabo.
- **Uniforme:** Todos los operarios deberán disponer del correspondiente uniforme que los identifique como trabajadores de la empresa mantenedora, además deben estar identificados como personal de mantenimiento.

2.5 Determinación de tiempos

En el momento de realizar la determinación de los tiempos debemos tener en cuenta que es necesario realizar una para el mantenimiento preventivo y otra para el mantenimiento correctivo.

En el caso del mantenimiento preventivo esta se puede realizar basándonos en los históricos y el conocimiento adquirido en otros edificios, sin embargo, en el mantenimiento correctivo esta es más difícil de realizar puesto que este mantenimiento es aplicado cuando se producen averías y estas son difícilmente predecibles.

2.5.1 Tiempo para el mantenimiento preventivo

Los tiempos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo son difíciles de determinar, ya que, la realización de cada tarea se ve sometida a diversos factores.

Algunos de los factores que más afectan a la determinación de tiempos son: el tamaño del edificio o instalación, la complejidad del edificio, la instalación o los equipos, la experiencia y el conocimiento de la instalación por parte de los empleados de la misma.

Debido a todo esto lo más adecuado para la determinación de los tiempos es basarnos en los datos históricos de otros edificios similares así como del conocimiento adquirido.

2.5.2 Tiempos para el mantenimiento correctivo

En cuanto a los tiempos necesarios para el mantenimiento correctivo, de forma general este se puede establecer como un 15% del tiempo que tiene el empleado para la realización del mantenimiento preventivo.

2.5.3 Tiempos totales de mantenimiento

Para el cálculo de tiempo total necesario para llevar a cabo el mantenimiento tenemos que multiplicar el tiempo necesario para realizar el mantenimiento preventivo por 1,15.

2.6 Planificación de cargas

La planificación y la programación de las distintas actividades de mantenimiento de las instalaciones tienen una serie de ventajas que hacen que su aplicación tenga aun mayor relevancia, estas son:

- Disminución de los gastos que se generan por reparaciones así como por la sustitución de equipos.

- Dimensionamiento óptimo de los equipos que permite aprovechar de una manera eficiente el personal disponible en cada momento.

- Mantenimiento eficiente tanto de instalaciones como de equipos, estableciendo el tiempo necesario que requiere cada trabajo de forma independiente.

A la hora de realizar la planificación de las cargas de trabajo se debe tener en cuenta la determinación de los tiempos, para calcular de esta manera el tiempo asociado a cada una de las tareas y por lo tanto la carga de trabajo que esta representa con respecto a la planificación total de cargas.

Esta planificación de las cargas nos permite además calcular el número de horas que requiere el total de las tareas de mantenimiento y de esta forma saber el número de horas totales por empleado. La carga de trabajo medida en horas por empleado está contenida en el convenio colectivo de los empleados, este puede estar determinado por el sector al cual los trabajadores pertenecen o bien estar regulado estatal, regional o provincialmente. En algunos casos los trabajadores se rigen por un convenio colectivo propio de la empresa.

A pesar de esto el número medio de horas de trabajo por trabajador se sitúa en unas 1700-1800 horas. A partir de este dato y conociendo la carga total en horas que representa el mantenimiento, podemos hacer una primera aproximación para conocer el número total de empleados necesario para llevarlo a cabo dividiendo el número de horas totales de mantenimiento entre las horas estipuladas por convenio.

Este será el dato que tomaremos como partida para el cálculo del número de empleados, pero a este se verá afectado por gran cantidad de factores como la distribución del edificio, las rutinas de mantenimiento, la disponibilidad de los técnicos de mantenimiento...

2.7 Documentación para la planificación y programación

La documentación es un elemento clave tanto para la planificación como para la programación de las acciones de mantenimiento a realizar, ya que nos permite tener un elevado conocimiento de la instalación y los equipos contenidos en ella así como de las necesidades de mantenimiento de los mismos. Además nos permite un correcto control y registro de toda la información de mantenimiento.

2.7.1 Informes iniciales

Los informes iniciales constituyen un documento muy importante para poder conocer el estado de las instalaciones y los equipos en el inicio de la actividad de mantenimiento por parte de una empresa mantenedora. Los informes iniciales nos permiten:

- Un conocimiento profundo de la instalación y los equipos así como de las relaciones que existen entre los distintos elementos de la instalación.
- Detectar posibles fallos de funcionamiento tanto en la instalación como en los equipos que aunque no inhabiliten el funcionamiento de la instalación de forma inmediata si requieren de acciones de mantenimiento en el corto plazo. Así mismo podemos detectar fallos de funcionamiento graves que es necesario reparar de forma inminente.
- Detectar los posibles elementos fungibles que requieren de una sustitución inmediata.

Una vez se lleva a cabo la realización de estos informes se entregan a los propietarios de la instalación para que puedan conocer de esta forma las necesidades de

mantenimiento de su instalación, con el conocimiento aportado por este informe inicial el propietario debe decidir cómo proceder.

Este documento además, exime de responsabilidad a la empresa mantenedora en cuanto a averías futuras que se puedan producir debido a los fallos de funcionamiento contenidos en este informe inicial.

2.7.2 Informes periódicos

Los informes periódicos son un tipo de documentación que permite realizar un seguimiento de los trabajos de mantenimiento. La periodicidad de este tipo de informes suele ser mensual, pero de forma general esta es acordada entre la propiedad del edificio y la empresa mantenedora. El contenido básico de este tipo de informes suele ser el siguiente:

- Información detallada de todos los trabajos de mantenimiento preventivo llevadas a cabo en la instalación o los equipos de la misma, así como información general sobre el estado de los equipos y las instalaciones.
- Información relativa a las mediciones y a los datos obtenidos una vez realizados todos los trabajos de mantenimiento.
- Información sobre las posibles incidencias que se han producido en la instalación tanto para que la propiedad como para la empresa mantenedora tenga conocimiento de ellas.
- Además estos informes pueden incluir sugerencias sobre las posibles acciones de mantenimiento a realizar en el edificio, tanto en equipos como en instalaciones.

Este tipo de informes además de la función de informar, que tienen de forma explícita, deben servir de forma implícita para mejorar la programación de los trabajos y conseguir de esta forma una reducción de los tiempos y los gastos de mantenimiento así como un funcionamiento de la instalación y los equipos más eficiente. Para conseguir esta finalidad se debe realizar un estudio cronológico y pormenorizado de los informes periódicos detectando las anomalías que se repiten más frecuente y periódicamente.

Con el objetivo de asegurar la lectura de estos informes por parte de todas las partes interesadas, estos deberán tener una estructura lo más clara y sencilla que sea posible que habrá de mantenerse en todos ellos.

2.7.3 Partes de trabajo

Cuando se realizan las distintas actividades de mantenimiento ya sea correctivo o preventivo es necesario dejar constancia de las distintas labores que se han realizado tanto en los equipos como en las instalaciones, para ello usamos los partes de trabajo.

Los partes de trabajo contienen la información que servirá de base para la realización de los distintos informes. Estos se distinguen en dos tipos según la información que recojan:

-Partes de trabajo diario: Estos han de realizarse diariamente y contendrán la siguiente información:

- Fecha
- Hora de inicio de la revisión o reparación.
- Hora de finalización de las tareas de revisión o reparación.
- Empresa mantenedora.
- Empleados implicados.
- Material necesario para la revisión o reparación.
- Tipo de operación de revisión o de reparación a realizar.

-Partes de trabajo de mantenimiento correctivo o averías: Estos únicamente se realizan en el caso de que se haya producido un fallo de funcionamiento de la instalación que haya llevado a aplicación de mantenimiento correctivo. La información contenida en ellos será la misma que la de un parte de trabajo diario pero únicamente haciendo referencia en el parte de trabajo al equipo o parte de la instalación afectado por la avería.

- Registro de todas las tareas de mantenimiento preventivo que se han de llevar a cabo en cada uno de los equipos o partes de la instalación así como la programación y planificación de las mismas.
- Información sobre todas las averías o anomalías en los equipos e instalaciones tanto para llevar un registro de ellas como para detallar las acciones de reparación que se han llevado a cabo.
- Información sobre las distintas tareas de inspección que se han realizado en la instalación.

2.8 La orden de trabajo

La orden de trabajo es el documento usado para informar a los distintos técnicos de mantenimiento sobre los distintos trabajos a realizar. Además en las órdenes de trabajo está contenida gran cantidad de información sobre las distintas intervenciones que se han de realizar, esta información ha de ser como mínimo:

- Número de Orden de trabajo que permite identificarla de forma única.
- Fecha y hora de apertura de la Orden de trabajo.
- Fecha prevista de ejecución de los trabajos.
- Empresa que realizará estos trabajos, únicamente en el caso de que estos sean subcontratados.
- El equipo o parte de la instalación donde se han de realizar los trabajos.
- Trabajo a realizar o descripción del funcionamiento anormal de algún equipo o parte de la instalación.
- Herramientas y materiales necesarios si se conocen.
- Riesgos del trabajo, precauciones a tener en cuenta y equipos de protección individual necesarios.
- Nivel de prioridad.
- Fecha de ejecución real de los trabajos.

2.9 Sistemas automáticos de telemedida y telecontrol

Antes de conocer las ventajas que tienen la telemedida y el telecontrol en el mantenimiento de las instalaciones de los edificios es muy importante conocer el significado de estos términos.

Telemedida: La telemedida consiste en la medición a distancia y de forma automática de los parámetros de la instalación que nos interese conocer.

Telecontrol: El telecontrol consiste, como la propia palabra indica, en el control de los distintos parámetros de la instalación a distancia y de forma automática.

Los sistemas automáticos de telemedida y telecontrol tienen como base la toma de medidas y el control de parámetros como el consumo de gas, de electricidad o de agua o bien la toma de medidas de temperatura, presión... de los distintos equipos o partes de la instalación en los cuales se requiera.

Todos los datos que se generan mediante los sistemas de telecontrol y telemedida son enviados o recibidos por los concentradores de centralización de información que la envían y la almacenan en los servidores. La información recibida o enviada en los servidores por parte de los concentradores es procesada y enviada a los destinatarios de la misma por distintos métodos de comunicación: Internet, correo, avisos...

Las ventajas que presentan la implementación de la telemedida y el telecontrol para realizar mantenimiento de instalaciones en edificios son las siguientes:

- Ayudan a mejorar la planificación, la programación de los trabajos y pueden ayudar de forma significativa a la documentación de los diferentes trabajos de mantenimiento.
- Tanto la medida como el control se realizan de forma totalmente automática por lo cual se eliminan los posibles errores humanos.
- Supone importantes ahorros de los costes de mantenimiento.

- La información que nos aportan estos sistemas está disponible desde cualquier lugar durante las 24 horas del día.

3 Gestión del mantenimiento de instalaciones asistido por ordenador

3.1 Introducción

En los últimos años la constante evolución tecnológica ha afectado a todos los aspectos de nuestra vida, por ello no es extraño que en el mantenimiento haya ocurrido lo mismo.

La Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) constituye la implementación de la informática al mantenimiento, el cual, permite la aplicación de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo... de una manera exhaustiva debido a la elevada cantidad de información que el software nos permite gestionar, haciendo de esta manera que el mantenimiento se realice de la forma más eficiente posible.

El funcionamiento de los GMAO es similar al de una gran base de datos donde se debe alimentar toda la información relativa a los equipos y las instalaciones así como las distintas tareas que se deben realizar sobre las mismas, su periodicidad, datos históricos sobre aplicación de mantenimiento y averías. Toda esta información nos permite tener un elevado conocimiento de las instalaciones haciendo de esta forma que las paradas de la instalación se minimicen.

Por todos los motivos anteriormente expuestos los GMAO se han convertido en herramientas muy útiles para la realización del mantenimiento y en concreto son de mucha utilidad para los mantenimientos periódicos puesto que permiten configurar avisos.

3.2 Bases de datos

Las bases de datos constituyen el elemento más importante del que debe disponer un GMAO, ya que en ellas está contenida toda la información sobre los equipos y las instalaciones. En ellas se encuentran tanto las características técnicas de los equipos como las distintas tareas de mantenimiento realizadas a los equipos o instalaciones.

3.2.1 Bases de datos para el mantenimiento

Las bases de datos permiten la extracción de estos en tiempo real y su explotación puede llevarse a cabo por varios usuarios al mismo tiempo con necesidades diferentes de información.

De forma general las bases de datos tienen una gran adaptabilidad a la información contenida en ellas tanto para la alimentación de los datos como para su extracción de la base, sin embargo, hemos de tener claro que las bases de datos que se usan para el mantenimiento han de tener una serie de características iniciales y otras que se irán añadiendo conforme se vayan realizando las diversas tareas de mantenimiento. Además las bases habrán de adaptarse en cierta forma a las características de los equipos e instalaciones.

3.2.2 Referencias añadidas a la base de datos previa aplicación del mantenimiento

Los datos contenidos en esta base se introducen en el sistema con anterioridad a la realización de las tareas de mantenimiento y van a servir para tener el mejor control posible a la hora de la aplicación del mismo, los datos que se informan variaran de una instalación a otra pero de forma general son los siguientes:

- **Identificador único de máquina o instalación:** La base de datos debe contener un identificador único por cada máquina o instalación y como complemento a este deberá contener una ficha técnica con las características de la maquina o instalación.
- **Identificar la parte de la maquina o instalación donde se realizan las tareas de mantenimiento:** Relacionado con el identificador único estarán informadas las partes de la maquina o instalación que se van a ver sometidas periódicamente a tareas de mantenimiento.
- **Identificar el tipo de tarea de mantenimiento:** Se informaran las tareas de mantenimiento a realizar en cada parte de la instalación y por lo tanto existirá una relación entre la parte del equipo y el tipo de tarea a realizar.

- **Informar sobre la periodicidad de cada una de las tareas de mantenimiento:** Se establecerá un vínculo entre las tareas de mantenimiento y la periodicidad de las mismas. De esta manera todos los datos que hemos informado estarán relacionados entre sí.
- **Informar sobre los trabajadores autorizados a realizar cada tarea:** Se introducirá la información de todos los trabajadores de la instalación y de las tareas de cada uno de los puede realizar.

3.2.3 Referencias añadidas a la base de datos después de la aplicación del mantenimiento

De igual manera que las referencias que se informan antes de la realización de las tareas de mantenimiento, las que se informan después pueden variar dependiendo del tipo de edificio y de instalación. Estas suelen ser:

- **Informar la fecha de realización de las tareas de mantenimiento:** Informaremos la fecha de realización de las tareas de mantenimiento vinculándola a la propia tarea de mantenimiento que a su vez está vinculada con el equipo o parte de la instalación.
- **Informar los datos del trabajador que realizó la tarea:** Se informa del trabajador que finalmente llevo a cabo las tareas de mantenimiento. Existe una vinculación del trabajador con la tarea y por ende con todo lo que esta tenga relación.
- **Informar los trabajos llevados a cabo y las anomalías detectadas:** Se escribe un breve texto con las tareas realizadas y se describen las posibles anomalías que se hayan detectado.
- **Informar las piezas usadas para llevar a cabo las tareas de mantenimiento:** Si ha sido necesaria la sustitución de alguna pieza que estuviera en nuestro almacén se informará a fin de llevar un control de stock.

Al informar todos estos datos tanto antes de la realización de las tareas de mantenimiento como después de la realización de las mismas se consigue tener una información muy completa de las tareas de mantenimiento que se realizan a cada uno de

los equipos o instalaciones y de las anomalías detectadas en cada instalación o equipo. Todos estos datos sirven para generar históricos.

3.3 Generación de históricos

Los históricos son documentos o informes en los cuales se recoge toda la información que previamente hemos solicitado a un sistema mediante un software. Por ejemplo un histórico es un documento donde se recogen todas las operaciones mantenimiento tanto preventivo como correctivo se han realizado en un determinado equipo o parte de la instalación.

Este tipo de informes resultan de mucha utilidad ya que pueden ayudar a la toma de decisiones en determinadas tareas de mantenimiento correctivo y preventivo puesto que en ellos están contenidos tanto datos reales de operaciones llevadas a cabo en la instalación y los equipos como estadísticas de fallo...

La calidad y complejidad de los datos obtenidos en estos informes históricos dependerá de la información que hayamos introducido previamente en las distintas bases de datos.

Algunos ejemplos claros de históricos que nos ayudan a la toma de decisiones son:

- **Históricos de averías en equipos o partes de la instalación:** Este nos indica la necesidad de sustituir un equipo o parte de la instalación que ya he sido sometido a demasiadas tareas de mantenimiento correctivo y por lo tanto la sustitución es la mejor opción.
- **Históricos de gasto de elementos consumibles:** Este tipo de histórico nos sirve para realizar previsiones de compra de los elementos de mayor consumo en la instalación, lo cual nos permite optimizar los costes de estos elementos.
- **Históricos de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo:** Estos más que ayudar a la toma de decisiones sirven de justificación de cara a una auditoría externa de cumplimiento de las tareas de mantenimiento establecidas por legislación, por lo tanto su utilidad es clara.

3.4 Software para mantenimiento correctivo

El GMAO que usemos nos debe permitir obtener históricos de este tipo que ayudan de forma significativa a la toma de decisiones. Por ejemplo en el caso de haber tenido que llevar a cabo acciones correctivas en el mismo equipo o parte de la instalación de forma sistemática, estos históricos nos pueden ayudar a tomar la decisión de la sustitución del equipo o parte de la instalación afectada.

De una manera general para llevar a cabo una buena gestión del mantenimiento el GMAO que utilicemos debe tener las siguientes funcionalidades:

- **Notificación de averías o fallos de funcionamiento:** Esta función permite alimentar en el sistema la información relativa a las averías o fallos que se produzcan tanto en partes de la instalación como en equipos. Mediante ella introduciremos los siguientes campos: fecha, causa probable, equipo o parte de la instalación afectada y el personal encargado de la reparación.
- **Notificador de tareas de mantenimiento correctivo realizadas:** Con esta función podremos introducir de forma detallada datos sobre las distintas tareas de mantenimiento correctivo realizadas en la instalación a las que podremos acceder con posterioridad en el caso de que sea necesario. Este incluye un campo que nos permite introducir el tipo y el número de unidades de los repuestos que se han utilizado para controlar de esta manera el stock de repuestos del que se dispone en cada momento. De forma complementaria el software permitirá introducir datos sobre el tiempo de duración de la avería o fallo.
- **Históricos de tareas de mantenimiento correctivo tanto en partes de la instalación como en equipos:** La calidad de la información contenida en estos históricos depende de la precisión y cantidad de datos con que hemos alimentado al software previamente y como ya se ha indicado anteriormente son muy útiles a la hora de la toma de decisiones.

3.5 Software para mantenimiento preventivo

Para el caso del mantenimiento preventivo las funcionalidades básicas de las que debe disponer el GMAO que escojamos para realizar el mantenimiento son las siguientes:

- **Notificador de fechas:** Esta funcionalidad permite introducir en el sistema las fechas en las que habrán de realizarse las distintas tareas de mantenimiento preventivo que se realicen en la instalación. Además nos servirá para controlar de forma sencilla si las fechas que se han introducido en el sistema cumplen con los plazos legales establecidos en los que han de realizarse las tareas de mantenimiento preventivo sometidas al marco regulatorio.
- **Notificador de tareas a realizar:** Este permite introducir toda la información necesaria para que todas las operaciones de mantenimiento preventivo, ya sean periódicas o no, que se realicen en la instalación estén lo más documentadas posibles.
- **Notificador de tareas de mantenimiento preventivo realizadas:** Con esta función podremos introducir de forma detallada datos sobre las distintas tareas de mantenimiento realizadas en la instalación a las que podremos acceder con posterioridad en el caso de que sea necesario. Este incluye un campo que nos permite introducir el tipo y el número de unidades de los repuestos que se han utilizado para controlar de esta manera el stock de repuestos del que se dispone en cada momento.
- **Históricos de operaciones de mantenimiento preventivo tanto en partes de la instalación como en equipos:** El contenido de estos históricos depende de la calidad de la notificación de los distintos datos asociados a las distintas tareas de mantenimiento preventivo que previamente hemos introducido en el sistema. De la misma forma que en el mantenimiento correctivo ayudan a la toma de decisiones y sirven de justificación de cara a una auditoría externa de cumplimiento de las tareas de mantenimiento establecidas dentro del marco regulatorio.
- **Extracción de datos:** Los sistemas de GMAO han de disponer de sistemas que permitan la extracción de los datos contenidos en el mismo que así mismo puedan

imprimirse para poder disponer de ellos en formato físico. Por ejemplo: Históricos de datos que nos permitan realizar gráficos, hojas de trabajo, listas de trabajos, fichas de equipos o partes de la instalación, control del stock de repuestos...

3.6 Software para mantenimiento predictivo

La parte del software destinada al mantenimiento predictivo resulta de mucha utilidad ya que las distintas medidas que se realizan en la instalación para la aplicación de este tipo de mantenimiento nos pueden ayudar a detectar anomalías que pueden desencadenar un fallo o avería de la instalación. El módulo de mantenimiento predictivo que contienen de forma básica los software de mantenimiento incluye:

- **Notificador de los parámetros de control en cada parte de la instalación o equipo:** Con el podremos introducir los parámetros de la instalación y de los equipos que se deben controlar ya que estos pueden variar en función de la configuración de la instalación. Además esta función deberá disponer de algún campo para introducir los datos tomados en las distintas mediciones que se realicen sobre los parámetros a controlar así como la fecha en la cual se realizaron dichas mediciones.
- **Notificador de valores críticos:** Este nos permite introducir los valores críticos tanto al alza como a la baja de los distintos parámetros que medimos en la instalación para el control del mantenimiento predictivo. A la hora de determinar estos valores críticos se tendrá en cuenta la relevancia de la parte de la instalación o equipo para el funcionamiento del conjunto. Estos valores se almacenarán en el software de forma que cuando se vean sobrepasados tanto al alza como a la baja el sistema emita un aviso para iniciar un proceso de mantenimiento y subsanar de esta forma este valor anómalo.
- **Extracción de datos:** La parte de mantenimiento predictivo del software por el carácter que tiene debe permitirnos extraer datos calculados estadísticamente en base a los datos de las distintas mediciones introducidos en el sistema, esto nos servirá de ayuda en la toma de decisiones y nos permitirá adelantarnos a algunos de los fallos de funcionamiento.

4 Informes de mejora de la eficiencia energética

4.1 Introducción

En la actualidad, debido a la gran demanda de energía y a las afecciones que el gran consumo de ella de manera insostenible está teniendo en el medio ambiente, como es el cambio climático, se ha considerado muy importante el concepto de eficiencia energética en las instalaciones. Esto es debido a que las características de confort requeridas en las instalaciones suponen un elevado gasto energético para ser satisfechas y con la eficiencia energética conseguimos el mismo nivel de confort con un consumo de energía sustancialmente menor.

Por estos motivos los informes de eficiencia energética están tomando una gran importancia en nuestros días, a continuación se estudiarán los tipos que existen, el contenido de los mismos y sus objetivos.

4.2 Técnicas de comunicación escrita

La comunicación de cualquier tipo requiere de dos agentes muy importantes un emisor de la información y un receptor de la misma, es decir su misión principal es transmitir algo a alguien. Esta se diferencia del resto de las opciones comunicativas en que necesita de un soporte para realizar la transmisión de la información desde el emisor al receptor, este soporte puede ser físico (papel) o digital (ordenador).

Para transmitir la información utilizando la comunicación escrita es necesario escoger las palabras adecuadas y formación semántica adecuada a tipo de documento y tipo de receptor.

Algunas de las características más representativas de la comunicación escrita son las siguientes:

- Uso adecuado de los signos de puntuación y acentuación para conseguir que el texto se interprete adecuadamente.
- Su contenido requiere de una elaboración previa.

- Comunicación que perdura en el tiempo puesto que está contenida en un soporte físico o digital por lo tanto se puede consultar.
- No existe comunicación bilateral entre emisor y receptor de la información.

Existen gran variedad de textos técnicos, pero nos centraremos en los siguientes:

Informes técnicos: Es un tipo de comunicación escrita en la cual está contenido un análisis sobre un determinado tema con el fin de exponer una serie de datos y aportar unas conclusiones sobre algún aspecto.

Memorias justificativas: Es un tipo de comunicación escrita en el cual se describen las características de un determinado equipo o instalación, esta puede contener información relativa a una posible modificación de los mismos.

La información contenida en este tipo de comunicaciones escritas debe ser totalmente objetiva y en ningún caso debe reflejar opiniones subjetiva de su autor usándose en todo momento apreciaciones cuantitativas. La elaboración de este tipo de comunicaciones debe atender a una estructura definida dada la relevancia de su contenido además se deberá atender especialmente al uso de la gramática y la ortografía puesto que en muchos casos estos aspectos marcan la diferencia.

El uso de gráficos y tablas .ya sean de elaboración propia o de fuentes fiables, puede resultar de mucha ayuda a la hora de comprender los valores numéricos aunque siempre deberán de ir acompañados de un texto explicativo.

4.3 Técnicas de redacción y presentación

A la hora de realizar exposiciones escritas uno de los factores que hace la lectura y comprensión de los mismos más fácil es la redacción, por eso es necesario prestarle especial cuidado. Si a una adecuada redacción se le suma una presentación visualmente atractiva y ordenada se conseguirá un documento que invite a su lectura.

4.3.1 Técnicas de redacción.

De una manera general para los dos tipos de documentos en los que vamos a profundizar es importante tener en cuenta a la hora de su redacción, los siguientes puntos:

- El texto ha de estar escrito de una forma objetiva y en tercera persona.
- Es imprescindible el uso de frases cortas para hacer el texto más fluido y vivo.
- Los párrafos deberán tener una extensión adecuada, entre 10 y 12 oraciones es el punto óptimo.
- Debe existir una independencia de contenido en cada párrafo.
- Para la elaboración del grueso del texto se deben seleccionar fuentes serias y elegantes de color oscuro preferiblemente negro.
- Para la titulación y los encabezados se admite el uso de colores más claros.
- Se debe acotar al máximo el uso de negritas, cursivas y subrayados, usándose únicamente cuando se necesite recalcar algo muy importante.

4.3.2 Estructura

Las técnicas de redacción son comunes a ambos tipos de documentos, sin embargo la forma de estructuración de los mismos es totalmente diferente si se trata de un informe técnico o de una memoria justificativa. Estas diferencias están relacionadas con la finalidad que tiene cada uno de ellos.

Informes técnicos: La estructura básica de cualquier informe técnico es la siguiente:

- *Primer bloque:* En la primera parte del documento están la tapa, la portada, el resumen o informe ejecutivo de una o dos páginas de extensión, el índice de texto, y los agradecimientos.
- *Desarrollo del informe o segundo bloque:* En esta parte están incluidas en este orden: La introducción, el cuerpo del texto, conclusiones y bibliografía.

- *Anexos o tercer bloque:* En este bloque se incluye todo el material que por su extensión puede hacer pesada la lectura o bien porque su importancia no es relevante para todos los lectores. Este bloque puede tener cabida o no dependiendo del tipo de informe. Los anexos estarían compuestos por: tablas, gráficos, cálculos, imágenes, planos, esquemas, datos económicos y un listado del software utilizado.
- *Bloque final:* En esta parte se incluyen las referencias bibliográficas y la tapa posterior.

Memorias justificativas: Su estructura básica difiere de la de los informes técnicos pese a que presentan algún punto de encuentro con ellos, su estructura es la siguiente:

- *Primer bloque:* En la primera parte están la tapa, la portada y los índices de contenidos.
- *Segundo bloque:* Está compuesto por los dos generales: empresa o persona que lo solicita, autor, objeto, alcance y localización.
- *Tercer bloque o cuerpo del texto:* Este bloque está compuesto por el cuerpo del texto en el aparecen los datos más importantes de la memoria.
- *Bloque final:* Este bloque estaría formado por los anexos: tablas, gráficos, cálculos, imágenes, planos, esquemas, datos económicos y un listado del software utilizado. Después de todo esto va la tapa posterior

Estas son las estructuras básicas de realización de este tipo de textos pero pueden estructurarse dentro de los bloques establecidos en subapartados para presentar el contenido de forma más clara, siempre evitando superar los tres niveles puesto que en caso contrario conseguiríamos un documento caótico.

4.3.3 Presentación

Aspectos fundamentales relacionados con la presentación:

- Los documentos deben tener las páginas numeradas.

- Los gráficos, tablas y formulas matemáticas deben llevar además de la numeración un pequeño texto.
- Deben tener los márgenes adecuados y estar escritos a una sola cara.

En cuanto a la presentación física de este tipo de documentos suele ser encuadernado en espiral si son de poca extensión o de tapa dura si son muy extensos. La cubierta puede ser sustituida por la portada si la tapa delantera es transparente, pero se debe cuidar mucho la presentación tanto de la tapa como de la portada puesto que es lo primero que se ve al mirar el documento.

4.4 Informes técnicos

El informe técnico se puede definir como un texto expositivo, argumentativo y totalmente objetivo escrito en un lenguaje profesional o técnico con el cual se busca transmitir una información y exponer una serie de datos a un destinatario o destinatarios, los cuales, normalmente han de tomar una decisión al respecto. Los informes técnicos son considerados textos básicos de trasmisión del conocimiento. Las conclusiones finales de un informe técnico deben aportar recomendaciones sobre cómo mejorar el tema de análisis. Los informes se diferencian de los proyectos técnicos en que el tema sobre el que tratan y los datos que exponen existen previa realización del mismo.

Los temas sobre los que puede versar un informe técnico son muchos y muy variados: estudios medioambientales, análisis económicos, análisis de procesos, estudios energéticos...

Las características básicas que definen a un informe técnico son:

- Ha de tener una estructura expositiva sencilla y lógica debiendo ser organizado, claro y conciso de manera que permita comprender fácilmente una situación compleja.
- Se deben tener en cuenta los destinatarios y el ámbito de trabajo de estos para hacerlo fácilmente comprensible y adaptar tanto el lenguaje como la redacción a ellos.

- Debe aportar la suficiente información y datos contrastados para que pueda servir a un lector experto en la materia para proponer recomendaciones o sugerencias.

Para la realización de este tipo de documentos escritos se suelen tener en cuenta una serie de pasos:

- Señalar el objeto de estudio y las causas que crean el problema.
- Seleccionar una serie de propuestas de mejora.
- Estudio económico y presupuestario del coste en implantación de estas propuestas.

Si el informe requiere de una exposición oral ante algunos de los destinatarios normalmente se usan software informáticos para la realización de presentaciones que pueden ayudar a hacer la comprensión más fácil.

4.4.1 Tipos de informes

Existen diferentes tipos de Informes técnicos en función del objetivo que persigan:

- **Dictámenes y peritaciones:** La característica principal de este tipo de informe es que vierten valoraciones, consideraciones, juicios, ideas y conclusiones de la persona que lo ha elaborado en base a sus conocimientos y formación. Su finalidad fundamental es ser usado en los tribunales de justicia aunque también tienen aplicación para el diagnóstico en el campo de la eficiencia energética
- **Inspecciones o reconocimientos:** En este tipo de informes se describen las circunstancias que se pueden apreciar como objeto de la inspección o reconocimiento.
- **Arbitrajes:** En ellos se contiene una opinión totalmente objetiva y debidamente razonada en relación con una cuestión en la que hay un desacuerdo. Su finalidad es ayudar a la toma de decisiones.
- **Expedientes:** El carácter de este tipo de documento es puramente administrativo y su finalidad es obtener algún permiso, autorización, licencia o subvención.

- **Ensayos y análisis:** Este tipo de informes se caracterizan por realizar estudios aplicables con base científica: resistencia de suelos, análisis de suelos, sondeos del terreno, resistencia de materiales, rendimientos energéticos, análisis geológicos....

4.5 Memorias justificativas

Las memorias técnicas justificativas son textos expositivos escritos que tienen carácter burocrático aunque también pueden tener carácter técnico normalmente se realizan periódicamente. Las características diferenciadoras de este tipo de textos es que son más claros concisos y concretos que los informes técnicos, esto se debe a que normalmente el receptor de este texto es gran conocedor de la materia sobre la que versan.

Las memorias justificativas pueden elaborarse debido a la existencia de distintas necesidades:

- 1.-Las memorias pueden ser parte de algún trámite administrativo ya que como hemos dicho normalmente tienen carácter burocrático y su finalidad será obtener permisos, licencias o dotaciones económicas de algún tipo.
- 2.- Pueden formar parte de algún proyecto técnico pero su finalidad y concepción dependerá de los mismos motivos indicados anteriormente.
- 3.-Se pueden realizar memorias justificativas para evaluar la modificación de una determinada instalación sin que sea necesaria la realización de un proyecto o el inicio de un trámite administrativo.

La información más importante que contiene una memoria justificativa va incluida en el tercer bloque o cuerpo del texto, en esta parte el documento se estructurara en los apartados y subapartados que sean necesarios para hacer el documento fácilmente legible y con la fluidez suficiente. Finalmente aparecerán las conclusiones a las que se llega con el estudio que deberán ser totalmente objetivas y contendrán las medidas a tomar.

4.6 Mediciones y valores. Presupuestos

Un **presupuesto** es una estimación en términos económicos sobre las actuaciones que se presentan en el informe técnico o memoria justificativa de una manera parcial, es decir, por capítulos compuesto cada uno de ellos por partidas y total o agregada.

Este se presenta capítulos cada uno de ellos dividido en partidas individuales. Las partidas a su vez están formadas por diferentes unidades cada una con un precio unitario distinto en el que se comprenden los costes de materiales, transporte y ejecución. Mediante el producto del coste de cada unidad y el número de ellas en cada partida se obtiene el coste total por partida y con la suma de costes de todas las partidas obtenemos el coste total de cada capítulo que agregado da lugar al presupuesto total.

Para la elaboración de un presupuesto es necesario realizar una serie de pasos:

- **Mediciones:** Consisten en la toma de medidas de todos los elementos que se necesitan para llevar a cabo las tareas contenidas en el informe técnico o memoria justificativa.
- **Precios:** Son los distintos importes que se calcula van a tener cada una de las unidades que componen cada una de las partidas.
- **Valoración:** En esta parte se relacionan las mediciones que se han llevado a cabo con los precios, para obtener de esta manera el coste de cada una de las partidas y el coste agregado.

Tanto las mediciones como los precios de cada una de las unidades son muy importantes a la hora de calcular el presupuesto final y por ello tanto la toma de medidas como el cálculo de los precios se debe hacer con el mayor rigor posible.

Para verlo de una manera más clara por ejemplo en un informe técnico se ha determinado como necesario sustituir el cableado de una de las zonas comunes puesto que esta deteriorado, para ello es necesario tomar medidas de los metros de cable a sustituir y multiplicarlos por el precio unitario que se establecerá teniendo en cuenta el acopio del material, el transporte y la ejecución. El cálculo del presupuesto total depende

directamente de todos estos cálculos parciales por eso es muy importante que se realicen con rigor.

Como ya sabemos los precios tienen una relevancia tan grande como las mediciones a la hora del cálculo de presupuestos por lo tanto la elaboración del cuadro de precios unitarios contendrá una descripción completa de los trabajos de cada unidad y el presupuesto unitario de cada una de ellas.

El número de capítulos y partidas de las que consta cada presupuesto depende de la persona que lo realiza. Si el presupuesto es muy extenso puesto que los trabajos a realizar son muy numerosos se puede dividir en muchos capítulos y estos a su vez en muchas partidas para conseguir de esta manera que los datos finales del presupuesto sean más fiables.

Una vez detallados los costes de cada una de las diferentes partidas que componen el presupuesto total se deberá calcular el presupuesto por cada uno de los capítulos realizando la suma de todas las partidas que componen cada uno. Cuando se dispone del presupuesto de todos los capítulos se realiza la suma de todos ellos para obtener el presupuesto total. Si el proyecto dura varios años se realizarán las sumas parciales agregando los capítulos que se realicen el mismo año, teniendo siempre en cuenta la corrección del IPC que se estima para los sucesivos años y posteriormente se sumará el presupuesto anual de cada año para obtener el agregado total.

Cod	Descripción	Longitud	Unidades	Parciales	Cantidad
9.-ILUMINACIÓN					
9.1.-ILUMINACIÓN OFICINAS					
9.1.1	Regleta con difusor 1x36 W		18	18	18
9.1.2	Ud lámpara halógena de 50 W		36	36	36
9.2.-ILUMINACIÓN ALMACEN					
9.2.1	Proyector con lámpara de descarga de 250 W		8	8	8
9.3.-ILUMINACIÓN NAVE DE GENERACIÓN					
9.3.1	Ud. Regleta con difusor 1x36 W		6	6	6
9.3.2	Ud. Lámpara halógena de 50 W		12	12	12
9.3.3	Ud. Proyector con lámpara de descarga de 250 W		13	13	13
9.4.-ALUMBRADO DE EMERGENCIA EN LA PLANTA					
9.4.1	Ud. Luz de emergencia 1x11 W		141	14	14
9.4.2	Ud. Luz de emergencia 2x11 W		13	13	13

Figura 4.1 Ejemplo de mediciones

9.-ILUMINACIÓN			
9.1.- Iluminación del edificio de oficinas			
9.1.1.-Regleta con difusor 1x36 W			
Oficial 1º electricista	5	17,46€	87,3€
Ayudante de electricista	5	16,98€	84,9€
Accesorios y Herramienta	1	15,20€	15,20€
Regleta con difusor 1x36 W	18	33,54€	603,72€
Suma partida			791,12€
Costes indirectos (2%)			15,82€
TOTAL PARTIDA			806,94€
9.1.2.-Lámpara halógena de 50 W			
Oficial 1º electricista	12	17,46€	209,52€
Ayudante de electricista	12	16,98€	203,76€
Accesorios y Herramienta	1	65,90€	65,90€
Lámpara halógena	36	15,20€	547,20€
Suma partida			1 026,38€
Costes indirectos (2%)			20,53€
TOTAL PARTIDA			1 046,91€

Figura 4.2Ejemplo de cálculo de presupuesto por partidas

Capítulo	Descripción	Importe (€)
1	Adquisición del terreno	36 6415,62€
2	Edificación	960 244,14€
3	Sistema de almacenamiento de combustible	22 753,95€
4	Generación de vapor	60 432,64€
5	Sistema de generación de electricidad	53 141,31€
6	Refrigeración y condensación	77 146,95€
7	Motores y Bombas	8 961,83€
8	Interconexión eléctrica	3 599,78€
9	Iluminación	6 892,71€
10	Instalación eléctrica	30 800,53€
11	Ingeniería y dirección	459 000,00€
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	2 049 389,46€

Figura 4.3 Agregado total de presupuesto

A la hora de llevar a cabo la ejecución de las medidas contenidas en un informe técnico, al igual que en cualquier proyecto, es muy necesario tener en cuenta la *viabilidad económica* del mismo. De una manera general se establece que un proyecto es económicamente viable cuando los ahorros generados por la ejecución del mismo son mayores que el gasto que su ejecución genera. Por ello es tan importante que tanto los presupuestos como el cálculo de los ahorros se realicen de una forma totalmente objetiva y precisa.

4.7 Aplicaciones ofimáticas para la elaboración de informes

La elaboración de informes de eficiencia energética al igual que pasa con el resto de informes técnicos no requiere de grandes herramientas ofimáticas para su redacción ya que esta se puede realizar en cualquier procesador de textos, el más utilizado es el procesador de textos del paquete Office.

Los informes de eficiencia se ven complementados con gráficos, cálculos, tablas... para su obtención se usan hojas de cálculo y como el caso anterior las hojas de cálculo de uso generalizado son las de Office pese a que existen otras.

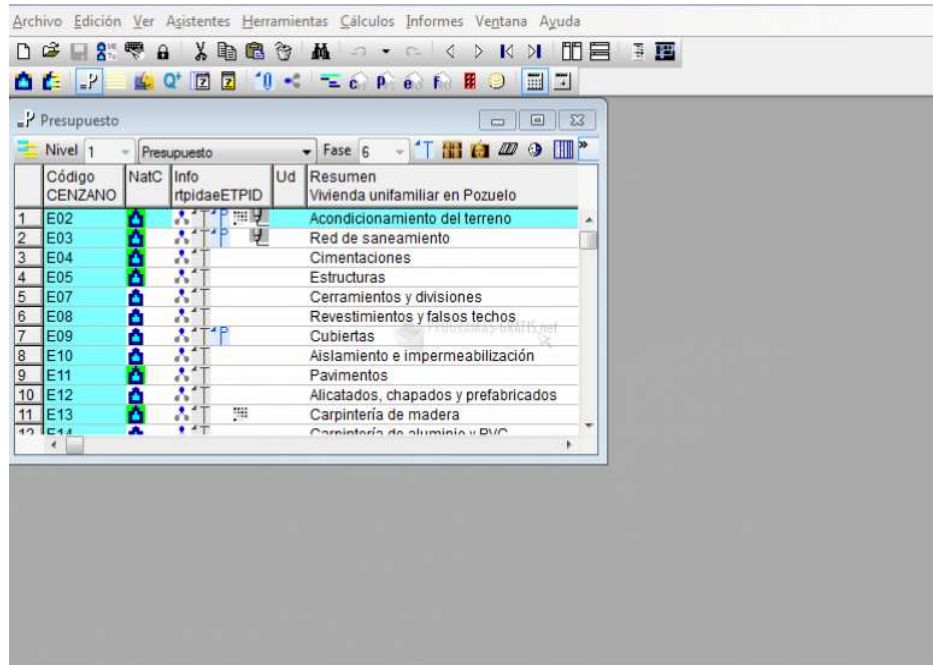


Figura 4.4 Pantalla de visualización Presto

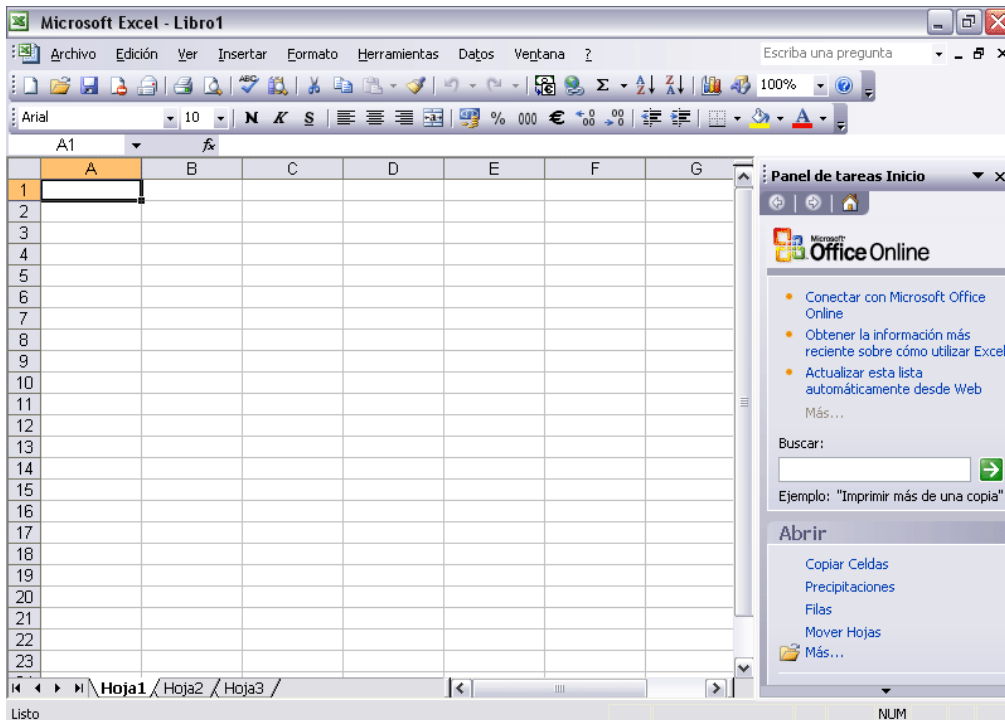


Figura 4.5 Pantalla de trabajo de Microsoft Excel 2010

Además de estas herramientas que son usadas para la realización de cualquier tipo de informe, en este tipo concreto se usan software más específicos debido al cariz técnico del mismo. Los más comunes son:

-Presto: Este software es muy útil para la realización de informes de eficiencia energética ya que facilita sustancialmente el cálculo de presupuestos, registro de mediciones, plazos...

-Microsoft Project: En este caso la ayuda que nos presta este software en el campo de la eficiencia energética está relacionada con la planificación de los tiempos y las tareas de una forma eficiente.

-Otros: Existen otros software que también pueden ser útiles para la realización de informes de eficiencia energética, estos son los que están especializados en la mecanización y presentación de informes cuyo funcionamiento consiste en compilar los datos de las distintas herramientas generalistas: procesadores de textos, hojas de cálculo... y generar el informe con el formato que hayamos preestablecido.

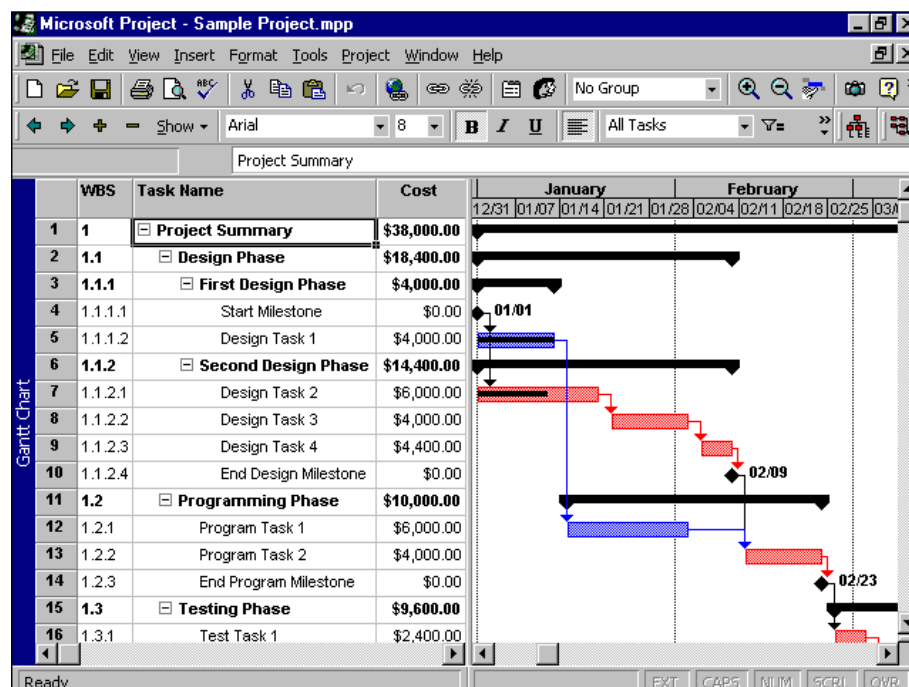


Figura 4.6 Pantalla de trabajo de Microsoft Project

5 Prevención de riesgos y seguridad

5.1 Introducción

Antes de hablar de prevención de riesgos laborales es necesario conocer la definición de riesgo laboral, esta es la posibilidad de que un trabajador o trabajadora sufra algún tipo de daño durante la realización del trabajo que desempeña.

En el caso del mantenimiento es muy importante conocer estos riesgos puesto que es una de las actividades que mayores riesgos laborales tiene por lo tanto es muy importante conocer estos riesgos y su importancia antes de la realización de ningún trabajo.

Además los trabajadores deben ser conocedores de los equipos de protección individual o colectiva que deben usar en cada momento.

Pese a todas las medidas que se toman en materia de prevención de riesgos laborales siempre existe la posibilidad, aunque esta sea baja, de que se produzca algún accidente, por ello es necesario que todo el personal de mantenimiento tenga unas nociones básicas del protocolo de primeros auxilios que se debe seguir.

5.2 Tipos de riesgos en cuanto a la operación

Las diferentes tareas de mantenimiento que se realizan en una instalación tienen riesgos inherentes a las mismas que dependen de la naturaleza de la operación que se realiza.

5.2.1 Transporte y deslizamiento de cargas de forma manual

Las tareas de transporte y deslizamiento de cargas de forma manual son muy comunes en la mayoría de las operaciones de mantenimiento. Este tipo de tareas suelen generar lesiones y fatiga ya sea por sobreesfuerzos puntuales o por acumulación de lesiones leves. Este tipo de tareas tienen asociados los siguientes riesgos:

- **Lesiones musculares, esqueléticas o musculoesqueléticas:** Este tipo de lesiones suelen producirse en el tren superior incluyendo la espalda puesto que son las zonas que más sufren ante este tipo de trabajos y normalmente son debidas a sobreesfuerzos. Estas pueden ser: lumbalgias, esguinces, distensiones musculares, torceduras...
- **Contusiones o aplastamientos:** Estas lesiones se suelen deber a caídas al mismo nivel, caída de alguno de los objetos transportados en alguna parte del cuerpo o bien a golpes.
- **Cortes y quemaduras:** Estas tienen su origen en las características físicas de la carga que se transporta, es decir, superficies cortantes o con filos, temperatura...

5.2.2 Manipulación e izado de cargas de forma mecánica

Para la realización de este tipo de tarea es necesario el uso de elementos mecánicos como son grúas, carretillas elevadoras u otras herramientas elevadoras. Los riesgos inherentes a este tipo de tareas son:

- **Caídas de los trabajadores:** Este riesgo es generado porque el mando de las herramientas elevadoras suele estar elevado y debido a ello se genera el riesgo de caídas
- **Caída de las cargas al mismo o a distinto nivel:** Debido a la propia tarea que se realiza surge el riesgo de caída de los objetos por su manipulación pudiendo dar lugar a lesiones importantes.
- **Atropellos, contusiones o aplastamientos:** Al estar hablando de tareas en las que se realizan trabajos mecánicos y manuales no es de extrañar que fruto de esta interacción surgan riesgos de gran importancia.
- **Contactos eléctricos:** Esos surgen del uso de elementos mecánicos, los cuales han de tener el aislamiento correcto para evitar que este tipo de riesgo exista.

5.2.3 Trabajos en altura o verticales

Este tipo de tareas son muy relevantes en el caso del mantenimiento de instalaciones por lo tanto los riesgos inherentes a ellas han de ser tenidos muy en cuenta:

- **Caídas a distinto nivel:** Debido a que los trabajos se realizan a distinto nivel la probabilidad de que se produzcan caídas aumenta considerablemente y este es el riesgo más importante que existe en este tipo de trabajos.
- **Contusiones y cortes:** Al estar realizándose los trabajos en altura la dificultad en la manipulación de las herramientas se incrementa considerablemente y con ello el riesgo de contusiones y cortes.
- **Lesiones o sobreesfuerzos:** Debido a las malas posturas corporales que se adoptan a la hora de realizar los trabajos en altura existe el riesgo de que se produzcan lesiones o sobreesfuerzos.
- **Caídas de herramientas u objetos:** La caída de herramientas u objetos debido a la dificultad de manejo de las mismas no supone un riesgo para el trabajador que se encuentra manipulándolas, salvo que caigan sobre su propio cuerpo, pero sí para el resto de trabajadores de la instalación.
- **Contactos eléctricos:** Se deben a la cercanía con los equipos, instalaciones eléctricas, cableados... al realizar este tipo de trabajos.

5.2.4 Riesgos mecánicos

Los riesgos mecánicos son muy frecuentes durante la realización de las tareas de mantenimiento en edificios ya que es el derivado del uso de herramientas tanto manuales como mecánicas, manipulación de vehículos. Los riesgos mecánicos son:

- **Cortes:** Los cortes tienen origen en el uso de herramientas mecánicas o manuales ya sean de corte o de otro tipo pero con filos vivos.
- **Contusiones:** Este tipo de lesiones se suelen deber a pérdidas de sujeción en la herramienta o a golpes contra las herramientas manuales o mecánicas por estar mal ubicadas en las zonas de paso o porque sean móviles
- **Proyecciones:** Durante los procesos de corte con herramientas se suelen producir proyecciones que pueden dar lugar a abrasiones en la piel o lesiones oculares, por lo tanto se debe prestar un especial cuidado.

5.2.5 Riesgos eléctricos

La alimentación de la mayoría de las instalaciones y equipos de las instalaciones es eléctrico, por ello asociados a la electricidad aparecen gran parte de los riesgos que a los que se ven sometidos los trabajadores cada día. Estos son:

- **Contacto eléctrico directo:** Este se define como el contacto una persona con partes eléctricamente activas de los materiales o equipos. Existe un mayor riesgo cuanto mayor es la intensidad de la corriente y esta dependerá de la resistencia que el cuerpo ofrece al paso de la corriente. Las consecuencias de verse sometido a un contacto de este tipo son: quemaduras tanto externas como internas, paradas cardiacas, embolias...
- **Contacto eléctrico indirecto:** Es aquel que se produce por el contacto con partes que no deberían estar en tensión pero que sin embargo lo están debido a algún defecto en el aislamiento. Las consecuencias de verse sometido a una corriente de este tipo son las mismas que las de un contacto eléctrico directo.
- **Arco eléctrico:** Se denomina arco eléctrico a la diferencia de potencial que se genera entre dos conductores, sin contacto físico entre ellos, sometidos a una diferencia de potencial. Aunque en este caso el riesgo que se produce no tiene que ver con el paso de la corriente por el cuerpo puede producir lesiones igual de graves que en los contactos.

5.2.6 Riesgos químicos

Este tipo de riesgos aparecen en menor medida al realizar operaciones de mantenimiento, pero también debemos tenerlos en cuenta:

- **Manipulación de acumuladores o baterías:** Estos elementos están presentes en gran parte de las instalaciones de los edificios y en muchas ocasiones requieren de tareas de mantenimiento. El riesgo se produce debido a los componentes químicos que contienen ya que son perjudiciales para la salud y por lo tanto se ha de ser muy cuidadoso en su manejo para evitar inhalaciones de gases, contacto con

la piel, quemaduras... Así mismo su manipulación también puede dar lugar a incendios y explosiones.

- **Manipulación de ácidos:** Los ácidos son usados en las instalaciones o bien para las propias tareas de mantenimiento o bien están presentes en algún elemento de la instalación y en su manipulación debe extremarse el cuidado puesto que pueden dar lugar a quemaduras, abrasiones de la piel, irritación de ojos y vías respiratorias...

5.2.7 Riesgos debidos al uso de herramientas

Este riesgo aparece en todas las tareas de mantenimiento que se realizan ya que el uso de herramientas ya sean manuales o eléctricas es común en todas ellas. Los riesgos más comunes son:

- **Contusiones o cortes en las manos:** Normalmente se deben a la pérdida de sujeción de la herramienta. Los cortes son más comunes si la herramienta que usamos tiene filo.
- **Proyecciones de partículas metálicas:** Al usar sierras de corte eléctricas se suelen producir proyecciones de partículas que pueden dar lugar a lesiones tanto en los ojos como en la piel.
- **Lesiones en las manos por aprisionamientos durante el uso de las herramientas.**

Debido a que este tipo de lesiones se producen con mucha frecuencia durante la aplicación del mantenimiento es importante detallar las herramientas de uso más frecuente asociadas con sus riesgos correspondientes:

- **Sierras manuales o eléctricas u otras herramientas manuales eléctricas:** Estas herramientas presentan elevado riesgo de corte así como de proyección de las partículas del material que se esté causando que como ya hemos dicho puede producir lesiones en la piel o los ojos.
- **Alicates o llaves inglesas:** En este caso el riesgo es de aplastamiento y generalmente en las manos.

- **Martillos o herramientas percutoras:** Estas herramientas presentan riesgo de contusiones en las manos.
- **Destornilladores:** El principal riesgo que se produce con los destornilladores es el riesgo de cortes debido a la pérdida de sujeción de la herramienta.

Un riesgo que es común a todas estas herramientas es la caída de estas herramientas en el caso de que se estén realizando los trabajos en altura, ya que se pueden producir lesiones en otros trabajadores de la instalación.

-Riesgos asociados al uso de maquinaria eléctrica:

- **Eléctricos:** Este riesgo puede dar lugar a quemaduras o electrocuciones que se producen al tocar partes activas eléctricamente de la máquina de forma accidental o bien porque están en tensión y no deberían estarlo. Para evitar este riesgo se colocan interruptores diferenciales y magnetotérmicos que cortan la corriente si se producen sobrecargas o ante contactos indirectos.
- **Mecánicos:** Pueden producir riesgo de contusiones, aprisionamientos, aplastamientos o proyecciones. Las medidas preventivas que se pueden aplicar son los sistemas de parada de emergencia y las salvaguardas.
- **Térmicos:** Los riesgos principales son las quemaduras que se pueden producir debido a que algunas partes de la máquina alcanzan temperaturas muy elevadas. Para evitar este riesgo se deben señalar las partes de la máquina que alcanzan altas temperaturas, en el caso de que estas no se puedan evitar, si estas temperaturas se deben a un funcionamiento anormal no se deben tocar las partes calientes y se debe apagar la máquina.
- **Físicos:** Este tipo de riesgo es originado por las vibraciones y el ruido que emiten las máquinas, pueden producir problemas musculares, lesiones de oído o simplemente efectos nocivos para la comunicación o la concentración de los trabajadores. Para evitar este tipo de riesgo normalmente se usan Equipos de protección individual.
- **Ergonómicos:** Los riesgos de este tipo normalmente están asociados a una mala postura por parte de los trabajadores a la hora de manejar los equipos o máquinas, para evitar este riesgo debemos educar a los trabajadores para que mantengan una

postura adecuada durante el manejo de la maquina. En el caso de que estas malas posturas no solo dependan de los trabajadores, sino que dependan del diseño poco ergonómico de la máquina tendremos que buscar las máquinas o equipos con el mejor diseño ergonómico posible de forma que eviten al máximo las malas posturas de los trabajadores.

5.3 Otros riesgos

Además de todos los riesgos que hemos visto anteriormente que tienen en general una elevada frecuencia en todas las instalaciones de mantenimiento hay otros que tienen una frecuencia menor y no siempre afectan a todas las instalaciones pero que también es necesario conocer.

5.3.1 Climatológicos

Este tipo de riesgos afecta a los trabajos realizados en las instalaciones puesto que estas generalmente se encuentran a la intemperie. Pueden ser de vario tipos en función del fenómeno meteorológico que los produzca:

- **Riesgos asociados a temperaturas extremas:** Dependiendo de si las temperaturas extremas a las que se ven sometidos los trabajadores durante la ejecución de su trabajo son altas o bajas, pueden sufrir unos u otros riesgos:

-Altas temperaturas: Las elevadas temperaturas durante la realización de los trabajos pueden causar cansancio en el trabajador, esto puede dar lugar a contusiones, caídas y en un caso extremo desmayos.

-Bajas temperaturas: Las bajas temperaturas también tienen riesgos, ya que la escarcha que se puede producir en algunas de las superficies de trabajo puede dar lugar a caídas.

- **Riesgos asociados a la lluvia:** La lluvia puede dar lugar a resbalones al estar las superficies de trabajo húmedas, los cuales pueden dar lugar a caídas a distinto nivel o al mismo. Además que las superficies de trabajo estén húmedas hace que se

incremente sustancialmente el riesgo de electrocuciones, es decir, el riesgo eléctrico.

- **Riesgos asociados al viento:** Los riesgos de este tipo aparecen cuando la velocidad del viento es elevada, pero aun así es necesario tenerlos en cuenta. Se pueden producir caídas al mismo nivel o a distinto nivel y además se pueden producir caídas de herramientas o maquinaria que pueden producir contusiones, golpes...
- **Riesgos asociados a las tormentas:** Las tormentas conllevan un importante riesgo de electrocución.

5.3.1.1 Sonoros

Otro tipo de riesgos que pueden sufrir los trabajadores son los producidos por los ruidos o sonidos que emite la maquinaria de trabajo, estos pueden dar lugar a lesiones auditivas que en algunos casos pueden llegar a ser graves y producir sordera irreversible.

5.3.2 Luminosos

La iluminación puede dar lugar a una serie de riesgos, como son:

- **Por exceso de iluminación:** Deslumbramientos, dolores de cabeza...
- **Por defecto de iluminación:** Caídas al mismo o a distinto nivel.

5.4 Delimitación y señalización de áreas de trabajo que conllevan riesgos laborales asociadas

Además de conocer los distintos riesgos que se pueden sufrir al realizar las distintas tareas de mantenimiento de las instalaciones es de vital importancia una correcta delimitación y señalización de la zona de realización de las tareas de mantenimiento de acuerdo con el marco legal establecido y siguiendo las recomendaciones de las guías específicas sobre prevención de riesgos laborales.

El marco legal de referencia en esta materia es la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 485/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas

en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, en el se decreta que la delimitación de las áreas de trabajo se debe hacer de acuerdo a las guías técnicas emitidas por el INSGT (Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo).

Antes de hablar de las diferentes medidas de señalización que se deben colocar atendiendo a los principios que nos marca la guía técnica, debemos conocer los criterios de señalización que se contienen en ella:

1.-Siempre que sea necesario llamar la atención de los trabajadores ante la existencia de determinados riesgos, obligaciones y prohibiciones.

2.-En el caso de que se produzca una situación de emergencia que precise de medidas urgentes de protección o evacuación.

3.-Servir de referencia para la identificación o localización de las salidas de emergencia o evacuación, equipos de protección o de primeros auxilios.

4.-Facilitar la realización de tareas peligrosas para los trabajadores.

Es importante saber que en ningún caso la señalización debe considerarse como una medida que sustituya los medios técnicos y organizativos de protección colectiva, las medidas de señalización se utilizaran únicamente cuando no se han podido corregir todos los riesgos o reducirlos de forma considerable y tampoco podrán sustituir a las medidas formativas o de información de los trabajadores en materia de seguridad y salud.

Las medidas de señalización y delimitación de las áreas de trabajo se pueden realizar de varias maneras: señales luminosas, señales sonoras., comunicación verbal, señal gestual y señalización convencional A continuación veremos cada una de ellas y la finalidad de las mismas:

1.-Señales de prohibición: La finalidad de esta señalización es prohibir un comportamiento susceptible de ser peligroso.



Figura 5.1 Señales de prohibición

2.-Señales de advertencia: Su finalidad es advertir de un determinado peligro o riesgo laboral.



Figura 5.2 Señales de advertencia

3.-Señales de obligación: Tienen por objeto inducir u obligar a un comportamiento determinado.



Figura 5.3 Señales de obligación

4.-Señales de salvamento o de socorro: En ellas está contenida la información relativa a las salidas de socorro, mecanismos de salvamento o primeros auxilios.



Figura 5.4 Señales de salvamento o socorro

5.-Señales indicativas: Su finalidad es contener información que no tiene cabida en a las señales de advertencia y en las señales de salvamento o de socorro.



Figura 5.5 Señales de indicación

6.- Señales con forma de panel: Es una señal que ofrece una determinada información mediante la combinación de una forma geométrica, de colores y de un símbolo o pictograma.

7.- Señal adicional: Es una señal que se utiliza con las señales anteriores y nos ofrece una información adicional a la que aportan las anteriores.

7.- Color de seguridad: Se consideran como colores de seguridad aquellos que tienen un determinado significado en relación con la seguridad y la salud laboral.

8.- Símbolo o pictograma: Son los distintos dibujos o imágenes contenidos en las señales que describen una situación y obligan a un determinado comportamiento.

9.- Señal luminosa: Este tipo de señales están constituidas por materiales translucidos iluminados por el interior o la parte trasera de manera que parezcan luminosos en sí mismos.

10.- Señal acústica: Son señales sonoras en las que no interviene la voz humana o la sintética.

11.- Comunicación verbal: Son señales sonoras pero con intervención de voz ya sea humana o sintética.

12.-Comunicación gestual: Son gestos realizados con las manos o la parte superior del cuerpo para indicar a los trabajadores.

Además de todos los tipos de señalización anteriormente descritos en la realización de los trabajos de mantenimiento de instalaciones es necesario colocar señalización específica para la lucha contra los incendios, estas señalizaran los puntos donde se encuentran los equipos de lucha contra incendios.



Figura 5.6 Señales de lucha contra incendios

La colocación de la señalización no elimina los riesgos que existen se utiliza únicamente cuando no hay ninguna medida de otro tipo que pueda reducirlo o eliminarlo y por lo tanto la aplicación de la señalización no excluye la aplicación de las medidas ni viceversa.

Es importante tener en cuenta que un exceso de señalización es tan malo como un defecto de la misma, por lo tanto a la hora de elegir las señales que debemos colocar debemos tener en cuenta:

- **Superficie del área de trabajo:** Las áreas de trabajo más extensas requieren de un mayor número de señales o un mayor tamaño de las mismas.
- **Número de trabajadores a los que afecta la señalización:** En el caso de que sea muy grande el número de trabajadores a los que afecta una señal puede ser mejor

colocar una señal acústica para asegurarnos de que todos en algún momento la escuchan.

- **Tipo de peligros por los cuales se señala:** Los riesgos que generan mayor peligro han de tener prioridad en la señalización frente a otros secundarios.

5.5 Medidas preventivas y correctoras ante los riesgos detectados

Los riesgos laborales, tratados anteriormente, que pueden afectar a los trabajadores se producen en el espacio de tiempo en el que se realizan las distintas tareas de mantenimiento. Por ello con el objetivo de minimizar estos riesgos o bien de eliminarlos por completo se establecen una serie de medidas preventivas o correctoras de obligado cumplimiento para todo trabajador de la instalación que deberán de estar en línea con lo establecido en la legislación existente en materia de prevención de riesgos laborales.

La aplicación de las medidas preventivas o correctoras debe analizarse en concreto para cada trabajo a realizar en la instalación, pero se puede establecer una clasificación de forma general en función de los riesgos que tratan de eliminar o minimizar cada una de las medidas. Estas son:

Riesgo de caídas al mismo nivel: En este riesgo se incluyen las caídas en las zonas de paso, en superficies de trabajo y las caídas sobre o contra objetos. Medidas de prevención:

- Mantener la limpieza y el orden en las zonas de paso.
- Mantener las herramientas y equipos recogidos y ordenados con el objetivo de que las superficies de trabajo estén despejadas.

Riesgo de caídas a distinto nivel: En este riesgo se incluyen tanto las caídas de zonas elevadas (andamios, maquinaria, vehículos...) como las caídas a zonas inferiores (excavaciones, huecos en el suelo, zanjas...). Medidas de prevención:

- Utilizar escaleras y andamios que se encuentren en un estado adecuado, tanto en su instalación como en su conservación, y además hacerlo de una manera correcta.
- Mover las escaleras o los andamios tantas veces como sea necesario de forma que los trabajos se realicen con unos estándares de comodidad adecuados.
- No mover ni las escaleras ni los andamios con trabajadores subidos encima de los mismos.
- Es obligatorio el uso de barandillas homologadas tanto en los andamios como en las zonas a distinto nivel en las cuales se realicen trabajos.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en altura deben disponer de equipos antiácidas que usaran durante la realización de los trabajos, estos equipos se amarraran a los puntos de mayor resistencia de la estructuras.
- Asegurarse de que en las áreas de trabajos en altura se dispone de una correcta iluminación.
- Dotar a los trabajadores de calzado con suelas antideslizantes para evitar riesgo de resbalones mientras se realizan trabajos a distinto nivel.
- No realizar movimientos bruscos o acciones temerarias durante la ejecución de los trabajos
- Evitar que los trabajadores cuyo estado físico no sea adecuado realicen trabajos a distinto nivel
- Es recomendable que este tipo de trabajos se realicen por dos trabajadores debido a su peligrosidad, ya que en caso de ser necesario un trabajador puede prestar auxilio al otro.
- Mantener la máxima concentración posible mientras se realizan trabajos a distinto nivel.

Riesgo de caídas de objetos por desplome: Comprende las caídas de andamios, escaleras, pilas de herramientas o material, masas de tierra o rocas, muros... Medidas de prevención:

- Controlar adecuadamente el almacenamiento y la organización tanto de herramientas como de materiales para evitar desplomes.
- Señalización adecuada de las zonas de trabajo.

- Asegurar todos aquellos elementos que tengan riesgo de caída.
- Apriete de tornillos y pernos en las zonas en las que estos no estén los suficientemente apretados.
- Control adecuado de los elementos de sujeción.

Riesgo de caída de objetos por manipulación: En este riesgo se incluyen las caídas de materiales y herramientas sobre un trabajador, en el caso de que el material o herramienta caiga sobre el trabajador que la manipula. Medidas de prevención:

- Limpieza y orden de las superficies de trabajo.
- Tener un ritmo de trabajo constante, sin prisa, para evitar que la manipulación de los materiales o herramientas se realice teniendo el máximo control de los mismos.
- Utilizar guantes antideslizantes para evitar que los objetos no se nos resbalen de las manos.

Riesgo de sobreesfuerzo: Este riesgo tiene su origen en la manipulación de cargas de una forma inadecuada. Medidas de prevención:

- Formación adecuada para que el personal conozca la forma correcta en que se deben manejar las cargas. Si pese a todo los sobreesfuerzos que sufre el trabajador son acusados se deberá distribuir la carga de trabajo entre varios trabajadores y si aun así es elevada es conveniente realizar un calentamiento previo a la jornada laboral para evitar sobreesfuerzos.
- Utilizar maquinaria adecuada siempre que sea posible para evitar esfuerzo humano.

Riesgo de contacto térmico: Este riesgo tiene su origen en el contacto de un trabajador con una superficie que se encuentra a una temperatura elevada. Medidas de prevención:

- Colocar aislamiento térmico en todas las superficies que excedan los 60°C.
- Cuando no sea posible colocar aislamiento es necesario colocar señalización adecuada. En el caso de que haya que trabajar en estas zonas de elevada

temperatura que no se pueden aislar de manera permanente se aislaran temporalmente o se enfriaran antes de trabajar con ellos.

- Extremar las precauciones al realizar tareas con equipos o herramientas en caliente.

Riesgo de contactos eléctricos directos: Este riesgo se produce cuando los trabajadores entran en contacto con partes activas eléctricamente de una instalación.

Medidas de prevención:

- Asegurarse antes de manipular ningún equipo o parte de la instalación de que no está conectado a ninguna fuente de tensión y esta puesto a tierra. Para ello los interruptores y cuadros que accionan los equipos deben estar bloqueados con un candado de llave única durante la realización de los trabajos.
- Los trabajos en tensión requerirán de personal capacitado y conocedor de todo el protocolo de seguridad para la realización de este tipo de trabajos.

Riesgo de contactos eléctricos indirectos: Este riesgo se produce cuando los trabajadores entran en contacto con partes de la instalación que están en tensión pero que en condiciones normales de funcionamiento no deberían de estarlo. Medidas de prevención:

- Los equipos han de estar conectados eléctricamente a través de interruptores diferenciales.
- Realización de trabajos sin tensión, al igual que en el punto anterior.
- Comprobar el estado de las puestas a tierra y el aislamiento de los equipos.
- Realizar un mantenimiento adecuado de los equipos.

Riesgo de golpes contra objetos inmóviles: Se considera a los trabajadores como la parte que interviene de forma directa golpeándose contra un objeto que estaba en reposo. Medidas de prevención:

- Mantener dentro de lo posible el orden en las zonas de trabajo.
- Colocar protecciones en las partes de los objetos, materiales o equipos que tengan partes salientes.
- Señalización adecuada de los objetos, materiales o equipos que te tengan salientes y no se pueda evitar el riesgo de otra manera.

- Trabajar con la suficiente luz.

Riesgo de golpes o choques contra partes móviles de la maquina: Este riesgo se produce siempre que las maquinas están en funcionamiento y existe peligro de contusiones, arañazos o cortes originados por las partes móviles de la maquina. Medidas de prevención:

- Evitar realizar trabajos mientras las maquinas están en funcionamiento en el radio de alcance de estas partes móviles.
- En el caso de estar obligados a realizar trabajos en el radio de alcance de las partes móviles de las máquinas la zona debe estar correctamente señalizada.

Riesgo de proyecciones de partículas o fragmentos: Este riesgo se produce cuando se trabaja con maquinas o herramientas que pueden producir proyecciones de partículas o fragmentos. Medidas protectoras:

- Uso de gafas de seguridad o caretas protectoras.
- Distancia adecuada a las herramientas que se están manipulando.

Riesgo de contactos con sustancias causticas o corrosivas: Este tipo de riesgo se produce al manipular para la realización de los trabajos de sustancias de este tipo, estas lesiones suelen ser por contacto. Medidas preventivas.

- Adecuada formación sobre la manipulación de este tipo de sustancias.
- Uso de gafas protectoras o caretas como protección.

Riesgo de lesiones por incendios: Este tipo de riesgo se produce cuando se producen incendios y normalmente suelen ser lesiones por contacto. Medidas preventivas:

- Mantenimiento adecuado de la instalación y de los equipos para minimizar el riesgo de incendios.
- Tener especial cuidado a la hora de realizar soldaduras o manipulación de herramientas con llama viva.

- Adecuada formación sobre la forma de actuación cuando se producen incendios y sobre el Plan de emergencia de la instalación.
- Adecuado mantenimiento de los equipos extinción y de los detectores.
- Señalización adecuada de las salidas de emergencia de la instalación.

Las medidas anteriores son todas ellas medidas preventivas a tener en cuenta durante la realización de trabajos en los cuales se sufren los riesgos anteriores.

En cuanto a las medidas correctoras éstas tienen aplicación una vez se ha producido el accidente por lo tanto en materia de riesgos laborales son mucho más importantes las medidas preventivas que las correctoras. La finalidad de las medidas correctoras es minimizar el daño que se ha producido.

5.6 Protocolos de actuación en cuanto a emergencias surgidas durante el montaje de instalaciones.

En ocasiones durante la realización de los trabajos de mantenimiento debido al riesgo que muchos de ellos implican se pueden producir situaciones de emergencia tanto sobre el propio personal de mantenimiento como sobre cualquier persona que se encuentre en la instalación en ese momento. Además del riesgo que estos trabajos entrañan sobre las personas también existen serios riesgos de daño al edificio, instalaciones o equipos y al medio que rodea al mismo.

Debido a que una situación de emergencia en las instalaciones o equipos de un edificio puede causar graves daños personales, materiales y medioambientales es muy importante disponer de medidas para evitar o disminuir los efectos que una situación de estas características puede llegar a tener

Durante la realización de las tareas de mantenimiento tanto en equipos como en instalaciones pueden suceder distintos tipos de situaciones de emergencia pero las más habituales son: emergencias sanitarias, accidentes laborales, incendios y explosiones. Hay otro tipo de emergencias que también se producen pero de una manera menos habitual

estas son: las fugas o derrames de sustancias peligrosas tanto dentro de la instalación como al medio ambiente.

En primer lugar debemos conocer los tres niveles básicos de emergencia que se pueden establecer en las instalaciones, para establecer estos niveles se tiene en cuenta la importancia de las consecuencias a las que puede dar lugar y la dificultad que se establece para controlar la situación. De menor a mayor grado de emergencia se establecen tres niveles:

- **Conato de emergencia:** Este es un tipo de emergencia cuyas consecuencias no son muy graves y que en principio se estima que su control puede hacerse de una manera rápida y sencilla por el propio personal de mantenimiento con los medios a su alcance.
- **Emergencia parcial:** En este tipo de emergencia las consecuencias son un poco más graves que en el caso anterior, pero afectando solamente al edificio en cuestión. Para el control de la situación será necesario usar como apoyo utilizar equipos de emergencias externos.
- **Emergencia general:** Este tipo de emergencias es el más grave de todos tanto por su alcance como por sus consecuencias. Para el control de la situación es necesaria la ayuda de equipos de emergencias externos, además este tipo de emergencia puede afectar no solo al edificio que la sufre sino a los edificios colindantes

5.6.1 Protocolos de actuación

En función del tipo de emergencia que se produzca en la instalación se establecen distintos protocolos de emergencia. Los protocolos de emergencia se debe particularizar para cada instalación puesto que son muy dependientes de la morfología de la instalación y de sus características, a pesar de ello existen unos principios básicos, estas son:

Incendios de pequeña magnitud

Este tipo de emergencia se considera como un conato de incendio, es decir, el de menor grado de peligrosidad. Por lo tanto puede ser extinguido con medios propios de una forma relativamente sencilla y sin ser necesaria la evacuación del edificio para llevar a cabo las tareas de extinción

Incendios de gran magnitud

Este tipo de emergencia se consideraría o una emergencia parcial o una general dependiendo del alcance del fuego. Sería necesario recurrir a equipos de emergencias externos para sofocar el fuego y además sería necesario evacuar el edificio donde se ha producido el incendio y los edificios colindantes en el caso de que estos pudieran verse afectados.

Para evitar que el humo producido pueda afectar a las personas durante la evacuación se podrán usar paños húmedos sobre la boca para hacer efecto filtro y andar agachado puesto que las mayores concentraciones de humo se producen en el techo. En el caso de que las llamas afecten a alguna persona se deberán sofocar con ropa o con mantas.

Fugas de gas

Este tipo de emergencias normalmente suele ser o una emergencia parcial o un conato de emergencia, si únicamente se produce la fuga y no se produce ninguna consecuencia derivada de la misma. En este tipo de situación no siempre sería necesario evacuar por completo el edificio aunque siempre es recomendable.

En primer lugar se debe cortar el suministro de gas de la instalación para evitar que se siga produciendo la fuga, por otra parte en este tipo de situación es de vital importancia evitar realizar operación alguna con el sistema eléctrico del edificio ya que incluso accionar un interruptor podría tener consecuencias fatales como una explosión. Posteriormente se procedería a ventilar todos los espacios del edificio para eliminar todo el gas que quede acumulado.

Situaciones catastróficas

Este tipo de emergencia puede variar entre un conato de emergencia y una emergencia general dependiendo de la gravedad de las afecciones de la misma. Normalmente suele deberse a causas climatológicas o sísmicas y afecta a la estructura del edificio.

Evacuaciones de edificios

La evacuación es el conjunto de medidas o acciones que se llevan a cabo para que las personas que se ven afectadas por un determinado peligro protejan su integridad física. Este tipo de medida se debe llevar a cabo de forma ordenada pero al mismo tiempo de la manera más rápida posible.

Esta evacuación se realizara utilizando las diferentes salidas de emergencia ubicadas a tal efecto en las instalaciones, las cuales han de estar abiertas y libres de obstáculos. Mientras se está produciendo la evacuación es conveniente no usar los ascensores ya que muchas situaciones de peligro conllevan fallos en el suministro de electricidad.

Situaciones de emergencia sanitaria

En este tipo de situaciones de emergencia que pueden ir desde conatos a emergencias generales dependiendo de la emergencia en cuestión, la única medida básica que se puede establecer para todos los edificios es el aviso a emergencias. Los trabajadores de la instalación o cualquier persona que se encuentre en la instalación en ese momento de la emergencia únicamente pueden tomar medidas si tienen conocimientos de primeros auxilios, puesto que interviniendo sin tenerlos solo conseguiremos un empeoramiento de la situación del accidentado.

5.7 Primeros auxilios en diferentes supuestos de accidente en el montaje de instalaciones

Como ya hemos visto anteriormente los riesgos que sufren los trabajadores durante la realización de las tareas de mantenimiento son muchos y muy variados, por lo tanto además de establecerse medidas en materia de prevención de los mismos y de

disponer los trabajadores de equipos de protección individual para evitar que en el caso de que se produzcan la afección al trabajador sea la mínima posible, en ocasiones es necesario aplicar un protocolo de actuación para prestar auxilio al trabajador accidentado.

El protocolo de actuación ante accidentes laborales esta estandarizado con el objetivo de que el auxilio al trabajador accidentado se realice de la forma más rápida y eficaz posible, esto es debido a que los primeros cuidados que recibe el trabajador tienen en muchos casos afección directa sobre su evolución. Por este motivo es muy importante que todos los trabajadores tengan una formación adecuada al respecto que les permita aplicar el protocolo de la mejor manera posible.

5.7.1 Protocolo de actuación

Todos los protocolos de actuación ante accidentes laborales están basados en los principios de PAS (Proteger, Avisar y Socorrer).

P de PROTEGER

Antes de realizar cualquier actuación hemos de estar seguros de que tanto el herido como nosotros mismos u otros trabajadores no están en peligro. Por ejemplo en una intoxicación debemos proteger nuestras vías respiratorias antes de atender al

Aplicación práctica

A de AVISAR

Después de asegurarnos de que el herido y toda persona de la instalación está segura deberemos avisar a los servicios de emergencias lo antes posible para empezar a socorrer al herido mientras se espera la ayuda.

A la hora de realizar el aviso a los servicios de emergencia debemos aportar la mejor información posible siendo claros y concisos:

-Identificarse adecuadamente.

- Ubicar donde se encuentra la instalación y el punto de la misma donde ha ocurrido el accidente.
- Determinar de qué tipo de accidente se trata.
- Detallar el número de personas heridas y la gravedad de cada una.

S de SOCORRER

Después de haber realizado los dos pasos anteriores debemos proceder a socorrer al herido, para ello lo más importante es tratar de mantener la calma y actuar con sumo cuidado. No se deberá mover a los heridos salvo que haya un alto riesgo de muerte. Lo primero que se debe hacer es reconocer los signos vitales del herido mediante una evaluación primaria de la siguiente manera:

1.- Consciencia: El primer paso del protocolo básico es determinar si el herido está consciente para ello se le pueden formularle alguna pregunta, si no responde podemos someterlo a una pequeña sacudida o un grito. Después de hacer esto podemos determinar si está o no consciente y tomar las medidas oportunas.

-Si está consciente: Se aplicara la evaluación secundaria de las heridas que presenta: cortes, sangrado, fracturas... Es conveniente intentar mantener la calma del herido en todo momento y paralizar las hemorragias con torniquetes y las fracturas intentando no moverlo.

-Si no está consciente: No es adecuado moverlo pues podríamos empeorar su estado pero deberemos realizar el segundo paso del protocolo básico.

2.-Respiración: Si tras comprobar la consciencia el resultado es negativo se debe comprobar la respiración del herido, para ello deberemos acercar la mejilla a las vías respiratorias del herido, esto nos permitirá percibir la salida del aire y el calor. Esta comprobación también la podemos hacer evaluando si existe movimiento torácico.



Figura 5.7 Comprobación de la respiración del accidentado

Tras comprobar la respiración del herido se pueden dar dos situaciones:

-El herido respira: En este caso se tiene la certeza de que el corazón está funcionando, a partir de este momento se podrá iniciar la evaluación secundaria de las heridas que presenta el accidentado. Si las heridas que presenta el accidentado no se han debido a traumatismos, lo más recomendable es colocarlo en posición PLS (Posición Lateral de Seguridad) para prevenir ahogamientos ya sea con su propio vomito o con la lengua.

La PLS consiste en colocar al accidentado de lado aunque con la boca y las vías respiratorias hacia abajo y los brazos y las piernas



Figura 5.8. Posición Lateral de Seguridad

Los pasos a seguir para colocar el accidentado en posición PLS partiendo de que el accidentado esta boca arriba son los siguientes.

- 1.-En el caso de que el herido o accidentado lleve gafas se las retiraremos.
- 2.-Nos colocaremos de rodillas al lado de la víctima y le estiraremos las piernas.

- 3.-Colocaremos el brazo que más cerca nos quede en posición perpendicular al cuerpo de la víctima con el codo ligeramente doblado y con anverso de la mano hacia arriba.
- 4.-Colocaremos el otro brazo sobre el torax y el dorso de la mano ira colocada en la mejilla más cercana a nosotros.
- 5.-Doblabremos ligeramente la pierna más alejada de nosotros y tiraremos de ella hacia nosotros mientras mantenemos el dorso de la mano del herido en la cara.
- 6.-De esta manera conseguiremos que el herido se gire sobre un lado.
- 7.-Una vez hecho esto colocaremos la pierna que queda por encima de forma perpendicular a la cadera.



Figura 5.9 Pasos a seguir para poner a un accidentado en posición PLS

-El herido no respira: En el caso de que no se detecte respiración o exista duda de si el herido respira o no debemos hacer lo siguiente:

- 1.- Colocar al accidentado boca arriba.
- 2.-Comprobar la existencia de objetos extraños en boca.
- 3.- Abrir las vías aéreas superiores e inferiores hiperextendiendo el cuello usando la maniobra frente-mentón que consiste en apretar hacia abajo la frente con una mano y con los dedos de la otra el mentón hacia arriba.



Figura 5.10 Aplicación de la maniobra frente-mentón

4.- Si la aplicación de esta maniobra fuera insuficiente para que el herido recuperase la respiración la situación se complicaría y tendríamos la constancia de que el paciente está en paro cardiaco. La única medida que podemos aplicar en este caso es la técnica del boca a boca, el cual se realiza de la siguiente forma:

- Colocaremos la cabeza del herido en posición hiperextendida, la que queda después de aplicar la maniobra frente-mentón.
- Una vez este en esta posición y sin dejar de presionar la frente, con esa misma mano taponaremos la nariz del accidentado.
- Aspiraremos aire profundamente y colocamos nuestra boca sobre la boca del accidentado cubriéndola por completo y realizaremos dos insuflaciones rápidas.
- Tomaremos de nuevo aire y repetiremos mantenimiento un ritmo lento de entono a 15-20 veces por cada minuto.
- Finalmente comprueba el pulso cada 15-20 insuflaciones o cada minuto.



Figura 5.11 Aplicación de la técnica del boca a boca

3.-Pulso: En el caso de que hayamos determinado un paro respiratorio y se haya comenzado a aplicar la técnica del boca a boca como ya decíamos anteriormente es necesario comprobar el pulso cardiaco cada minuto o cada 15-20 insuflaciones. La forma más fácil y adecuada de tomar el pulso al accidentado es la toma del pulso en el cuello, puesto que en él se encuentra la carótida.

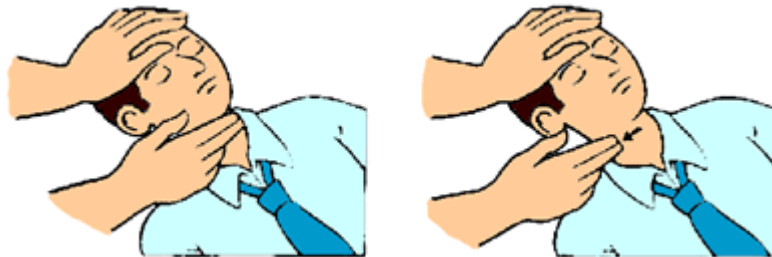


Figura 5.12 Toma del pulso en la carótida

Cuando se realice la toma del pulso se pueden dar tres situaciones a partir de las cuales se debe hacer uno u otro procedimiento:

-El accidentado tiene pulso y respira: En este momento se debe cesar la aplicación de la técnica del boca a boca y se pasara al proceso de evaluación secundaria.

-El accidentado tiene pulso pero no respira: En esta situación lo único que se puede hacer es seguir aplicando la técnica del boca a boca y seguir comprobando el pulso hasta que la situación cambie.

-El accidentado no tiene pulso y no respira: En este caso debemos continuar con la técnica del boca a boca y además debemos comenzar aplicar un masaje cardiaco externo, la aplicación se realiza de la siguiente manera:

1.-Se debe localizar en primer lugar el apófisis xifoides (parte final del esternón) del accidentado y medir 3 o 4 dedos desde ese punto hacia la parte superior del esternón. En ese punto colocaremos el talón de una de nuestras manos, la palma de la otra mano se coloca encima de la primera. Los brazos los colocaremos de manera perpendicular al punto donde vamos a aplicar la maniobra y los dedos deberán estar extendidos para no hacer presión con ellos sobre el tórax evitando así posibles fracturas en las costillas.

2.-A partir de este momento ya podemos aplicar una compresión directa en el tórax consiguiendo con ella que este se deprima unos 3 a 4 centímetros y posteriormente cesando la presión para que este vuelva a su estado original. Se debe ser muy cuidadoso de no aplicar presión sobre la apófisis xifoides puesto que se pueden producir daños internos en el accidentado.

3.- Acompañaremos el masaje cardiaco externo con la técnica del boca a boca realizando dos insuflación des aire por cada 15 compresiones

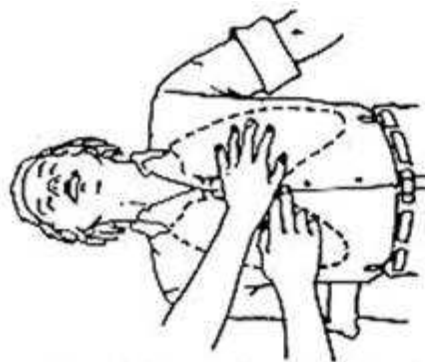


Figura 5.13 Localización del punto de compresión torácico

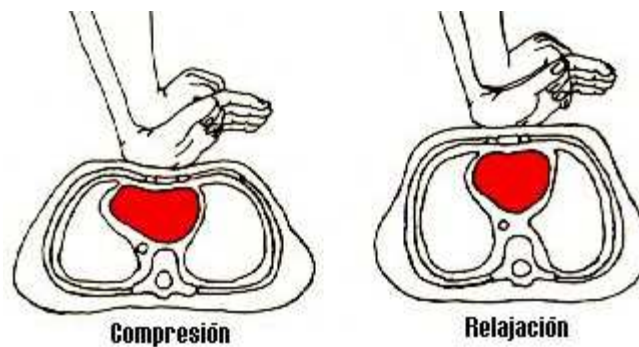


Figura 5.14 Aplicación del masaje cardiaco externo

4.- Cuando se consiga recobrar la respiración y el pulso cardiaco al igual que en todas las situaciones anteriores se procederá a realizar una evaluación secundaria, esto nos ayudará para poder adelantar información a los servicios de emergencia.

5.7.2 Evaluación secundaria

La evaluación secundaria se llevara a cabo en las siguientes partes del cuerpo del accidentado:

- **Cabeza:** Es la primera parte que examinaremos puesto que las heridas o contusiones en la cabeza pueden revestir mucha gravedad, se debe atender a los siguiente: contusiones o heridas en la cara o el cuero cabelludo, sangrado por nariz, oídos o boca, aspecto de la cara (palidez, sudoración...), fracturas, lesiones oculares...
- **Cuello:** Se buscaran cortes, contusiones, bultos o deformidades.
- **Torax:** Se valorara la existencia de contusiones que dificulten la respiración y se buscaran heridas abiertas, cortes, hemorragias...
- **Abdomen:** Además de fijarnos en si existen heridas abiertas, contusiones o cortes se debe tener comprobar si la pared del mismo esta depresible o no lo está, puesto que eso puede ser un síntoma de hemorragia interna.
- **Extremidades:** Nos fijaremos en si existen heridas abiertas, cortes, contusiones, esguinces, luxaciones... pero además estudiaremos su sensibilidad para ayudarnos a detectar de esta manera una lesión en la medula espinal.

Tras realizar la evaluación secundaria y antes de que lleguen los equipos de emergencia se pueden tomar algunas medidas para tratar las heridas de mayor gravedad y evitar con ello que la situación vaya a peor. Las actuaciones dependiendo del tipo de lesión que tenga el accidentado son las siguientes:

- **Quemaduras:** No se debe despegar ni la ropa ni cualquier otro material que este adherido a la piel. Ante una situación de este tipo lo único que se puede hacer es, si la quemadura no alcanza una gran extensión cubrirla con una gasa estéril limpia.
- **Perforaciones en el tórax:** La principal medida que se debe tomar cuando se produce una perforación de tórax es el taponamiento de la herida para evitar que entre aire en la cavidad torácica. En el caso de que las heridas del accidentado lo permitan es recomendable colocarlo en posición semisentada, la cual hace más fácil la respiración.
- **Perforaciones en el abdomen:** Si la perforación está provocando sangrado se debe taponar la herida como gasas para evitar la salida de la sangre. En el caso de que la perforación haya producido que se salgan los intestinos no se deben

manipular, la única medida que se puede tomar es taparlos con un paño ligeramente húmedo. En ningún caso se debe dar bebida o comida a la víctima y debemos colocarla boca arriba con las piernas flexionadas.

- **Hemorragias abundantes:** En el caso de que las heridas del accidentado den lugar a hemorragias abundantes será necesario taponar las heridas con gasas limpias, si la hemorragia es tan abundante que la simple compresión de los vasos sanguíneos no sirve para detener el sangrado será necesario realizar un torniquete. Es muy importante tener en cuenta que los torniquetes solo se deben realizar en situaciones en las que la vida del accidentado corra peligro ya que son muy peligrosos puesto que cortan totalmente la circulación sanguínea.

La forma de aplicación de un torniquete es un una tira de tela de unos 5 a 7 cm y se debe aplicar únicamente la presión necesaria para detener la hemorragia. Otro aspecto muy importante es el tiempo se debe tener conciencia exacta del tiempo ya que no se puede mantener el mismo nivel de presión en el torniquete durante más de 20 minutos. Es muy conveniente anotarlo en alguna parte visible del herido. Si el servicio médico no llega antes de 20 minutos se deberá aflojar gradualmente la presión de 20 en 20 minutos nunca de golpe.

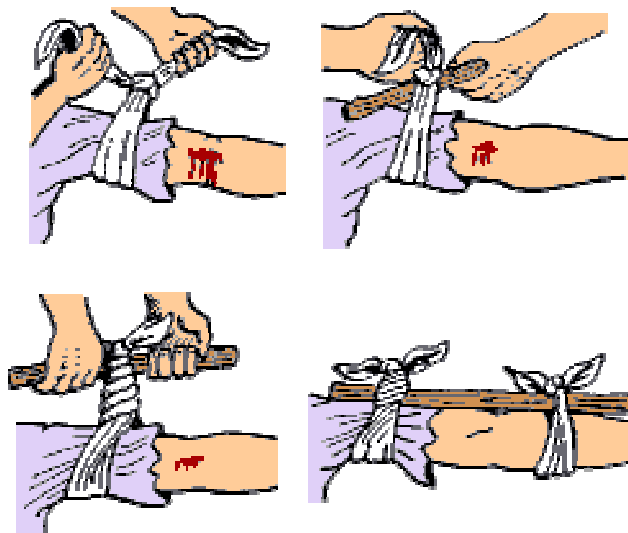


Figura 5.15 Aplicación básica de un torniquete en una de las extremidades superiores

5.8 Tipos y características de los Equipos de Protección individual

En el Real Decreto 773/1997 se definen los EPIS aquellos elementos que cuando el trabajador los lleva puestos o sujetos le protegen de uno o varios riesgos durante el ejercicio de su profesión además se consideran EPI a cualquier complemento o accesorio destinado al mismo fin.

Según la Ley de prevención de riesgos laborales los EPIS han de ser proporcionados a los trabajadores por parte del empresario, el cual, deberá velar por el adecuado uso de los mismos. Estos han de ser adecuados para las tareas que realiza cada trabajador y además deben ofrecer un cierto grado de confort a los trabajadores para asegurarse de que los usan.

Los EPIS tienen como finalidad proteger al trabajador cuando tras haber aplicado todas las medidas de prevención de riesgos laborales pertinente existe aun algún riesgo para los trabajadores de las instalaciones. El uso de los mismos pasa a ser de carácter obligatorio cuando tras una evaluación de riesgos en ella se estima oportuno.

Dentro de las instalaciones donde se ejecuten los trabajos, las zonas de uso obligatorio de los mismos deben estar correctamente señalizadas con carteles donde se pueda ver el EPI de uso obligatorio.

Este tipo de equipos tiene unas características generales que debe cumplir, estas son:

- Es obligatorio que los EPIS estén correctamente homologados, para asegurarse de esta forma de que se cumplen con las especificaciones normativamente establecidas.
- Todos los EPIS deben poseer las certificaciones preceptivas establecidas normativamente.
- Los EPIS como su propio nombre indica son equipos de protección individual y no se pueden compartir.

En el campo del mantenimiento los EPIS más utilizados son:

Botas de seguridad

Ajustadas y cerradas: Las botas se adaptan completamente al pie al colocarlas y apretar los cordones. Al llevar el pie completamente sujeto se minimiza considerablemente el riesgo de lesiones como esguinces.

Suela antideslizante y gruesa: Normalmente las suelas de este tipo de calzado son de caucho y con formas muy rugosas, de forma que son totalmente antideslizantes. Además las botas de seguridad tienen la planta lo suficientemente grueso para evitar que se produzcan perforaciones en la misma.

Puntera reforzada: Esta es una de las características más diferenciadoras de este tipo de calzado, esta ofrece una protección contra choque de unos 100J. Su función es proteger los dedos que constituyen la parte más sensible del pie.

Casco protector

El casco es un EPI que sirve para proteger la cabeza de la caída de objetos o de los choques contra algún elemento.

- Capacidad para amortiguar los golpes y distribución de los mismos para reducir el impacto y evitar que este se trasmitan al cuello.
- Resistencia al impacto de objetos en caída libre y a velocidad sobre ellos.
- El casco debe poseer un cierto grado de aislamiento eléctrico.
- Resistencia a las llamas.
- En el caso de que sea necesario llevar a cabo trabajos eléctricos es necesario que los cascos tengan cierto grado de aislamiento eléctrico.
- Mantenimiento de todas sus propiedades características al estar sometido a temperaturas extremas.

Guantes

Los guantes son un EPI cuya finalidad es proteger las manos y los antebrazos, pueden ser distintos tejidos: Lana, tela, piel, neopreno.... Y son de distinto tipo en función

de la atenuación de riesgo o riesgos que busquen: eléctricos, térmicos, mecánicos, antideslizantes, ignífugos...

Gafas o caretas de seguridad

Las gafas tienen como finalidad la protección únicamente de los ojos del trabajador frente a las caretas que cubren la cara del trabajador, no solo los ojos. Los riesgos de los que protegen son la introducción de astillas de corte en los ojos o impacto de las mismas en el rostro, irritación o quemazón por presencia de gases o líquidos químicos. En el caso de que este elemento utilice para realizar tareas de soldadura o corte con radial estas tendrán los filtros necesarios.

Protectores acústicos

Estos EPIS tienen como finalidad la de proteger el oído de los efectos del ruido, lo consiguen obstaculizando la trayectoria del ruido desde la fuente que lo genera hasta el canal auditivo del trabajador. De esta forma atenúan el ruido que llega a oído del trabajador y que en el largo plazo puede provocar lesiones irreversibles. Pueden ser de protección interna (tapones) o externa (orejeras).

Ropa de protección

Este EPI se puede usar en sustitución de la ropa del trabajador o encima de ella, aunque la más común es la primera. Su finalidad es proteger al trabajador de los riesgos a los que está sometido durante el ejercicio de su trabajo. La confección y los materiales empleados varían en función del riesgo o riesgos que intenta evitar, la ropa puede ser de varios tipos:

- Ropa de protección frente a riesgos de tipo mecánico
- Ropa de protección frente al calor y el fuego
- Ropa de protección frente a riesgo químico
- Ropa de protección frente a la intemperie
- Ropa de protección frente a riesgos biológicos
- Ropa de protección frente a radiaciones (ionizantes y no ionizantes)

- Ropa de protección de alta visibilidad
- Ropa de protección frente a riesgos eléctricos
- Ropa de protección antiestática

Sistemas anticaídas

Los sistemas anticaídas tienen como finalidad evitar las caídas a distinto nivel. Estos equipos han de estar diseñados de forma que: La distancia de caída sea mínima, la fuerza del frenado sea tan pequeña que no provoque lesiones, la posición del trabajador tras la caída permita sea la adecuada para que pueda esperar en ella. Estos están formados por:

- Arnés anticaídas
- Elemento de unión para unir el arnés a un punto seguro(eslinga).
- Elemento de anclaje.

5.9 Identificación, uso y manejo de los Equipos de protección individual

Además de proporcionar los EPIS necesarios a los trabajadores es muy importante que conozcan la forma de uso correcta de los mismos por ello es necesario que reciban acciones formativas para que sepa identificar, usar y manejar los equipos de protección individual.

Cabe destacar que antes de usar un EPI es necesario llevar a cabo una inspección visual del mismo para asegurarse de que está en condiciones óptimas de uso y si no lo está, deberán sustituirse. A continuación podremos ver los distintos EPIS para poder identificarlos más fácilmente:

Botas de seguridad

La identificación de este EPI es por la dureza de la puntera que normalmente es metálica y de alta resistencia, la suela es bastante gruesa y con un dibujo muy marcado y el collarin llega por encima del tobillo ajustándose a él.

Este EPI es de uso individual, es decir, cada trabajador ha de tener el suyo y no se debe intercambiar.

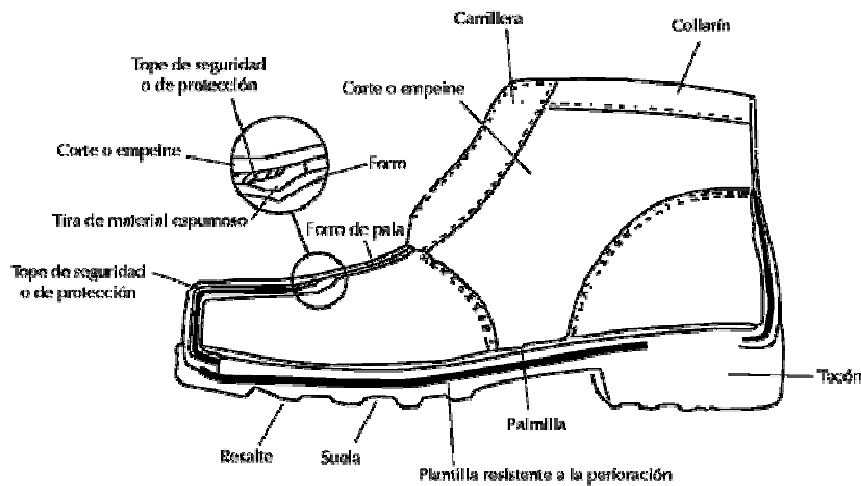


Figura 5.16 Elementos de una bota de seguridad

Casco protector

Este elemento consta de dos partes que aseguran que la finalidad para la que ha sido concebido se cumpla, estas son:

- Casquete:** Es la parte que absorbe el impacto en caso de que este se produzca.
- Arnés:** Esta es la parte que sujeta el casco a la cabeza del trabajador y distribuye la energía cinética del impacto.

En el caso del casco como en el otros mucho EPIS es necesario que este correctamente ajustado a la cabeza del trabajador.

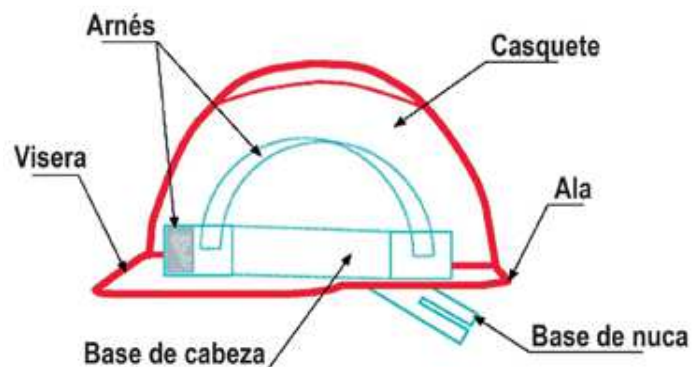


Figura 5.17 Casco protector

Guantes

Los guantes de seguridad a diferencia de los guantes normales tienen una serie de refuerzos en las zonas más sensibles de la mano. Como ya dijimos anteriormente el material del que están hechos va a depender del riesgo que tratan de minimizar o evitar.

El ajuste de los guantes a la mano es fundamental para que estos realicen su función de una manera correcta.

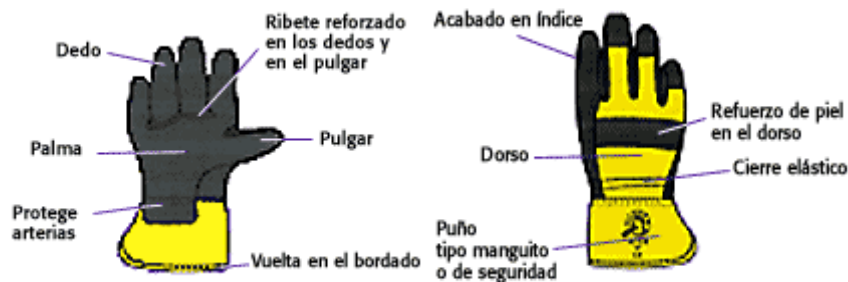


Figura 5.18 Partes del guante reverso y anverso

Gafas o caretas de seguridad

Los equipos de protección visual o visual y facial como son las gafas y las caretas de seguridad, pueden tener distintas formas de sujeción a la cabeza y la pantalla frontal puede ser de distintos materiales. Sin embargo todas tienen una característica común y es que deben tener una correcta sujeción a la cabeza sin moverse.

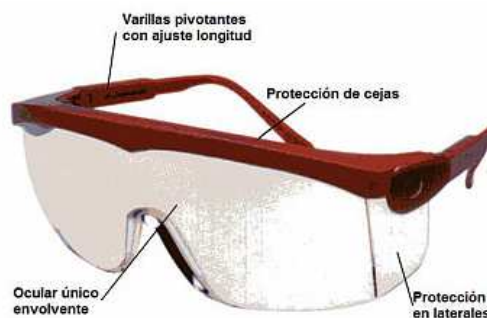


Figura 5.19 Gafas de seguridad



Figura 5.20 Careta de seguridad



Figura 5.21 Careta de seguridad con filtros para soldar

Protectores acústicos

Este tipo de EPI es el más difícil de diferenciar con respecto a los no indicados para la seguridad, pero normalmente en el caso de los protectores externos suelen tener un mayor tamaño. Estos deberán colocarse durante la exposición a ruidos mientras se ejecuten las tareas de mantenimiento y no deberán retirarse hasta que la fuente que emite el ruido no cese de hacerlo.



Figura 5.22 Protector acústico externo



Figura 5.23 Protector acústico interno

Ropa de protección

Como ya hemos visto su confección y materiales depende del tipo de riesgo al cual se ve sometido el trabajador. Esta ropa además de protegerlo servirá para diferenciarlo como trabajador de la empresa mantenedora. Un ejemplo muy claro de ropa laboral que es fácilmente diferenciable y que se usa cuando hay riesgo de no visibilidad es la ropa reflectante o de alta visibilidad.



Figura 5.24 Ropa laboral de alta visibilidad

Sistemas anticaída

Como ya hemos visto constan de tres partes: arnés, eslinga y dispositivo de anclaje.

Como en todos los EPIS una de las características más importantes es el ajuste al trabajador para que quede bien sujeto. En este caso concreto es muy importante que cerca del punto de anclaje, el cual ha de tener la suficiente resistencia, no haya ninguna arista o filo vivo que pueda cortar la cuerda



Figura 5.25 Sistema anticaída

5.10 Selección de los equipos de protección según el tipo de riesgo

La elección de los EPIS según el tipo de riesgo depende de los riesgos que existan en la instalación en la cual se van a llevar a cabo los trabajos. A continuación veremos los de forma general los tipos de riesgos que eliminan o atenúan cada uno de los equipos de protección individual:

Botas de seguridad

- Caída de objetos por manipulación
- Caída de objetos desprendidos

- Pisada sobre objetos punzantes o con filos.
- Golpe contra objetos inmóviles
- Contusiones o cortes por el uso de objetos o herramientas
- Proyecciones de fragmentos y partículas
- Atrapamientos entre objetos
- Contactos eléctricos

Casco protector

- Caída de objetos por desplome
- Caída de objetos por manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Golpe contra objetos inmóviles
- Golpe contra objetos móviles
- Contusiones o cortes por el uso de objetos o herramientas
- Proyecciones de fragmentos y partículas

Guantes

- Contusiones o cortes por el uso de objetos o herramientas
- Atrapamientos entre objetos
- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos
- Contactos con sustancias caústicas y corrosivas.

Gafas o caretas de seguridad

- Golpe contra objetos inmóviles
- Proyecciones de fragmentos y partículas
- Contactos térmicos
- Contactos con sustancias caústicas y corrosivas.

Protectores acústicos

-Agentes físicos

Ropa de protección

- Caída de objetos desprendidos
- Contactos con sustancias cáusticas y corrosivas.
- Incendios

Sistemas anticaída

- Caídas de personas a distinto nivel
- Golpe contra objetos inmóviles

5.11 Mantenimiento de los equipos de protección

Botas de seguridad

- Las botas de seguridad deben almacenarse limpias y secas.
- No se deben colocar delante de fuentes de calor directo para evitar que los materiales que las conforman se vean afectados.
- Se deben limpiar en profundidad regularmente para evitar la formación de hongos y bacterias en su interior.

Casco protector

- La limpieza se ha de realizar en profundidad y de forma periódica para evitar que se formen hongos o bacterias, esta se realizará con agua y jabón siempre que sea posible en el caso de que no se posible eliminar todos los residuos de esta manera se usara algún tipo de disolvente adecuado.
- Se debe almacenar en un lugar fresco y seco donde no incida directamente la luz solar.
- Se debe realizar un examen visual cada vez que se utiliza y desecharse en caso de que se observe alguna anomalía.

Guantes

- Se deben lavar con agua caliente y jabón-
- Cuando no se usan deben estar almacenados en un lugar fresco y seco.

Gafas o caretas de seguridad

- Se deben realizar una limpieza diaria de las mismas para asegurar un grado de visibilidad óptimo.
- Deben almacenarse en un lugar limpio, fresco y seco y en fundas a prueba de polvo que eviten que se rayen.

Protectores acústicos

- Se deben lavar periódicamente con agua caliente y con un jabón neutro.
- Se almacenaran en un lugar fresco y seco donde no incida directamente el sol.

Ropa de protección

- El almacenamiento de este tipo de ropa se debe realizar en un lugar fresco y seco alejado de fuentes de calor y de la luz solar directa.
- Su lavado se debe llevar a cabo a bajas temperaturas 30°C y utilizando un detergente neutro.

Sistemas anticaída

- Se deben almacenar en lugares frescos y secos alejados de fuentes de calor directo y de la luz solar.
- Se pueden lavar en el caso de que sean textiles a bajas temperaturas 30°C, dentro de un embalaje protector y con un detergente neutro
- Su almacenamiento y transporte se hace en fundas o envoltorios destinados a tal efecto

6 Bibliografía

Referencias electrónicas:

- www.administracionagor.es
- www.alkidia.com
- www.aparejadoresmadrid.es
- www.aquaespana.org
- www.caloryfrio.com
- www.ceat.org.es
- www.cedin.com
- www.cef.es
- www.cissprevencion.ciss.es
- www.coatmu.es
- www.coatr.es
- www.codigotecnico.org
- www.coitt.es
- www.construmatica.com
- www.endesaclientes.com
- www.energiasinfronteras.org
- www.epseb.upc.edu
- www.femeval.es
- www.fenercom.com
- www.gasnaturalfenosa.es
- www.gmao.es
- www.iccl.es
- www.idae.es
- www.ingenieria.unam.mx
- www.ingenieriadelmantenimiento.com
- www.ingenieriamantenimiento.org
- www.insht.es

- www.juntadeandalucia.es
- www.maestrosdelweb.com
- www.mantenimiento-mi.es
- www.mantenimientoplanificado.com
- www.manualdeusoymantenimiento.generadordeprecios.info
- www.mapfre.es
- www.minetur.gob.es
- www.noticias.jurídicas.com
- www.office.com
- www.preditec.com
- www.prevencion10.es
- www.prevencionlaboral.org
- www.previnsa.com
- www.primeros-auxilios.idoneos.com
- www.radiocom.com.co/
- www.renovetec.com
- www.rib-software.es
- www.solomantenimiento.com
- www.telecontrolstm.com
- www.textoscientificos.com
- www.trabajoenconstruccion.com
- www.uclm.es
- www.uco.es
- www.udlap.mx
- www.unirioja.es
- www.uoc.edu

Referencias de texto:

- Albertos Carrera, Miguel Ángel; El mantenimiento industrial desde la experiencia.
- Aqua España; Eficiencia energética de las instalaciones interiores uso y características del agua.
- Blanco Sieva, Fernando; Giz Novo, Jesús Manuel Mantenimiento sostenible y eficiencia energética (2012)
- Bormazo(2015); Manual de prevención de riesgos laborales
- Boucly, Françis; Gestión del mantenimiento.
- Calavera Ruiz, J. (2003); Manual para la redacción de informes técnicos en construcción.
- Centro de estudios financieros (2015); Manual básico de prevención de riesgos laborales.
- Centro de publicaciones del Ministerio de industria y energía; Manual para la implantación de una gestión racional del mantenimiento industrial.
- Comes, Prudenci; Guía para la redacción y presentación de trabajos científicos, informes técnicos y tesinas.
- Crespo Márquez, Adolfo; Ingeniería de mantenimiento: técnicas y métodos de aplicación a la fase operativa de los equipos.
- Deere, John; Mantenimiento preventivo
- Duffuaa,S; Sistemas de mantenimiento planeación y control.
- El país Aguilar (2011); Manual de primeros auxilios.
- EPSEB(2010); Mantenimiento de edificios.
- Espeso Santiago, Avelino; Equipos de protección individual (EPIS)
- Federación empresarial metalúrgica valenciana; La eficiencia energética en el sector metalmecánico.
- Femeval y SGS; Guía de eficiencia energética
- Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, Guía de ahorro y eficiencia energética en hospitales.

- García Garrido, Santiago, Organización y gestión integral del mantenimiento, Ediciones Díaz de Santos S.A. (2003)
- Gomez Etchebarria, Genaro; Prontuario de prevención de riesgos laborales.
- González Fernández, Francisco Javier (Confemetal 2003); Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.
- González Fernández, Francisco Javier; Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado.
- ICEPSS (2010); Urgencias médicas y primeros auxilios.
- IDAE; Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas.
- IDAE; Guía técnica de contabilización de consumos.
- IDAE; Guía técnica del mantenimiento de instalaciones térmicas
- IDAE; Guía técnica sobre el RITE (RD 1027/2007 de 20 de Julio).
- IDAE; Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas.
- IDAE; Propuesta de modelo de contrato de servicios energéticos y de mantenimiento en edificios de las administraciones públicas.
- INSHT; Guía técnica de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Kaplan, Justin L.; Primeros auxilios.
- Laredo, Arturo (1993); Primeros auxilios.
- Llamazares López, María Victoria; El mantenimiento preventivo.
- Peiró Spiteri, José V.; Organización del mantenimiento preventivo.
- Poquet Català, Raquel; Derechos y obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.
- Rodríguez González, Helena-Abigail; Primeros auxilios
- Servicio de publicaciones de la universidad de Cádiz (2010); Manual de prácticas de seguridad en el trabajo.
- Sesma Bastida, Begoña, Equipos de protección individual
- Vendrell Covisa, Javier (2013); Primeros auxilios.