

**UF0568: Mantenimiento y mejora de  
las instalaciones en los edificios**

Elaborado por: Daniel Navas Carrillo

Edición: 5.0

**EDITORIAL ELEARNING S.L.**

ISBN: 978-84-16424-25-2 • Depósito legal: MA 507-2015

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

# Presentación

## Identificación de la Unidad Formativa

Bienvenidos a la Unidad Formativa **UF0568: Mantenimiento y mejora de las instalaciones en los edificios**. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo **MF1194\_3: Evaluación de la eficiencia energética de las instalaciones en edificios**, que forma parte del certificado de profesionalidad **ENAC0108: Eficiencia energética de edificios**, de la familia profesional de **Energía y Agua**.

## Presentación de los contenidos

La finalidad de esta Unidad Formativa es enseñar al alumno a realizar el mantenimiento y la mejora de las instalaciones en los edificios. Para ello, en primer lugar se profundizará en la organización del mantenimiento eficiente de las instalaciones energéticas de edificios y en la planificación, programación y registro del mantenimiento. A continuación, se explicará detalladamente cómo realizar la gestión del mantenimiento de instalaciones asistido por ordenador, así como los informes de mejora de eficiencia energética. Por último, se hará un repaso de las medidas de prevención de riesgos y seguridad y de la normativa y recomendaciones sobre el uso eficiente de la energía en edificios.

## Objetivos de la Unidad Formativa

- Comprobar que las operaciones periódicas de mantenimiento de las instalaciones térmicas y alumbrado en edificios han sido realizadas y registradas según los procedimientos reglamentarios y con el nivel requerido desde el punto de vista de la eficiencia energética.
- Redactar informes y memorias con propuestas de mejora de instalaciones térmicas desde el punto de vista de la mejora en la eficiencia y ahorro energético.
- Analizar las normas y medidas de prevención de riesgos, seguridad, salud y medioambientales en las operaciones de inspección de la eficiencia energética de instalaciones.

# Índice

<b>UD1. Organización del mantenimiento eficiente de las instalaciones energéticas en edificios .....</b>	<b>9</b>
1.1. Tipos de mantenimiento. Función y objetivos .....	11
1.2. Mantenimiento preventivo. Tareas de mantenimiento preventivo .	13
1.2.1. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de calefacción .....	14
1.2.2. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de ACS.....	19
1.2.3. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de climatización .....	24
1.2.4. Contabilización de consumos .....	26
1.2.5. Evaluación de rendimientos .....	41
1.2.6. Operaciones mecánicas en el mantenimiento de las instalaciones.....	54
1.2.7. Operaciones eléctricas en el mantenimiento de las instalaciones.....	56
1.2.8. Equipos y herramientas .....	58
1.2.9. Limpieza y desinfección de las instalaciones .....	60
1.2.10. Mantenimiento preventivo para el control de la legionela	62
1.2.11. Medidas de parámetros físicos .....	63

1.3.	Mantenimiento de gestión energética. Tareas de mantenimiento	65
1.3.1.	Programa de gestión energética .....	67
1.3.2.	Búsqueda de puntos críticos .....	72
1.3.3.	Identificación de gastos excesivos .....	73
1.4.	Mantenimiento correctivo. Tareas de mantenimiento correctivo	75
1.4.1.	Diagnóstico de averías .....	77
1.4.2.	Procedimiento para aislar hidráulica y eléctricamente los diferentes componentes.....	79
1.4.3.	Métodos de reparación de los componentes .....	82

## UD2. Planificación, programación y registro del mantenimiento 91

2.1.	Mantenimiento técnico legal .....	93
2.2.	Mantenimiento técnico legal recomendado .....	94
2.3.	Cálculo de las necesidades.....	95
2.4.	Planificación de cargas.....	100
2.5.	Determinación de tiempos.....	102
2.6.	Documentación para la planificación y programación.....	108
2.7.	La orden de trabajo.....	112
2.8.	Sistemas automáticos de telemedida y telecontrol.....	114

## UD3. Gestión del mantenimiento de instalaciones asistido por ordenador ..... 125

3.1.	Bases de datos .....	127
3.2.	Generación de históricos.....	151
3.3.	Software de mantenimiento correctivo .....	156
3.4.	Software de mantenimiento preventivo .....	161
3.5.	Mantenimiento predictivo.....	166

## UD4. Informes de mejora de eficiencia energética ..... 181

4.1.	Técnicas de comunicación escrita .....	183
4.2.	Técnicas de redacción y presentación .....	185

4.3. Informes técnicos. Tipos de informes.....	193
4.4. Memorias justificativas.....	198
4.5. Mediciones y valoraciones. Presupuestos.....	199
4.6. Aplicaciones ofimáticas para la elaboración de informes .....	206
<b>UD5. Prevención de riesgos y seguridad.....</b>	<b>227</b>
5.1. Tipos de riesgo en cuanto a la operación .....	229
5.1.1. Transporte y desplazamiento de cargas .....	230
5.1.2. Manipulación e izado de cargas.....	232
5.1.3. Trabajo en altura y verticales .....	233
5.1.4. Mecánicos.....	235
5.1.5. Eléctricos.....	236
5.1.6. Químicos .....	237
5.1.7. Manejo de herramientas, etc .....	239
5.2. Otros tipos de riesgo.....	241
5.2.1. Climatológicos .....	244
5.2.2. Sonoros, etc.....	245
5.3. Delimitación y señalización de áreas de trabajo que conlle- ven riesgos laborales .....	247
5.4. Medidas preventivas y correctoras ante los riesgos detectados.	257
5.5. Protocolos de actuación en cuanto a emergencias surgidas durante el montaje de instalaciones .....	267
5.6. Primeros auxilios en diferentes supuestos de accidente en el montaje de instalaciones .....	271
5.7. Tipos y características de los elementos de protección individual	284
5.8. Identificación, uso y manejo de los equipos de protección individual .....	291
5.9. Selección de los equipos de protección, según el tipo de riesgo.....	294
5.10. Mantenimiento de los equipos de protección .....	298

<b>UD6. Normativa y recomendaciones sobre el uso eficiente de la energía en edificios .....</b>	<b>309</b>
6.1. Código técnico de la edificación .....	311
6.2. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios y sus instrucciones técnicas complementarias .....	327
6.3. Reglamento electrotécnico de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias .....	336
6.4. Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias ..	337
6.5. Legislación autonómica y ordenanzas municipales .....	338
6.6. Pliego de prescripciones técnicas .....	345
<b>Glosario .....</b>	<b>353</b>
<b>Soluciones .....</b>	<b>357</b>

# UD1

Organización del  
mantenimiento eficiente  
de las instalaciones  
energéticas en edificios

- 1.1. Tipos de mantenimiento. Función y objetivos
- 1.2. Mantenimiento preventivo. Tareas de mantenimiento preventivo
  - 1.2.1. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de calefacción
  - 1.2.2. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de ACS
  - 1.2.3. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de climatización
  - 1.2.4. Contabilización de consumos
  - 1.2.5. Evaluación de rendimientos
  - 1.2.6. Operaciones mecánicas en el mantenimiento de las instalaciones
  - 1.2.7. Operaciones eléctricas en el mantenimiento de las instalaciones
  - 1.2.8. Equipos y herramientas
  - 1.2.9. Limpieza y desinfección de las instalaciones
  - 1.2.10. Mantenimiento preventivo para el control de la legionela
  - 1.2.11. Medidas de parámetros físicos
- 1.3. Mantenimiento de gestión energética. Tareas de mantenimiento
  - 1.3.1. Programa de gestión energética
  - 1.3.2. Búsqueda de puntos críticos
  - 1.3.3. Identificación de gastos excesivos
- 1.4. Mantenimiento correctivo. Tareas de mantenimiento correctivo
  - 1.4.1. Diagnóstico de averías
  - 1.4.2. Procedimiento para aislar hidráulica y eléctricamente los diferentes componentes
  - 1.4.3. Métodos de reparación de los componentes

## 1.1. Tipos de mantenimiento. Función y objetivos

El mantenimiento es una pieza fundamental para el correcto funcionamiento de cualquier instalación. Dada la importancia que tienen las instalaciones energéticas hoy en día para nuestra sociedad y su modo de vida, es necesario poder asegurar un correcto y seguro suministro en los edificios de viviendas y otros usos (comercios, industrias,...).

Unos adecuados procedimientos permitirán que, reduciendo las deficiencias que se presenten a lo largo del tiempo, sedé lugar a un menor número de incidencias que puedan dar como resultado una interrupción espontánea y por tiempo indeterminado del suministro a los habitantes de los edificios.

Es por ello que las instalaciones que poseen los edificios han de someterse a un mantenimiento intensivo y continuado a lo largo del tiempo que podemos relacionar con aquellas tareas que tratan de evitar un fallo en el funcionamiento de la instalación. Mientras que las tareas correctivas se centran en solventar aquellos posibles fallos que hayan dado lugar a una avería.



Estas tareas dan lugar a una serie de técnicas usadas para el mantenimiento. Por un lado el **mantenimiento preventivo** busca minimizar la frecuencia de las afecciones que puedan surgir en las instalaciones. Su función es llevar a cabo periódicamente inspecciones para la restitución de aquellas partes de las instalaciones deterioradas o la prevención ante la aparición de deficiencias. Una planificación de los elementos a inspeccionar y el registro de las posibles incidencias es un punto importante para ahorrar tiempo y costes futuros.

Por otro lado se encuentra el **mantenimiento correctivo**. Éste se da una vez que se ha producido un fallo en la instalación y por lo tanto, un corte en el suministro. El objeto de este tipo de mantenimiento es la reparación de la avería. Sus funciones se centran en la evaluación de la gravedad del fallo y posteriormente solventarlo. A la vez que tratamos de emplear formas opcionales que permitan restablecer el servicio de manera parcial y temporal mientras se produce la reparación total y óptima del servicio, minimizando el tiempo de corte del suministro lo máximo posible.



Tanto el mantenimiento preventivo como el correctivo, pero sobre todo el primero de ellos, han de realizarse con el objeto de adelantarse a daños tanto materiales como personales.



*Posibles consecuencias de un mal mantenimiento en las instalaciones de un edificio de viviendas*

## 1.2. Mantenimiento preventivo. Tareas de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo busca evitar que se produzcan averías. Estos trabajos, que deben ser comunes para todas las instalaciones del edificio, pueden tener variaciones en cada una de ellas según las necesidades operativas, los planes de mantenimiento y su temporalidad.

La suma importancia que tiene para el bienestar de las personas los suministros en las viviendas y la necesidad de que aquellos más peligrosos se realicen con seguridad para los inquilinos, hace que algunos suministros deban ser revisados de forma obligatoria según la normativa vigente. En el caso de España, ésta se desarrolla en el **Real Decreto 238/2013, de 5 de abril**, porque se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, de 20 de junio.

Este marco normativo indica que el mantenimiento preventivo de las instalaciones se hará según las indicaciones que establezca el manual de uso y mantenimiento, si existiese. A pesar de esta indicación, la norma marca unos períodos de mantenimiento mínimos según la instalación, el uso que tenga el edificio y la potencia nominal según se resume en la siguiente tabla:

Periodicidad de las operaciones de mantenimiento (Tabla 3.1 R.D. 238/2013)		
Equipos y potencias útiles nominales (Pn)	Usos	
	Viviendas	Restantes usos
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $Pn \leq 24,4 \text{ kW}$	5 Años	2 Años
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $24,4 \text{ kW} < Pn \leq 70 \text{ kW}$	2 Años	Anual
Caldera murales a gas $Pn \leq 70 \text{ kW}$	2 Años	Anual
Resto instalaciones calefacción $70 \text{ kW} \leq Pn$	Anual	Anual
Aire acondicionado $Pn \leq 12 \text{ kW}$	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

Otra indicación que presenta el Real Decreto, anteriormente mencionado es la que concierne a las instalaciones que, con una potencia útil nominal menor que 70kW, cuenten con una supervisión continuada de forma remota, podrán incrementar sus períodos de mantenimiento hasta 2 años, siempre y cuando se garanticen los principios de seguridad y eficiencia energética.



Siempre deberás de tener en cuenta las especificaciones que recomiendan los fabricantes de los equipos de instalaciones.

---

Además, en aquellas instalaciones de potencia útil nominal menor o igual a 70kW, si no existiese manual de uso y mantenimiento, la empresa mantenedora realizará el mantenimiento en función al criterio profesional que estimen oportuno. Aun así, el Real Decreto 238/2013 marca las tareas que deberán de realizarse en las instalaciones de suministros con las periodicidades que se han visto en el esquema anterior.

En el caso de las instalaciones que presenten una potencia útil nominal mayor a 70 kW, si no existiese manual de uso y mantenimiento, la empresa mantenedora deberá de elaborarlo y entregarlo al propietario de la instalación. Asimismo, este Real Decreto detalla una lista con de las operaciones realizables en los diferente componentes de las instalaciones. La actualización y adecuación continuada de las tareas de mantenimiento según las características técnicas de la instalación será responsabilidad de la empresa mantenedora o del director de mantenimiento.

*Si deseas ampliar información, puedes consultar en internet el Real Decreto 238/2013*

### 1.2.1. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de calefacción

Las instalaciones de calefacción requieren de un mantenimiento preventivo supervisado que permitirá obtener un **funcionamiento óptimo** del suministro y que resultará ser un comportamiento positivo en el aspecto del ahorro energético.

Dentro de las acciones a llevar a cabo dentro del mantenimiento preventivo se encuentran la limpieza o la conservación de los componentes que forman parte del equipo de calefacción. Un trabajo eficaz permitirá obtener ahorros en el consumo de combustible de la caldera, y a la vez una reducción de los gases que se expulsan a la atmósfera, posibilitando una menor afectación al cambio climático. Además, si las instalaciones se encontrasen sucias pueden aumentar las posibilidades de una mala combustión de los gases provocando posibles afecciones para la salud y en último caso, la muerte.

Las operaciones de mantenimiento realizadas por los usuarios deberán de ser complementadas con las que ha de realizar la empresa mantenedora, en su caso, según el manual de uso y mantenimiento. El siguiente esquema muestra las operaciones obligatorias que deberán de realizarse en el caso de que no exista manual previo, y que deberán de incluirse en el nuevo manual que se debe elaborar para las instalaciones de calefacción de potencia útil nominal menor o igual a 70 kW.

Operaciones de mantenimiento en Instalaciones de Calefacción ( $P_n \leq 70\text{kw}$ )				
Operación de mantenimiento	Periodicidad			
	Caldera murales a gas $P_n \leq 70\text{ kW}$		Resto instalaciones $70\text{ kW} \leq P_n$	
	Viviendas	Otros usos	Viviendas	Otros usos
Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas.	2 Años	Anual	Anual	Anual
Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea.				
Limpieza, si procede, del quemador de la caldera.				
Revisión del vaso de expansión.				
Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera.				
Comprobación de niveles de agua en circuitos.				
Comprobación de tarado de elementos de seguridad.				
Revisión del estado del aislamiento térmico.				
Revisión del sistema de control automático.				

En el siguiente esquema reflejamos la lista de operaciones y las periodicidades correspondientes que deben de tener los manuales de usos y mantenimiento, si no existiese, para aquellas instalaciones de potencial nominal útil mayor a 70 kW tanto para las instalaciones de calefacción como las de agua caliente sanitaria y las de refrigeración.

Operaciones de mantenimiento en Instalaciones de Calefacción, ACS y Refrigeración ( $P_N \leq 70\text{kw}$ )	
Operaciones de mantenimiento	Periodo
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
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
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*: Estas operaciones podrán realizarse por el propio usuario, con el asesoramiento previo del mantenedor.	
m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.	
t: una vez por temporada (año).	
2 t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.	
* El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del Código Técnico de la Edificación.	

Vamos a ver, mediante un ejemplo, la aplicación del Real Decreto 238/2013 en el caso de una revisión del programa de prevención de una caldera de gasóleo de 65kW de potencia útil nominal de un edificio de viviendas. El día 1 de junio de 2014 se tiene el siguiente registro:

Datos de Registro		
Operaciones de mantenimiento	Estado	Fecha
Revisión general de la caldera	Apta	20 octubre 2013
Revisión de vaso de expansión	Apta	5 septiembre 2013
Limpieza del quemador de caldera	Apta	3 diciembre 2013
Comprobación y limpieza de circuito en chimenea	Apta	15 mayo 2013
Comprobación y limpieza del circuito de humos de caldera	Apta	15 mayo 2013

Habida cuenta de que no existe manual de uso y mantenimiento, ¿qué acciones debería de emprender los propietarios de la caldera?

Sobre la revisión del año 2013 podemos observar que están dentro de fecha:

- Revisión general de la caldera
- Revisión de vaso de expansión
- Limpieza del quemador de caldera

Y que deberían de haber pasado la revisión reglamentaria, y que deberán de hacerlo de forma inmediata:

- Comprobación y limpieza de circuito en chimenea
- Comprobación y limpieza del circuito de humos de caldera

Además deberán de revisarse de forma obligatoria e inmediata, debido a la actualización de la normativa los siguientes componentes de la instalación:

- Comprobación de estanqueidad de cierre entre quemador y caldera
- Comprobación de niveles de agua en circuitos, si los posee.
- Revisión del estado del aislamiento térmico
- Revisión del sistema de control automático

Los propietarios deberían de ponerse en contacto con la empresa mantenadora para que pasasen revisión de forma urgente aquellos elementos que no han sido revisados a fecha de 1 de junio de 2014 y de aquellos que por la nueva normativa han de revisarse.



Si no existiese manual de uso y mantenimiento para una instalación debaremos de proceder a realizar una para posteriores revisiones y que deberá de estar en consonancia con la legislación vigente.

---

### 1.2.2. Programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de ACS

El programa de mantenimiento preventivo en instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS) deberá de adaptarse a las características de las instalaciones a mantener.

En el caso de las instalaciones de ACS comunes, más adelante veremos aquellas con captadores solares térmicos, deberemos de seguir las instrucciones de mantenimiento que reflejen el manual de uso. Si no existiese un manual de uso y mantenimiento, y la instalación tuviera más de 70 kW de potencia útil nominal, el manual deberá de elaborarse por la empresa mantenadora. Asimismo deberá de contener aquellas operaciones para ACS que hemos visto reflejadas en el apartado anterior.

Para las instalaciones que no tengan manual de uso y mantenimiento, y además tengan una potencia menor a 70kW se llevarán a cabo las operaciones de mantenimiento que se citan a continuación. Las periodicidades están de acuerdo a la tabla 3.1 del Real Decreto 238/2013 y dependen del tipo, potencia y uso de la instalación.

- Revisión de aparatos exclusivos para la producción de ACS:  $P_n \leq 24,4 \text{ kW}$ .
- Revisión de aparatos exclusivos para la producción de ACS:  $24,4 \text{ kW} < P_n \leq 70 \text{ kW}$ .
- Revisión de los sistemas de tratamiento de agua.
- Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera.
- Comprobación de niveles de agua en circuitos.

- Comprobación de tarado de elementos de seguridad.
- Revisión y limpieza de filtros de agua.
- Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria.
- Revisión del estado del aislamiento térmico.
- Revisión del sistema de control automático.



Caldera de gas para la producción instantánea de ACS

Si nos encontrásemos con el caso de una instalación de ACS con **captadores solares** términos, nos veríamos en la necesidad de tener que sumar operaciones de mantenimiento a nuestra planificación preventiva. Estas operaciones vienen recogidas en la Orden FOM/1635/3013 por la que se actualiza el do-