

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍA DE MINAS Y  
ENERGÍA

## TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN  
Y AGUA CALIENTE (ACS) DE UNA VIVIENDA  
UNIFAMILIAR EN AMOROTO (BIZKAIA)***

***DOCUMENTO 3 – PLIEGO DE CONDICIONES***

**Alumno/Alumna:** Nicholson, Mendieta, Julen Carlos

**Director:** Teres, Zubiaga, Jon

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 6 de Noviembre de 2018

## ÍNDICE

|            |   |    |
|------------|---|----|
| 1          | PLIEGO DE CONDICIONES.....  | 4  |
| 1.1        | PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES .....                               | 4  |
| 1.1.1      | Pliego de Condiciones Generales Facultativas .....                  | 4  |
| 1.1.1.1    | Dirección Facultativa. Atribuciones .....                           | 4  |
| 1.1.1.2    | Dirección Técnica. Atribuciones.....                                | 4  |
| 1.1.1.3    | Constructor. Atribuciones.....                                      | 5  |
| 1.1.1.4    | Documentos del proyecto.....  | 5  |
| 1.1.1.4.1  | Libro de ordenes .....  | 5  |
| 1.1.1.4.2  | Reclamaciones contra las ordenes de la Dirección Facultativa .....  | 6  |
| 1.1.1.4.3  | Organización de la Obra.....  | 6  |
| 1.1.1.4.4  | Faltas de personal .....  | 7  |
| 1.1.1.5    | Ejecución de las obras.....   | 7  |
| 1.1.1.5.1  | Orden de ejecución de los trabajos .....                            | 7  |
| 1.1.1.5.2  | Plazos de ejecución .....   | 8  |
| 1.1.1.5.3  | Comienzo de la Obra. Ritmo de ejecución de los trabajos .....       | 8  |
| 1.1.1.5.4  | Facilidades para otros contratistas .....                           | 8  |
| 1.1.1.5.5  | Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor .. | 9  |
| 1.1.1.5.6  | Responsabilidad de la dirección en el retraso de las obras .....    | 9  |
| 1.1.1.5.7  | Obras ocultas .....   | 9  |
| 1.1.1.5.8  | Obras sin preinscripción.....                                       | 9  |
| 1.1.1.5.9  | Trabajos defectuosos.....   | 10 |
| 1.1.1.5.10 | Vicios ocultos .....  | 10 |
| 1.1.1.5.11 | Reconocimiento de los materiales.....                               | 11 |
| 1.1.1.5.12 | Presentación de muestras .....                                      | 11 |
| 1.1.1.5.13 | Materiales no utilizables .....                                     | 11 |
| 1.1.1.5.14 | Gastos ocasionados por pruebas o ensayos .....                      | 11 |
| 1.1.1.5.15 | Limpieza de las obras .....   | 12 |
| 1.1.1.5.16 | Recepción.....  | 12 |
| 1.1.2      | Pliego de Condiciones Generales Económicas .....                    | 13 |
| 1.1.2.1    | Relaciones valoradas.....   | 13 |
| 1.1.2.2    | Abonos de materiales y obras.....                                   | 13 |
| 1.1.2.3    | Descuento por obra defectuosa .....                                 | 13 |
| 1.1.2.4    | Revisión de precios y nuevas unidades.....                          | 14 |
| 1.1.2.5    | Abono de las obras.....   | 14 |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| 1.1.2.6    | Liquidaciones .....   | 15 |
| 1.1.2.7    | Variaciones.....  | 15 |
| 1.1.2.8    | Tramitación oficial .....   | 16 |
| 1.1.2.9    | Validez del presupuesto.....                                      | 16 |
| 1.1.3      | Pliego de Condiciones Generales Legales .....                     | 16 |
| 1.1.3.1    | Condiciones de contratación .....                                 | 16 |
| 1.1.3.1.1  | Elección de componentes .....                                     | 17 |
| 1.1.3.1.2  | Preinscripciones generales de la instalación .....                | 17 |
| 1.1.3.1.3  | Ejecución del proyecto.....                                       | 17 |
| 1.1.3.1.4  | Replanteo.....  | 17 |
| 1.1.3.1.5  | Acopio de materiales .....  | 18 |
| 1.1.3.1.6  | Protección .....  | 18 |
| 1.1.3.1.7  | Ruidos y vibraciones .....  | 18 |
| 1.1.3.1.8  | Accesibilidad .....   | 19 |
| 1.1.3.1.9  | Señalización.....   | 19 |
| 1.1.3.1.10 | Cooperación con otros contratistas.....                           | 19 |
| 1.1.3.1.11 | Limpieza .....  | 19 |
| 1.1.3.1.12 | Identificación de equipos.....                                    | 20 |
| 1.1.3.1.13 | Comprobación del circuito.....                                    | 20 |
| 1.1.3.1.14 | Prueba final de entrega.....                                      | 20 |
| 1.1.3.1.15 | Mantenimiento .....   | 20 |
| 1.1.3.1.16 | Derecho de rescisión.....   | 22 |
| 1.1.3.1.17 | Rescisión por incumplimiento del contrato .....                   | 22 |
| 1.1.3.1.18 | Liquidación en caso de rescisión.....                             | 22 |
| 1.1.3.1.19 | Cuestiones no previstas o reclamaciones.....                      | 23 |
| 1.2        | PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....                 | 24 |
| 1.2.1      | Objetivo .....  | 24 |
| 1.2.2      | Condiciones generales.....  | 24 |
| 1.2.3      | Condiciones de las instalaciones térmicas en la edificación ..... | 25 |
| 1.2.3.1    | Condiciones de eficiencia energética.....                         | 25 |
| 1.2.3.2    | Condiciones de bienestar e higiene .....                          | 26 |
| 1.2.3.3    | Condiciones de seguridad .....                                    | 26 |
| 1.2.3.4    | Protección frente a heladas .....                                 | 26 |
| 1.2.3.5    | Protección contra quemaduras y altas temperaturas .....           | 27 |
| 1.2.4      | Instalación de energía solar térmica para A.C.S.....              | 27 |
| 1.2.5      | Instalación de caldera de Biomasa para calefacción.....           | 34 |
| 1.2.6      | Fontanería .....  | 38 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1.3     | ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS .....          | 47 |
| 1.3.1   | Generalidades .....                                     | 47 |
| 1.3.2   | Aislamiento.....  | 48 |
| 1.3.3   | Instalación de energía solar térmica para A.C.S.....    | 49 |
| 1.3.3.1 | Colectores solares .....                                | 49 |
| 1.3.3.2 | Fluido caloportador.....                                | 50 |
| 1.3.3.3 | Acumulador.....   | 51 |
| 1.3.3.4 | Bomba de circulación.....                               | 52 |
| 1.3.3.5 | Vaso de expansión .....                                 | 54 |
| 1.3.3.6 | Sistema de control .....                                | 54 |
| 1.3.3.7 | Dimensionamiento básico .....                           | 55 |
| 1.3.3.8 | Sistema de apoyo auxiliar .....                         | 55 |
| 1.3.4   | Instalación de caldera de Biomasa para calefacción..... | 56 |
| 1.3.4.1 | Sala de caldera .....                                   | 56 |
| 1.3.4.2 | Caldera de biomasa.....                                 | 56 |
| 1.3.4.3 | Silo de almacenamiento.....                             | 58 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabla 1. | Características del captador solar escogido.....         | 50 |
| Tabla 2. | Características del inter-acumulador escogido.....       | 52 |
| Tabla 3. | Características de la bomba de circulación escogida..... | 53 |
| Tabla 4. | Características de la caldera escogida.....              | 57 |
| Tabla 5. | Características del silo de almacenamiento escogido..... | 59 |

# 1 PLIEGO DE CONDICIONES

## 1.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

Para comenzar se definirán las condiciones generales en una situación de reforma u obra como el acontecido en el trabajo mostrado. Para este tipo de obras se definen unas pautas a seguir entre los distintos niveles de jerarquía. De este modo tenemos al Contratista como al dueño de las viviendas que contrató los servicios de renovación de las viviendas, instalando el sistema de ACS y el sistema mixto de calefacción.

### 1.1.1 Pliego de Condiciones Generales Facultativas

#### 1.1.1.1 Dirección Facultativa. Atribuciones

La Dirección Facultativa estará especializada fundamentalmente en el control, organización y ejecución de las obras, vigilando la estricta observancia del proyecto y de las órdenes e instrucciones del Ingeniero Técnico Director.

Vigilará también el cumplimiento de las Normas y Reglamentos vigentes, ordenará la elaboración y puesta en obra de cada una de las unidades y de los sistemas constructivos; verificará la calidad de los materiales, dosificaciones y mezclas; comprobará las dimensiones, formas y disposición de los elementos resistentes y que su colocación y características respondan a los que se fijan en el proyecto.

Organizará a su vez la ejecución y utilización de las instalaciones provisionales y medios auxiliares y andamiajes a efectos de la seguridad, vigilará los encofrados, apeos, apuntalamiento y demás elementos resistentes auxiliares, incluido sus desmontajes.

Llevará también la medición de las unidades de obra construidas, así como la confección del calendario de obra, vigilando los plazos en él.

Por último, resolverá los problemas imprevisibles que puedan aparecer durante la ejecución dentro de la esfera de su competencia.

#### 1.1.1.2 Dirección Técnica. Atribuciones

Es atribución exclusiva del Ingeniero la dirección facultativa de la obra, así como la coordinación de todo el equipo técnico que en ella pudiera intervenir.

En tal sentido le corresponde realizar la interpretación técnica, económica y estética del proyecto, así como señalar las medidas necesarias para llevar a cabo el desarrollo de la obra estableciendo las adaptaciones, detalles complementarios y modificaciones precisas necesarias.

Estará obligado a prestar la asistencia necesaria, inspeccionando su ejecución, realizando personalmente las visitas necesarias y comprobando durante su transcurso que se cumplen las hipótesis del proyecto, introduciendo en caso contrario las modificaciones que crea oportunas en los casos imprevisibles que pudieran surgir.

También deberá fijar los precios contradictorios, redactar las certificaciones económicas de la obra ejecutada y las actas de comienzo y final de las mismas, y entregar a su debido tiempo todos los documentos que integran el proyecto.

La autoridad del Ingeniero es plena, pudiendo recabar la inalterabilidad del proyecto, salvo que expresamente renuncie a dicho derecho o fuera rescindido el convenio de prestación de servicios suscrito con el promotor, en los términos y condiciones legalmente establecidos.

### **1.1.1.3 Constructor. Atribuciones**

El constructor adjudicatario de la obra actuará de patrono legal aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los jornales que legalmente se establezcan, y en general, a todo cuanto se legisle al particular antes o durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de reclamar los sobrepagos o indemnizaciones a que haya lugar, según esta norma.

El constructor adjudicatario fijará su residencia próxima a la obra, y dará cuenta al director de la obra, nombrado por el adjudicador, de todo cambio o ausencia de la misma, designando entonces representante autorizado que los sustituya en ella.

Acompañará al director de la obra en sus visitas a las mismas y se presentará en su oficina cuando sea requerido para ello.

### **1.1.1.4 Documentos del proyecto**

#### **1.1.1.4.1 Libro de ordenes**

A la hora de interpretar, aclarar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones, indicaciones de los planos o croquis, las instrucciones y ordenes correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Director de Obra.

Las reclamaciones que crea oportuno hacer el Contratista en contra de cualquier disposición tomada por éstos, tendrá que ser dirigida, dentro del plazo de 3 días a quien requiera, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo si fuese necesario.

El Contratista podrá solicitar al Director de Obra, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Se entregará al constructor una copia de los planos y pliego de condiciones del proyecto, así como de cuantos planos o datos necesite para la completa y perfecta ejecución de la obra. Asimismo, el constructor podrá tomar nota o sacar copia de cualquier documento de este proyecto.

#### 1.1.1.4.2 Reclamaciones contra las ordenes de la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera realizar contra las órdenes o instrucciones originarias de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas a través del Director de Obra, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones de los Pliegos de Condiciones correspondientes.

En cambio, contra las disposiciones de orden técnico del Director de Obra, no se admitirán reclamaciones, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

#### 1.1.1.4.3 Organización de la Obra

El constructor adjudicatario actuará de patrono legal aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente se establezcan, y en general a todo cuanto se legisle, decrete y ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra, sin perjuicio de su derecho a reclamar los precios o indemnizaciones a que hubiere lugar, según esta norma.

Dentro de lo estipulado en el pliego de condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del constructor, a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

Este deberá, sin embargo, informar al Director de la obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le den en relación con estos extremos, sin perjuicio de reclamar las indemnizaciones o prórrogas a que se crea con derecho por efecto de estas órdenes debiendo comunicárselas al Director de la obra dentro de los ocho días de recibida la orden y siempre

antes de que pueda haber lugar a ellas, salvo los casos en que la orden haya sido dada, expresamente, con carácter de urgencia.

En las obras por administración, el constructor deberá dar cuenta diaria al director de la obra de la administración de personal y compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos se hayan de efectuar para los contratos de trabajo, compra de material, alquileres, cuyos precios, gastos o salarios sobrepasen más del 5% de los normales del mercado, solicitará la aprobación previa del Director de la obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, de lo que dará cuenta posteriormente.

En caso de urgencia o de gravedad, el Director de la obra podrá asumir personalmente, y bajo su responsabilidad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en la forma que establezca el apartado correspondiente, debiendo el constructor poner a su disposición el personal y material de la obra.

#### 1.1.1.4.4 Faltas de personal

El Director de Obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá solicitar al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

#### 1.1.1.5 Ejecución de las obras

El adjudicatario deberá tener al frente de los trabajadores un Técnico suficientemente especializado a juicio del Director de la obra.

##### 1.1.1.5.1 Orden de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricto rigor y con gran sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Contratista, en función de los límites del presupuesto.

En términos generales, la especificación del orden de los trabajos es responsabilidad de la contrata, excepto en aquellos casos en los que, por particularidades del orden técnico, considere conveniente su adaptación la Dirección Facultativa.

#### 1.1.1.5.2 Plazos de ejecución

Los plazos de ejecución totales y parciales indicados en el contrato empezarán a contar a partir de la fecha en que se comunique al constructor la adjudicación de la obra.

Los retrasos debidos a causas ajenas a la voluntad de éste, serán motivo de prórroga. El retraso en el pago de cualquier valoración superior a dos meses a partir de la fecha de la misma, se considerará motivo de prórroga por igual plazo.

Los aumentos de obra prorrogarán proporcionalmente el importe de los plazos si éstos no exigen un plazo especial.

#### 1.1.1.5.3 Comienzo de la Obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El contratista será el encargado de dar comienzo a las obras en el plazo marcado por el Pliego de Condiciones Particulares, llevándolas a cabo en las formas necesarias para que dentro de los periodos parciales señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, a la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo determinado en el contrato.

Se desarrollarán en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De forma obligatoria y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta al Director de Obra del comienzo de los trabajos por lo menos con tres días de antelación.

Cuando las órdenes del director de la obra no sean debidamente atendidas por el constructor, podrá aquel aplicar retenciones en las valoraciones provisionales hasta el 5% de las mismas.

#### 1.1.1.5.4 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra.

#### 1.1.1.5.5 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Por motivos ajenos, toda clase de imprevistos o por cualquier accidente, cuando sea preciso ampliar el proyecto no se tendrán que interrumpir los trabajos, continuándose según las instrucciones ofrecidas por el Director de la Obra en particular, en cuanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

En los casos en los que, por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, o incluso tuviese que suspenderlas, se otorgará una prórroga proporcionada para el completo cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá en escrito dirigido al Director de Obra, las causas que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando correctamente y debidamente la prórroga que por dicha causa es solicitada.

#### 1.1.1.5.6 Responsabilidad de la dirección en el retraso de las obras

El Contratista nunca podrá excusarse de no cumplir los plazos de obra determinados, argumentando como causa la falta de planos u órdenes por parte de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado con tiempo y por escrito no se le hubiesen proporcionado a él.

#### 1.1.1.5.7 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la obra se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Director de Obra; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### 1.1.1.5.8 Obras sin preinscripción

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos.

Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se dará al Contratista las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

#### 1.1.1.5.9 Trabajos defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la mala calidad de los materiales empleados o aparatos establecidos, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

En consonancia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra advierta defectos o vicios en los trabajos mencionados, o que los materiales empleados y/o los aparatos colocados no reúnan las condiciones prestablecidas, tanto en el curso de la ejecución de los trabajos como en los finalizados, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y/o reconstrucción, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

#### 1.1.1.5.10 Vicios ocultos

Cuando el Director de Obra tenga razones fundamentadas para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, podrá ordenar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, los ensayos destructivos o no, que crea convenientes para el reconocimiento de aquellos trabajos que considere o crea defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

#### 1.1.1.5.11 Reconocimiento de los materiales

El Constructor podrá utilizar los materiales que cumplan las condiciones indicadas en los Pliegos de Condiciones, que forman parte del contrato de adjudicación, sin necesidad de reconocimiento previo del Director de obra, siempre y cuando se trate de materiales de procedencia reconocida y suministros normales, sin perjuicio de orden en contrario, dada por el mencionado Director de obra, el cual, en caso de hacer reconocimiento, lo ejecutará siempre en un plano que no paralice los trabajos.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Director de Obra una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las especificaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### 1.1.1.5.12 Presentación de muestras

A petición del Director de Obra, el Contratista le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### 1.1.1.5.13 Materiales no utilizables

El Contratista, a su costa, colocará y transportará, agrupándolos correctamente y en un lugar adecuado, todos esos materiales que no puedan ser utilizados en la obra procedentes de derribos, etc.

Se llevarán al vertedero o se retirarán de la obra cuando estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de la obra cuando el Director de Obra lo indique.

#### 1.1.1.5.14 Gastos ocasionados por pruebas o ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### 1.1.1.5.15 Limpieza de las obras

El Contratista tiene la obligación del mantenimiento correcto y limpio de las obras y sus alrededores, tanto de materiales sobrantes como de los escombros, de hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no son necesarias, así como de adoptar también las medidas necesarias y de ejecutar los trabajos que son necesarios para que la obra pueda ofrecer un buen aspecto.

Además, el instalador tendrá que confeccionar un completo Manual de Instrucciones, que como mínimo deberá contener una serie de documentos. Un esquema de la instalación en el que cada aparato sea fácilmente identificado. Instrucciones concretas de manejo y seguridad, así como de las operaciones de mantenimiento y conservación. La frecuencia y formas de limpiar los aparatos. Como también los límites de dureza tolerados por el agua de alimentación de la instalación e instrucciones sobre el equipo de tratamiento de agua, cuando éste exista.

#### 1.1.1.5.16 Recepción

- Recepción provisional: Una vez terminadas las obras, en los quince días siguientes a la petición del constructor, se hará la recepción provisional de las mismas por el adjudicador, requiriendo para ello la presencia del Director de la obra y del representante de constructor y levantándose por duplicado el acta correspondiente que firmarán las partes.
- Recepción definitiva: Al cumplirse el plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva mediante las pruebas consiguientes. Si los resultados fueran satisfactorios, se levantará acta en la que se hará constar el resultado de las demás pruebas unificadas durante el periodo de garantía.

## **1.1.2 Pliego de Condiciones Generales Económicas**

### **1.1.2.1 Relaciones valoradas**

Se hará, entre el Director de la obra, y el representante del constructor, una valoración de la obra ejecutada, con arreglo a los precios establecidos y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación. La comprobación y aceptación deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo de 15 días.

Cuando el importe al origen de obra, con arreglo a los precios de adjudicación suba más que el importe correspondiente a los precios fijados en el proyecto rebajados o elevados en la proporción entre el presupuesto de adjudicación y el de proyecto, se abonará, en estas liquidaciones provisionales, el importe correspondiente a éstos últimos si la diferencia es menos del 10%, y en caso contrario, a los precios de adjudicación, menos este 10%.

### **1.1.2.2 Abonos de materiales y obras**

Cuando a juicio del Director de obra no haya peligro de que desaparezcan los materiales acopiados, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. El Director de obra podrá exigir del constructor la garantía necesaria, para evitar la salida o deterioro de los materiales abonados sin que éste releve a aquel de su responsabilidad sobre la conservación de los mismos.

Las relaciones valoradas se abonarán dentro del mes siguiente a la fecha de redacción. Cualquier retraso sobre estos plazos será indemnizado con el interés oficial para efectos comerciales, fijado por el Banco de España, para el descuento de certificaciones más el 1% de quebranto el primer mes.

### **1.1.2.3 Descuento por obra defectuosa**

En el caso de observarse defecto en las obras, con relación a lo exigido en el pliego de condiciones admisibles a juicio del Director de obra, podrá éste proponer al constructor la aceptación de las mismas con la rebaja que estime oportuna. De no conformarse el constructor con la rebaja, podrá solicitar disminución o anulación de la rebaja, que será fijada por la comisión arbitral. De no conformarse tampoco con ella, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de toda la parte de obra afectada por los defectos señalados.

El Director de obra podrá ordenar la inspección o ensayo de cualquier elemento por el método que juzgue más conveniente e incluso la demolición de parte de la misma, cuando no hay otro medio más económico de asegurarse la ausencia de defectos, siendo de cuenta del adjudicador todos los gastos de no aparecer defectos con relación al Pliego de condiciones de la

obra, y de cuenta del constructor en caso contrario. No podrá hacerse descuento por obra defectuosa en la que se hayan seguido con exactitud las órdenes del Director de la obra.

#### **1.1.2.4 Revisión de precios y nuevas unidades**

Los precios se revisarán siempre que por disposición de los organismos competentes resulten modificadas las condiciones económicas de los costes o precios elementales de la descomposición de precios, aneja al contrato, atendándose para el cálculo de la modificación del precio estrictamente al resultado y aplicar los aumentos o disminuciones de costes antedichas a la partida elemental, y solamente, si se representa una diferencia inferior al 5% del precio elemental.

La parte interesada según se trate de aumento o disminución, deberá advertírselo a la otra oportunamente al producirse en la obra el sobrecoste o economía consiguiente.

Cuando el Director de la obra ordene la ejecución de unidades no incluidas en el cuadro de precios de la adjudicación, se discutirá entre él mismo y el constructor sobre la base de los precios unitarios parciales de las descomposiciones presentadas y justificando los que no se encuentren en ellas.

Estos precios se pasarán a la aprobación del adjudicador, y en caso de no ser aprobados serán válidos para las obras ejecutadas hasta el momento de notificar al constructor la no aprobación.

Si no hubiera acuerdo entre el constructor y el adjudicador, quedará aquel relevado del compromiso de su ejecución, pero el adjudicatario podrá utilizar los medios instalados en la obra pagando un canon diario, siempre que no perjudiquen la organización general de la obra.

#### **1.1.2.5 Abono de las obras**

Las relaciones valoradas se abonarán dentro del mes siguiente a la fecha de redacción. Cualquier retraso sobre estos plazos será indemnizado con el interés oficial para efectos comerciales, fijado por el Banco de España, para el descuento de certificaciones más el 1% de quebranto el primer mes.

### 1.1.2.6 Liquidaciones

- Liquidación provisional:

Dentro de los dos meses siguientes a la recepción provisional de toda o parte de la obra, se hará la valoración de la misma por el Director de obra o por el constructor a los precios de adjudicación revisados, con las cubicaciones, planos y referencias necesarias para su fácil comprobación, siguiendo las instrucciones del Director de obra.

La comprobación, aceptación o reparo por cualquiera de las partes deberá quedar terminado en el plazo de un mes, pudiendo recurrir cualquiera de las partes a la comisión arbitral en caso contrario.

En las obras por administración interesada se abonará igualmente sobre la totalidad de los gastos el tanto por ciento fijo estipulado en el contrato, y se descontará o añadirá el tanto por ciento fijado sobre la diferencia del importe que así resulta y el que obtendría de hacer la liquidación a los precios de la adjudicación, más la partida que se obtenga. En caso de no llegar a un acuerdo, el constructor podrá quedarse con el material por el valor asignado por el adjudicatario.

- Liquidación definitiva:

En iguales condiciones se hará la liquidación definitiva de las obras al hacerse la recepción definitiva.

La fianza se devolverá en el mes siguiente a la aprobación de la liquidación, previa presentación de la oportuna certificación de la alcaldía de no haber reclamaciones de terceros por daños o por deudas de jornales, materiales o elementos auxiliares de cuenta del constructor. Si la fianza no bastara, al cumplir el déficit de liquidación se procederá al reintegro de la diferencia con arreglo a lo dispuesto en la legislación vigente.

En caso de recepción parcial, se hará la liquidación parcial, devolviéndose la parte de fianza proporcional al importe de la obra recibida.

### 1.1.2.7 Variaciones

El contratista se verá obligado a aceptar las modificaciones que por escrito le ordene la administración, siempre que éstas no supongan en más o en menos, una variación superior al 20 % del presupuesto. En el caso de que la variación sea más, se le abonará al contratista el importe de la modificación, y si fuese menos, se deducirán del presupuesto la partida suprimida, o el importe de la parte reducida, sin que el adjudicatario tenga derecho a reclamar ninguna indemnización con pretexto de pretendidos beneficios que hubiese podido obtener en la parte reducida o suprimida.

En caso contrario, el contratista tendrá derecho a aceptar por ejercitarla o por rescindir la contrata sin pérdida de fianza.

#### **1.1.2.8 Tramitación oficial**

Serán por cuenta del contratista los trámites necesarios entre los organismos interesados para la legalización de la instalación.

Todos los gastos, incluidas las copias del proyecto que se produzcan, serán también por su cuenta. Será responsable de cualquier demora que den lugar los fallos en esta tramitación.

#### **1.1.2.9 Validez del presupuesto**

El presupuesto del proyecto será válido por un periodo máximo de 30 días transcurridos los cuales se aplicará sobre la totalidad de éste, el incremento o la disminución en porcentaje igual al que el estado publique en concepto de incremento de precios, no pudiendo sobrepasar en ningún caso el índice de fluctuación oficial.

### **1.1.3 Pliego de Condiciones Generales Legales**

#### **1.1.3.1 Condiciones de contratación**

El montaje de las instalaciones sujetas a este Reglamento deberá ser ejecutado por una empresa registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE 11. Se aplicarán todas las previstas en la IT.IC.16 del Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria.

El Contratista estará obligado a cumplir rigurosamente lo dispuesto en la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, así como el RD1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

#### 1.1.3.1.1 Elección de componentes

Todos los materiales utilizados en el montaje de la instalación corresponden a los de mayor fiabilidad de los que se encuentran en el mercado, cumpliendo a su vez, todas y cada una de las condiciones de trabajo a que éstos se someten.

#### 1.1.3.1.2 Preinscripciones generales de la instalación

El montaje de las instalaciones sujetas a este Reglamento deberá ser ejecutado por una empresa registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE 11.

Se aplicarán todas las previstas en la IT.IC.16 del Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria.

#### 1.1.3.1.3 Ejecución del proyecto

Tanto el montaje como el mantenimiento de las instalaciones sujetas a este Reglamento deberá ser ejecutado por una empresa registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE 11, siendo la principal condición esta. "La ejecución de las instalaciones sujetas a este reglamento solamente puede ser realizada por empresas que estén registradas como empresas instaladoras en la especialidad adecuada a la instalación de que se trate". Tal instrucción técnica también fija la condición de la empresa mantenedora.

La empresa instaladora seguirá estrictamente los criterios expuestos en los documentos del proyecto de la instalación. Como también deberá efectuar croquis y esquemas detallados de equipos, aparatos que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación. Los planos de detalle podrán ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del equipo o aparato.

#### 1.1.3.1.4 Replanteo

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación del director de la instalación.

#### 1.1.3.1.5 Acopio de materiales

La empresa instaladora ira almacenando en lugar establecido de antemano todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades. Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

Los embalajes de los componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección. Externamente al embalaje y en lugar visible se colocarán etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada de la obra se comprobará que las características técnicas de todos los materiales corresponden con las especificadas en proyecto.

#### 1.1.3.1.6 Protección

Durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados, se deberán proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos...

Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, estas deberán recubrirse con pinturas antioxidantes, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento. Especial cuidado se tendrá hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida..., que deberán quedar especialmente protegidos.

#### 1.1.3.1.7 Ruidos y vibraciones

Toda la instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en este reglamento.

Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en proyecto.

#### 1.1.3.1.8 Accesibilidad

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento deben situarse en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control... que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se preverá un sistema de acceso fácil por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso será suministrada durante la fase de montaje y quedará reflejada en los planos finales de la instalación.

#### 1.1.3.1.9 Señalización

Las conducciones de la instalación deben estar señalizadas con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, en el caso de que lo tengan, de acuerdo con lo indicado en UNE 100.100.

#### 1.1.3.1.10 Cooperación con otros contratistas

La empresa instaladora deberá cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

#### 1.1.3.1.11 Limpieza

Durante el curso del montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes....

Asimismo, al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos..., dejándolos en perfecto estado.

#### 1.1.3.1.12 Identificación de equipos

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indicaran el nombre y las características técnicas del elemento.

En los cuadros eléctricos los bornes de salida deben tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

#### 1.1.3.1.13 Comprobación del circuito

Una vez terminado el montaje se efectuarán los siguientes controles:

- Verificar sentido de la bomba.
- Verificar sentido de las válvulas anti-retorno.
- Colocación de sondas de temperatura.
- Verificar la inexistencia de fugas.
- Comprobar la correcta puesta en marcha y parada del grupo de control.
- Ajustar el caudal del circuito primario para un óptimo rendimiento.
- Vigilar la presión de los circuitos y verificar si existen o no golpes de ariete.

#### 1.1.3.1.14 Prueba final de entrega

Antes de dar por finalizada la ejecución del proyecto se someterá a la instalación a una prueba en iguales condiciones a las que va a ser empleada normalmente.

#### 1.1.3.1.15 Mantenimiento

Toda la instalación seguirá el plan de vigilancia y mantenimiento preventivo que se establece en el capítulo 4 de la HE4 “Contribución solar mínima” del Código Técnico de la Edificación.

En determinados supuestos se podrá adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en el presente Pliego de Condiciones Técnicas, siempre y cuando quede suficientemente justificada su necesidad, sean además aprobadas por el Ingeniero-Director y no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad y de eficiencia energética especificadas en el mismo.

Asimismo, su ámbito se extiende y aplica a las Instalaciones Térmicas en los Edificios de nueva construcción y a las de los edificios construidos, en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección, con las limitaciones que en el mismo se determinan,

entendiéndose como reforma de una instalación térmica todo cambio que se efectúe en ella y que suponga una modificación del proyecto o memoria técnica con el que fue ejecutada y registrada. En tal sentido, se consideran reformas las que estén comprendidas en alguno de los siguientes casos:

- La incorporación de nuevos subsistemas de climatización o de producción de agua caliente sanitaria o la modificación de los existentes.
- La sustitución por otro de diferentes características o ampliación del número de equipos generadores de calor o de frío.
- El cambio del tipo de energía utilizada o la incorporación de energías renovables.
- El cambio de uso previsto del edificio.
- Igualmente será de aplicación a las instalaciones térmicas existentes en cuanto se refiere a su mantenimiento, uso e inspección.

En cumplimiento de limitación de la demanda energética, sección HE 1 del CTE, se aplicará:

- Edificios de nueva construcción.
- Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.

Excluyéndose del campo de aplicación:

- Edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas.
- Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- Edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

Asimismo, y por aplicación de lo señalado por el CTE-HE-4 “Contribución solar mínima de Agua Caliente Sanitaria” se extiende este ámbito a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

#### 1.1.3.1.16 Derecho de rescisión

El constructor podrá rescindir el contrato en los casos siguientes:

- a) Cuando las variaciones introducidas en la obra aumenten o disminuyan el importe total de ésta en más de un 20%.
- b) Cuando por razones ajenas al constructor, pase más de un año sin poder trabajar en la obra, en una escala equivalente a la mitad de la prevista, con arreglo al plazo establecido.
- c) Cuando se retrase más de seis meses el pago de alguna relación valorada.

En caso de rescisión sin incumplimiento de contrato por parte del constructor, éste tendrá derecho al cobro de los gastos no resarcibles efectuados hasta la fecha de la notificación y valorados contradictoriamente, más un 3% de la obra que reste por ejecutar.

#### 1.1.3.1.17 Rescisión por incumplimiento del contrato

En el caso de retraso injustificado sobre los plazos fijados se impondrá al constructor una multa del 1,5% del presupuesto por cada 1% de retraso respecto al plazo.

Los retrasos superiores al 25%, así como los incumplimientos de contrato, serán motivo suficiente para su rescisión con pérdidas de fianza, aparte de las responsabilidades que quepan al constructor con arreglo al Código Civil.

#### 1.1.3.1.18 Liquidación en caso de rescisión

En caso de rescisión se hará una liquidación única, que será la definitiva con arreglo a lo estipulado en este pliego.

El constructor además es responsable de todos sus bienes con arreglo al código.

#### 1.1.3.1.19 Cuestiones no previstas o reclamaciones

Todas las cuestiones que pudieran surgir sobre interpretación, perfeccionamiento y cumplimiento de las condiciones del contrato entre el adjudicador y el constructor serán resueltas por la comisión arbitral.

La comisión arbitral deberá dictar resolución después de oídas las partes dentro de los quince días siguientes al planteamiento del asunto ante la misma. Durante este plazo el constructor deberá acatar las órdenes del Director de Obra sin perjuicio de reclamar las indemnizaciones correspondientes si la resolución le fuese favorable.

Entre las resoluciones dictadas por la comisión arbitral figurará en todo caso la proposición en que cada una de las partes deberá participar en el abono de los honorarios de las personas que forman la comisión y de los peritos cuyo informe haya sido solicitado por ella.

## 1.2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 1.2.1 Objetivo

Este Pliego de Condiciones Técnicas tiene como objeto fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria y establecer los requisitos exigibles a los recintos que alberguen calderas de agua caliente o vapor para calefacción y/o usos sanitarios que utilicen combustibles gaseosos, o sus propias instalaciones de gas y sus requisitos de ventilación.

Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología. El ámbito de aplicación de este pliego de condiciones técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este Pliego de Condiciones Técnicas, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

### 1.2.2 Condiciones generales

Este pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares térmicas destinadas a la producción de agua caliente de uso sanitario o para procesos industriales. A su vez se podrá aplicar también a instalaciones de calefacción.

Para otros usos, se considerarán aquellas condiciones técnicas marcadas en este Pliego que, según la finalidad de la instalación, le puedan ser de aplicación, debiendo tenerse en cuenta complementariamente aquellos criterios de diseño, dimensionado y cálculo, definición de componentes y materiales, condiciones de montaje, pruebas de recepción, alcance de los manuales y requerimientos del contrato de mantenimiento que den como resultado una instalación con un nivel de calidad y de exigencia mayor o igual al que este Pliego considera para los usos antes indicados de agua caliente y procesos industriales.

El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo a lo especificado en el presente PCT.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares térmicas, según se dispone en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE).

- Decreto 2413/1973 de 20 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Norma Básica de la edificación (NBE), cuando sea aplicable.
- Directivas europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

### 1.2.3 Condiciones de las instalaciones térmicas en la edificación

El objeto de las condiciones de las Instalaciones Térmicas en la Edificación en el presente Pliego de Condiciones están fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, el cual tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

#### 1.2.3.1 Condiciones de eficiencia energética

Las instalaciones térmicas se diseñan, calculan, se ejecutan, mantienen y se utilizan de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las mismas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero (Cambio Climático) y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales, cumpliendo los requisitos siguientes:

- a) Rendimiento energético: los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento energético máximo.
- b) Distribución de calor y frío: los equipos y las conducciones (redes de distribución de los fluidos portadores) de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.
- c) Regulación y control: las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.
- d) Utilización de energías renovables: las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.

### 1.2.3.2 Condiciones de bienestar e higiene

La instalación térmica se diseña, calcula, ejecuta, mantiene y debe utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de Agua Caliente Sanitaria aceptable para los usuarios de las edificaciones sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo los requisitos siguientes:

- a) Calidad térmica del ambiente: Mantenimiento de los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.
- b) Calidad del aire interior: Mantenimiento de una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los mismos.
- c) Higiene: Proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas. La temperatura del agua de retorno al sistema de preparación y acumulación de agua caliente para usos sanitarios RACS será mayor que 50°C, ya que esta temperatura es suficiente para que la proliferación de la legionela esté controlada.

### 1.2.3.3 Condiciones de seguridad

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

### 1.2.3.4 Protección frente a heladas

Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior soportarán la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura sea inferior a 0 °C, estará protegido contra las heladas.

### **1.2.3.5 Protección contra quemaduras y altas temperaturas**

Se instalará un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C, en los puntos de consumo que puedan exceder de 60 °C aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Las superficies calientes de los emisores de calor accesibles a los usuarios tendrán una temperatura menor que 80 °C, salvo cuando estén protegidas contra contactos. En cualquier caso, la temperatura de las superficies con las que exista posibilidad de contacto no será mayor que 60 °C.

### **1.2.4 Instalación de energía solar térmica para A.C.S.**

#### **Descripción**

Sistemas solares de calentamiento prefabricados: son lotes de productos con una marca registrada, equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas. A su vez pueden ser: sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria; sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria; sistemas con captador-depósito integrados para agua caliente sanitaria.

Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos: son sistemas contruidos de forma única o montándolos a partir de una lista de componentes.

Según la aplicación de la instalación, esta puede ser de diversos tipos: para calentamiento de aguas, para usos industriales, para calefacción, para refrigeración, para climatización de piscinas, etc.

#### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Unidad de equipo completamente recibida y/o terminada en cada caso; todos los elementos específicos de las instalaciones, como captadores, acumuladores, intercambiadores, bombas, válvulas, vasos de expansión, purgadores, contadores, etc.

El resto de elementos necesarios para completar dicha instalación, ya sea instalaciones eléctricas o de fontanería se medirán y valorarán siguiendo las recomendaciones establecidas en los capítulos correspondientes de las instalaciones de electricidad y fontanería.

Los elementos que no se encuentren contemplados en cualquiera de los dos casos anteriores se medirán y valorarán por unidad de obra proyectada realmente ejecutada.

#### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- **Condiciones previas.**

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño. Durante el montaje, se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Según el CTE DB HE 4 apartado 3.2.2, se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

Cuando sea imprescindible usar en un mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y con el fluido de trabajo. No se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado para permitir elevaciones de la temperatura por encima de 60°C. Cuando el material aislante de la tubería y accesorios sea de fibra de vidrio, deberá cubrirse con una protección no inferior a la proporcionada por un recubrimiento de venda y escayola. En los tramos que discurren por el exterior se terminará con pintura asfáltica.

### **Proceso de ejecución**

- **Ejecución**

En general, se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes. En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, se aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C, deberá estar protegido contra heladas.

- Sistema de captación:

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos. Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura. Se evitará que los captadores queden expuestos al sol por periodos prolongados durante su montaje. En este periodo las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

- Conexionado:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.2, el conexionado de los captadores se realizará prestando especial atención a su estanqueidad y durabilidad.

Se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos, conectadas entre sí en paralelo, en serie ó en serieparalelo. Se instalarán válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Además, se instalará una válvula de seguridad por cada fila. Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo, cuyo número tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

Si la instalación es exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie hasta 10 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m<sup>2</sup> en la zona climática III y hasta 6 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas IV y V.

Los captadores se dispondrán preferentemente en filas formadas por el mismo número de elementos. Se conectarán entre sí instalando válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Los captadores se pueden conectar en serie o en paralelo. El número de captadores conexionados en serie no será superior a tres. En el caso de que la aplicación sea de agua caliente sanitaria no deben conectarse más de dos captadores en serie.

- Estructura soporte:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.3, la estructura soporte del sistema de captación cumplirá las exigencias del CTE en cuanto a seguridad estructural. Permitirá las dilataciones térmicas, sin transferir cargas a los captadores o al circuito hidráulico. Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, área de apoyo y posición relativa, para evitar flexiones en el captador. La propia estructura no arrojará sombra sobre los captadores.

En caso de instalaciones integradas que constituyan la cubierta del edificio, cumplirán las exigencias de seguridad estructural y estanqueidad indicadas en la parte correspondiente del CTE y demás normativa de aplicación.

- Sistema de acumulación solar:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.1, el sistema de acumulación solar estará constituido preferentemente por un solo depósito de configuración vertical, ubicado en zonas interiores, aunque podrá dividirse en dos o más depósitos conectados entre sí. Se ubicará un termómetro de fácil lectura para controlar los niveles térmicos y prevenir la legionelosis. Para un volumen mayor de 2 m<sup>3</sup>, se instalarán sistemas de corte de flujos al exterior no intencionados.

Los acumuladores se ubicarán preferentemente en zonas interiores. Si los depósitos se sitúan por encima de la batería de captadores se favorece la circulación natural. En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible. Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, estos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrado. La conexión de los acumuladores permitirá su desconexión individual sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

- Sistema de intercambio:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.4, en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último.

- Aislamiento:

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. El aislamiento no quedará interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos en material aislante. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Para la protección del material aislante situado en intemperie se podrá utilizar una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas.

Después de la instalación del aislante térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volantes, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

- Circuito hidráulico:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.2, las conexiones de entrada y salida se situarán evitando caminos preferentes de circulación del fluido. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador, se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo. La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste. La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizará por la parte inferior y la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.2, la longitud de tuberías del circuito hidráulico será tan corta como sea posible, evitando los codos y pérdidas de carga. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tuberías de intemperie serán protegidas de forma continua contra las acciones climatológicas con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos. En el trazado del circuito deberán evitarse, en lo posible, los sifones invertidos. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

- Tuberías:

La longitud de las tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general. El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación. Las tuberías se instalarán lo más próximas posibles a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. La distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación. Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o el enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas. En ningún caso se permitirán soldaduras en tuberías galvanizadas. Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

- Bombas:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.3, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, con el eje de rotación en posición horizontal. En instalaciones superiores a 50 m<sup>2</sup> se montarán dos bombas iguales en paralelo. En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la indicada en el apartado citado.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de estas. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres.

- Vasos de expansión:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.4, los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba, a una altura tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

- Purga de aire:

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.5, se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.

Se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de batería de captadores y en todos los puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado. Las líneas de purga deberán estar colocadas de tal forma que no se puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas. Los botellines de purga estarán en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles. Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

- **Condiciones de terminación**

Al final de la obra, se deberá limpiar perfectamente todos los equipos, cuadros eléctricos, etc., de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado. Una vez instalados, se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles. Al término de la instalación, e informada la dirección facultativa, el instalador autorizado emitirá la documentación reglamentaria que acredite la conformidad de la instalación con la Reglamentación vigente.

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

Durante la ejecución se controlará que todos los elementos de la instalación se instalen correctamente, de acuerdo con el proyecto, con la normativa y con las instrucciones expuestas anteriormente.

- **Ensayos y pruebas**

Las pruebas a realizar serán:

- Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Se probará hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar.
- Comprobar que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga no están obturadas y están en conexión con la atmósfera.
- Comprobar la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.
- Comprobar que alimentando eléctricamente las bombas del circuito entran en funcionamiento.
- Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación.

Se rechazarán las partes de la instalación que no superen satisfactoriamente los ensayos y pruebas mencionados.

### **Conservación y mantenimiento**

Durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que este pueda prolongarse, se procederá a taponar los captadores.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

## 1.2.5 Instalación de caldera de Biomasa para calefacción

### Descripción

Instalación de calefacción que se emplea en edificios para modificar la temperatura de su interior, con la finalidad de conseguir el confort deseado.

### Criterios de medición y valoración de unidades

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación como calderas, radiadores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

### Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

#### Características técnicas de cada unidad de obra

- **Condiciones previas: Soporte**

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías se colocarán con tacos y tornillos sobre tabiques, con una separación máxima entre ellos de 2 m.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros, según RITE-ITE 05.2.4.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

- Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico, y en ningún caso se soldarán al tubo.
- Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc. (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre, etc.).
- Se evitarán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.
- No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.
- Para la fijación de los tubos se evitará la utilización de acero/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero/yeso (incompatible).
- El recorrido de las tuberías no deberá atravesar chimeneas ni conductos.

### **Proceso de ejecución**

#### **• Ejecución**

El instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el proyecto, y en caso contrario se redefinirá según el criterio y bajo la supervisión de la dirección facultativa. Se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación en presencia de esta, procediendo a la colocación de la caldera, bombas y vaso de expansión cerrado.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos y encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre los tubos de la instalación de calefacción y tuberías vecinas. Se deberá evitar la proximidad con cualquier conducto eléctrico.

Antes de su instalación, las tuberías deberán reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

Las calderas y bombas de calor se colocarán en bancada o paramento según recomendaciones del fabricante, quedando fijadas sólidamente. Las conexiones roscadas o embridadas irán selladas con cinta o junta de estanquidad de manera que los tubos no produzcan esfuerzos en las conexiones con la caldera. Alrededor de la caldera se dejarán espacios libres para facilitar labores de limpieza y mantenimiento. Se conectará al conducto de evacuación de humos y a la canalización del vaso de expansión si este es abierto.

Los conductos de evacuación de humos se instalarán con módulos rectos de cilindros concéntricos con aislamiento intermedio, conectados entre sí con bridas de unión normalizadas.

Se montarán y fijarán las tuberías y conductos ya sean vistas o empotradas en rozas que posteriormente se rellenarán con pasta de yeso. Las tuberías y conductos serán como mínimo del mismo diámetro que las bocas que les correspondan, y en el caso de circuitos hidráulicos se realizarán sus uniones con acoplamientos elásticos. Cada vez que se interrumpa el montaje se taparán los extremos abiertos.

Las tuberías y conductos se ejecutarán siguiendo líneas paralelas y a escuadra con elementos estructurales y con tres ejes perpendiculares entre sí, buscando un aspecto limpio y ordenado. Se colocarán de forma que dejen un espacio mínimo de 3 cm para la posterior colocación del aislamiento térmico y de forma que permitan manipularse y sustituirse sin desmontar el resto. En caso de conductos para gases con condensados, tendrán una pendiente de 0,5% para evacuar los mismos.

Las uniones, cambios de dirección y salidas se podrán hacer mediante accesorios soldados o roscados, asegurando la estanquidad de las uniones mediante pintura de las roscas con minio o empleando estopas, pastas o cintas. Si no se especifica, las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.

Las unidades terminales de consumo (radiadores, convectores, etc.), se fijarán sólidamente al paramento y se nivelarán, con todos sus elementos de control, maniobra, conexión, visibles y accesibles.

Se realizará la conexión de todos los elementos de la red de distribución de agua o aire, de la red de distribución de combustible, y de la red de evacuación de humos, así como el montaje de todos los elementos de control y demás accesorios.

- **Condiciones de terminación**

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deberán ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, eliminando polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En caso de A.C.S. se medirá el PH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5. (RITE-ITE 06.2).

### **Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

- Calderas:

Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.

- Canalizaciones, colocación:

Diámetro distinto del especificado.

Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.

Buscar que los elementos de fijación no estén en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con las especificaciones de proyecto.

Comprobar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.

- En el calorifugado de las tuberías:

Existencia de pintura protectora.

Espesor de la coquilla se corresponde al del proyecto.

Distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 2 cm.

- Colocación de manguitos pasamuros:

Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 1 cm.

- Colocación del vaso de expansión:

Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.

- Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental, etc. Uniones roscadas o embridadas con elementos de estanquidad.

- Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento. Uniones. Existencia de purgador.

- **Ensayos y pruebas**

Prueba hidrostática de las redes de tuberías (ITE 06.4.1 del RITE): una vez lleno el circuito de agua, purgado y aislado el vaso de expansión, la bomba y la válvula de seguridad, se someterá antes de instalar los radiadores, a una presión de vez y media la de su servicio, siendo siempre como mínimo de 6 bar, y se comprobará la aparición de fugas. Se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y

midiendo presiones, y finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

Posteriormente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

Pruebas de redes de conductos (ITE 06.4.2 del RITE): se realizará taponando los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Pruebas de libre dilatación (ITE 06.4.3 del RITE): las instalaciones equipadas con calderas, se elevarán a la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Eficiencia térmica y funcionamiento (ITE 06.4.5 del RITE): se medirá la temperatura en locales similares en planta inferior, intermedia y superior, debiendo ser igual a la estipulada en el proyecto, con una variación admisible de  $\pm 2$  °C. El termómetro para medir la temperatura se colocará en un soporte en el centro del local a una altura del suelo de 1,50 m y permanecerá como mínimo 10 minutos antes de su lectura. La lectura se hará entre tres y cuatro horas después del encendido de la caldera. En locales donde entre la radiación solar, la lectura se hará dos horas después de que deje de entrar.

Cuando haya equipo de regulación, esté se desconectará. Se comprobará simultáneamente el funcionamiento de las llaves y accesorios de la instalación.

## 1.2.6 Fontanería

### **Descripción**

Instalación de agua fría y caliente en red de suministro y distribución interior de los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE, desde la toma de la red interior hasta las griferías, ambos inclusive.

### **Criterios de medición y valoración de unidades**

Las tuberías y aislamientos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorio, etc., todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soporte, etc. para tuberías, y la protección cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación se medirán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

### **Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra**

#### **Características técnicas de cada unidad de obra**

- **Condiciones previas: soporte**

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá disponerse vista, registrable o estar empotrada.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, discurrirán por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo.

Las instalaciones sólo podrán ser ejecutadas por instaladores o empresas instaladoras que cumplan con la reglamentación vigente en su ámbito de actuación.

Revisión de documentación: certificados, boletines y documentación adicional exigida por la Administración competente.

- **Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos**

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

- Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.
- Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.
- Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.
- Según el CTE DB HS 4, apartado 6.3.2.1, se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.
- En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua. No se instalarán aparatos de producción de ACS en cobre colocados antes de canalizaciones en acero.

- Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos antielectrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado. Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.
- Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.
- En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.1, las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos, curvas.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente.

Si las tuberías y accesorios están concebidos como partes de un mismo sistema de instalación, éstos no se mezclarán con los de otros sistemas.

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministre no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí.

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios, materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero.

Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Cuando los tubos discurren enterrados o empotrados los revestimientos que tendrán serán según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura.

## **Proceso de ejecución**

- **Ejecución**

Ejecución redes de tuberías, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.1:

Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado. El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección.

- Uniones y juntas:

Las uniones de los tubos serán estancas, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.2. Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción. Son admisibles las soldaduras fuertes. En las uniones tubo-acesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

- Protecciones:

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.2, tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante, pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.3, cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.4, cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm. Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador.

Según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.3.5, a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles, que actúen de protección contra el ruido.

Grapas y abrazaderas, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.1: la colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

Soportes, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.1.4.2, se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución.

Alojamiento del contador general, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.1: la cámara o arqueta de alojamiento del contador general estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice “in situ”, se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general. En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Las cámaras o arquetas estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara.

Contadores divisionarios aislados, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.2.2: se alojarán en cámara, arqueta o armario según las distintas posibilidades de instalación y cumpliendo los requisitos establecidos para el contador general en cuanto a sus condiciones de ejecución.

Depósito auxiliar de alimentación para grupo de sobre elevación, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.1: habrá de ser fácilmente accesible, así como fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación. Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con sifón para el rebosado. Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero. Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito, de uno o varios dispositivos de cierre. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores.

La centralita dispondrá de un hidronivel. Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza. Asimismo, se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

Bombas para grupo de sobre elevación, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.2: se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia del conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán interpuestos elementos antivibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada. A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico. Igualmente, se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba. Las bombas de impulsión se instalarán preferiblemente sumergidas.

Depósito de presión, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.1.3: estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas. Los valores correspondientes de reglaje han de figurar de forma visible en el depósito. En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. El depósito de presión dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito. Si se instalaran varios depósitos de presión, estos pueden disponerse tanto en línea como en derivación.

Funcionamiento alternativo de grupo de presión convencional, según el CTE DB HS 4, apartado 5.1.3.2: se preverá una derivación alternativa (by-pass) para el funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional. Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta. El accionamiento de la válvula también podrá ser manual. Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición. Sólo se instalarán aparatos de dosificación conformes con la reglamentación vigente.

- **Condiciones de terminación**

La instalación se entregará terminada, conectada y comprobada.

**Control de ejecución, ensayos y pruebas**

- **Control de ejecución**

### **Instalación general del edificio.**

- Acometida: tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado. Llave de registro (exterior al edificio). Llave de paso, alojada en cámara impermeabilizada en el interior del edificio.
- Contador general: situación del armario o cámara; colocación del contador, llaves y grifos; diámetro y recibido del manguito pasamuros.
- Llave general: diámetro y recibido del manguito pasamuros; colocación de la llave.
- Tubo de alimentación y grupo de presión: diámetro; a ser posible aéreo.
- Grupo de presión: marca y modelo especificado
- Depósito hidroneumático: homologado por el Ministerio de Industria.
- Equipo de bombeo: marca, modelo, caudal, presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.
- Batería de contadores divisionarios: local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico. Colocación del contador y llave de paso. Separación de otras centralizaciones de contadores (gas, electricidad...) Fijación del soporte; colocación de contadores y llaves.

### **Instalación particular del edificio.**

- Montantes:

Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.

En caso de antiarrietes, colocación en extremos de montantes y con llave de corte.

Diámetro y material especificados (montantes).

Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.

Posición paralela o normal a los elementos estructurales.

Comprobación de las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

- Derivación particular:

Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.

Llaves de paso en locales húmedos.

Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm.

Diámetros y materiales especificados.

Tuberías de PVC, condiciones especiales para no impedir la dilatación.

Tuberías de acero galvanizado empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero.  
Tuberías de cobre recibidas con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Protección, en el caso de ir empotradas.  
Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

- Grifería:

Verificación con especificaciones de proyecto.  
Colocación correcta con junta de aprieto.  
Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:  
Cumple las especificaciones de proyecto.  
Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso.  
Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.  
En cuartos de baño, se respetan los volúmenes de prohibición y protección.  
Disposición de llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos.

• **Ensayos y pruebas**

**Pruebas de las instalaciones interiores.**

Prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control. Una vez realizada la prueba anterior a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometiéndose nuevamente a la prueba anterior.

En caso de instalaciones de ACS se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- Medición de caudal y temperatura en los puntos de agua.
- Obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad.
- Comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas.

Serán motivo de rechazo las siguientes condiciones:

- Medidas no se ajustan a lo especificado.
- Colocación y uniones defectuosas.
- Estanquidad: ensayados el 100% de conductos y accesorios, se rechazará la instalación si no se estabiliza la presión a las dos horas de comenzada la prueba.

Funcionamiento: ensayados el 100% de grifos, fluxores y llaves de paso de la instalación, se rechazará la instalación si se observa funcionamiento deficiente en: estanquidad del conjunto

completo, aguas arriba y aguas abajo del obturador, apertura y cierre correctos, sujeción mecánica sin holguras, movimientos ni daños al elemento al que se sujeta.

### **Conservación y mantenimiento**

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante un año deben ser taponadas. Se procederá a la limpieza de filtros de grifos y de cualquier otro elemento que pueda resultar obstruido antes de la entrega de la obra.

### **Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

#### **Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio**

##### **Instalación general del edificio.**

Prueba hidráulica de las conducciones:

- Prueba de presión
- Prueba de estanquidad
- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos.
- Nivel de agua/ aire en el depósito.
- Lectura de presiones y verificaciones de caudales.
- Comprobación del funcionamiento de válvulas.

##### **Instalaciones particulares.**

Prueba hidráulica de las conducciones:

- Prueba de presión
- Prueba de estanquidad
- Prueba de funcionamiento: simultaneidad de consumo.
- Caudal en el punto más alejado.

## 1.3 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y EQUIPOS

### 1.3.1 Generalidades

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión, que les sea de aplicación.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito material diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Cuando se utilice acero galvanizado en contacto con el fluido de trabajo se evitará que la temperatura del fluido sobrepase 65°C por periodos prolongados.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos.

Se incluirán todas protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP32.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante).

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en español.

### 1.3.2 Aislamiento

El subcontratista aislará completamente tuberías, tanques, depósitos de agua caliente, válvulas, intercambiadores, conductores, accesorios, etc., tal como especifica en este capítulo.

Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tuberías, etc., se aislarán al menos en una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento.

Cuando los equipos estén soportados por cuñas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la fundación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Facultativa. Todo el aislamiento que se aplique en una jornada de trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera antivapor, si ésta fuese necesaria.

Cualquier evidencia de discontinuidad de la barrera antivapor, será causa suficiente de rechazo por la Dirección Facultativa.

El aislamiento deberá ser suficiente fuerte como para resistir el uso ordinario.

El aislamiento deberá estar siempre protegido por:

- Barreras anti-tiempo cuando se instale al exterior.
- Barreras anti-vapor cuando la presión de vapor en la superficie del tubo o depósito sea menor que la exterior.
- Recubrimientos interiores para proteger el aislamiento de daños mecánicos, uso y desgarres, cuando discurra en el interior del edificio por galerías y zanjás.
- Acabados interiores se preverán para aplicar sobre el aislamiento dándole un contorno vistoso.

Las protecciones se instalarán sobre el aislamiento con juntas herméticas al paso del agua.

Estas juntas herméticas serán capaces de resistir los movimientos de expansión contracción, viento y fuerzas mecánicas sin abrirse y permitir la entrada de agua.

Las emulsiones para el sellado de juntas o uniones deberán ser barreras anti-vapor y anti-tiempo lo suficientemente flexibles para soportar las fuerzas internas y externas sin agrietarse o perder cohesión con las superficies en contrato.

Las emulsiones, cuando se usen entre dos superficies, serán de poca contractibilidad, permanecerán flexibles independientemente de la temperatura y tendrán buena adhesión a ambas superficies.

Los adhesivos (si fueran necesarios), usados para pegar barreras anti-tiempo, barreras anti-vapor, recubrimientos interiores o acabados, serán de características aprobadas por la Dirección Facultativa y se aplicarán según las instrucciones del fabricante.

Las juntas de contracción serán previstas tanto en tuberías horizontales y en verticales como en depósitos e intercambiadores. Todas las juntas de contracción se rellenarán con fibra de vidrio elástica para permitir el movimiento.

Toda la tubería, depósitos, intercambiadores y demás componentes de la instalación, deberán estar probados hidrostáticamente antes de la aplicación de cualquier tipo de aislamiento.

Todas las superficies que deben aislarse deberán estar libres de aceite, grasa y suciedades.

Todo el aislamiento cumplirá como mínimo las indicaciones de la instrucción ITE- 08 mantenimientos siempre que en la presente especificación no se indique lo contrario.

### **1.3.3 Instalación de energía solar térmica para A.C.S.**

#### **1.3.3.1 Colectores solares**

El colector solar seleccionado deberá estar homologado por el Ministerio de Industria y Energía de acuerdo con lo señalado en el Real Decreto 891/1980 de 14 de abril, sobre homologación de los paneles solares y en la Orden de 20 de julio de 1980 por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los paneles solares.

El captador llevará en lugar visible e indeleble una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama.
- Modelo, tipo, año de producción.
- Número de serie de fabricación.
- Área total del captador.
- Peso del captador vacío, capacidad de líquido.
- Presión máxima de servicio.

Esta placa estará redactada, como mínimo, en idioma español y podrá ser impresa o grabada con la condición que asegure que los caracteres permanecen indelebles.

En el montaje sobre la cubierta deberá asegurarse la estanquidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso al captador de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura.

De los modelos de colectores que existen en el mercado, y tras un estudio de su relación calidad-precio el captador seleccionado es de la marca FAGOR el modelo SOLARIA – 2.8 AL S8.

A continuación, se muestran las especificaciones técnicas de dicho captador:

**Tabla 1. Características del captador solar escogido.**

|   | captadores solares planos: ALUMINIO   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | SOLARIA-2.1 AL S8   | SOLARIA-2.4 AL S8                         | SOLARIA-2.8 AL S8                         |
| <b>DIMENSIONES</b>                                  |   |   |   |
| Largo total (mm)                                    | 1.900   | 2.200                                     | 2.200                                     |
| Ancho total (mm)                                    | 1.090   | 1.090                                     | 1.260                                     |
| Fondo (mm)  | 90  | 90  | 90  |
| Área total (m <sup>2</sup> )                        | 2,06  | 2,40                                      | 2,77                                      |
| Área de apertura (m <sup>2</sup> )                  | 1,87  | 2,17                                      | 2,58                                      |
| Área del absorbedor (m <sup>2</sup> )               | 1,77  | 2,14                                      | 2,46                                      |
| Peso en vacío (kg)                                  | 38  | 43  | 50  |
| Capacidad de fluido (l)                             | 1,18  | 1,26                                      | 1,70                                      |
| Fluido caloportador                                 | agua o agua glicolada   | agua o agua glicolada                     | agua o agua glicolada                     |
| Temperatura de estancamiento (°C)                   | 197,0   | 197,0                                     | 197,0                                     |
| Flexión máxima (Pa)                                 | 1.000   | 1.000                                     | 1.000                                     |
| <b>PRESIONES DE PRUEBA Y CAUDAL RECOMENDADO</b>     |   |   |   |
| Presión de timbre (bar)                             | 14,0  | 14,0                                      | 14,0                                      |
| Presión máxima de trabajo (bar)                     | 8,0   | 8,0                                       | 8,0                                       |
| Presión mínima en captador (bar)                    | 1,5   | 1,5                                       | 1,5                                       |
| Caudal recomendado (l/h·m <sup>2</sup> )            | 45,0  | 45,0                                      | 45,0                                      |
| Caida de presión en línea (mm.c.a.) (qj=l/min)      | 1,93 · qj2 + 6,52 · qj  | 1,85 · qj2 + 7,32 · qj                    | 2,24 · qj2 + 3,72 · qj                    |
| <b>CALIDADES DE FABRICACIÓN</b>                     |   |   |   |
| Cubierta transparente                               | vidrio templado de 3,20 mm de espesor. Coef. Trans. 0,91                    |   |   |
| Carcasa   | aluminio anodizado AL-6063 T5 (espesor = 1,50 mm)                           |   |   |
| Absorbedor  | aletas de cobre (0,5 mm) soldadas por ultrasonidos a parrilla de cobre      |   |   |
| Tratamiento selectivo                               | proyección de electrodeposición de Cromo Negro sobre base de Niquel Claro   |   |   |
| Relación en parrilla                                | colector principal 22 mm / colector secundario 8 mm                         |   |   |
| Aislamiento térmico                                 | poliuretano rígido inyectado (25 mm) + lám. Aluminio + lana mineral (25 mm) |   |   |
| Acabado posterior y sellado                         | propileno moldeado y burlete de EPDM  |   |   |
| Conexiones (4 uds)                                  | B.S.P. hembra de 3/4"   |   |   |
| <b>CURVAS DE RENDIMIENTO INSTANTANEO Y REGISTRO</b> |   |   |   |
| Rendimiento óptico η <sub>p</sub>                   | 72,96 %   | 72,96 %                                   | 80,80 %                                   |
| K1  | 2,51 W/(m <sup>2</sup> ·K)  | 2,51 W/(m <sup>2</sup> ·K)                | 3,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)                |
| K2  | 0,038 W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>2</sup> )                                   | 0,038 W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>2</sup> ) | 0,010 W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>2</sup> ) |
| Contraseña de homologación                          | NPS-26507   | NPS-26307                                 | NPS-26407                                 |

### 1.3.3.2 Fluido caloportador

Como fluido de trabajo en el circuito primario se utilizará agua de la red, agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos.

La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado. En cualquier caso, el pH a 20 °C del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9, el contenido en sales se ajustará a los señalados en los puntos siguientes:

- La salinidad del agua del circuito primario no excederá de 500 mg/l totales de sales solubles. En el caso de no disponer de este valor se tomará el de conductividad como variable limitante, no sobrepasando los 650 μS/cm.

- b) El contenido en sales de calcio no excederá de 200 mg/l. expresados como contenido en carbonato cálcico.
- c) El límite de dióxido de carbono libre contenido en el agua no excederá de 50 mg/l.

El fluido de trabajo que se utilizara en la instalación estudiada es una mezcla de agua y glicol, en un porcentaje del 60% agua y un 40% glicol tal que permita eliminar el riesgo de congelación en el interior de las tuberías.

### 1.3.3.3 Acumulador

El acumulador estará fabricado de acuerdo con lo especificado en el Reglamento de Aparatos a Presión, Instrucción Técnica Complementaria MIEAP11, probado con una presión igual a dos veces la presión de trabajo y homologado por el Ministerio de Industria y Energía.

La estructura soporte y su fijación se realizará según la normativa vigente. El acumulador se ubicará en lugar adecuado que permita su sustitución por envejecimiento o averías.

El acumulador llevará una placa de identificación situada en lugar claramente visible y escrito con caracteres indelebles en las que aparecerán los siguientes datos:

- Nombre del fabricante y razón social.
- Contraseña y fecha de registro de tipo.
- Número de fabricación.
- Volumen neto de almacenamiento en litros.
- Presión máxima de servicio.

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envoltente, se denominará inter-acumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará, además, los siguientes datos:

- a) Superficie de intercambio térmico en m<sup>2</sup>.
- b) Presión máxima de trabajo, del circuito primario.

Cada acumulador estará equipado de fábrica con los correspondientes manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección.

El inter-acumulador escogido para el presente proyecto es de la marca FAGOR, modelo ISF-150 SR.

A continuación, se muestran las especificaciones técnicas del inter-acumulador escogido.

**Tabla 2. Características del inter-acumulador escogido.**

|   |                | Intercambiadores de suelo con un serpentín |                             |               |
|---|----------------|--|-----------------------------|---------------|
|   |                | ISF-150 SR                                 | ISF-200 SR                  | ISF-300 SR    |
| <b>CARACTERÍSTICAS</b>                              |                |  |                             |               |
| Capacidad de A.C.S.                                 | l.             | 150  | 200                         | 300           |
| Temperatura máxima depósito de A.C.S.               | °C             | 95   | 95                          | 95            |
| Presión máxima depósito de A.C.S.                   | bar            | 10   | 10                          | 10            |
| Temperatura máxima circuito de calentamiento        | °C             | 160  | 160                         | 160           |
| Presión máxima circuito de calentamiento            | bar            | 25   | 25                          | 25            |
| Superficie de intercambio circuito de calentamiento | m <sup>2</sup> | 1,3  | 1,2                         | 1,2           |
| Volumen del serpentín                               | l              | 8,2  | 7,5                         | 7,5           |
| Peso en vacío                                       | kg.            | 87   | 98                          | 94            |
| Pérdida de carga de intercambiador                  | mbar           | 120  | 70                          | ---           |
| <b>CONEXIONES</b>                                   |                |  |                             |               |
| SACS (Salida Agua Caliente Sanitaria)               | GAS/M          | 3/4"                                       | 3/4"                        | 1"            |
| EAS (Entrada Agua Caliente Sanitaria)               | GAS/M          | 3/4"                                       | 3/4"                        | 1"            |
| RS (Ida y Retorno de captadores)                    | GAS/H          | 3/4"                                       | 3/4"                        | 3/4"          |
| <b>DIMENSIONES</b>                                  |                |  |                             |               |
| Diámetro exterior                                   | mm.            | 600  | 600                         | 600           |
| Aislamiento   | mm.            | 50   | 50                          | 50            |
| Longitud total                                      | mm.            | 1.200                                      | 1.500                       | 1.697         |
| Anchura total                                       | mm.            | 620  | 620                         | ---           |
| Profundidad total                                   | mm.            | 680  | 680                         | ---           |
| Diámetro nominal boca hombre                        |                | UN 140                                     | UN 140                      | ---           |
| Entradas sensor/regulador                           |                | vaina para fijar<br>D=12 mm                | vaina para fijar<br>D=12 mm | ---           |
| <b>CÓDIGO</b>                                       |                | 942011117                                  | 942011126                   | 942011135     |
| <b>EAN-13</b>                                       |                | 8413880176734                              | 8413880176741               | 8413880176758 |

#### 1.3.3.4 Bomba de circulación

El instalador será responsable de suministrar todas las bombas de circulación del fluido. En ningún caso, la potencia al freno de los motores, estando las bombas trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor. Deberá por otra parte, asegurarse un funcionamiento silencioso de las bombas.

Las bombas estarán perfectamente equilibradas estática y dinámicamente y se seleccionarán para soportar presiones iguales ó mayores a la presión estática deducida de los planos más la presión a descarga cerrada. Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado. Si es posible, la bomba en línea se montará en la zona más fría del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en disposición horizontal.

Se instalará con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos. La bomba estará dotada de tomas de presión para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

El modelo que se ha seleccionado es el grupo de bombeo de la marca JUNKERS AGS 5.

Esta bomba tiene una estructura de espuma de poliuretano inyectado, rígida y de fácil instalación con posibilidad de regulación del caudal de circulación del circuito primario de forma muy sencilla. Además, Incorporan todos los elementos necesarios para el circuito primario de captación solar: bomba, válvula de corte, termómetros, válvula anti-retorno, caudalímetro, válvula de seguridad y conexión de salida para los vasos de expansión.

A continuación, se muestran las características de la bomba de circulación seleccionada:

**Tabla 3. Características de la bomba de circulación escogida.**

| Tipo de grupo                                | Una línea      | Dos Líneas                   |                    |                    |                    |
|--|----------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Modelo</b>                                | AGS 10-2 E     | AGS 5<br>AGS 10/TDS<br>100-2 | AGS 10-2           | AGS 20-2           | AGS 50-2           |
| <b>Número de captadores</b>                  | 1-10           | 1-10                         | 1-10               | 11-20              | 21-50              |
| <b>Altura manométrica de la bomba</b>        | 7 m            | 7 m                          | 7 m                | 7.5 m              | 9 m                |
| <b>Diámetro de conexión</b>                  | 15 mm          | 15 mm                        | 15/22 mm           | 22 mm              | 28 mm              |
| <b>Válvula de seguridad</b>                  | 6 bar          | 6 bar                        | 6 bar              | 6 bar              | 6 bar              |
| <b>Manómetro</b>                             | X              | X                            | X                  | X                  | X                  |
| <b>Válvula de corte (Ida/reorno)</b>         | -/X            | X/X                          | X/X                | X/X                | X/X                |
| <b>Termómetro (Ida/retorno)</b>              | -/X            | X/X                          | X/X                | X/X                | X/X                |
| <b>Antirretorno (Ida/retorno)</b>            | -/X            | X/X                          | X/X                | X/X                | X/X                |
| <b>Caudalímetro</b>                          | -              | X                            | X                  | X                  | X                  |
| <b>Eliminador de aire</b>                    | -              | X                            | X                  | X                  | X                  |
| <b>Conexión para bomba de llenado</b>        | -              | X                            | X                  | X                  | X                  |
| <b>Conexión para vaso de expansión</b>       | -              | X                            | X                  | X                  | X                  |
| <b>Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo) mm</b> | 185 x 355 x180 | 290 x 370 x<br>225           | 284 x 353 x<br>248 | 284 x 353 x<br>248 | 284 x 403 x<br>248 |

### 1.3.3.5 Vaso de expansión

La función del vaso de expansión es compensar los cambios de volumen del fluido de trabajo ocasionados por la dilatación térmica, evitando el escape de fluido a través de la válvula de seguridad cuando este se calienta. Al calentarse el circuito primario, una parte del fluido entra en el vaso de expansión, regresando al circuito cuando se enfría, manteniendo así la presión en el circuito dentro del rango de presiones admisibles y siempre por encima de la atmosférica, impidiéndose la introducción de aire en el circuito cuando vuelva a enfriarse. Hay de dos tipos, abiertos y cerrados. El material y tratamiento del vaso de expansión será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo.

En ningún caso la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero será inferior a 3 cm.

El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado. En todo caso, el dimensionado del diámetro del rebosadero asegurará que con válvulas de flotador totalmente abierto y una presión de red de 4 kg/cm<sup>2</sup> se produzca derramamiento de agua.

La capacidad de aforo de la válvula de flotación, cuando se utilice como sistema de llenado, no será inferior a 5 l/min. En todo caso, el diámetro de la tubería de llenado no será inferior a ½ pulgada o 15 mm.

El flotador del sistema de llenado resistirá, sin deterioro, la temperatura máxima de trabajo durante 48 horas.

El modelo que se ha seleccionado es de tipo cerrado, el que mejor se ajusta a las necesidades de la instalación es de 18 litros (el mínimo elegible), por lo que se ha seleccionado un vaso de expansión fabricado por Industrias Ibaiondo S.A, modelo 18 CMF, de 18L y 4 BAR.

### 1.3.3.6 Sistema de control

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema estará como mínimo entre -10 y 50°C. El tiempo mínimo entre fallos especificados por el fabricante del sistema de control diferencial, no será inferior a 7000 horas.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar una temperatura de 100°C sin alteraciones de más de 1°C. La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que estas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos. Preferentemente las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contacto y la superficie metálica.

### **1.3.3.7 Dimensionamiento básico**

El dimensionado básico de una instalación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%.

Para el cálculo del dimensionado básico de instalaciones a medida podrá utilizarse cualquiera de los métodos de cálculo comerciales de uso aceptado por proyectistas, fabricantes e instaladores. En el presente proyecto, el método de cálculo es el método f-chart, obtenido del “Pliego de condiciones técnicas para instalación solar térmica de baja temperatura” del IDAE, el cual especificará, en este caso, al menos sobre base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y del aporte solar.

La selección del sistema solar prefabricado se realizará a partir de los resultados de ensayo del sistema, teniendo en cuenta que tendrá también que cumplir lo especificado en el RITE. El sistema solar se debe diseñar y calcular en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto, se debe prever una acumulación acorde con la demanda y el aporte, al no ser ésta simultánea con la generación.

### **1.3.3.8 Sistema de apoyo auxiliar**

Respecto al sistema auxiliar se explicará con más detalle en el siguiente apartado, dado que el sistema de apoyo auxiliar seleccionado consiste en una caldera de biomasa. Este sistema se encargará principalmente de cubrir la demanda de calefacción de la vivienda y además realizará la función de sistema auxiliar para el ACS en aquellas situaciones donde con el sistema solar no se alcance la producción de energía necesaria.

### 1.3.4 Instalación de caldera de Biomasa para calefacción

#### 1.3.4.1 Sala de caldera

La sala de calderas ha de ubicarse en un lugar próximo al silo de almacenamiento. El instalador será el responsable de que la distribución de la sala de calderas, sea la presentada en los planos correspondientes, además, se encargará de que:

- a) Entre los distintos equipos y elementos de la sala de calderas, existirá el espacio libre recomendado por el fabricante, para poder ejecutar las operaciones de mantenimiento, vigilancia ó conducción requeridas.
- b) Entre techo y caldera, la distancia mínima, será de 50 cm.
- c) El cuadro eléctrico con su interruptor general, deberá estar situado lo más cerca posible de la puerta de acceso. La sala de calderas estará dotada de los dispositivos de seguridad de corte de energía especificados en la IT.IC.03.5 y de los dispositivos de protección contra incendios, según IT.IC.03.8.

La ventilación de la sala de calderas se realiza de forma natural, a través de rejillas de ventilación, ubicadas en la parte alta de los muros que conforman la sala de calderas.

#### 1.3.4.2 Caldera de biomasa

El instalador será el responsable de suministrar las calderas descritas en los documentos cálculos y presupuestos, con todas sus características. También es responsabilidad del instalador que la disposición y posición relativa de la caldera en el interior de la sala de calderas, sea la especificada en el plano esquema del documento planos correspondiente; si dicha disposición resultase, por algún motivo insegura de realizar, el instalador tiene la responsabilidad de hacérselo saber al Director de obra, y ayudar a tomar la resolución más adecuada al problema.

La caldera seleccionada es de la marca EASYPELL (BY OKOFEN) y trabaja con el sistema Austriaco a 6-20 KW. Está diseñada para la combustión de pellets y cuenta con una tolva para almacenamiento de 190 Kg. Cuenta con un control electrónico, tiene un amplio rango de modulación, un sistema de limpieza automática incluida y, al poder trabajar a baja potencia, se reducen los ciclos de marcha/parada de la caldera, evitando pérdidas.

A continuación, se citan las principales ventajas de las calderas de pellets Easypell.

##### 1. Sistema automático de limpieza

- No requiere una limpieza manual
- Constante alta eficiencia = menos consumo de combustible

- 2. Extracción automática de cenizas del plato de combustión**
  - No requiere una limpieza manual del plato de combustión
  - No requiere un motor adicional
- 3. Encendido automático**
  - Sistema de comprobada eficacia
  - Bajo consumo, requiere solamente 250 Watt
- 4. Sistema de seguridad contra el retorno de llama certificado**
  - Solución segura
  - Con más de 60.000 sistemas de calefacción instalados mundialmente
- 5. Elevación de la temperatura del retorno integrado de serie**
  - Protección segura contra corrosión
  - Sin costes adicionales de instalación
  - No requiere una válvula mecánica de mezclado
- 6. Reconocimiento automático del combustible**
  - No requiere calibración
  - Puesta en marcha rápida y sencilla
  - Ajuste automático al cambio de pellets
  - Combustión permanentemente optimizada
- 7. Ventilador de tiro forzado y sensor de medición de presión negativa de serie**
  - Control de velocidad variable
  - Previene la sobrepresión en la cámara de combustión
- 8. Cableada y lista para conectar**
  - No requiere complejas instalaciones eléctricas

Este tipo de calderas cuenta con varios modelos en función de la potencia necesaria. En este proyecto se ha seleccionado la caldera de potencia 6-10 KW debido a que es la que mejor se adapta a la menada de la vivienda.

A continuación, se muestran las principales características de la caldera seleccionada.

**Tabla 4. Características de la caldera escogida.**

| CARACTERÍSTICAS CALDERA EASYPELL |      |      |       |
|----------------------------------|------|------|-------|
| CARACTERÍSTICAS                  |      | 20   | 32    |
| Potencia nominal                 | KW   | 20   | 32    |
| Potencia carga parcial           | KW   | 6    | 10    |
| Ancho (B)                        | mm   | 1147 | 1179  |
| Ancho caldera ©                  | mm   | 695  | 728.5 |
| Altura de la caldera             | mm   | 1091 | 1242  |
| Altura de la tolva (F)           | mm   | 1267 | 1517  |
| Profundidad (T)                  | mm   | 752  | 796.5 |
| Ancho mínimo por puerta          | mm   | 700  | 750   |
| Conexiones ida y retorno         | Pulg | 1"   | 5/4"  |
| Altura conexiones calder         | mm   | 905  | 1110  |
| Altura salida de humos           | mm   | 645  | 844   |
| Peso                             | Kg   | 320  | 400   |

|                               |    |          |      |
|-------------------------------|----|----------|------|
| Rendimiento-Potencia nominal  | %  | 93.6     | 95.2 |
| Rendimiento- Potencia parcial | %  | 92.0     | 94.4 |
| Volumen de agua               | L  | 70       | 108  |
| Capacidad de la tolva         | Kg | 125      | 187  |
| Temperatura cámara combustión | °C | 900-1100 |      |
| Temperatura de los humos      | °C | 100-160  |      |
| Diámetro salida de humos      | mm | 130      | 150  |

### 1.3.4.3 Silo de almacenamiento

La biomasa puede almacenarse de diferentes maneras, dependiendo de las instalaciones existentes o la disponibilidad de espacio. Así, la biomasa se puede almacenar en un depósito dentro del edificio, en un almacén separado del edificio o en una habitación cerrada cerca de la caldera.

Pueden utilizarse silos, en superficie o subterráneos; habitaciones acondicionadas, transportando el combustible hasta la caldera mediante un tornillo sinfín; contenedores situados al lado del edificio, con rampas de descarga, transportando la biomasa con un vehículo de intercambio de carga, etc.

El silo a instalar se encuentra en la sala de calderas. El camión suministrador de biocombustible realizará la descarga a través de una manguera.

La resistencia al fuego de las paredes y del techo del cuarto destinado al montaje del silo flexible y del cuarto donde vendrá instalada la caldera deberán estar en conformidad con la normativa vigente de construcción y anti-incendio locales.

Las paredes húmedas, así como la humedad propia del local no representan un problema para el almacenamiento. De todos modos, la lona no deberá estar en contacto con las paredes. En montaje exterior el silo deberá estar protegido de luz ultravioleta, sol y lluvia.

El silo seleccionado es el Flexilo compact, que ha sido patentado por ÖkoFEN. El modelo que mejor se adapta tanto a las características de la vivienda como a su demanda es el KGT 2614 de 1,90 cm de alto y capacidad para 2,2 – 2,8 toneladas de pellets.

A continuación, se muestran las principales características del silo seleccionado.

**Tabla 5. Características del silo de almacenamiento escogido.**

Los siguientes tamaños de **FleXILO Compact** están disponibles:

Altura mínima del local 185 cm

| Art. no. | Largo    | Ancho    | Alto*          | Capacidad** con altura del local de |             |             |             |
|----------|----------|----------|----------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|          |          |          |                | 185 cm                              | 190 cm      | 200cm       | 240 cm      |
| KGT1814  | 1.840 mm | 1.440 mm | 1.850-1.970 mm | 1,3 - 1,6 t                         | 1,4 - 1,8 t | 1,6 - 2,0 t | 2,7 - 3,3 t |
| KGT2614  | 2.580 mm | 1.440 mm | 1.850-1.970 mm | 2,0 - 2,5 t                         | 2,2 - 2,8 t | 2,4 - 3,0 t | 4,0 - 4,7 t |
| KGT2618  | 2.580 mm | 1.840 mm | 1.850-1.970 mm | 2,4 - 3,0 t                         | 3,0 - 3,7 t | 3,2 - 4,0 t | 5,0 - 6,2 t |
| KGT2620  | 2.580 mm | 2.040 mm | 1.850-1.970 mm | 3,3 - 4,1 t                         | 3,5 - 4,4 t | 3,7 - 4,7 t | 5,5 - 7,0 t |
| KGT2626  | 2.580 mm | 2.580 mm | 1.850-1.970 mm | 4,0 - 5,1 t                         | 4,5 - 5,6 t | 4,9 - 6,1 t | 7,2 - 8,5 t |

Bilbao, 6 de Noviembre 2018

Fdo. Julen Carlos Nicholson Mendieta

