

SO221

Contrato de Servicios de redacción de proyecto de ejecución y posterior dirección de obra y coordinación de seguridad y salud en los trabajos de renovación integral de la instalación de climatización en los teatros del canal



CYII-PE-PLI-GEN-01-PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

MARCOS
JUAREZ
MARCO
ANTONIO

Firmado digitalmente por
MARCOS JUAREZ
MARCO ANTONIO
[Redacted]
Fecha: 2025.04.22
13:26:29 +02'00'

22 de abril de 2025

Marco Antonio Marcos Juárez
Coordinador del Proyecto
Ingeniero Industrial, N.º COIIM 8.305

"Este documento es copia del original firmado. En aplicación de la normativa vigente, se han ocultado datos personales y los códigos que permitirían acceder al original"

| Cuadro de revisiones | | |
|----------------------|------------|-----------------|
| Versión | Fecha | Descripción |
| A | 11/04/2025 | Primera emisión |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1. Alcance de los trabajos | 4 |
| 1.2. Documentación que define las obras | 4 |
| 1.3. Proyecto | 4 |
| 1.4. Dirección facultativa | 5 |
| 1.5. Procedimientos de ejecución, planificación y coordinación | 6 |
| 1.6. Verificación de los documentos del proyecto | 7 |
| 1.7. Variación de las Obras | 7 |
| 1.8. Normativa vigente y reglamentación urbanística..... | 8 |
| 1.9. Responsabilidad del contratista | 8 |
| 1.10. Accidentes de trabajo | 8 |
| 1.11. Daños y perjuicios a terceros | 9 |
| 1.12. Anuncios y carteles | 9 |
| 1.13. Copia de documentos | 9 |
| 1.14. Suministro de materiales | 9 |
| 1.15. Omisiones: Buena fe | 9 |
| 2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS..... | 11 |
| 2.1. Generalidades | 11 |
| 2.2. Instalación de climatización..... | 26 |
| 2.3. Instalación de electricidad | 153 |
| 2.4. Instalación de control | 193 |
| 2.5. Obra civil | 201 |
| 2.6. Suministro de equipos críticos para la ejecución de la obra | 237 |
| ANEXO I. CRONOGRAMA DE LA OBRA..... | 238 |
| ANEXO I.BIS. TABLA DE CRONOGRAMA DESGLOSADO POR ACTIVIDADES CON HITOS PARCIALES. ... | 239 |

1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el contratista.

1.1. Alcance de los trabajos

El alcance de los trabajos contratados incluye el suministro de materiales y equipos a instalar, su recepción, descarga de los mismos, su almacenamiento y protección contra golpes o inclemencias atmosféricas, la mano de obra para su montaje, la supervisión, los medios auxiliares y equipos necesarios para su instalación, la confección de los protocolos de pruebas y puesta en marcha, la regulación y equilibrado de los diferentes sistemas que la componen, así como toda la documentación necesaria para la recepción de las instalaciones comprendidas en el contrato.

1.2. Documentación que define las obras

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto.

1.3. Proyecto

El Proyecto es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en el artículo 2 de la Ley de Ordenación de la Edificación. En él se justificarán técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

En el caso de desarrollarse proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones que completen el proyecto principal, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación.

El Proyecto lo integran los siguientes documentos:

- Pliego de Prescripciones Técnicas
- Memoria
- Planos

- Mediciones y Presupuesto
- Estudio de Seguridad y Salud

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre el pliego de condiciones y el resto de la documentación del proyecto de ejecución, se estará a lo que disponga al respecto la dirección facultativa.

Lo mencionado en el pliego de condiciones y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento.

Se consideran documentos complementarios al Proyecto los siguientes:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

Cualquier reforma o modificación del Proyecto deberá ser aprobada por escrito conjuntamente por la DIRECCIÓN FACULTATIVA y el CONTRATISTA, suscribiéndose los oportunos acuerdos en los que se haga constar la necesidad y el alcance de la reforma, su repercusión en la ejecución, plazo y cuantía económica que dicha reforma o modificación pueda representar.

No se admitirán reformas o modificaciones al proyecto que carezcan de los documentos de aprobación debidamente cumplimentados.

1.4. Dirección facultativa

Se designa como DIRECCIÓN FACULTATIVA de las obras al equipo Técnico de Dirección de la Obra, quienes darán las órdenes y directrices necesarias para la ejecución de estas, consignándolas necesariamente por escrito ya sea en el Libro de Ordenes o en cualquier otro documento, debiendo el CONTRATISTA observarlas siempre que se ajusten a lo convenido en el contrato.

La DIRECCIÓN FACULTATIVA ostentará todas las facultades y ejercerá las funciones que le corresponden con arreglo a la Normativa Vigente y a los usos y buena praxis en el ámbito de la construcción.

Además de dichas facultades, funciones y de las que de forma concreta se le atribuyen, la DIRECCIÓN FACULTATIVA decidirá de forma especial en las siguientes materias:

- En cuanto a la correcta o incorrecta ejecución de cada parte o unidad de las obras y su adecuación al Proyecto y demás instrucciones y órdenes dadas por la propia DIRECCIÓN FACULTATIVA.
- En cuanto a la idoneidad de toda clase de materiales empleados, en especial si no son los específicamente mencionados en el Proyecto, pudiendo rechazar los que no considere de la calidad adecuada y ordenar su retirada de la obra. Cualquier cambio o modificación en los materiales previstos deberá ser aprobado por la DIRECCIÓN FACULTATIVA. En todo caso, los materiales deberán cumplir cuanto con relación a los mismos establece la LEGISLACIÓN Y NORMATIVA VIGENTE.
- En cuanto a la aptitud de los medios y procedimientos constructivos a emplear, la estimación de si los empleados por el CONTRATISTA no permiten la buena ejecución de la obra, el cumplimiento de los plazos convenidos, o atentan contra la seguridad en la obra.

1.5. Procedimientos de ejecución, planificación y coordinación

Procedimientos de ejecución

El contratista de la Instalación será una empresa instaladora autorizada y deberá haber aportado con anterioridad a su contratación la documentación requerida que le autoriza.

Planificación

Además, presentará, en el plazo de diez días a partir de la adjudicación de la obra, un programa detallado de las fases de ejecución de la instalación, realizado de acuerdo con la planificación general de la obra, así como el Programa para la realización de los Controles relativos a la recepción de en obra de equipos y materiales, los de las diferentes ejecuciones, sus protocolos de prueba y los de puesta en marcha.

En este programa indicará con claridad aquellos hitos propios de trabajos de otras especialidades que a su juicio condicionen la planificación de los trabajos de su responsabilidad.

En el mismo plazo presentará propuesta de la persona que asigna, durante la realización de los trabajos, como responsable directo y con poder para asumir decisiones y órdenes de la Dirección de Obra y en general al contenido del Artículo 19.

Coordinación

El alcance de los trabajos que se considerarán incluidos en los diferentes capítulos de este Proyecto está referido a aquellos en los que necesariamente han de

coordinarse entre sí y que, obligatoriamente, deberán quedar reflejados documentalmente para aprobación por parte de la Dirección Facultativa, antes de proceder con las ejecuciones.

El contratista Principal de la Obra, junto a los diferentes Instaladores que intervienen en este Proyecto, someterá a aprobación de la Dirección Facultativa antes de su ejecución los Planos de Montaje con los replanteos acotados del conjunto. En ellos figurarán detalles de alzados y secciones de aquellos lugares en los que inevitablemente pudiesen existir pérdidas de altura o interferencias, y poder así proceder a nuevos replanteos que las solucionen.

Los distintos Instaladores que intervienen en los montajes indicarán claramente en los mencionados Planos de Montaje, los elementos de sus instalaciones que obligatoriamente han de quedar registrables para mantenimiento o reparación.

Dichos planos se someterán a aprobación de la D.F., todos ellos firmados por el Director de Obra y cada uno de los responsables de las Instalaciones.

Serán tenidos en cuenta como PLANOS DE MONTAJE y certificará que los mencionados replanteos han sido coordinados por todos ellos, NO DANDO DERECHO a reclamación económica alguna caso de posteriores reformas debidas a un mal replanteo.

Al igual que en el apartado de PLANIFICACIÓN, dichos PLANOS DE MONTAJE serán devueltos por la D.F. después de su revisión como APROBADOS PARA MONTAJE, APROBADOS CON ANOTACIONES o RECHAZADOS.

Los planos aprobados con anotaciones dan derecho al instalador a proceder con el montaje definido en ellos, teniendo en cuenta durante la ejecución de las mencionadas anotaciones. Simultáneamente, el Instalador procederá a la emisión del correspondiente plano en el que figuren las anotaciones corregidas.

1.6. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el contratista consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario solicitará las aclaraciones pertinentes.

1.7. Variación de las Obras

Cuando las órdenes de la Dirección Facultativa conlleven modificación en el precio o en el plazo de ejecución, deberá obtenerse por escrito la conformidad de la D.F. y el CONTRATISTA.

Se considerarán modificaciones al Proyecto todas aquellas que, con posterioridad a la firma del contrato y por necesidades de obra, sean introducidas por la PROPIEDAD con la aprobación de la Dirección Facultativa o viceversa. No se consideran como tales modificaciones, ni por lo tanto supondrán incremento de los precios unitarios pactados, aquellos reajustes o especificaciones propias de la

ejecución de obra ocasionadas por el replanteo general, adaptación de las instalaciones al Pliego de Condiciones Técnicas del proyecto y Normas Legales vigentes, relacionadas con la forma de ejecución de los trabajos, acoplamiento del Proyecto a soluciones técnicas concretas, e interpretaciones de la D.F. y CONTROL de CALIDAD sobre la forma de ejecutar los trabajos.

Toda variación en las Obras requiere la conformidad previa de la D.F. y la empresa del CONTROL DE CALIDAD.

La D.F. se reserva el derecho de no realizar alguna unidad del presupuesto, en cuyo caso no se certificará dicha unidad.

1.8. Normativa vigente y reglamentación urbanística

El contratista se sujetará a las leyes, reglamentos, ordenanzas y normativa vigentes, así como a las que se dicten, antes y durante la ejecución de las obras que le sean legalmente de aplicación.

La obra se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.9. Responsabilidad del contratista

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.10. Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

1.11. Daños y perjuicios a terceros

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.12. Anuncios y carteles

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.13. Copia de documentos

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.14. Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.15. Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el Promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación

complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

2.1. Generalidades

Se debe considerar las especificaciones indicadas en el pliego como requisitos y normas mínimas que debe cumplir el contratista en lo referente a fabricación, montaje, instalación, calidad de materiales, y en general de todos los elementos necesarios para la correcta ejecución de la obra.

El contratista de climatización es el responsable de la correcta ejecución del proyecto; así mismo, este pliego comprende solamente los aspectos más relevantes y detallados más adelante, sin entrar en especificaciones de elementos menores; para lo cual el contratista deberá aplicar las mejores técnicas de instalación en aquellos puntos que no estén especialmente descritos.

La ejecución de estas instalaciones sólo podrá ser realizada por profesionales de la construcción, habilitados para ello por las disposiciones legales y reglamentos vigentes. El instalador deberá acreditar disponer de la experiencia suficiente en la ejecución de obras de estas características y envergadura, además de manejo al nivel de instalación de cada uno de los elementos especificados en el presente documento.

Para la ejecución de los trabajos se deberá usar mano de obra cualificada, herramientas adecuadas y la dirección técnica de un técnico cualificado, respaldado por una empresa especializada en este ámbito con experiencia comprobada y demostrable.

Igualmente deberá demostrar que ha mantenido en esas construcciones buenas relaciones, adecuada disposición de coordinación y solución de problemas, con las empresas y personal que realizaron las instalaciones de otros tipos.

En caso de requerirlo la propiedad, el contratista deberá presentar certificados sobre estos requisitos que se han estipulado.

Es obligación del contratista informar oportunamente a la propiedad, o la persona u organización técnica representante de este último, sobre todas aquellas disposiciones reglamentarias que rigen sobre iniciación, construcción y término de estas instalaciones, para que cumpla en todo con ellas.

El contratista será exclusivamente responsable ante la propiedad, o quien lo represente, de cualquier problema que pueda originársele a éste por incumplimiento de estas obligaciones.

Se deberán tener en consideración los siguientes puntos:

- En ningún caso se admitirá la ejecución de una instalación o la puesta en obra de un material o equipo que no venga refrendado por un método de montaje y/o fabricación homologada por una norma UNE o equivalente, aun a pesar de la no obligatoriedad por la normativa local.

- El contratista, elaborará los planos de detalle montaje de la instalación de forma coordinada con la arquitectura y estructura, para su aprobación por parte de la dirección facultativa (D.F.).
- Será obligación del contratista la elaboración de un “Programa de Puntos de Inspección” para su aprobación por parte del D.F., así como la implementación de estos, presentando mensualmente partes de inspección firmados detallados conforme al programa aprobado.
- Será obligación del contratista la elaboración del Protocolo de Pruebas de puesta en marcha y funcionamiento para su aprobación por parte del D.F., así como la implementación de estos, presentando un informe final de pruebas firmado y detallado conforme al protocolo aprobado.
- El programa de inspección de cada punto controlado y el protocolo de pruebas será en el 100 % de la instalación, no permitiéndose muestreos de los puntos controlados o probados.
- Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones, deben cumplir las prescripciones que se indican en el proyecto.
- Todas aquellas modificaciones al proyecto original que se produzcan con posterioridad a la firma del Acta de Replanteo, que sean propuestas por el contratista y/o la D.F., serán debidamente documentadas con sus correspondientes esquemas, planos, hojas de cálculo y detalles. En caso de ejecutarse estas modificaciones u otras, se deberán reflejar en los planos As-Built.
- Será obligación del contratista, la tramitación ante los organismos validadores y certificadores correspondientes, de todo aquello relacionado con la construcción, operación y término de la ejecución de las instalaciones. Incluye eventuales pagos de aprobación e inspección, a los valores que dichos organismos fijen.
- Será obligación del contratista;
 - La inspección y diagnóstico de las instalaciones existentes, previo al inicio de las obras.
 - El replanteo general al iniciar la obra, para verificar lo establecido en el proyecto respecto de dimensiones, niveles, ejes, etc. Si hubiere diferencias, deberá informarlo a la D.F. y a los proyectistas, para que den las instrucciones que eviten cualquier atraso posterior.
 - Obtener todos los antecedentes referentes a conductos y canalizaciones existentes en el sector, y deberá verificar la existencia de interferencias para la ejecución de los trabajos.
 - La colocación de la totalidad de los equipos y sistemas indicados en los planos de proyecto, y en las condiciones establecidas en las especificaciones técnicas de arquitectura.

- Asegurar la existencia en obra de todos los equipos, materiales y elementos necesarios para construir las instalaciones contempladas en los proyectos. Deberá responsabilizarse de contar con el oportuno suministro de estos, a fin de no entorpecer, interferir o atrasar otras obras de construcción.
- Diseñar y ejecutar las bases metálicas para el equipamiento que lo requiera

El contratista no podrá efectuar modificaciones a los proyectos o ejecutar obras extraordinarias sin la autorización previa de la D.F. y la conformidad de los proyectistas, si corresponde. Cuando sea necesario se deberá presentar planos justificativos de la modificación que se pretende realizar, los cuales serán desarrollados a su coste.

En cuanto a la calidad de los materiales, artefactos y componentes, el contratista deberá utilizar en estas instalaciones, solamente aquellos elementos especificados en el presente documento u otros equivalentes desde el punto de vista técnico, tal que cumplan con lo establecido en la normativa vigente.

En caso de que el contratista deba utilizar elementos no suministrados por él y que éstos no se ajusten a los requisitos de calidad, deberá advertirlo a la D.F. y dejar constancia escrita en el Libro de Obras, para desligar su responsabilidad futura ante el propietario.

Todas las pruebas de las instalaciones deberán ser recibidas por la D.F.

Previo a la confirmación de orden de compra a fabricantes, el contratista adjudicado someterá a aprobación la selección del equipamiento ofertado, por parte de la D.F.

El contratista adjudicado proveerá toda la información técnica del equipamiento incluida la selección computacional del mismo.

Todas las marcas comerciales indicadas en este documento y anexadas en las fichas técnicas se presentan a nivel referencial, pudiendo en cualquier caso ser reemplazadas por equivalentes técnicos, siempre con prestaciones iguales o superiores.

2.1.1. Condiciones de los productos, equipos y materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que

sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

Garantías de calidad (Marcado CE)

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de

edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

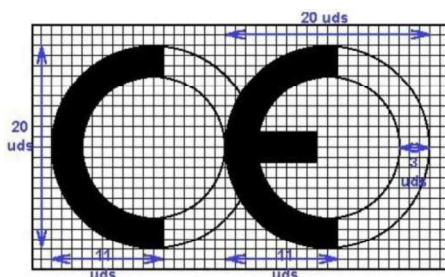
Es obligación del Director de la Ejecución de la Obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE.

El marcado CE se materializa mediante el símbolo “CE” acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE se realizan según el dibujo adjunto y deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.



Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- El número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- El nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- La dirección del fabricante
- El nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- Las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- El número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- El número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- La designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada

Información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo. Ejemplo de marcado CE:

|  | Símbolo |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 123 | Nº de organismo notificado |
| Empresa | Nombre del fabricante |
| Dirección registrada | Dirección del fabricante |
| Fábrica | Nombre de la fábrica |
| Año | Dos últimas cifras del año |
| 0123-CPD-0456 | Nº del certificado de conformidad CE |
| EN 197-1 | Norma armonizada |
| CEM I 42,5 R | Designación normalizada |
| Límite de cloruros (%) | Información adicional |
| Límite de pérdida por calcinación de cenizas (%) | |
| Nomenclatura normalizada de aditivos | |

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

2.1.2. Acopio de materiales

El acopio de materiales en obra se realizará de forma ordenada y controlada. En general el contratista solo mantendrá en obra acopiados aquellos materiales que vayan a ser montados en corto plazo de tiempo, para lo cual presentará un plan de acopios semanal de los materiales o equipos a instalar de manera inmediata, e incorporará el documento con el compromiso de la entrega del fabricante, en el que constará la fecha prevista para su recepción en la obra.

Previo a la recepción en obra de cualquier envío, el contratista solicitará a la Dirección de Obra su autorización y el lugar donde deba permanecer provisionalmente o hasta su montaje definitivo.

Los materiales procederán de fábrica correctamente embalados y sin muestras de golpes o malos tratos. Cuando se realice el transporte por mar, dispondrán de embalaje especial y protección adecuada para evitar corrosiones.

Los embalajes de materiales y equipos pesados o voluminosos dispondrán de refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga con la debida seguridad.

Los materiales acopiados en la obra se mantendrán ordenados en la zona o zonas asignadas al efecto, y siempre bajo la exclusiva responsabilidad del contratista, que se preocupará de protegerlos adecuadamente.

El contratista está obligado a inspeccionar el buen estado de materiales y equipos, separando aquellos que no estén en perfectas condiciones de recepción para su reparación o reposición. Si se diese el caso de que algún equipo estuviese dañado y pudiera ser reparado, dicha reparación sería efectuada por el fabricante manteniendo así la garantía. De ser reparada por otros medios, el contratista entregará documento del fabricante en el que autorice a otros la reparación del equipo y en el que se indique la validez de la garantía.

2.1.3. Condiciones de ejecución de las obras

Las condiciones de ejecución de las obras se realizarán de acuerdo con el CTE Artículo 7 Condiciones en la ejecución de las obras

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el apartado siguiente se indica, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la obra.

Las modificaciones que se puedan realizar al proyecto deberán documentarse y se autorizarán por la dirección facultativa previa conformidad de la propiedad.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- Control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras
- Control de ejecución de la obra
- Control de la obra terminada.

2.1.4. Documentación del seguimiento de la obra

De acuerdo con el Anejo II del CTE se dispondrá de la siguiente documentación para el seguimiento de la obra:

II.1 Documentación obligatoria del seguimiento de la obra.

Las obras de edificación dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- a) El Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- b) El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- c) El proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra.
- d) La licencia de obras, la apertura del centro de trabajo y, en su caso, otras autorizaciones administrativas; y
- e) El certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda y Real Decreto 1000/2010, 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.

En el Libro de Órdenes y Asistencias el director de obra y el director de la ejecución de la obra consignarán las instrucciones propias de sus respectivas funciones y obligaciones.

El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

II.2 Documentación del control de la obra.

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- a) El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- b) El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- c) La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

II.3 Certificado final de obra.

En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- a) Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia; y
- b) Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

2.1.5. Inspección y medidas previas al montaje

El contratista tiene la obligación de proveer materiales y equipos de los tipos y calidades especificados en el proyecto. El Director de Obra podrá inspeccionar los acopios, así como solicitar del contratista la documentación, certificados y pruebas que considere necesario para acreditar que los materiales y equipos son de las calidades y características determinadas en el proyecto.

Se rechazarán todos los que no estén documentados y aprobados por el Director de Obra.

2.1.6. Recepción de materiales en obra

Las unidades contratadas serán recibidas por la D.F. después de colocadas, no siendo responsabilidad de la Propiedad el depósito de estas, su desaparición, destrucción o del deterioro de materiales o acopios.

Todos los materiales, herramientas, máquinas o cualquier elemento del contrato, viajará hasta la obra por cuenta y riesgo del INSTALADOR e irá consignado únicamente a nombre de éste o persona en obra que lo represente. La recepción en obra será hecha por el personal del propio INSTALADOR, para lo cual éste conocerá y comunicará con la necesaria antelación las fechas de llegada a obra de sus mercancías para ser inspeccionadas.

En el caso de equipos fabricados ex profeso para esta obra (unidades de tratamiento de aire, cuadros eléctricos, etc.) la Dirección de Obra podrá optar por su inspección en fábrica, antes de su envío a obra.

No se admitirá el montaje definitivo de ningún material o equipo que muestre daño o deterioro alguno.

Antes de comenzar los trabajos de montaje el contratista efectuará el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección de Obra, para lo cual el contratista presentará un plano acotado en planta y sección, de la zona replanteada y que considera ejecutable.

2.1.7. Controles

2.1.7.1. Controles de recepción en obra de equipos y materiales

Se comprobará que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados cumplen con las propiedades y documentación exigidas en el proyecto (memoria, hojas de especificaciones, pliegos y presupuesto).

Control de la documentación de los suministros

Para ello los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

Se controlará el suministro de:

- Documentación de origen de los suministros (hoja de suministro y etiquetados)

- Copias de los certificados de garantías según Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo
- Documentos de Conformidad, Distintivos o autorizaciones exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente a certificados de homologación de fabricantes y al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.
- Instrucciones de uso y mantenimiento del fabricante, cuando proceda.

Control de recepción mediante distintivos de calidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

Los distintivos de calidad (en especial marcas AENOR de productos y equipos, inscritas en registro del CTE) que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del CTE y Art 18.3 del RITE.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y materiales amparados por ella.

Control de recepción mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, como materiales y equipos que no estén sujetos al marcado CE, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Igualmente, la empresa constructora presentará a la dirección facultativa para su control, además de las homologaciones y los certificados de los materiales y equipos empleados, los certificados de registro exigibles según la legislación vigente de cada una de las empresas instaladoras.

Controles de ejecución de la instalación

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable,

las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

En concreto se verificará el control de la ejecución de las instalaciones comprobando que se cumplen los procedimientos de ejecución de acuerdo con lo indicado en la memoria, pliegos de condiciones del proyecto y modificaciones autorizadas u otras órdenes de la dirección facultativa.

Igualmente se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

La empresa contratista o instalador realizará la documentación correspondiente que refleje cualquier modificación o replanteo de la instalación que se introduzca en la ejecución de la obra.

Se llevará un listado actualizado de:

- Ordenes de cambio
- Estado de no conformidades y puntos pendientes
- Requerimientos de inspección a la D.F.

Se dispondrán de formatos de comunicación de la obra aprobados por la D.F.

2.1.7.2. Controles de terminación

En la obra terminada, bien sobre las instalaciones en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de otras pruebas que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

En concreto se verificará el control de la terminación de las instalaciones comprobando que se realizan las pruebas de acuerdo con lo indicado en el pliego de condiciones del proyecto y con lo indicado en los respectivos protocolos de puesta en marcha adjuntos en anexo, así como las pruebas complementarias necesarias indicadas por la dirección facultativa.

Se llevará un listado actualizado de:

- Pruebas de servicio realizadas (Fechas, Resultados, Documentación, etc.)
- Registro de Certificados de instalaciones

El control de calidad realizará informes mensuales que resuman las informaciones anteriores, así como los defectos de montaje detectados en las instalaciones.

2.1.8. Planos, catálogos y muestras

El contratista deberá estudiar los planos y documentos del proyecto, presentando, en el plazo de treinta días desde la adjudicación de la obra, los planos complementarios de construcción y de detalle, así como cualquier otra información que la Dirección de Obra considere necesaria, aplicando las normas y criterios establecidos en el proyecto.

La Dirección de Obra podrá solicitar del contratista catálogos y muestras de los materiales y equipos concretos propuestos por el contratista, los cuales, en cualquier caso, deberán satisfacer las características mínimas requeridas en el proyecto.

El contratista podrá proponer cualquier alternativa en cuanto a los trabajos relativos a la instalación de tuberías; y si se diese el caso, el contratista deberá suministrar los siguientes documentos para poder ser aceptada la alternativa por la D.F.:

- Completa definición técnica del sistema propuesto.
- Detalle o detalles donde se pretende realizar y en el que se incluirá el tipo de fluido, presiones, temperatura, etc.
- Detalles del sistema de soportación a emplear.
- Detalles de cualquier tipo para mantenimiento, si es que fuese necesario.

2.1.9. Cooperación con otros contratistas

Cada contratista cooperará y trabajará en buena armonía con los otros contratistas presentes en la obra, con la finalidad de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Ante cualquier desacuerdo entre contratistas, el Director de Obra resolverá según su criterio.

2.1.10. Protección de los materiales en la obra

Los materiales contenidos en la obra, ya sea acopiados o instalados, son responsabilidad del contratista hasta la recepción provisional de la instalación.

En consecuencia, dispondrá los medios necesarios para su protección, tanto para evitar deterioros como desapariciones.

Deberán protegerse los materiales contra golpes y humedades. Las aberturas de conexión de aparatos y equipos, al igual que los extremos de los tubos, permanecerán tapadas y protegidas hasta su montaje.

Se tendrá un cuidado especial con los materiales más frágiles y delicados, como aparatos de control y regulación, materiales aislantes, etc., que se mantendrán especialmente protegidos.

2.1.11. Limpieza de la obra

El contratista mantendrá ordenadas y limpias todas las zonas en las que esté trabajando, dejándolas libres de residuos al final de cada jornada.

El Instalador deberá recoger diariamente los accesorios de las instalaciones que no se hayan instalado durante la jornada laboral y custodiado en su almacén hasta el día siguiente.

Cuando en la misma zona trabajen varios contratistas, colaborarán entre ellos en el mantenimiento de la limpieza y el orden.

Al final de la obra deberán quedar perfectamente limpias todas las instalaciones, como requisito previo a la recepción provisional.

2.1.12. Andamios y aparejos

Todos los medios materiales auxiliares utilizados en la obra estarán en perfectas condiciones de uso, dispondrán de todas las medidas de seguridad reglamentarias y cumplirán con los requisitos exigidos en el correspondiente Proyecto o Estudio de Seguridad.

Los andamios y cualquier otro medio de montaje de gran tamaño permanecerán en la zona de actuación únicamente el tiempo que duren los trabajos, siendo retirados de la misma en cuanto no sean allí necesarios.

Todos los aparejos, herramientas y medios auxiliares de menor tamaño se recogerán y ordenarán diariamente, al final de cada jornada.

2.1.13. Obras auxiliares de albañilería

Cuando las obras auxiliares de albañilería precisas para el montaje de la instalación, tales como apertura de huecos, recibido de soportes o marcos, bancadas de máquinas, etc., no estén incluidas dentro del contrato del Instalador, será responsabilidad suya facilitar toda la información precisa y con la antelación suficiente a la Dirección de Obra.

El Instalador verificará la ejecución de los trabajos y la idoneidad de los mismos para los fines previstos.

2.1.14. Energía eléctrica y agua

En función de la dimensión de la obra, se pondrá a disposición del Instalador una o más tomas de energía eléctrica y agua para su utilización durante el montaje.

El Instalador dispondrá de sus propios cuadros eléctricos de obra para conexión de sus herramientas de trabajo. Los cuadros dispondrán de los elementos de seguridad reglamentarios.

La acometida eléctrica desde en cuadro principal de obra hasta los cuadros secundarios del Instalador será por cuenta de este último.

No se permitirán conexiones eléctricas precarias, exigiéndose siempre clavijas de conexión normalizadas.

2.1.15. Protección de partes en movimiento y elementos sometidos a temperaturas altas

Todos los equipos instalados, con partes sometidas a movimiento, dispondrán de las protecciones mecánicas adecuadas que impidan cualquier contacto fortuito con ellas.

En este sentido, se pondrá especial atención a las poleas, correas de transmisión y rodets de ventiladores y acoplamientos mecánicos de grupos motobomba.

Las protecciones deberán ser fácilmente desmontables para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, podrá tener una temperatura mayor de 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que sean accesibles al usuario tendrán una temperatura menor de 80 °C o estarán adecuadamente protegidas contra contactos accidentales.

2.2. Instalación de climatización

2.2.1. Generalidades

El presente pliego de condiciones trata de establecer las condiciones técnicas que deben reunir la Instalación de Climatización y los Equipos que la integran de acuerdo con los contenidos exigidos en el Anejo II del Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código técnico de la Edificación (CTE) incluidas las modificaciones bajo Real Decreto 732/2019 y en el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio del 2007 por el que se aprueba el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) modificaciones bajo Real Decreto 235/2013 y Real Decreto 178/2021 y que constituye la justificación del cumplimiento del Documento Básico HE-2 del Código Técnico de la Edificación en lo que se refiere al Rendimiento de las Instalaciones Térmicas.

La ejecución de las instalaciones será realizada por empresas instaladoras autorizadas legalmente dentro de cada especialidad. Las empresas instaladoras deberán presentar copia de las acreditaciones correspondientes antes del inicio de los trabajos.

El contratista e Instalador están obligados a cumplir los Procedimientos de Ejecución y Procedimientos de puesta en marcha de las Instalaciones Térmicas descritas en el CAPÍTULO IV del RITE.

Certificado de la instalación

Una vez finalizada la instalación y realizadas las pruebas de puesta en marcha especificadas en la IT2 con resultados satisfactorios el instalador autorizado y el director de la instalación suscribirán el certificado de la instalación.

El certificado de acuerdo con el modelo de la comunidad Autónoma correspondiente tendrá el contenido mínimo siguiente:

- Identificación y datos de las características técnicas principales de la instalación realmente ejecutada.
- Identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional y del director
- Resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2
- Declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto y de que cumple con los requisitos exigidos por el RITE.

2.2.2. Coordinación con otras especialidades

El objeto de este apartado que es continuación de lo reflejado en los diferentes Pliegos de Condiciones Técnicas del Proyecto, tiene por objeto determinar las ejecuciones de aquellas instalaciones que han de realizarse conjuntamente entre

Instaladores y que son obligatoriamente necesarias para el total y correcto funcionamiento de ellas.

El contratista de la Obra está obligado a realizar la coordinación total de todas las ejecuciones de instalaciones y por ello deberá exigir de los diferentes Instaladores el cumplimiento de los apartados que a continuación se describen.

Climatización con Sistema de Tratamiento de Agua:

El Instalador de Climatización indicará al Instalador del Tratamiento de Agua la ubicación y diámetros de los diferentes puntos de suministro necesarios para los llenados y reposiciones de las instalaciones de Clima, debiendo el Instalador del Tratamiento de Agua dejar instalados esos puntos con sus correspondientes válvulas de corte colocadas y a las que accederá el Instalador de Climatización para realizar sus conexiones.

Climatización con Fontanería:

El Instalador de Climatización indicará el lugar en el que el Instalador de Fontanería deberá dejar colocados los Sumideros Sifónicos o Puntos de Desagües necesarios donde puedan ser conducidos los

Vaciados, Recogidas de Condensados, Purgas de Aire, etc., y que serán ejecutados por el Instalador de Climatización.

Así mismo, el Instalador de Climatización deberá suministrar al de la Fontanería los Esquemas de Verticales numeradas y los planos de plantas en los que queden dichas verticales con sus correspondientes numeraciones para que el Instalador de la Fontanería realice la Red de Recogida de Vaciados de todas las columnas de agua del edificio y que deberá ser conducida por el Instalador de Fontanería hasta los diferentes puntos de evacuación a la red de Saneamiento.

El Instalador de Climatización indicará al Instalador de la Fontanería la ubicación y diámetros de los diferentes puntos de suministro de agua, necesarios para los llenados y reposiciones de las instalaciones de Clima, debiendo el Instalador de Fontanería dejar instalados esos puntos con sus correspondientes válvulas de corte colocadas y a las que accederá el Instalador de Climatización para realizar sus conexiones.

Nota: El conexionado a los diferentes puntos de suministro de agua desde las esperas dejadas por el Instalador de Fontanería será realizado por el Instalador de Climatización.

Climatización con Electricidad:

El Instalador de Climatización indicará al Instalador de Electricidad la ubicación de los diferentes puntos en los que éste deberá dejar las Líneas del suministro de fuerza para los diferentes Cuadros Eléctricos de las Instalaciones de Climatización.

Nota: El conexionado a los diferentes cuadros de Climatización desde las esperas dejadas por el Instalador de Electricidad será realizado por el Instalador de Climatización.

Climatización con Instalación de BMS:

- La regulación y equilibrado de los diferentes sistemas que componen la instalación de Climatización será compartida con el Instalador del Sistema de Regulación y Control
- Todos los elementos de campo que requieran actuaciones invasivas sobre las instalaciones (vainas y sondas en tuberías, perforaciones en conductos, etc.) serán instalados por el Instalador de Climatización en los lugares indicados por el Instalador del Sistema de Control.
- Ambos Instaladores trabajarán de manera coordinada entre sí y a tal efecto, el Instalador de Climatización seguirá las instrucciones que por escrito reciba del Instalador del Sistema de Control.
- Todos los cables de alimentación, señalización, etc. serán resistentes al fuego (cable y tubo).
- Todo el cableado y conexionado eléctrico a los diferentes Elementos de Control del Sistema será realizado por el Instalador de BMS.

PASOS DE INSTALACIONES, MANGUITOS PASA MUROS

Los pasos de instalaciones tales como cables, tuberías, conducciones y conductos de ventilación a través de los elementos de compartimentación resistentes al fuego, excluidas las penetraciones con sección de paso menor de 50 cm², se sellarán con productos ignífugos certificados por laboratorio oficial, que garanticen un grado de resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, de acuerdo con el punto 3 DB SI1 del CTE.

Son válidas las soluciones constructivas siguientes:

Tuberías metálicas agrupadas de Clima, PCI, Fontanería, gas: Sellado cortafuegos mediante sistema FLAMRO-TECRESA, HILTI o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.

Tuberías combustibles (PVC, PE, PP, etc.) de 80 mm y mayores sin agua: Collarines intumescentes con carcasa metálica empotrados o exteriores TECWOOL-TECRESA, HILTI o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.

Pasos de cables y canalizaciones eléctricas: Sellado cortafuegos mediante sistema FLAMRO-TECRESA, HILTI o mediante almohadillas intumescentes en pasos de bandejas eléctricas de uso frecuente, de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.

Compuertas cortafuegos EI del sistema de clima y ventilación: se recibirán de obra, siguiendo instrucciones del fabricante y campo de aplicación de los ensayos

de certificación, de forma que se garantice su unión al elemento atravesado incluso en caso de fallo del conducto.

Tuberías metálicas independientes de Clima, PCI, Fontanería, gas: Manguito pasamuros metálico galvanizado recibido de obra. Sellado del espacio entre tubos con masilla intumescente TECWOOL-TECRESA, HILTI o similar de acuerdo con ensayo en Laboratorio oficial acreditado por ENAC según norma UNE-EN 1366-3 y clasificación de resistencia al fuego EI120 a 240.

Los manguitos pasamuros deberán colocarse en la obra de albañilería o de elementos estructurales cuando éstas se estén ejecutando.

El espacio comprendido entre el manguito y el elemento que alberga deberá rellenarse con una masilla plástica, que selle totalmente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. En algunos casos, puede ser necesario que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deben acabarse a ras del elemento de obra salvo que atraviesen forjados, en cuyo caso deberán sobresalir unos 2 cm. por la parte superior.

Los manguitos se construirán con un material adecuado y con dimensiones suficientes para poder instalar con holgura el elemento con su aislante térmico. La holgura nunca será superior de 3 cm.

El instalador acotará los pasos necesarios en los planos de arquitectura y suministrará los manguitos a colocar. Posteriormente se procederá al relleno del espacio comprendido entre el manguito y la tubería o conducto.

El conjunto instalado no debe disminuir la resistencia al fuego exigible a la pared o forjado atravesado.

En el caso de que las compuertas cortafuegos deban instalarse fuera de la línea del cerramiento, las mismas deberán sellarse con material de clasificación al fuego correspondiente al cerramiento y desde la línea de cierre de la compuerta hasta la división del sector. Se presentará certificados del material empleado y para la solución de montaje implantada.

Las dimensiones de las compuertas cortafuegos tendrán el mismo ancho que el conducto al que se conectan y en altura serán preferentemente 5cm mayor.

Las compuertas cortafuegos se conectarán a los conductos mediante figuras prefabricadas en taller, siendo rechazadas todas aquellas ejecuciones de fabricación in situ realizadas con solapes o atornillados al conducto.

Se comprobará en obra por el instalador la sectorización de incendios.

2.2.3. Limpieza de canalizaciones

Todas las canalizaciones de distribución, tanto de agua como de aire, deberán ser limpiadas interiormente, antes de efectuarse las pruebas y puesta en funcionamiento de las mismas.

Para ello se seguirán los procedimientos indicados en la IT 2.2.2.2. e IT2.2.5.1. del RITE y las recomendaciones de la norma UNE EN 14336 y en su defecto UNE 100151.

Los productos empleados para la limpieza de redes de tuberías de agua sanitaria cumplirán los criterios indicados en el RD140/2003. orden SCO 3719/2005 y RD 732/2019, según CTE HS4, en concreto se prohíbe el uso de productos detergentes para esos usos.

2.2.4. Señalización

Las conducciones de los diferentes fluidos (tuberías y conductos) se señalarán, para su fácil identificación, 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 la IT 1.3.4.4. del RITE y la norma UNE 100-100 y UNE 13779:2007.

La señalización de todas las tuberías y conductos contarán, además de la señalización descrita en la normativa, con identificadores de placa colocados cada 10 m en toda la longitud de las tuberías y conductos. Entre los pasos de forjado la señalización se colocará en los patinillos que sean registrables, de manera que queden expuestos a una altura comprendida entre 1600 y 1800 mm.

Estarán compuestos por:

- Placa base metálica de acero inoxidable con tapa protectora transparente.
- Identificadores en los que se indique el servicio de la tubería o conducto, dirección del fluido, (Impulsión o Retorno), y servicio o servicios a los que asiste la instalación señalizada.
- Soporte universal para la fijación de la placa base.
- Cremallera metálica para fijación del conjunto; o con carril de instalación y anclaje de placa con tuerca soporte de M8 y tornillos de cabeza cilíndrica de M8.

En la sala de máquinas se dispondrá un plano con el esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección, junto con el código de colores empleado en la señalización, en impresión indeleble.

2.2.5. Identificación de equipos

Todos los equipos instalados dispondrán de una placa de identificación en lugar visible en la que se refleje la referencia recogida en los documentos del proyecto.

Igualmente se identificarán los equipos y cuadros eléctricos que no vengan con placa de identificación de fábrica indicando el nombre y sus características técnicas.

Los nombres identificativos se corresponderán con los indicados en los esquemas y planos de proyecto.

2.2.6. Pruebas

Durante la ejecución y una vez terminada la instalación, pero siempre antes de la Recepción Provisional se realizarán las comprobaciones y pruebas parciales y finales que se describen en este capítulo y de acuerdo con lo indicado en la IT 2.2 del RITE, en presencia y con la conformidad de la Dirección de Obra.

Las pruebas y comprobaciones se realizarán por cuenta del contratista, que dispondrá de todos los medios humanos y materiales necesarios.

Las pruebas parciales estarán precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra.

Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100010, deben realizarse como mínimo las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el director de obra.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del director de obra o persona en quien delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Las pruebas serán realizadas conforme a lo estipulado en IT 2.2.

Los resultados obtenidos y el procedimiento seguido se reflejarán por escrito en los correspondientes protocolos de pruebas, que requerirán la conformidad de la D.F. o Empresa de Control de Calidad contratada.

Las verificaciones y pruebas para el control de la ejecución y el control de la instalación terminada requerido por el RITE IT 2.2 e indicados en este documento, se realizarán de acuerdo con los protocolos indicados en el anejo PIII de procedimientos de ejecución.

Comprobación de la ejecución

Durante la ejecución se comprobará el correcto montaje, limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación.

Se comprobará el funcionamiento de cada motor eléctrico, midiendo su consumo en las condiciones reales de trabajo.

Se comprobará así mismo el funcionamiento de todos los intercambiadores de calor, climatizadores, calderas, máquinas frigoríficas y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento correspondientes.

Las pruebas y comprobaciones se realizarán por cuenta del contratista, que dispondrá de todos los medios humanos, equipos y materiales necesarios para su realización.

Preparación y limpieza de las redes

Redes de tuberías

- Las redes de distribución de agua deben ser limpiadas internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.
- Las tuberías, accesorios y válvulas deben ser examinados antes de su utilización y, cuando sea necesario, limpiados.
- Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiados interiormente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.
- Durante el montaje se evitará la introducción de materias extrañas dentro de las tuberías, los aparatos y los equipos protegiendo sus aberturas con tapones adecuados.
- Una vez completada la instalación de una red, ésta se llenará con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.
- A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua durante dos horas, por lo menos. Posteriormente, se vaciará totalmente la red y se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.
- En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito.
- Si el pH resultara menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación, se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.
- Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejarán en su sitio por lo menos durante una semana de funcionamiento, hasta que se compruebe que ha sido completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla. Sin embargo, los filtros para protección de válvulas automáticas, contadores, etc. se dejarán en su sitio.

Redes de conductos

- La limpieza interior de redes de distribución de aire se efectuará una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles.
- Se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire a la salida de las aberturas parezca, a simple vista, no contener polvo.
- Allí donde sea difícil que los conductos queden totalmente limpios interiormente se utilizarán, independientemente del rodaje de las unidades, los registros de limpieza de conductos que serán instalados para tal fin y en cumplimiento de la normativa.
- Se cumplirá con las condiciones dispuestas en la norma UNE 100012.

Pruebas de estanqueidad y resistencia mecánica

Las redes de tuberías y conductos se probarán, a fin de asegurar su estanqueidad y resistencia mecánica, de acuerdo con las IT 2.2. del RITE y las normas UNE 14336, UNE ENV 12108 y en su defecto UNE 100-151, para tuberías y UNE EN 1507 y UNE 12237 y en su defecto 100-104 para conductos.

Pruebas hidrostáticas de redes de tuberías

- Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.
- Se realizará previamente el purgado del aire contenido en las redes por los puntos altos.
- Se realizarán pruebas parciales de las conducciones que deban quedar ocultas, independientemente de la prueba final de conjunto de la instalación
- Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, y de las pruebas preliminares, debe efectuarse una prueba final de resistencia de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 10 bar en circuitos cerrados, de acuerdo a UNE 14336 o en su defecto UNE 100151.
- Para circuitos de acs la presión de prueba será de dos veces la presión de trabajo con un mínimo de 6 bar mientras que para los circuitos primarios de instalaciones solares será de una vez y media con un mínimo de 3 bar.
- Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de 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 tal

manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

- Los elementos y accesorios que no aguanten la presión de prueba quedarán excluidos de la misma por medio de cierre de válvulas o sustitución por tapones.
- La reparación de fugas se hará sustituyendo la sección o accesorio por materiales nuevos.
- Posteriormente 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 una comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.
- Por último, se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.
- Las pruebas de tuberías se efectuarán sin las válvulas de seguridad y elementos que puedan sufrir deterioro, obturando, lógicamente, todos los orificios o conexiones que permanezcan abiertos y sometiénolas a una presión en frío equivalente a vez y media la presión de trabajo, con un mínimo de 10 bar.
- Para ello y si se hubiesen ya realizado conexiones hidráulicas a baterías de climatizadores, fancoils, cajas u otros equipos que las contengan, las llaves de corte de éstas deberán permanecer cerradas e impedir así someter las mencionadas baterías a una sobrepresión para la cual no están diseñadas.
- Una vez elevada a la presión de la instalación sometida a prueba, se cerrarán las válvulas de la bomba y se desmontará ésta, custodiándola en la oficina de obra hasta la finalización de esta.
- La presión leída en los manómetros de comprobación no debe variar en un plazo de veinticuatro horas. Del resultado de la prueba se aprobará o rechazará la instalación.

Pruebas de circuitos frigoríficos

Los circuitos frigoríficos realizados en obra serán sometidos a las pruebas de estanquidad especificadas en la instrucción correspondiente del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas vigente (RD 552/2019) y de acuerdo con la IT 2.2.3.

- No debe ser sometida a una prueba de estanqueidad la instalación de unidades por elementos cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

Pruebas de libre dilatación

Después de realizadas las pruebas precedentes con resultado satisfactorio y comprobados los elementos de seguridad, las instalaciones con generadores o intercambiadores de calor se llevarán gradualmente hasta la temperatura máxima

de utilización especificada en el proyecto (temperatura de tarado de los elementos de seguridad), habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Esta situación se mantendrá durante una hora al menos para, a continuación, parar normalmente la instalación y dejarla enfriar.

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

Se comprobará que la dilatación y posterior contracción de las tuberías se produce sin deformaciones, esfuerzos o ruidos anormales, siendo absorbidos en los dilatadores, liras o cambios de dirección de las tuberías.

La prueba en caliente se considerará satisfactoria si no se presenta ninguna fuga o deformación después de un mes de funcionamiento de la instalación.

Pruebas de redes de conductos

- Las redes de conductos se someterán a pruebas de estanquidad y resistencia estructural de acuerdo con la IT 2.2.5.2. antes del cierre de obras de albañilería, de falsos techos y antes de su aislamiento.
- Se realizarán pruebas parciales de las conducciones que deban quedar ocultas, independientemente de la prueba final de conjunto de la instalación.
- Para la realización de las pruebas las aperturas donde irán conectados los elementos de difusión o las unidades terminales se cerrarán rígidamente y quedarán perfectamente selladas.
- Los conductos de chapa serán herméticos y no deberán vibrar o moverse cuando el sistema esté en funcionamiento. Al objeto de obtener la estanqueidad necesaria se sellarán con sellador inalterable adecuado al uso y que deberá contar con la aprobación de la Dirección Facultativa y serán probados de acuerdo con la norma UNE 100-104 o normas que la sustituyan UNE EN 1507 y UNE 12237.
- Se prestará especial atención al sellado de piezas especiales, derivaciones y conductos instalados en la intemperie, independientemente de que éstos vayan aislados o no.
- Se utilizará en cualquier conducto instalado en intemperie los criterios marcados para las clases C o D según la normativa aplicable y que supone UN SELLADO TOTAL del conducto.
- Las pruebas requieren el taponamiento de 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 tal manera que

sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

- Las pruebas de estanqueidad de los conductos serán realizadas de acuerdo con su clasificación y a las características constructivas descritas en la norma UNE 100-102-88 o normas que la sustituyan UNE EN 1507 y UNE 12237

El caudal de fuga admisible vendrá dado en función de la clasificación de los conductos que está realizada de acuerdo presión de diseño de funcionamiento máxima Ps en el interior del conducto; según queda indicado en la tabla que a continuación se incluye:

| Clase de estanqueidad al aire | Coefficiente c |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A | 0.027 |
| B | 0.009 |
| C | 0.003 |
| D* | 0.001 |
| $f = c \cdot p^{0.65}$ f: fugas de aire: l/m ² /s p: Presión estática en Pa c: coeficiente según la clase de estanquidad | |

Otras pruebas

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía de estas instrucciones técnicas. Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

Pruebas de circulación

Se llevarán a cabo de acuerdo con la norma UNE 100-010 y RITE IT 2.3. y las condiciones de funcionamiento indicadas en el proyecto.

El contratista realizará y documentará los procedimientos de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua y aire. También elaborará un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos e instalaciones.

Redes de agua

Una vez efectuados los llenados y vaciados precisos para la limpieza interior de las redes de tubería y filtros de agua de los sistemas, se procederá con el llenado final de los circuitos y la purga de aire de la red de tuberías.

Una vez totalmente terminadas estas operaciones, se pondrán en marcha las bombas de circulación, efectuando en cada circuito las siguientes operaciones:

- Lectura de las presiones de entrada y salida en las bombas de circulación, con todas las válvulas abiertas, excepto purgas y vaciados. Lectura de la intensidad eléctrica por fase de los motores.
- Ajuste de las válvulas de equilibrado, hasta la consecución de los caudales previstos en el proyecto. Bloquear en ese punto su apertura máxima.
- Repetir, en estas condiciones, las lecturas de presión e intensidad eléctrica en las bombas de circulación. Comprobar los caudales teóricos sobre las curvas de funcionamiento caudal-presión facilitadas por el fabricante, comparándolos con la suma de caudales leídos en las válvulas de equilibrado.
- Se documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de acuerdo con lo siguiente:
 - De cada circuito hidráulico se indicará el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
 - Se comprobará que el fluido anticongelante en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos del proyecto.
 - Cada bomba se ajustará por medio de su curva característica al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frío a los caudales y temperaturas de diseño.
 - Las unidades terminales o los ramales serán equilibrados al caudal de diseño.
 - En los circuitos con válvulas de control diferencial se ajustará el valor del punto de control al rango de variación de la caída de presión en el circuito controlado.
 - Cuando existe más de una unidad terminal se realizará el equilibrado hidráulico de los distintos ramales de acuerdo con lo indicado en el proyecto.
 - En cada intercambiador se indicará la potencia, temperatura y caudales de diseño, ajustando los caudales de diseño.

Redes de aire

Antes de proceder con el arranque de los ventiladores se comprobará que el interior de las máquinas esté limpio, que los filtros han sido limpiados o sustituidos, que no existen objetos en su interior, que los alabes o palas de ellos giran libremente sin roces u otras anomalías que pudieran deteriorarlos. Así mismo, cada unidad deberá incorporar un interruptor de corte de energía eléctrica para seguridad de los operarios en las fases de mantenimiento.

Después de terminada la instalación, se pondrán en marcha los ventiladores correspondientes, efectuando las siguientes operaciones en cada red:

- Medición de velocidad, caudal y presión de los ventiladores, con todas las compuertas y elementos de regulación abiertos. Lectura de la intensidad eléctrica por fase de los motores.
- Ajuste de caudales, hasta conseguir los previstos en el proyecto, mediante medida de la velocidad del aire en puntos convenientemente elegidos y actuación sobre las compuertas y elementos de regulación.
- Comprobación de la difusión del aire en espacios acondicionados mediante ensayos de humos.
- Repetir, en estas condiciones, las mediciones de caudal, presión e intensidad eléctrica de los conjuntos motor-ventilador. Comprobación de los resultados con las curvas de funcionamiento facilitadas por el fabricante.
- Se documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de acuerdo con lo siguiente:
- De cada circuito se indicará el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- Cada ventilador se ajustará al punto de trabajo de acuerdo con el caudal y presión de diseño.
- Las unidades terminales de impulsión y retorno serán equilibradas al caudal de diseño por medio de sus dispositivos de regulación.
- En cada local se indicará el caudal nominal del aire impulsado y extraído de acuerdo con el proyecto, así como el número, tipo y ubicación de las unidades terminales de impulsión y retorno.
- El caudal de las unidades terminales se ajustará al valor indicado en el proyecto.
- En las unidades con flujo direccional se ajustará las lamas para minimizar corrientes de aire y establecer una distribución adecuada.
- En los locales donde se controle la presión diferencial se ajustará la presión diferencial mediante actuaciones sobre los elementos de regulación de los caudales de impulsión y extracción de aire manteniendo constante la presión en el conducto. El ventilador adaptará su punto de trabajo a las variaciones de presión diferencial mediante un dispositivo adecuado.

Pruebas finales o controles funcionales

Una vez realizado el ajuste de las instalaciones se realizarán pruebas finales de acuerdo con lo indicado en las instrucciones indicadas en la norma UNE EN 12599:2001 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales, indicados en los capítulos 5 y 6 y de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Pruebas de funcionamiento de la regulación automática

Se comprobará el buen funcionamiento del sistema o sistemas de regulación automática, verificando el correcto tarado y actuación de todos los componentes, de acuerdo con los valores de diseño fijados en el proyecto, el apartado IT 2.3.4 y la norma UNE EN ISO 16484-3.

Exigencias de Eficiencia Energética

De acuerdo con la IT 2.4 la empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación siguiendo los procedimientos indicados en la norma UNE 100-010:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen
- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no será inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente
- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de frío en las condiciones de trabajo.
- Comprobación de las condiciones de funcionamiento y rendimientos de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica
- Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica
- Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica

Exigencias de bienestar

Se realizarán las pruebas que, a criterio del Director de Obra, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno y de verano, elaborando un estadillo de condiciones higrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

Para la realización de las pruebas en régimen de invierno la temperatura exterior mínima registrada en el día no será superior en más de 3 °C, ni inferior en más de 2 °C, a la temperatura exterior considerada en el proyecto.

La temperatura de las habitaciones se corregirá aumentando la de proyecto en 0,5 °C por cada °C que la temperatura mínima del día supere la exterior de proyecto, o disminuyendo 0,7 °C por cada °C de menos.

A criterio del Director de Obra se tomarán mediciones de velocidad de aire y niveles de ruidos y vibraciones en las zonas que éste designe.

Cuando todos los valores registrados estén dentro de los márgenes indicados en la memoria del proyecto, se considerará satisfactoria la eficiencia de la instalación.

Para la toma de mediciones se utilizarán los medios y procedimientos indicados en la norma UNE 100010.

2.2.7. Condiciones técnicas de equipos y materiales

2.2.7.1. Plantas enfriadoras de agua condensadas por aire

Esta especificación técnica sirve para los siguientes tipos de unidades:

- Plantas enfriadoras de agua condensadas por aire.
- Plantas enfriadoras de agua condensadas por aire con recuperación de energía.
- Plantas enfriadoras de agua condensadas por aire tipo bomba de calor.
- Plantas enfriadoras de agua condensadas por aire tipo bomba de calor con recuperación de energía
- Plantas enfriadoras de agua condensada por aire tipo bomba de calor a cuatro tubos.
- Plantas enfriadoras de agua condensadas por aire con sistema enfriamiento gratuito

DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO

Los rendimientos energéticos de las plantas enfriadoras de agua estarán certificados por EUROVENT

ESTRUCTURA

El chasis o estructura soporte de la planta, estará construida por perfiles laminados de acero galvanizado, con tratamiento anti-corrosión resistente en ambientes marinos durante 20 años.

La caja o carrocería envolvente de la planta, estará construida en chapa de acero galvanizado, con tratamiento anti-corrosión resistente en ambientes marinos durante

20 años. Formada por paneles desmontables insonorizados.

COMPRESORES

El compresor o compresores y el tipo de gas refrigerante utilizado estará indicado en la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto. Los compresores estarán accionados directamente por motores eléctricos, refrigerados por el gas refrigerante de la planta, el conjunto compresor motor eléctrico serán de tipo semi-hermético y montados sobre soportes antivibratorios, el conjunto estará dotado de las siguientes protecciones:

- Protección térmica del motor con rearme manual
- Sensor de temperatura motor. (en cada motor)
- Limitación de corriente eléctrica absorbida durante el arranque
- Control de temperatura de descarga.
- Control visual y de flotador del nivel de aceite
- Resistencia eléctrica para calentamiento del aceite del carter con el compresor parado
- Lubricación de tipo forzado utilizando bomba de aceite
- Válvula de retención en descarga de los compresores
- Válvula de cierre en la descarga de los compresores
- Válvula de cierre en la aspiración de los compresores.
- Amortiguadores de vibración.

EVAPORADORES

La cantidad de evaporadores estará el indicado en la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto, serán intercambiadores de calor multitubulares de expansión directa, con carcasa de acero y tubos de cobre con aletas en su interior o intercambiadores de placas de acero inoxidable de expansión directa. Dotados de los siguientes elementos:

- Resistencia eléctrica anticongelante, cuando la planta esta alimentada eléctricamente pero no funciona.
- Interruptor de flujo de agua
- Válvula de expansión electrónica.
- Sensor de temperatura agua en la entrada de agua del evaporador.
- Sensor de temperatura agua en la salida de agua del evaporador.
- Conexión hidráulica mediante bridas.

Estarán diseñados para soportar las siguientes presiones:

- Lado agua: 1000 kPa

- Lado refrigerante: 3000 kPa

Los intercambiadores estarán aislados térmicamente, para evitar pérdidas de energía térmica y condensaciones, además dispondrá de válvula de vaciado de agua.

CONDENSADORES

El número de baterías de condensadores estará indicado en la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto, las baterías de condensadores estarán construidas en tubo de cobre y aletas de aluminio espaciadas, unidos por expansión mecánica del tubo de cobre, sin soldaduras, estarán montadas en un armazón metálico, construido con perfiles laminados de acero galvanizado con tratamiento anti-corrosión resistente en ambiente marino durante 20 años.

La planta enfriadora estará dotada de un sistema de control de condensación, según RITE

VENTILADORES HELICOIDALES

Los ventiladores serán de tipo helicoidal accionados directamente por motor eléctrico, con grado de protección IP-54, con palas de perfil aerodinámico. Dotado de protección para prevención de accidentes, equilibrados dinámicamente de bajo nivel sonoro, según ficha técnica.

El motor eléctrico estará provisto de protección térmica incorporada, además dispondrá de control de condensación mediante la activación o desactivación en secuencia de los ventiladores.

VENTILADORES CENTRIFUGOS

Los ventiladores serán de tipo centrifugo accionados directamente por motor eléctrico, con grado de protección IP-54, equilibrados dinámicamente de baja nivel sonoro, según ficha técnica.

El motor eléctrico estará provisto de protección térmica incorporada, además dispondrá de control de condensación mediante compuertas y servomotor controlado por sonda de presión.

CIRCUITOS FRIGORIFICOS

Las plantas dispondrán de uno o varios circuitos frigoríficos, estará indicado en la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto, construidos en tubo de cobre y aislados térmicamente, los circuitos frigoríficos de aspiración. Los circuitos frigoríficos de líquido (línea de líquido) estará dotada de válvula de corte, electroválvula, filtro deshidratador con cartucho sustituible, indicador de paso de líquido con señalización de presencia de humedad y válvula de expansión. Además, estarán dotados de los siguientes elementos de seguridad:

- Válvula de seguridad alta presión
- Válvula de seguridad baja presión

- Sensores de presión de descarga
- Sensores de presión de aspiración
- Sensores de presión de aceite.
- Sensores de temperatura de descarga.
- Sensores de temperatura de aspiración en cada compresor.
- Presóstatos de seguridad alta presión
- Presóstatos de seguridad baja presión

CUADRO ELECTRICO DE POTENCIA Y CONTROL

El cuadro eléctrico estará formado por carcasa construida en plancha de acero galvanizado con tratamiento anti-corrosión resistente en ambiente marino durante 20 años, de construcción estanca-hermética, desmontable en su parte superior y frontal su interior estará formado por dos compartimentos, uno de potencia y otro de control. Donde se ubicarán los siguientes elementos:

Compartimiento de potencia:

- Transformador circuito de mando
- Seccionador general de bloqueo puerta
- Sección de potencia con distribución de barras
- Magnetotérmicos y contactores para protección compresores y ventiladores
- Bornes para bloqueo acumulativo de alarmas
- Bornes para paro/marcha a distancia
- Regletas de bornes de los circuitos de mando
- Relé secuencia de fases

Compartimiento de control:

- Microprocesador con controladores electrónicos y elementos de campo para efectuar como mínimo las siguientes funciones:
 - Sensor de temperatura exterior.
 - Control de tensión y frecuencia de la instalación eléctrica.
 - Parada y puesta en marcha de la planta enfriadora local-distancia.
 - Parada y puesta en marcha de los grupos electrobomba primario.
 - Apertura o cierre de las válvulas de control automáticas según RITE.
 - Señal de alarmas unificada, con archivo cronológico y visualización de las anomalías generales.
 - Visualización de las anomalías de los compresores y de los circuitos frigoríficos.

- Comprobación de funcionamiento del sistema (Lamp. Test), con autodiagnóstico automático de los equipos electrónicos.
- Visualización de las temperaturas en la entrada y salida de agua del evaporador y recuperador.
- Archivo de gráficos de históricos de temperaturas del agua a la entrada y salida del evaporador y recuperador.
- Impresión de los valores de las sondas de temperatura y presión, así como las de sus puntos de consigna.
- Regulación proporcional de la temperatura del agua en retorno o proporcional +integral de la temperatura del agua en la impulsión.
- Puesta en marcha temporizada de los compresores, con activación gradual de los mismos durante la puesta en marcha del equipo.
- Paro, puesta en marcha y regulación de capacidad de cada uno de los compresores, según el criterio de máxima eficiencia energética.
- Control del tiempo de funcionamiento de cada uno de los compresores, con control de sus puestas en marcha por hora y sistema de equilibrado de tiempos de funcionamiento en cada uno de ellos.
- Regulación sistema de ventilación (condensador).
- Control ciclos de desescarche (bomba de calor).
- Conexión mediante interfaz remota.
- Conexión mediante interface con diferentes sistemas de gestión del edificio (Siemens, Johnson, Honeywell, Sauter, ect).

CABLEADO ELECTRICO Y DE CONTROL

Todos los cables eléctricos para conexión eléctrica y de control en la planta enfriadora, se canalizarán a través de tubos porta-cables de ejecución estanca (no metálicos)

MODELO RECUPERACIÓN DE ENERGIA

La planta enfriadora estará dotada de sección de recuperación de calor total o parcial, según se indique en la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto. Esta configuración, respecto a la configuración base, consiste en añadir en cada circuito frigorífico un intercambiador de calor refrigerante-agua, intercalado en la línea de descarga (gas caliente), montado en paralelo con el condensador del equipo base.

INTERCAMBIADOR DE CALOR (REFRIGERANTE-AGUA)

El intercambiador o intercambiadores de calor serán del tipo multitubular, con carcasa de acero y tubos de cobre en su interior o del tipo de placas de acero inoxidable. Dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor de flujo de agua.
- Sensor de temperatura en la entrada de agua del recuperador.

- Sensor de temperatura en la salida de agua del recuperador.
- Calentador para el condensador de recuperación de energía.
- Válvulas motorizadas para desconectar los condensadores de aire.
- Válvulas solenoides de drenaje para cada condensador de aire.
- Conexiones hidráulicas con bridas.

Estarán diseñados para soportar las siguientes presiones:

Lado agua: 1000 KPa

Lado refrigerante..... 3000 KPa

Los intercambiadores estarán aislados térmicamente, para evitar pérdidas de energía térmica, además dispondrá de válvula de vaciado de agua.

BAJO NIVEL SONORO

Cuando la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto indique que la planta debe tener esta configuración, como mínimo comprenderá las siguientes actuaciones acústicas además de las indicadas para el equipo básico:

- Cajón de aislamiento acústico desmontable para insonorización del conjunto motor-compresor.
- Aislamiento acústico del compartimiento donde están ubicados los conjuntos motor-compresor.
- Reducción de la velocidad en los ventiladores de condensación (máximo 750 r.p.m.), respecto a la configuración estándar
- Control de condensación por velocidad variable en los ventiladores de condensación.

MÓDULO HIDRÁULICO

Cuando la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto indique que la planta debe tener esta configuración. El grupo hidráulico estará integrado en el interior de la caja o carrocería envolvente de la planta enfriadora y estará como mínimo compuesta por los siguientes elementos:

- Dos grupos electrobombas (uno reserva) tipo centrífugo mono-celular.
- Vaso de expansión.
- Purga automática de aire.
- Válvula de seguridad.
- Sistema de llenado de agua con válvula.

- Sistema de vaciado de agua con válvula.
- Juego de manómetros.
- Válvula de regulación (equilibrado)
- Interruptor de flujo de agua.
- Juego de filtros de agua.
- Juego de amortiguadores de vibración
- Juego de válvulas de corte y retención
- Protección anti-hielo circuito hidráulico con resistencias eléctricas y termostato.
- Protecciones eléctricas para grupos electrobombas y resistencia antihielo con contactares, fusibles, bornes paro-marcha a distancia, todos los elementos anteriores estarán ubicados en el interior del cuadro eléctrico y de control de la planta.

Las características técnicas de estos elementos serán los indicados por el fabricante del equipo, según la capacidad térmica del mismo.

BOMBA DE CALOR

Cuando la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto indique que la planta debe tener esta configuración, dispondrá de los siguientes conceptos y elementos además de los indicados en la configuración estándar:

- Válvula de cuatro vías para inversión del ciclo frigorífico.
- Sistema de conmutación automático refrigeración-calefacción.
- Calentador eléctrico por resistencias, como suplemento del sistema de calefacción cuando las temperaturas exteriores son muy bajas.

BOMBA DE CALOR A CUATRO TUBOS.

Cuando la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto indique que la planta debe tener la configuración de bomba de calor a cuatro tubos, dispondrá de los siguientes conceptos y elementos además de los indicados en la configuración estándar:

- Válvula de cuatro vías para inversión del ciclo frigorífico.
- Sistema de conmutación automático refrigeración-calefacción.
- Calentador eléctrico por resistencias, como suplemento del sistema de calefacción cuando las temperaturas exteriores son muy bajas.

COMPRESORES

Los equipos estarán dotados como mínimo de dos compresores, el resto de las características son las mismas indicadas en el apartado de compresores de especificación técnica.

INTERCAMBIADOR DE CALOR (REFRIGERANTE- AGUA)

El intercambiador o intercambiadores de calor serán del tipo multitubular, con carcasa de acero y tubos de cobre en su interior o del tipo de placas de acero inoxidable. Dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor de flujo de agua.
- Sensor de temperatura en la entrada de agua del recuperador.
- Sensor de temperatura en la salida de agua del recuperador.
- Calentador para el condensador de recuperación de energía.
- Válvulas motorizadas para desconectar los condensadores de aire.
- Válvulas solenoides de drenaje para cada condensador de aire.
- Conexiones hidráulicas con bridas.

Estarán diseñados para soportar las siguientes presiones:

Lado agua..... 1000 KPa

Lado refrigerante..... 3000 KPa

Los intercambiadores estarán aislados térmicamente, para evitar pérdidas de energía térmica, además dispondrá de válvula de vaciado de agua.

CUADRO ELECTRICO Y CONTROL.

Compartimento control

- Sistema de control automático con microprocesadores, que permitan al equipo funcionar de forma automática, en tres ciclos con los siguientes estados:
- Producción de agua fría. (el equipo funciona como planta enfriadora de agua).
- Producción de agua caliente. (el equipo funciona como bomba de calor).
- Producción combinada de agua fría y agua caliente. (el equipo funciona como planta enfriadora de agua con recuperación de calor o como bomba de calor).

Para el resto de las características son las mismas indicadas en el apartado de compartimento de control de esta especificación técnica.

TRATAMIENTO A LA CORROSIÓN (AMBIENTE MARINO)

Cuando la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto indique que la planta debe tener esta configuración, dispondrá siguientes conceptos y elementos además de los indicados en la configuración estándar:

- Opción A) Baterías de condensación construidas en tubo de cobre y aletas de cobre

- Opción B) Revestimiento de las aletas de aluminio en las baterías de condensación pretratadas con recubrimiento anti-corrosión, según indicaciones del fabricante.

BANCADA Y AMORTIGUADORES

Estos elementos sirven para evitar la transmisión de vibraciones de las maquinarias a la estructura del edificio.

La bancada estará construida con perfiles laminados de acero, que sirven para el apoyo de equipo y reparto de su peso a diferentes puntos de la estructura del edificio, el tamaño de estos perfiles de acero estará dimensionado según el peso del equipo y la distancia entre sus apoyos.

El apoyo de los perfiles de acero de la bancada con la estructura del edificio se efectuará con amortiguadores de neopreno o metálicos de baja frecuencia, trabajando a compresión.

El apoyo del equipo con los perfiles de acero de la bancada se efectuará con amortiguadores de vibración metálicos de baja frecuencia trabajando a compresión.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO GRATUITO

La planta enfriadora estará dotada de sistema de enfriamiento gratuito, según se indique en la ficha técnica del equipo adjunta al proyecto. Todos los elementos del sistema de enfriamiento gratuito estarán integrados en el interior de la caja o carrocería envolvente de la planta enfriadora y estará como mínimo compuesta por los siguientes elementos además de los indicados en la configuración estándar:

- Batería agua-aire para enfriamiento gratuito, construida en tubo de cobre y aletas de aluminio espaciadas, unidas por expansión mecánica del tubo de cobre, sin soldaduras, estarán montadas en un armazón metálico, construido con perfiles laminados de acero galvanizado con tratamiento anti-corrosión resistente al ambiente marino durante 20 años.
- Intercambiador de calor agua-agua será del tipo de placas de acero inoxidable. Dotado de las siguientes protecciones:
 - Interruptor de flujo de agua.
 - Sensor de temperatura en la entrada de agua de la instalación.
 - Sensor de temperatura en la salida de agua de la instalación.
 - Conexiones hidráulicas con bridas.

Estará diseñado para soportar las siguientes presiones:

Lado agua .1000KPa

Los intercambiadores estarán aislados térmicamente, para evitar pérdidas de energía térmica, además dispondrá de válvula de vaciado de agua.

Equipo de circulación de agua, formado por los siguientes elementos:

- Dos grupos electrobombas (uno reserva) tipo centrifugo mono-celular.
- Vaso de expansión.
- Purga automática de aire.
- Válvula de seguridad.
- Sistema de llenado de agua con válvula.
- Llenado circuito hidráulico entre intercambiador y batería con agua-glicol.
- Sistema de vaciado de agua con válvula.
- Juego de manómetros.
- Interruptor de flujo de agua.
- Juego de filtros de agua.
- Juego de amortiguadores de vibración
- Juego de válvulas de corte y retención
- Protección anti-hielo circuito hidráulico con resistencias eléctricas y termostato.

Ampliación cuadro eléctrico planta enfriadora, formado por los siguientes elementos:

- Protecciones eléctricas para grupos electrobombas y resistencia antihielo con contactares, fusibles, bornes paro-marcha a distancia.

Las características técnicas de estos elementos serán los indicados por el fabricante del equipo, según la capacidad de enfriamiento gratuito del mismo.

SECUENCIADORES

La instalación de secuenciadores, se efectuar según se indique en la ficha técnica de equipos adjunta al proyecto. Será obligatoria la instalación de secuenciador en centrales de energía con más de un equipo (plantas enfriadoras).

Los secuenciadores sirven para gestionar de forma centralizada los equipos de una central de producción de energía, con varias plantas enfriadoras para refrigeración, para refrigeración y recuperación de energía y plantas tipo bomba de calor, de forma que dichos equipos actúen como si la formase un solo equipo.

DESCRIPCION TECNICA SECUENCIADORES

Los elementos que forman un secuenciador estarán montados en el interior de un armario metálico, construido en plancha de acero, con tratamiento anti-corrosión resistentes a ambientes marinos durante 20 años, de construcción estanca hermética, desmontable en su parte inferior y frontal en su interior se ubicarán los

siguientes elementos, los cuales estarán dimensionados para controlar un mínimo de dos maquinarias y un máximo de diez maquinarias.

- Controladores electrónicos.
- Pantallas táctiles, retro-iluminadas.
- Microprocesadores con conexión a través de puestos de comunicaciones RS485.
- Placas de relés.
- Interruptor de paro-marcha.
- Conexión a impresora portátil enchufable para obtener información local relativa al funcionamiento e históricos.

Los cuales efectuaran las siguientes funciones:

Refrigeración-Calefacción-Recuperación:

- Puesta en marcha de las plantas enfriadoras, con tres posiciones local-paro-distancia, de forma secuenciada.
- Paro y puesta en marcha de los grupos electrobombas primarios de cada una de las plantas enfriadoras, con tres posiciones local-paro-distancia.
- Paro y puesta en marcha de los grupos electrobombas recuperación de calor de cada una de las plantas enfriadoras, con tres posiciones local-paro-distancia.
- Accionamiento de cada una de las válvulas de control en función del estado de la planta enfriadora y tiempos de seguridad previstos, con tres posiciones local-paro-distancia.
- Paro y puesta en marcha de cada una de las plantas enfriadoras según criterio de máxima eficiencia energética, del sistema de producción de energía,
- Paro, puesta en marcha y regulación de capacidad de cada uno de los compresores, según criterio de máxima eficiencia energética del sistema de producción de energía.
- Cambio automático de funcionamiento en los grupos electrobombas primario principal-reserva según los tiempos de funcionamiento de cada uno de ellos.
- Cambio automático de funcionamiento en los grupos electrobombas recuperación de calor principal-reserva según los tiempos de funcionamiento de cada uno de ellos.
- Cambio automático de funcionamiento de cada una de las plantas enfriadoras según tiempos de funcionamiento de cada una de ellas.

- Cambio automático de funcionamiento de cada uno de los compresores de las plantas enfriadoras según tiempos de funcionamiento de cada uno de ellos.
- Contaje de los tiempos de funcionamiento (horas) de cada uno de los grupos electrobombas, con indicación a distancia.
- Contaje de los tiempos de funcionamiento (horas) de cada uno de los compresores, con indicación a distancia.
- Contaje de los tiempos de funcionamiento (horas) de cada una de las plantas enfriadoras, con indicación a distancia.
- Visualización de la temperatura de agua entrada y salida del evaporador, con visualización a distancia.
- Archivo de gráficos de históricos de las temperaturas del agua a la entrada y salida del evaporador.
- Visualización de la temperatura del agua entrada y salida del intercambiador, recuperador de energía, con visualización a distancia.
- Archivo de gráficos de históricos de las temperaturas del agua a la entrada y salida del recuperador de energía.
- Estado de funcionamiento remoto, plantas enfriadoras (cada uno de los compresores), grupos electro-bombas, ventiladores condensador, con visualización a distancia.
- Rearme automático después de un corte en el suministro eléctrico.
- Variaciones y regulaciones a distancia de los puntos de consigna.

Alarmas:

- Archivo cronológico de alarmas, con indicación a distancia
- Visualización de alarmas del sistema equipos, indicación a distancia.
- Caso de avería en el secuenciador, paso de control automático a control autónomo de funcionamiento en cada equipo.
- Alta presión (presión de descarga)
- Baja presión (presión de aspiración)
- Presión de aceite.

NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

| | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RSIF | Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. (Real Decreto 552/2019) |
| RITE | Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio) |
| REBT | Reglamento electrónico de Baja Tensión. (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto) |
| UNE-EN 14511 | Acondicionadores de aire, enfriadoras de líquido y bombas de calor con compresor accionado eléctricamente para la calefacción y la refrigeración de locales. |
| UNE-CEN/TS 14825..... | Acondicionadores de aire, enfriadoras de líquido y bombas de calor con compresor accionado eléctricamente para la calefacción y la refrigeración de locales. Ensayos y clasificación en condiciones de carga parcial |
| UNE-EN 60204-1/IEC 204/1 | Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas |
| ISO 9001..... | Fabricación equipos. |
| UNE-EN 378..... | Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales. |
| UNE-EN ISO 9614..... | Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la intensidad del sonido. |

CRITERIOS DE MEDICIÓN

La medición se efectuará por unidades, tal como se indica en el presupuesto del proyecto, cada unidad incluirá:

- 1 Ud. Equipo para producción de energía.
- 1 Ud. Bancada y amortiguadores, la cual incluye, perfiles laminados de acero, amortiguadores de neopreno o metálicos de baja frecuencia para la unión entre la bancada y la estructura del edificio y amortiguadores metálicos de baja frecuencia para la unión entre el equipo y la bancada.
- 1 Ud. Conexión hidráulica circuito de agua fría, la cual incluye, interruptor de flujo, válvulas de cierre, amortiguadores de vibración, manómetros, termómetros, red de tuberías y aislamiento, según se indica en el Esquema de principio.
- 1 Ud. Conexión eléctrica desde cuadro eléctrico aire acondicionado de sala de máquinas, la cual incluye, conductores eléctricos, tubos

y bandejas porta cables, de características y tamaño indicados en la Ficha técnica del equipo y Esquema eléctrico.

- 1 Ud. Conexión eléctrica de control, desde cuadro eléctrico, aire acondicionado salas de máquinas, elementos de control externos, secuenciador y sub-estación de control, la cual incluye, conductores eléctricos, tubos y bandejas porta- cables indicados en la Ficha técnica del equipo y Esquemas de control.
- 1 Ud. Medios de transporte y elevación, hasta la ubicación del equipo en su lugar de montaje, la cual incluye, transporte del equipo hasta pie de obra, descarga del equipo en obra, transporte especial para elevación del equipo hasta su lugar de montaje.

CONDICIONES DE MONTAJE

Los equipos y secuenciadores incorporaran en lugar visible una placa de características que identifique su construcción y las condiciones técnicas de diseño.

El chasis o estructura soporte de la planta enfriadora estará montada sobre bancada metálica o de hormigón, de forma que el peso de la maquina se reparta en varios puntos o de forma uniforme sobre la estructura del edificio. La unión entre la bancada y la estructura del edificio se efectuará con amortiguadores o material absorbente a la vibración.

La unión entre la planta enfriadora y la bancada se efectuará con amortiguadores de vibración de baja frecuencia, según indicaciones del fabricante.

Los equipos estarán montados de forma que se pueda acceder en todo su alrededor y sean posibles las actuaciones de mantenimiento, según indicaciones del fabricante del equipo.

Además de los espacios de mantenimiento, en los lados que se toma el aire para condensación, el espacio será como mínimo el indicado por el fabricante del equipo.

Las plantas enfriadoras se suministrarán protegidas (embalaje) por parte del fabricante, de tal forma que, durante el transporte y colocación en obra, las plantas no sufran desperfectos, como mínimo estarán protegidas en los siguientes puntos:

- Cuadro y conexiones eléctricos.
- Cuadro de control y conexionado eléctrico de control.
- Conexiones hidráulicas.
- Ventiladores de condensación.
- Baterías de condensación (aletas).

No se retirará el embalaje o las protecciones de fábrica de la planta enfriadora hasta que el equipo, esté instalado sobre su bancada y se proceda a su conexión hidráulica y eléctrica.

Las protecciones mecánicas de las aletas de las baterías de condensación se mantendrán durante todo el tiempo de duración de la obra, hasta la puesta en marcha de la planta enfriadora.

Las conexiones hidráulicas y eléctricas se efectuarán siguiendo las indicaciones del fabricante del equipo, además serán fácilmente desmontables para el caso de reparación o sustitución del equipo.

Las conexiones hidráulicas dispondrán de los elementos que se indican en el esquema de principio.

Para el montaje de los secuenciadores se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a la unión eléctrica de los conductores activos y de protección, el enlace mecánico entre elementos, los sistemas de suportación y las conexiones externas.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN

CONTROL DE RECEPCIÓN DEL EQUIPO

Se presentará el informe de la empresa de control de calidad homologada, con los siguientes conceptos:

- Documentación de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- Documentación de conformidad, incluyendo la documentación al marcado de la CE
- Verificación de posibles daños productos durante el transporte y manipulación. Si los equipos no se instalan ni se ponen en funcionamiento de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en lugar adecuado y seco.
- Control de recepción mediante distintivos de calidad, según pruebas y resultados homologados por EUROVENT

CONTROL DE EJECUCIÓN

Informe de la empresa de control de calidad homologada, con los siguientes conceptos:

- Comprobación que los equipos y secuenciador instalados corresponden al especificado en proyecto y contratado a la empresa instaladora, en caso no afirmativo documento de aceptación de cambio por parte de la DF y el cliente
- Caso que no exista documento de aceptación del cambio de la DF, informe de correspondencia entre la planta prevista y la instalada.

- Indicación sobre la correcta implantación del equipo y del secuenciador, así como la correcta ejecución de su montaje.
- Comprobación de la situación del equipo y del secuenciador en cuanto a su accesibilidad y distancia respecto a otros elementos según proyecto y especificaciones del fabricante. Además, sea posible su limpieza mantenimiento y reparación.
- Comprobación que los elementos de medida, control, protección y maniobra están en lugares visibles y fácilmente accesibles
- Comprobación que han sido instalados los elementos de protección y seguridad previstos:
 - Dispositivos de seguridad de presión, presostatos de alta y baja, válvulas de seguridad.
 - Protección térmica de los motores.
 - Protección contra el hielo.
 - Interruptores de flujo.
 - Rejillas de protección en los ventiladores.

CONTROL DE LA INSTALACIÓN (OBRA ACABADA)

- Certificado de puesta en marcha del fabricante del equipo y del secuenciador (adjuntar documento)
- Certificado de garantía del fabricante del equipo y del secuenciador (adjuntar documento)
- Certificado de la instalación según Art. 23 del RITE 2007
- Certificado de las pruebas efectuadas en fabrica según indicaciones del proyecto.
- Certificado con mediciones del nivel sonoro
- Fichas Técnicas de Pruebas con los ajustes, equilibrados según la IT 2.2 del RITE y ficha técnica adjunta.
- Memoria técnica de la instalación con las características del equipo instalado.
- Manual de Uso y Mantenimiento con las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra, situadas en lugar visible en sala de máquinas o local técnico.
- Plano con el esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección situado en sala de máquinas o local técnico.

Fichas técnicas de pruebas según Instrucción Técnica IT-2.2 Pruebas (RITE)

FICHA TECNICA PRUEBAS

PLANTAS ENFRIADORAS DE AGUA CONDENSADAS POR AIRE

PROYECTO PRUEBA

Marca

Modelo.....

Marcado CE.....

Tipo gas refrigerante.....

Cantidad de gas refrigerante..... Kg

COMPRESORES

Tipo compresor.....

Nº compresores..... Ud

Nº etapas parcialización..... Ud

REFRIGERACIÓN

Potencia térmica máxima refrigeración kW

Potencia térmica mínima refrigeración kW

EER

CALEFACCIÓN

Potencia térmica máxima calefacción..... kW

Potencia térmica mínima calefacción..... kW

EER

MOTORES ELECTRICOS

Acometida eléctrica fases/tensión/potencia

Tipo de arranque

Nº motores eléctricos..... Ud

| | |
|-------------------------------------|------|
| Potencia eléctrica nominal..... | KW |
| Potencia eléctrica absorbida..... | KW |
| Intensidad eléctrica nominal..... | A |
| Intensidad eléctrica absorbida..... | A |
| Velocidad de giro..... | rpm. |

EVAPORADORES

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Nº evaporadores..... | Ud |
| Caudal de agua..... | l/s |
| Temperatura de agua de retorno..... | °C |
| Temperatura de agua de impulsión..... | °C |
| Perdida de presión..... | KPa |
| Presión de trabajo..... | kPa |

CONDENSADORES

| | |
|----------------------------------------------|------|
| Nº condensadores..... | Ud |
| Caudal de aire..... | m3/s |
| Temperatura de entrada aire..... | °C |
| Temperatura de salida aire..... | °C |
| Nº ventiladores..... | Ud |
| Tipo ventilador helicoidal, centrifugo,..... | |
| Velocidad de giro ventilador..... | rpm. |
| Nº motores..... | Ud |
| Potencia motor..... | KW |
| Intensidad eléctrica nominal..... | A |
| Intensidad eléctrica absorbida..... | A |
| Velocidad de giro motor..... | rpm. |

Nivel sonoro..... dB(A)

RECUPERADORES DE CALOR

Nº recuperadores..... Ud

Caudal de agua..... l/s

Temperatura agua de retorno..... °C

Temperatura agua de impulsión..... °C

Potencia de calor recuperada..... kW

Perdida de presión..... kPa

Presión de trabajo..... kPa

SEGURIDAD

Alta presión..... kPa

Baja presión..... kPa

Presión aceite..... kPa

MASA

Peso..... Kg

AMORTIGUADORES

Nº amortiguadores..... Ud

Tipo amortiguador.....

NOTAS

FICHA TECNICA PRUEBAS

SECUENCIADORES

| PROYECTO PRUEBA | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------|
| Marca..... | | |
| Modelo..... | | |
| Marcado CE | | |
| Comprobación programa P/M equipos según criterio máxima | | |
| eficiencia energética y tiempos de funcionamiento | | Corr. / Incorr |
| Comprobación programa P/M compresores según criterio máxima | | |
| eficiencia energética y tiempos de funcionamiento | | Corr. / Incorr |
| Comprobación programa P/M grupos electrobombas agua fría | | |
| según criterio tiempos de funcionamiento | | Corr. / Incorr |
| Comprobación programa P/M grupos electrobombas agua recuperación según criterio tiempos de funcionamiento. | | |
| | | Corr. / Incorr |
| Comprobación programa abertura y cierre de las válvulas | | |
| de control según programa | | Corr. / Incorr |
| Comprobación programa rearme automático en caso de corte | | |
| de corriente eléctrica | | Corr. / Incorr |
| Comprobación programa visualización alarmas | | Corr. / Incorr |

2.2.7.2. Unidades de tratamiento de aire

Las unidades climatizadoras de aire cumplen las funciones de acondicionamiento del aire interior de diferentes espacios. Pueden realizar todas o algunas de las

siguientes funciones: filtraje, calentamiento, enfriamiento, recuperación de calor, humectación, deshumectación y renovación del aire.

La presente especificación también se aplica a unidades ventiladoras y extractores de aire que sean con ventiladores del tipo centrífugo o plugfan, en las partes que les correspondan.

A efectos de esta especificación, se distinguen los climatizadores/ventiladores en tres grupos:

Pequeños climatizadores: de 280 a 1.000 l/s (1.000 - 3.600 m³/h)

Climatizadores medianos: de 1.000 a 5.000 l/s (3.600 - 18.000 m³/h)

Grandes climatizadores: más de 5.000 l/s (más de 18.000 m³/h)

Los climatizadores estarán formados por la unión de diferentes secciones, todas de la misma sección transversal, contruidos con panel sándwich de chapa de acero galvanizada, como se describe a continuación.

Envolvente del climatizador

Las secciones del climatizador se formarán a partir de paneles sándwich que se irán fijando a un bastidor:

- Bastidor: Formado por perfiles de chapa de acero galvanizada o de aluminio, de 2 mm de espesor. Las cantoneras de los perfiles serán de fundición de aluminio. La geometría de los perfiles será tal que no existirán puentes térmicos para que no haya condensaciones en el exterior de los mismos.
- Paneles: Paneles tipo sándwich con la siguiente composición:

Exterior: Chapa de acero galvanizada y pintada de color a especificar por la Dirección Facultativa.

Espesor mínimo: 1,0 mm

Aislamiento: Manta de fibra de vidrio de alta densidad, de los siguientes espesores:

| | | |
|------------------|--------------------|-------|
| Para interior: | Clim. peq. y med.: | 25 mm |
| | Clim. grandes: | 40 mm |
| Para intemperie: | Clim. peq. y med.: | 50 mm |
| | Clim. grandes: | 50 mm |

El material del aislamiento de los climatizadores debe ser de clasificación al fuego A1 o A2-s1 d0 (No Combustible). No obstante, se aceptarán aislamientos del tipo clase A2, B, C-s3 d2 siempre que tengan una compuerta cortafuegos instalada en pared que actúe como barrera contra el fuego aguas abajo del climatizador para que impida la expansión del fuego y humos a espacios ventilados.

Interior: Chapa de acero galvanizada lisa, con los siguientes espesores:

Suelo (pisable): 1 mm

Paredes y techo: 0,8 mm

– Ejecución para intemperie:

Los climatizadores para ser instalados en intemperie deberán estar contruidos con consideraciones especiales respecto a las inclemencias climatológicas: espesores de aislamiento, posibilidad de heladas, caída de rayos, protección para la radiación solar directa o la lluvia. En particular, el diseño del climatizador debe impedir la entrada y acumulación de agua de lluvia en la unidad. Para ello, los climatizadores de intemperie adoptarán las siguientes configuraciones:

Clim. pequeños: Cubiertos con una lámina plástica continua y sin juntas, o con lámina asfáltica protegida por chapa galvanizada o de aluminio, de 0,8 mm de espesor.

Clim. med. y gra.: Los paneles de techo de las diferentes secciones serán en tejadillo a dos aguas de igual construcción a los del resto del climatizador.

– Coeficientes de transmisión y atenuación acústica:

Los paneles cumplen una doble función de aislamiento térmico y acústico de la unidad. Los valores máximos del coeficiente de transmisión térmica del panel y de los puentes térmicos provocados por la estructura se limitan en la ficha técnica. Además, en las mismas fichas también se indica la atenuación acústica de la envolvente para disminuir la potencia sonora radiada por la unidad.

– Resistencia mecánica:

Los suelos de las unidades tendrán la rigidez suficiente para soportar las tareas de mantenimiento, y los paneles serán en general rígidos y no deformables. Debe tener una resistencia mecánica inferior a lo especificado en la ficha técnica.

– Estanqueidad:

Los paneles se fijarán al bastidor firmemente atornillado o ensamblados, con juntas de goma entre paneles y bastidor para garantizar la estanqueidad. Las pérdidas (fugas) o entradas de aire por los paneles del climatizador no deben superar los valores establecidos en la ficha técnica.

En climatizadores higiénicos se sellarán las juntas entre módulos tanto por el interior como por el exterior, con el fin de asegurar una mayor estanqueidad.

El fabricante se encargará de la supervisión in situ del montaje del climatizador o de la propia ejecución de dicho montaje.

– Acabado interior:

En los climatizadores higiénicos se utilizará un acabado totalmente liso con pintura apropiada para este uso y que facilite la limpieza interior. En caso de requerir unas exigencias higiénicas extremas se podría recurrir al uso de un acabado de acero inoxidable.

Se evitarán los ángulos rectos y se redondearán las esquinas de manera que se evite la acumulación de suciedad y se facilite la limpieza del climatizador.

Los tornillos y elementos de sujeción interiores serán de acero inoxidable para evitar la corrosión.

Accesos al interior del climatizador

Los paneles de la unidad deberán incorporar sistemas de acceso para realizar operaciones de verificación y mantenimiento en el interior de los climatizadores. Los accesos mínimos obligatorios serán:

| | |
|----------------|----------------------------------------|
| Ventiladores: | cambio correas/motor/ ventilador |
| Filtros: | cambio filtros |
| Baterías: | limpieza, peinado, bandeja condensados |
| Humectadores: | limpieza, cubetas |
| Recuperadores: | limpieza, peinado, bandeja condensados |

La dimensión de los accesos será tal que permita realizar fácilmente las operaciones anteriormente descritas. En el caso de los climatizadores grandes, permitirá el acceso de personal al interior de la unidad.

Para climatizadores pequeños, los accesos se realizarán con paneles extraíbles en su totalidad, con cierres de tipo rápido, sin herramientas, con junta de estanqueidad.

Para climatizadores medianos y grandes, se dispondrán puertas con bisagras y cierres tipo rápido, sin herramientas ni cerraduras, con cierre accionable también desde el interior (para evitar quedarse encerrado).

En los climatizadores grandes se practicarán mirillas de inspección en accesos, con cristal transparente de seguridad, de 10 mm de espesor. La mirilla será circular, de diámetro mínimo 25 cm.

Todos los climatizadores higiénicos dispondrán de mirillas en las secciones de ventilador independientemente del tamaño.

En los climatizadores grandes se instalará luz interior en las zonas de acceso, accionable desde un solo interruptor para todo el climatizador, situado en un panel lateral del mismo (lado de accesos). Los apliques se fijarán a paredes interiores de los paneles, serán estancos, IP 65, en fundición de aluminio, lámpara LED a 220 V. La instalación eléctrica asociada a esta iluminación será estanca.

Placa de características de la unidad

La unidad deberá incorporar en lugar bien visible una placa metálica de características, remachada al climatizador y con las características grabadas de forma indeleble en la misma. Los datos mínimos que deben figurar son:

- Marca, modelo y número de serie del climatizador
- Fecha de fabricación
- Caudal de aire ventilador/es
- Potencia eléctrica motor/es ventilador/es
- Presión disponible ventilador/es
- Potencia térmica batería/s

Ventilador (impulsión - retorno)

Todos los ventiladores cumplirán con la directiva ErP y se seleccionará siguiendo los criterios de: máximo rendimiento (al menos un 70 %), mínimo nivel sonoro y mínimo coste; y por este orden.

Para los diferentes tipos de ventiladores se cumplirán las condiciones siguientes:

Ventilador Plugfan / Plugfan EC: Ventiladores plugfan de acoplamiento directo de estructura de acero de alta resistencia, con soldadura robótica, anticorrosivo, desengrasado y fosfatado. El ventilador se entregará equilibrado estático y dinámicamente según DIN 1940. Módulo completo optimizado sobre bastidor único preparado para montaje con eje horizontal/vertical.

En el caso del Plugfan, éste deberá ser adecuado para operación mediante variador de frecuencia comandado por una señal analógica de 0 - 10 V. Además, el variador limitará la corriente de arranque del motor a un 120 % de la nominal. El variador tendrá protección térmica incorporada.

La electrónica del ventilador Plugfan con motor EC está integrada en el propio motor con rotor externo y deberá ser compatible con el sistema de gestión para obtener y controlar el giro del propio ventilador.

La instalación del ventilador dentro del climatizador intentará favorecer el paso del aire en todo su recorrido y colocar deflectores a 45° en aquellos tramos donde tengamos cambios de dirección a 90°. La zona de aspiración del ventilador ha de estar libre de elementos que interfieran la entrada de aire (perfiles de sujeción, otros elementos del climatizador, etc.) y se deberán mantener las distancias mínimas recomendadas por el fabricante del ventilador. En el caso de montar ventiladores en paralelo se deberá colocar una separación en medio de los flujos de los ventiladores para evitar interferencias que afecten al rendimiento del sistema y dificulten la lectura de presión diferencial.

Las sondas de presión diferencial deben de estar calculadas correctamente en función del caudal previsto y el fabricante debe proporcionar los datos necesarios del ventilador para poder ajustar correctamente el caudal a partir de la lectura de la presión diferencial. La toma de presión (-) se tomará de la tobera de aspiración

en el rodete del ventilador y la toma de presión (+) del plenum de aspiración, perpendicular al flujo de aire para evitar interferencias que puedan provocar errores de lectura

Además de las especificaciones anteriores, todos los tipos de ventiladores deben cumplir lo siguiente

- Bancada: Bancada metálica de chapa galvanizada, apoya sobre amortiguadores de vibración tipo muelle. Para los pequeños climatizadores, los amortiguadores podrán ser del tipo tacos de goma.
- Embocadura: La posición de descarga del ventilador puede ser horizontal frontal, vertical ascendente y vertical descendente. La conexión de la embocadura del ventilador a la envolvente se realizará con junta flexible.
- V.A.V.: Para los sistemas de Volumen de Aire Variable en ventiladores con correas o Plugfan, se emplearán variadores electrónicos de frecuencia, mandados por señal analógica de 0 - 10 V.
- Distancias: La cámara del ventilador deberá dimensionarse de modo que el ventilador mantenga las distancias mínimas recomendadas por el fabricante de modo que se garantice el correcto funcionamiento del ventilador sin alterar las prestaciones nominales del mismo.

Compuertas

La sección de compuertas sirve para regular la cantidad de aspiración, descarga y mezcla de aire. Las compuertas se construirán con lamas de chapa de acero galvanizada, de accionamiento opuesto, con perfil aerodinámico, cojinetes plásticos y bielas y accionamientos fuera del flujo del aire.

El accionamiento de las compuertas puede ser manual (para fijar en una posición) o motorizado (para regulación, con actuadores todo-nada o proporcionales). Los actuadores se instalarán en el interior del climatizador, y serán del par adecuado a la resistencia de las compuertas.

En climatizadores de intemperie, las compuertas de toma y descarga de aire se situarán en posición vertical (en los laterales del climatizador) para evitar entrada de agua en caso de lluvia. Para evitar cortocircuitos del aire, se instalarán en lados opuestos del climatizador. Incorporarán malla antipájaros y lamas exteriores con perfil antilluvia.

Las compuertas de aspiración y mezcla deberían estar preferentemente a 90 grados para optimizar el rendimiento de la sección de compuertas, consiguiendo una buena homogeneidad en la mezcla de aire.

Las compuertas deberán poder estar taradas para mantener un mínimo paso de aire. La posición de apertura de las compuertas deberá poder verse desde el exterior con un indicador mecánico.

Cuando haya compuertas de regulación motorizadas, se deben seleccionar para que su característica de control sea lineal. La compuerta de regulación debe

producir un incremento de presión equivalente a la diferencia de presión entre las cámaras de descarga y aire exterior, y deberá complementar a la compuerta de toma de aire exterior, para asegurar el caudal de aire constante a través del climatizador.

La velocidad de paso considerada como máxima para las compuertas es de 6m/s.

Baterías

En la sección de baterías se produce el atemperamiento del aire, enfriándolo (por agua fría o expansión directa de refrigerante) o calentándolo (por agua caliente o resistencias eléctricas).

– Enfriamiento por agua:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de acero galvanizado. La batería incorporará purgador de aire y desagüe, conducido hasta bajante.

En la parte inferior de la batería se instalará una bandeja para recogida de condensados, construida en acero inoxidable, aislada interiormente con lámina asfáltica para evitar condensaciones en el exterior de la bandeja. No se aceptará la utilización de pintura asfáltica como aislante. La bandeja tendrá conexión para desagüe en su parte inferior. En grandes climatizadores, se instalará una bandeja de condensados adicional a media altura de la batería, para evitar el arrastre de condensados por el aire. La conexión de bandeja a desagües se realizará a través de un sifón. Las conexiones serán resistentes a la corrosión. La bandeja tendrá una pendiente mínima del 3 % hacia el desagüe, y la altura mínima del borde será de 5 cm.

La circulación de agua por la batería será a contracorriente respecto al flujo de aire, esto es, el agua entrará a la batería por la parte inferior de la última fila y saldrá por la parte superior de la primera fila.

Para garantizar un mínimo tiempo de contacto del aire con la batería, el número mínimo de filas de la batería será de 6 a no ser que se especifique claramente otra configuración,

Velocidad máxima de paso de aire por batería: 2,50 m/s

Presión de prueba: 30 kg/cm²

Presión de trabajo: 15 kg/cm²

Velocidad de agua en batería: 1,5 m/s

En el caso de un climatizador higiénico se deberá separar la batería de frío en dos baterías de 4 filas cada una (4+4).

– Enfriamiento por expansión directa:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de cobre.

En la parte inferior de la batería se instalará una bandeja para recogida de condensados, construida en acero inoxidable, aislada interiormente con lámina asfáltica para evitar condensaciones en el exterior de la bandeja. No se aceptará la utilización de pintura asfáltica como aislante. La bandeja tendrá conexión para desagüe en su parte inferior. En grandes climatizadores, se instalará una bandeja de condensados adicional a media altura de la batería, para evitar el arrastre de condensados por el aire. La conexión de bandeja a desagües se realizará a través de un sifón. Las conexiones serán resistentes a la corrosión. La bandeja tendrá una pendiente mínima del 3 % hacia el desagüe, y la altura mínima del borde será de 5 cm.

Velocidad máxima de paso de aire por batería: 2,50 m/s

– Calentamiento por agua:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de acero galvanizado. La batería incorporará purgador de aire y desagüe, conducido hasta bajante.

La circulación de agua por la batería será a contracorriente respecto al flujo de aire, esto es, el agua entrará a la batería por la parte inferior de la última fila, y saldrá por la parte superior de la primera fila.

Para garantizar un mínimo tiempo de contacto del aire con la batería, el número mínimo de filas será de 2.

Velocidad máxima de paso de aire por batería: 3,5 m/s

Presión de prueba: 30 kg/cm²

Presión de trabajo: 15 kg/cm²

Velocidad de agua en batería: 1,5 m/s

– Calentamiento por resistencias eléctricas:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Resistencias monofásicas bajo tubo de acero y aletas acero galvanizado. Las resistencias estarán escalonadas en etapas, con un máximo de 5 kW por etapa. Esta batería incorporará un termostato de seguridad para limitar temperatura máxima de aire a 40 grados, y un interruptor de caudal para detectar la falta de circulación de aire.

Velocidad máxima de paso por batería: 3,5 m/s

Filtros

La sección de filtraje estará formada por módulos de dimensiones máximas 600x600 mm y ocuparán toda la sección del climatizador. Marco del módulo de acero galvanizado. Fijación al climatizador con sistema rápido (tipo clips) y con junta de estanqueidad para evitar by-pass de aire. El material de los filtros será no inflamable. Los diferentes tipos de filtros que se pueden especificar son:

- Prefiltros planos o en V:
 - Se utilizarán como prefiltros de otros filtros de más rendimiento.
 - Material: Fibra de vidrio o sintética (lavable)
 - Clase de filtro: EU4
 - Rendimiento: 90 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 µm), % polvo atmosférico
 - Pérdida de carga: 60 - 150 Pa (limpio - sucio)
- Filtros de bolsas:
 - Filtros de alta eficacia, con marco frontal y bolsas en V instaladas verticalmente.
 - Material: Fibra de vidrio (desechable)
 - Clase de filtro: EU7
 - Rendimiento: 98 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 µm), 85 % polvo atmosférico
 - Pérdida de carga: 90 - 300 Pa (limpio - sucio)

Para la selección de los climatizadores se utilizarán los valores máximos siguientes calculados según la tabla 3 del documento “Operational *Manual for the Certification of Air handling units*” EUROVENT, guía publicada en enero 2019.

| | G3-G4 | M5-F7 | F8-F9 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| Pérdida carga inicial de referencia* | 60 | 80 | 90 |
| Pérdida carga sucio según Eurovent | 110 | 180 | 190 |
| Pérdida carga de diseño (calculado según EN13053: promedio entre mínimo y máximo) | 85 | 130 | 140 |

*Los valores de pérdida de carga inicial pueden variar ligeramente (tolerancia ± 15 %)

Humectación

La sección de humectación permite aumentar la humedad relativa del aire tratado hasta los niveles necesarios según el proyecto. En cualquier caso, precisará alimentación de corriente, toma de agua y desagüe. El humectador debe estar preparado para funcionar correctamente con agua corriente, sin ningún especial tratamiento. Existen dos posibles sistemas:

- Humectación celular:

El aire pasa por paneles de celulosa saturados de agua, y absorbe parte de esta agua en forma de vapor de agua. El sistema se compone de la bomba de circulación de agua, los paneles de celulosa y la cubeta de recogida de agua.

La bomba de circulación de agua se encuentra sumergida en la cubeta, en la que hay una alimentación de agua a través de una válvula de flotador. La cubeta incorporará un rebosadero y un grifo de vaciado, y estará construida en acero inoxidable y aislada con lámina asfáltica para evitar condensaciones en su parte exterior. La bomba impulsa el agua a los paneles de celulosa higroscópica, que están tratados con sales anti-incrustantes y que quedan saturados de agua. El agua sobrante de los paneles va a parar a la cubeta.

Con este sistema se garantiza un mínimo nivel de humedad, pero el aire se humecta siempre hasta su saturación. La humectación es adiabática, y el aire se enfría al captar humedad. El sistema de control es todo/nada, actuando sobre la bomba.

– Humectación por vapor:

Es el sistema que se utilizará preferentemente.

En los humectadores de vapor se genera vapor de agua por calentamiento de un depósito de agua por resistencias eléctricas o por circulación de corriente eléctrica. El vapor de agua así generado es inyectado en el climatizador (o el conducto) a través de unas lanzas de inyección de vapor. La dimensión de las lanzas será tal que ocuparán al menos el 75 % de la dimensión horizontal del conducto en el que están instaladas.

La conexión del humectador a la lanza de inyección de vapor se realizará con manguera flexible especial para vapor (hasta 2 m de longitud) o con tubo de acero galvanizado aislado térmicamente, para distancias hasta 5 m. En ambos casos la conexión debe tener pendiente mínima de un 5 % hacia el humectador. Siempre que sea posible, se instalará el humectador por debajo de la lanza de vapor. Si no es posible, deberá preverse una evacuación adicional de agua en la conexión del humectador a la lanza de inyección.

Para garantizar una correcta absorción del vapor de agua en la corriente de aire, la lanza de vapor debe ser instalada en un tramo de climatizador o conducto recto y sin obstáculos, de un mínimo de 1 m (a partir de la posición de la lanza).

Si el humectador se encuentra en intemperie, deberá estar instalado en un armario metálico de protección.

Con este sistema se puede garantizar un nivel de humedad controlado. La humectación es prácticamente isotérmica. El control puede ser modulante del 0 al 100 %, o por etapas.

El sistema de control del humectador debe permitir, al menos, las siguientes señales de entrada: conexión/desconexión general y nivel de producción de vapor; y las siguientes señales de salida: humectación y avería general.

Se colocará una sonda limitadora de humedad en la impulsión para evitar que se sature el aire de impulsión y haya condensación en el conducto o climatizador.

Recuperación de calor

Las secciones de recuperación de calor sirven para aprovechar parte de la energía del aire viciado que se descarga para precalentar o preenfriar el aire fresco de ventilación. Todos los recuperadores deben cumplir la directiva ErP vigente. Existen tres posibles sistemas:

- Recuperadores estáticos o de placas:

Envolvente en acero galvanizado tipo sandwich, como el resto del climatizador. Bloque intercambiador en chapas de aluminio de 0,2 mm de espesor, espaciadas entre 3,0 y 8,0 mm. El flujo de aire debe ser cruzado. La velocidad máxima de paso de aire es 3,0 m/s. La presión máxima diferencial entre los dos flujos que debe poder soportar es 1.200 Pa. El rendimiento mínimo debe ser del 73 % del calor disponible en modo calor.

Opcionalmente, si el intercambiador realiza intercambio latente, deberá incorporar bandeja aislada de recogida de condensados y sifón para desagüe.

El climatizador debe incorporar un sistema para by-pasar el recuperador estático cuando no interese el intercambio de calor (por ejemplo, para realizar free-cooling).

- Recuperadores rotativos o entálpicos:

Envolvente en acero galvanizado tipo sándwich, como el resto del climatizador. Rueda intercambiadora formada por chapas de aluminio tipo nido de abeja. El flujo de aire debe ser cruzado. El rendimiento mínimo debe ser del 73 % del calor disponible en modo calor.

La rueda intercambiadora gira accionada por un motor eléctrico, de velocidad variable, para controlar la capacidad de intercambio de la rueda.

El intercambiador dispondrá de una bandeja aislada de recogida de condensados y sifón para desagüe, así como una purga de aire en el lado de extracción para minimizar en lo posible la entrada de contaminantes en el aire nuevo.

- Recuperadores por baterías:

Sistema de recuperación de calor basado en la instalación de una batería de intercambio en cada uno de los flujos de aire, y circulación de agua-glycol entre ambas baterías.

Las baterías de recuperación serán de la misma construcción que las baterías principales de intercambio agua-aire. El circuito hidráulico de conexión de las baterías comprenderá las tuberías de interconexión (en acero negro estirado aislado), la bomba de circulación, purga manual, llenado del circuito, grifo de

vaciado, válvula de seguridad, vaso de expansión, manómetro, válvulas de corte en baterías y bomba, y válvula de tres vías de regulación.

El control del funcionamiento y capacidad del conjunto se realizará modulando sobre la válvula de tres vías. El rendimiento mínimo debe ser del 68 % del calor total disponible.

En las baterías de recuperación que pueda haber condensados se instalará una bandeja aislada para recogida de los mismos, y sifón para desagüe.

– Silenciadores

El ruido generado por los ventiladores del climatizador y por otros elementos del mismo se transmite de dos modos al exterior:

Radiante: Las ondas sonoras son radiadas al exterior a través de la envolvente del climatizador. El ruido radiante se reduce con el aislamiento térmico-acústico de las paredes de la envolvente del climatizador.

En conducto: Las ondas sonoras son transportadas en el aire de climatización. Para reducir este ruido, se pueden instalar silenciadores de aire en los climatizadores.

Los silenciadores estarán formados por paneles con marco de chapa de acero galvanizada y rellenos de lana mineral con un velo de fibra de vidrio para impedir el arrastre de partículas (abrasión) y evitar que sea afectado por variaciones de humedad. El material del silenciador será incombustible. El conjunto de paneles formará una sección uniforme con una envolvente de acero galvanizada.

El silenciador puede ir instalado en el conducto, y en este caso irá convenientemente aislado como el resto del conducto. También puede estar alojado en el climatizador, dentro de una sección del mismo.

El nivel de atenuación del silenciador será el indicado en el proyecto, con un mínimo de 20 dB a 250 Hz. La máxima pérdida de carga admisible es de 60 Pa.

– Instalación eléctrica

Se realizará con cable tipo RZ 0,6/1 kV, manguera, continuo desde el cuadro eléctrico hasta el elemento alimentado. La canalización será bajo tubo o bandeja. La conexión final a la unidad se realizará con tubo aislante flexible reforzado (IP67) y racord de conexión.

En climatizadores medianos y grandes, se instalará un interruptor de seccionamiento de seguridad, para cada acometida eléctrica, colocado en el propio climatizador, para realizar operaciones de mantenimiento en el climatizador.

Cuando los climatizadores se instalen en intemperie, se conectarán a la red de protección contra descargas atmosféricas del edificio, a base de cable de cobre de 35 mm² de sección.

- Instalación de control

Los diferentes elementos captadores (sondas) y actuadores se instalarán en el climatizador de modo que no provoquen puentes térmicos.

Las sondas de humedad, temperatura y presión deben penetrar en el climatizador al menos un 25 % de la dimensión lateral del mismo, para poder medir valores significativos.

En el caso de un climatizador tipo V.A.V. en el que se instale una sonda de temperatura en la batería de frío y antes de la batería de calor, se deberá espaciar ambas baterías al menos 20 cm, para garantizar que la lectura de temperatura de frío no está afectada por la radiación de la batería de calor.

La instalación de los diferentes elementos se realizará de acuerdo con sus especificaciones. En el caso de climatizadores en intemperie, los elementos deberán estar adecuadamente protegidos.

- Equipos que incorporan el control desde fábrica (plug & play)

Los equipos que incorporen el control dentro del suministro del fabricante del climatizador incluirán la totalidad de las sondas y actuadores indicadas en los planos, esquemas y fichas técnicas, los controladores, cableado y protecciones, así como se suministraran con las programaciones realizadas desde fábrica. El fabricante del climatizador deberá incluir la puesta en marcha en obra, para realizar todos los ajustes necesarios en obra, sin límite de visitas.

La integración de estos controladores con el control general del edificio se realizará con todo el soporte del fabricante del climatizador, facilitando este el mapeado del bus y toda la información necesaria para que el integrador general pueda comunicar correctamente con los diferentes climatizadores, modificar consignas, horarios, recoger alarmas, puntos de trabajo, históricos, etc. En caso de ser necesaria asistencia en obra para la comprobación conjunta de la comunicación entre climatizadores y sistema de gestión general, se realizarán todas las visitas necesarias a obra, considerando este apartado como puesta en marcha en obra, hasta que el funcionamiento global del sistema sea el óptimo.

Por cada climatizador se incluirá cableado de control de forma que se pueda parar el funcionamiento de los ventiladores directamente desde la instalación de detección de incendios, mediante contacto libre de tensión (abierto ventiladores parados).

- Equipos que incorporan las protecciones eléctricas desde fábrica (plug & play)

Los equipos que incorporen las protecciones eléctricas dentro del alcance del suministro del fabricante del climatizador, estas se dispondrán dentro de armario o cofret, del tipo superficie o integrado en las paredes del equipo y cumpliendo con grado de estanqueidad IP55. Estas protecciones cumplirán la

normativa de aplicación y se seleccionarán para un poder de corte mínimo de 10 kA. En el caso de incorporar variadores de frecuencia, estos se instalarán de manera que el grado de estanqueidad sea equivalente al indicado para el cofret, así como el cableado entre los variadores de frecuencia y los ventiladores será del tipo apantallado con las mallas a tierra en los extremos para evitar interferencias de armónicos.

– Repuestos

Con la recepción de la instalación se proporcionará a la Propiedad los siguientes repuestos, para cada climatizador, y perfectamente referenciados:

- Un juego completo de filtros de cada ventilador
- Un juego completo de correas para cada ventilador

Selección y fabricación del climatizador

Los ventiladores se seleccionarán para proporcionar el caudal y presión disponible necesaria considerando los filtros sucios al 75 %.

Se establecerá un margen de velocidad de giro del ventilador según indicado en ficha técnica y con un mínimo en cualquier caso del 10 %

Antes de confirmar el pedido y la construcción de los climatizadores, el Instalador remitirá a la Dirección Facultativa la ficha de características completas del climatizador, para ser revisada y aprobada.

Esta ficha deberá incluir, al menos, los siguientes datos:

- Marca y modelo de ventiladores, curvas de selección, presiones, caudales, nivel sonoro, rendimientos.
- Cálculo y dimensionamiento de baterías.
- Características de filtros, silenciadores y demás elementos.
- Características constructivas y dimensionales: cerramientos, dimensiones, pesos, etc.
- Tamaño de las conexiones para conductos.
- Plazo de fabricación y entrega.

Antes de enviar los climatizadores fabricados a obra, el Instalador informará a la Dirección Facultativa de su disponibilidad, por si la Dirección Facultativa desea probar el rendimiento de los climatizadores en el taller de fabricación.

Instalación, bancada y apoyos

Los climatizadores se deberán instalar correctamente en las zonas previstas en proyecto, permitiendo espacio suficiente para acceso y mantenimiento general de la unidad.

El climatizador se instalará sobre una bancada, que podrá ser de hormigón o metálica.

La bancada de inercia de hormigón será la normalmente empleada, tendrá un canto mínimo de 10 cm, y se apoyará elásticamente sobre el forjado, a través de lámina de corcho.

Cuando no pueda emplearse este sistema, se preverán bancadas metálicas formadas por vigas de canto adecuado al peso del climatizador, y con apoyos elásticos (como pastillas de neopreno).

Desagües

Los sifones y desagües se conducirán hasta la red de bajantes del edificio, preferentemente a bajantes pluviales, para evitar la posibilidad de desifonajes y malos olores. Se conectarán de modo discontinuo, para que pueda observarse a simple vista si se está produciendo condensados o no. El diámetro de las tuberías de desagües dependerá de las dimensiones del climatizador y de la batería.

El sifón de desagüe debe llenarse de agua antes de la puesta en marcha de la instalación y después de paradas prolongadas.

Conexión de tuberías y conductos

La conexión de tuberías a las baterías debe hacerse poniendo especial cuidado en no obstaculizar el acceso a otras secciones del climatizador (puertas de acceso).

La conexión de los conductos al climatizador debe realizarse con una conexión flexible para evitar transmitir vibraciones. Esta embocadura flexible debe estar también aislada térmicamente.

Protección contra heladas

Si el climatizador está instalado en intemperie y en climas muy fríos, deben tomarse medidas especiales para evitar el riesgo de heladas:

- Deberán aislarse térmicamente los sifones de desagüe.
- Deberán vaciarse aquellas baterías que tengan un funcionamiento estacional y no se utilicen en invierno. Si esto no es posible, deberá contemplarse la posibilidad de hacer circular el agua de estas baterías cuando hay riesgo de congelación.
- Deberán adoptarse medidas para cerrar las tomas de descarga y aire exterior cuando el climatizador esté parado. Si las compuertas de aire exterior están motorizadas, se programarán para estar cerradas cuando el climatizador esté parado. Si son compuertas manuales y fijas, se dispondrán compuertas de sobrepresión adicionales, que cierren cuando no haya paso de aire.
- Se instalarán resistencias eléctricas en las cubetas de los humectadores celulares.

Además, deberá cumplir con la norma EN-1886:2007 y UNE 100180:2004

2.2.7.3. Sistema de control en las unidades de tratamiento de aire

GENERALES

Para la puesta en marcha automática de la unidad climatizadora se utilizará un programa de arranque óptimo, que fije el tiempo de arranque en base a las condiciones térmicas exteriores al edificio, a los datos históricos (datos históricos almacenados) y el horario programado.

El sistema de gestión controlará y evitará que se pongan en funcionamiento o paren los ventiladores de impulsión y retorno de unidad climatizadora, al mismo tiempo

Las unidades climatizadoras funcionarán normalmente según horario programado, que podrá ser cambiado por el operador del sistema.

Si la temperatura de la sala, sonda ambiente (TAI) o sonda en retorno de aire (TAC), es superior (verano) o inferior (invierno) al punto de consigna a la hora óptima de arranque calculada, el climatizador funcionará en modo de “puesta a régimen” hasta que se alcance el punto de consigna o que llegue la hora de ocupación (lo que ocurra antes). La modalidad de “puesta a régimen” también se mantendrá durante las horas de no ocupación, si la temperatura de la sala cae por debajo de los 15 °C.

Al parar la unidad climatizadora, se desconectarán eléctricamente los motores de los ventiladores, el recuperador de energía (entálpico) y el humectador, se cerrarán las válvulas de regulación en los circuitos de agua fría y caliente y también se cerrarán las compuertas de salida de aire, by-pass de aire y entrada de aire.

Se utilizará la información de temperatura, humedad relativa y calidad de aire, obtenida a partir de cualquiera de las sondas exteriores (TAE), (HRE) y (CO2), instaladas en el conducto de aportación de aire o entrada de aire a la sala de climatizadores, para todas las unidades climatizadoras de la sala.

Las alarmas se generarán a partir de las siguientes situaciones:

- Cuando se detecta un valor que exceda de los límites prefijados.
- Cuando exista lectura directa de un valor que indica anomalía mediante entrada digital.
- Cuando exista una disfunción entre la orden de marcha y el estado correspondiente de un dispositivo.
- Cuando es secuencia lógica de una secuencia de programación donde participan varios parámetros.

Las alarmas se reflejarán en las estaciones de trabajo mediante cambios de color en los iconos de alarma. Las alarmas se archivarán en un fichero de disco en la unidad central.

Las alarmas se clasificarán por tres niveles según su importancia dependiendo del nivel, se podrá elegir donde se reflejan y como se archivan.

Los equipos que incorporen el control dentro del suministro del fabricante del climatizador incluirán la totalidad de las sondas y actuadores indicadas en los planos, esquemas y fichas técnicas, los controladores, cableado y protecciones, se suministrarán con las programaciones realizadas desde fábrica. El fabricante del climatizador deberá incluir la puesta en marcha en obra, para realizar todos los ajustes necesarios en obra, sin límite de visitas.

La integración de estos controladores con el control general del edificio se realizará con todo el soporte del fabricante del climatizador, facilitando este el mapeado del bus y toda la información necesaria para que el integrador general pueda comunicar correctamente con los diferentes climatizadores, modificar consignas, horarios, recoger alarmas, puntos de trabajo, históricos, etc. En caso de ser necesaria asistencia en obra para la comprobación conjunta de la comunicación entre climatizadores y sistema de gestión general, se realizarán todas las visitas necesarias a obra, considerando este apartado como puesta en marcha en obra, hasta que el funcionamiento global del sistema sea el óptimo.

CAUDAL DE AIRE

Ventiladores

Los interruptores, para el paro o la puesta en marcha de las unidades climatizadoras (ventiladores), situados en el cuadro eléctrico de climatización de la zona tendrán tres posiciones LOCAL (MANUAL), PARO, DISTANCIA (AUTOMÁTICO), las cuales tendrán las siguientes funciones:

- LOCAL: Los ventiladores se pararán o pondrán en funcionamiento desde el cuadro eléctrico de climatización.
- PARO: Los ventiladores están parados y no se pueden poner en funcionamiento, bajo ningún concepto.
- DISTANCIA: Los ventiladores se pararán o pondrán en funcionamiento desde el sistema de gestión centralizada.

El paro o la puesta en marcha de los ventiladores de impulsión y retorno de aire de la unidad climatizadora se realiza a través de los contactores (CONT), variadores de frecuencia, o directamente para el caso de los motores EC.

Para registrar las acciones de los ventiladores con contactor se establecerá un registro horario para mantenimiento mediante los contactos auxiliares respectivos (EST) y una alarma por disparo del térmico en caso de sobre intensidad en el motor (ESTT).

Para registrar las acciones de ventiladores con variador de frecuencia o ventiladores EC se integrarán (INT) mediante protocolo a BMS las señales detalladas en proyecto.

Si se decide no integrar a BMS todas las señales, se establecerá un registro mediante los datos a integrar del variador (INT) y de alarma (AL).

Los ventiladores para impulsión y retorno de aire dispondrán de tomas de presión, para determinar el caudal de aire en que trabajan.

Las sondas de presión diferencial de aire (SPDA), estarán instaladas junto a los ventiladores de las unidades climatizadoras y conectadas a las tomas de presión previstas por los fabricantes de las unidades ventiladoras.

El sistema de gestión calculará e indicará el caudal de aire del ventilador en función de la presión diferencial medida por la sonda (SPDA), según la siguiente fórmula:

$$Q_v = K \cdot \sqrt{\frac{2}{d} \cdot \Delta p} \quad \text{donde}$$

Q_v = Caudal de aire en m³/h

K = Factor de calibración m²s/h

d = Densidad del aire Kg/m³

Δp = Presión diferencial en tobera Pa.

Esta fórmula puede ser modificada según las características del ventilador indicadas por el fabricante.

Sistemas de volumen de aire constante

En los sistemas de caudal de aire constante, las sondas de presión diferencial de aire del ventilador (SPDA), actuarán sobre el variador de frecuencia del motor del ventilador o sobre el ventilador EC, para mantener el caudal de aire previsto, evitando su disminución según el ensuciamiento de los filtros de aire de la unidad climatizadora (UTA). Estos valores serán transmitidos al sistema de gestión del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichos caudales de aire.

Sistemas de volumen de aire variable.

En los sistemas de volumen de aire variable, el sistema determinará el caudal de aire necesario, según las necesidades térmicas del edificio para cada uno de los ventiladores de la unidad climatizadora (UTA). Estos valores serán transmitidos al sistema de gestión de edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichos caudales de aire.

Existen dos sistemas principales de caudal variable: por presión o por temperatura

- **Por presión:** Este sistema se basa en la instalación de compuertas de caudal variable que modulan el caudal en función de una consigna externa. En el climatizador se instala una sonda de presión absoluta (PACA) para leer estas variaciones y ajustar la velocidad. Este ajuste se detalla en apartados posteriores.
- **Por temperatura:** El climatizador regula la velocidad del ventilador mediante lazo con la sonda de temperatura en el conducto de retorno. Se establecerá el caudal mínimo/máximo a impulsar para un correcto funcionamiento y comportamiento de los elementos de difusión terminales.

FILTROS DE AIRE

Presostatos

Los presostatos de presión diferencial filtros de aire (PSCD), estarán instaladas en la unidad climatizadora, en cada una de las secciones de filtros de la unidad y servirán para detectar el ensuciamiento de estos filtros, cuando su grado de ensuciamiento es elevado, se generará una alarma (filtro colmatado), para que se proceda a su sustitución.

Se instalarán presostatos diferencial de aire en los filtros de aire (PSCD) de la unidad climatizadora (UTA) y servirán como lectura del aumento de presión por ensuciamiento de estos filtros, cuando su grado de ensuciamiento sea elevado, se generará una alarma (filtro colmatado), para que se proceda a su sustitución, los valores del aumento de presión, serán transmitidos al sistema de gestión centralizado del edificio, para cada una de las secciones de filtros de la unidad climatizadora (UTA), se establecerá un registro histórico diario de dichas pérdidas de presión.

Pérdida de presión recomendada, a filtro limpio y filtro colmatado (máxima permitida), según diferentes tipos de filtros. Estas pérdidas de presión pueden variar según el fabricante de filtros

| Tipo de filtro | Pérdida de presión | |
|----------------|--------------------|------------------|
| | Filtro Limpio | Filtro Colmatado |
| G4 | 60 Pa | 150 Pa |
| F-5 | 70 Pa | 200 Pa |
| F-6 | 100 Pa | 200 Pa |
| F-7 | 110 Pa | 200 Pa |
| F-8 | 130 Pa | 300 Pa |
| F-9 | 160 Pa | 300 Pa |

Para que el Sistema considere la alarma de colmatación de filtro, deberá recibirse de manera continuada durante 5 minutos. Una vez activada se mantendrá así hasta que el climatizador se pare, así que se evitarán repetidas alarmas durante el funcionamiento del climatizador. Este bucle de regulación funciona exclusivamente si el climatizador tiene la orden de marcha (horario o mediante instrucción manual desde el Sistema de Gestión) y se encuentra en funcionamiento.

Sonda de presión diferencial

En los filtros absolutos se instalará una sonda de presión diferencial que indicará el nivel de obturación a través de una señal analógica 0-10v.

CONTROL DE PRESIÓN

Sondas de presión absoluta (sistemas de volumen variable)

Las sondas de presión absoluta estarán instaladas en el conducto (PACA) de impulsión de aire junto a la unidad climatizadora (UTA) y servirán como lectura de la presión en el sistema de distribución de aire, en el sistema de gestión centralizado del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dicha presión.

Cuando la presión en el sistema de distribución de aire aumente o disminuya (debido a la variación en la cantidad de aire que dejan pasar las compuertas), se comparará esta presión con la predeterminada en el punto de consigna, si se crea un aumento o disminución de la presión, se transmitirá mediante salida analógica al variador de frecuencia, en forma de variación de tensión de 0...10 Voltios modulando la velocidad de giro del ventilador para asegurar la presión predeterminada.

La presión en las sondas (PACA) se ajustará, según las pérdidas de presión finales de la red de conductos y elementos singulares del sistema, determinadas con el caudal de aire nominal del sistema.

Esta sonda se instalará en conducto a 2 metros de distancia del climatizador. La instalación se deberá hacer en un tramo recto con una distancia previa a la sonda de 1,5 metros de manera que la distribución del aire dentro el conducto sea lo más estable posible.

Sondas de velocidad de aire

La sonda de velocidad de aire (VELA) instalada en el conducto de impulsión se utiliza para mantener el caudal de aire constante en la red cuando los filtros absolutos situados en los elementos terminales se van colmatando, mediante la modulación del ventilador.

Por otra parte, también se utilizan sondas de velocidad de aire para el control del caudal de aire exterior en las UTAS. En este caso las sondas solamente son informativas.

Sondas de presión diferencial en salas

Para mantener la presión diferencial positiva/negativa entre espacios, se instalará una sonda de presión diferencial entre ambos espacios.

En caso de que la presión deseada sea positiva se debe modular la velocidad del ventilador de retorno para asegurar el valor deseado. Esto se puede llevar a cabo mediante un lazo PID con el ventilador de retorno. El caudal de impulsión se mantiene totalmente fijo.

En caso de precisar una presión negativa respecto el espacio colindante, será el ventilador de extracción/retorno el que se mantendrá fijo y se adaptará el caudal de impulsión para conseguir la depresión necesaria en la sala.

RECUPERADORES DE ENERGIA

Los recuperadores de energía sirven para traspasar la energía frigorífica y calorífica del aire de extracción evacuado al exterior de los locales climatizados, al aire tomado del exterior.

Tipo de recuperadores

Los recuperadores pueden estar dimensionados para el 100 % del caudal del climatizador (como es el caso del de aire primario) o para únicamente el caudal de ventilación. Existen diferentes tipos de recuperadores y cada uno tiene características diferentes.

- **Recuperadores de energía estáticos:** Los recuperadores de energía estáticos, sirven para recuperar del aire de extracción, el calor sensible (refrigeración) y energía calorífica (calefacción), no necesitan suministros adicionales de energía (electricidad) para su funcionamiento. Normalmente están instalados en la unidad climatizadora (UTA), formando un solo conjunto. Las sondas de temperatura (TAE), (TAC) y (TAI), estarán instaladas en el conducto de toma de aire exterior, en el conducto de retorno de aire, junto a la unidad climatizadora (UTA) o en el ambiente del local y servirán como lectura de las temperaturas exteriores, de retorno de aire o de ambiente, en el sistema de gestión centralizada del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichas temperaturas. También se instalará una sonda de temperatura a la salida del recuperador para conocer su eficiencia.
- **Recuperadores de energía entálpicos:** Los recuperadores de energía entálpicos, sirven para recuperar del aire de extracción, el calor sensible el calor latente (refrigeración) y la energía calorífica (calefacción), para su funcionamiento hay que suministrarle los siguientes elementos:
 - Potencia eléctrica
 - Señal de control (mediante variador o contactor)
 - Estados de alarma

Los recuperadores con rueda variable contienen un variador de frecuencia que modula la velocidad de la rueda en función del desvío entre la temperatura exterior y la deseada en el conducto de impulsión. Cuanto más alejado esté del punto de consigna, más energía se deberá recuperar. De esta manera se intenta minimizar la demanda energética en las válvulas de frío o calor.

Normalmente están instalados en la unidad climatizadora (UTA), formando un solo conjunto. Las sondas de temperatura y humedad relativa (TAE), (TAC), (HRC) o (TAI), (HRI) estarán instaladas en el conducto de toma de aire exterior, en el conducto de retorno de aire, junto a la unidad climatizadora (UTA) o en el ambiente del local y servirán como lectura de las temperaturas y humedades relativas exteriores, de retorno de aire o ambiente, en el sistema de gestión centralizada del edificio, se establecerá un registro histórico horario de dichas temperaturas y humedades.

Humectadores adiabáticos

Si se especifica en proyecto los humectadores adiabáticos pueden estar instalados en el retorno o extracción de aire para mejorar la eficiencia del recuperador.

Para el funcionamiento de los humectadores adiabáticos hay que suministrar los siguientes elementos:

- Potencia eléctrica.
- Gestión de alarmas.
- Orden de marcha.
- Señal de control.
- Estado de funcionamiento del humectador.

Los humectadores (grupos electrobombas) estarán en funcionamiento, durante los periodos de recuperación de energía (recuperadores estáticos) cuando no se realice la acción de recuperación de energía los humectadores (grupo electro-bomba) permanecerán apagados.

Modo de funcionamiento recuperadores

El recuperador debe ser capaz de optimizar el ahorro energético sobre el aire exterior entrante en el climatizador de manera que la potencia necesaria en las baterías de frío y calor en cada momento sea mínima. Para ello, se debe adecuar el funcionamiento según si se debe recuperar energía o utilizar compuertas que permitan el “by-pass” del recuperador e introducirlo directamente a las baterías, sin pasar por el recuperador. Para gestionar esta estrategia, se disponen de tres modos de funcionamiento que se detallan a continuación y los cuales están definidos en la documentación de los climatizadores:

Por temperatura seca: Sensible

Existirá recuperación de energía cuando se cumplan las siguientes condiciones:

$$\text{Modo refrigeración: Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Temperatura aire exterior} > \text{Temperatura consigna aire impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura aire exterior} + 1\text{ }^{\circ}\text{C} > \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

$$\text{Modo calefacción: Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura aire consigna impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura aire exterior} - 1\text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

Cuando no se cumplan las condiciones anteriores, se eliminará la acción de recuperación de energía, mediante la actuación sobre las compuertas de aire, “by-pasando” todo el aire, es decir el aire de extracción será enviado al exterior sin

pasar por el recuperador de energía y se introducirá aire fresco sin ser pre-calentado o pre-enfriado.

Por temperatura y humedad: Entálpico

Existirá recuperación de energía, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

$$\text{Modo refrigeración: Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

$$\text{Modo calefacción: Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía consigna impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

Las correspondientes entalpías se calcularán a partir de las señales de la sonda de temperatura y la de humedad relativa.

Cuando no se cumplan las condiciones anteriores, se eliminará la acción de recuperación de energía, mediante la actuación sobre las compuertas de aire, by-passando todo el aire, es decir el aire de extracción será enviado al exterior sin pasar por el recuperador de energía y se introducirá aire fresco sin ser pre-calentado o pre-enfriado.

Por temperatura y humedad: Entálpico mejorado

El control entalpía mejorado permite optimizar el control entálpico mediante restricciones en la temperatura seca exterior, que en casos con climas secos puede tener entalpías muy pequeñas para temperaturas muy altas.

Por consiguiente, existirá recuperación de energía, cuando se cumplan las siguientes condiciones (que resultan iguales que en el caso anterior, pero incluyendo la restricción de la temperatura seca):

$$\text{Modo refrigeración: Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

$$\text{Modo calefacción: Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

Si {Temperatura exterior > Temperatura retorno o ambiente}

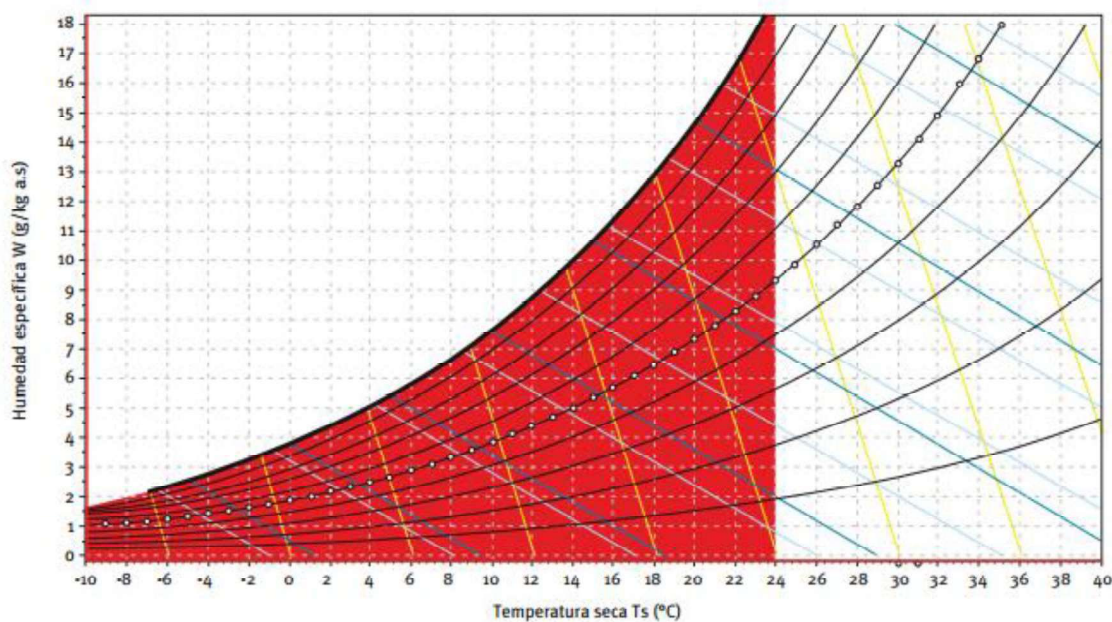
Las correspondientes entalpías se calcularán a partir de las señales de la sonda de temperatura y la de humedad relativa.

Cuando no se cumplan las condiciones anteriores, se eliminará la acción de recuperación de energía, mediante la actuación sobre las compuertas de aire, by-passando todo el aire, es decir el aire de extracción será enviado al exterior sin pasar por el recuperador de energía y se introducirá aire fresco sin ser pre-calentado o pre-enfriado.

FREE-COOLING

Por su parte, el free-cooling, que representa el proceso opuesto a la recuperación de calor, ahorra energía mediante la introducción de aire exterior cuando sus condiciones son favorables para el ahorro en refrigeración. Por consiguiente, los climatizadores con recirculación de aire deberán funcionar de la siguiente manera:

Free-cooling por control por temperatura: Este modo compara únicamente la temperatura seca exterior con la temperatura de retorno o aire ambiente. El siguiente gráfico muestra en rojo las condiciones del aire exterior que se podrán aprovechar mediante este control.



Fuente: IDAE. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización

El control de un sistema basado en la comparación de temperaturas es el siguiente:

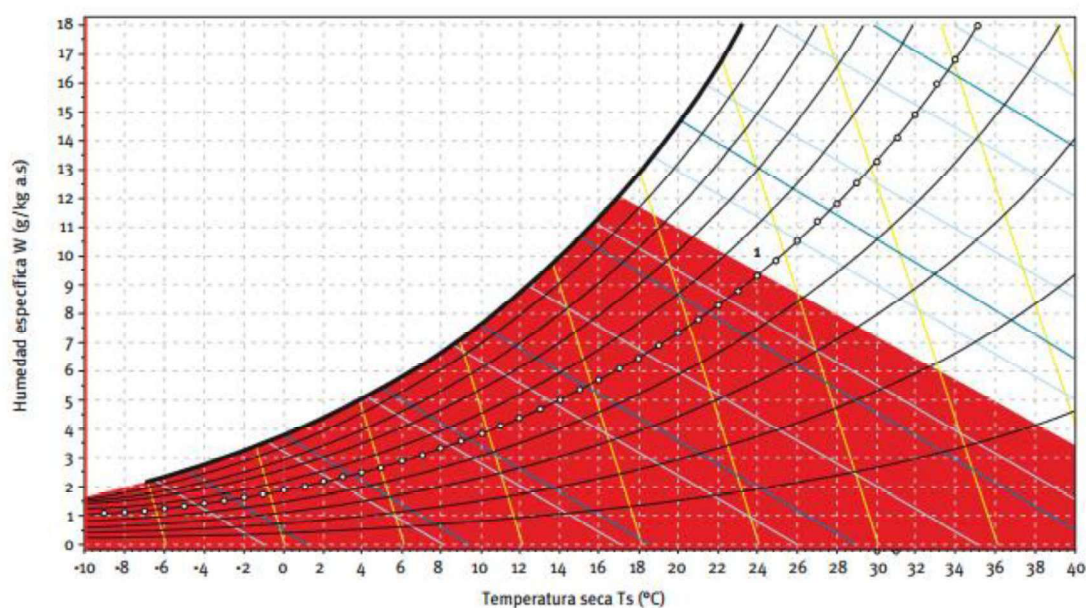
- 1) Si $\begin{cases} \text{Temperatura aire exterior} > \text{Temperatura consigna aire impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{cases}$

Abren compuertas aire exterior al 100 %. La válvula de frío ajusta temperatura de consigna de impulsión.

$$a. \quad Si \begin{cases} \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura consigna aire impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura aire exterior} < \text{Temperatura aire retorno o ambiente} \end{cases}$$

Se cierra la válvula de frío. Abre la compuerta de aportación de aire exterior y la de extracción de aire proporcionalmente; cierra, también de manera proporcional, la compuerta de recirculación para dejar entrar el aire exacto para mezclar aire fresco y retorno hasta que la lectura de la temperatura en conducto de impulsión es igual a la consigna.

Free-cooling por control por entalpía: Este modo compara la entalpía exterior con la entalpía de retorno o aire ambiente (ambas entalpías se calculan a partir de la sonda de humedad y temperatura). El siguiente gráfico muestra en rojo las condiciones del aire exterior que se podrán aprovechar mediante este control.



Fuente: IDAE. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización

El control de un sistema basado en la comparación de entalpías es el siguiente:

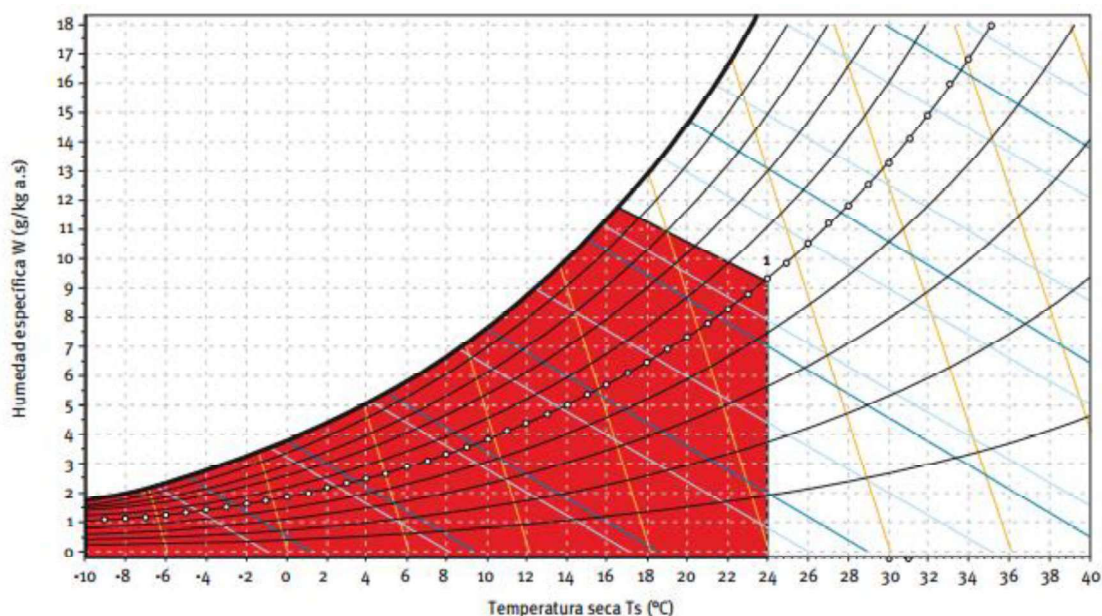
$$Si \begin{cases} \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{cases}$$

Abren compuertas aire exterior al 100 %. La válvula de frío ajusta temperatura de consigna de impulsión

$$\text{Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

Se cierra la válvula de frío. Abre la compuerta de aportación de aire exterior y la de extracción de aire proporcionalmente; cierra, también de manera proporcional, la compuerta de recirculación para dejar entrar el aire exacto para mezclar aire fresco y retorno hasta que la lectura de la temperatura en conducto de impulsión es igual a la consigna.

Free-cooling por control por entalpía mejorado: Este modo compara la entalpía exterior con la entalpía de retorno o aire ambiente (ambas entalpías se calculan a partir de la sonda de humedad y temperatura) y le añade la restricción por temperatura seca. El siguiente gráfico muestra las condiciones del aire exterior que se podrán aprovechar mediante este control.



Fuente: IDAE. Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización

El control de un sistema basado en la comparación de entalpías y temperaturas es el siguiente:

$$\text{Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} > \text{Entalpía retorno o ambiente} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura exterior} < \text{Temperatura retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

Abren compuertas aire exterior al 100 %. La válvula de frío ajusta temperatura de consigna de impulsión

$$\text{Si } \left\{ \begin{array}{l} \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía según consigna de Temp y HR de impulsión} \\ \text{y} \\ \text{Entalpía exterior} < \text{Entalpía retorno o ambiente} \\ \text{y} \\ \text{Temperatura exterior} < \text{Temperatura retorno o ambiente} \end{array} \right.$$

Se cierra la válvula de frío. Abre la compuerta de aportación de aire exterior y la de extracción de aire proporcionalmente; cierra, también de manera proporcional, la compuerta de recirculación para dejar entrar el aire exacto para mezclar aire fresco y retorno hasta que la lectura de la temperatura en conducto de impulsión es igual a la consigna.

CONTROL TEMPERATURA DE IMPULSIÓN

Control de temperatura de impulsión climatizadores caudal constante

Para el control de temperatura de impulsión se necesitan 2 sondas de temperatura de aire: Una en el conducto de retorno de aire (TAC) o en el ambiente del local a climatizar (TAI), y la otra en el conducto de impulsión (TAC).

(Cuando la sonda de temperatura esté instalada en el conducto de retorno de aire, en la puesta en marcha hay que comprobar la desviación (+/-) de temperatura, que existe entre el ambiente y el conducto de aire, para fijar el punto de consigna de temperatura)

El control de temperatura se vertebrará sobre **un lazo de control en cascada de temperatura ambiente o retorno vs temperatura de impulsión**: A partir de la lectura efectuada en la sonda de retorno o ambiente se calculará la temperatura de consigna en la impulsión de manera que el aire impulsado mantenga unas condiciones estables y se eviten grandes oscilaciones de temperatura. Es decir, en función de cuán lejos esté la lectura de la sonda de retorno o ambiente de la consigna deseada se ajustará grado a grado la temperatura de impulsión.

Por su parte, la sonda de temperatura en el conducto de impulsión tiene las funciones siguientes: indicar la temperatura de impulsión del aire en la salida de la de la unidad climatizadora, ajusta la posición de la válvula de frío/calor y, a su vez, sirve como limitación de la temperatura de impulsión (valor predeterminado en la ficha técnica de climatizadores). Es decir, cuando exista demanda de refrigeración o calefacción detectada por la sonda de retorno o ambiente, se calculará la

temperatura de consigna de impulsión, y será la sonda de temperatura de impulsión la que transmitirá una salida analógica en forma de variación de tensión de 0-10V que abrirá o cerrará las válvulas de control de frío/calor mediante lazos PID. De esta manera se intenta conseguir una mayor estabilidad en la temperatura de impulsión.

Modo frío: Cuando la temperatura detectada por la sonda de retorno o ambiente (TAC) o (TAI), está por encima de la temperatura fijada en el punto de consigna (valor predeterminado en proyecto), se calculará la temperatura de impulsión que ajustará la posición de la válvula.

En caso de que el climatizador no disponga de una batería de post-calentamiento, se podría dar el caso que, al impulsar a temperaturas elevadas, la humedad relativa interior aumente. Para controlar que este incremento de humedad no supere el 60 % \pm 5 % (o la correspondiente humedad absoluta), se asegurará que una vez la sonda de humedad relativa situada en el conducto de retorno alcance este nivel de humedad, la temperatura de impulsión baje progresivamente hasta la consigna límite inferior, con el objetivo de alcanzar la humedad absoluta correspondiente a una humedad relativa a temperatura ambiente consignada del 45 % \pm 5 %. Posteriormente, ya dentro de este rango, se volverá a calcular la temperatura de impulsión necesaria.

Modo calor: Cuando la temperatura detectada por la sonda de retorno o ambiente (TAC) o (TAI), está por debajo de la temperatura fijada en el punto de consigna (valor predeterminado en proyecto), se calculará la temperatura de impulsión que ajustará la posición de la válvula.

La impulsión de calor a elevadas temperaturas favorece la estratificación del aire y, por consiguiente, el disconfort en la zona habitada de la estancia. Por este motivo se limitará la temperatura de impulsión de los climatizadores a 3-4 °C por encima de la temperatura ambiente, siempre acorde con la selección de la difusión. En casos de espacios con grandes alturas, la diferencia de temperatura entre sala e impulsión debe ser inferior a estos valores.

Control de temperatura de impulsión climatizadores caudal variable

La temperatura de impulsión de aire en los climatizadores de aire variable se establecerá a un valor fijo. El valor de la temperatura difícilmente se modificará, pero se ajustará cuando haya subenfriamientos/sobrecalentamientos en los espacios; es decir, cuando la compuerta de un espacio esté en su posición mínima y el termostato se aleje de su punto de consigna. Es en este punto cuando se subirá grado a grado hasta que se consiga el confort mínimo en todas las salas.

Para ajustar la temperatura de impulsión en frío y calor se establecerán lazos PID con las respectivas válvulas.

Control de temperatura de impulsión climatizadores aire primario (ventilación)

La sonda de temperatura de aire (TAC), está instalada en el conducto de impulsión de aire de la unidad climatizadora (UTA), se establecerá un registro histórico horario de los valores detectados por la sonda de temperatura (TAC).

La sonda de temperatura de aire exterior (TAE), está instalada en el conducto de toma de aire exterior, o en el ambiente exterior del edificio. Se establecerá un registro horario de los valores detectados en la sonda de temperatura (TAE).

El control de la temperatura se realizará a partir de la lectura efectuada en las sondas (TAE) y (TAC), comparada con el valor predeterminado en el punto de consigna, si se crea una demanda de refrigeración o calefacción, se transmitirá mediante una salida analógica (función proporcional integral), al sistema de control y en forma de variación de tensión de 0-10Volts, abrirá o cerrará las válvulas de control de dos o tres vías.

Modo de funcionamiento: El climatizador regulará la temperatura de impulsión en función de la temperatura exterior y la consigna de temperatura de impulsión superior e inferior establecidas en la documentación de los equipos diseñados:

- Si la temperatura exterior (TAE) es superior a la temperatura de consigna (TAC) +1 °C. Impulsar a la temperatura establecida de consigna inferior (por ejemplo: 15 °C).
- Si la temperatura exterior (TAE) es inferior a la temperatura de consigna (TAC) -1 °C. Impulsar a la temperatura establecida de consigna superior (por ejemplo: 20 °C).
- Si temperatura exterior (TAE) comprendida entre la temperatura de consigna superior e inferior (TAC-2) (entre 15 y 20 °C). Válvulas no actúan.
-

* Estos valores se deben extraer de la ficha técnica de los equipos adjunta en proyecto.

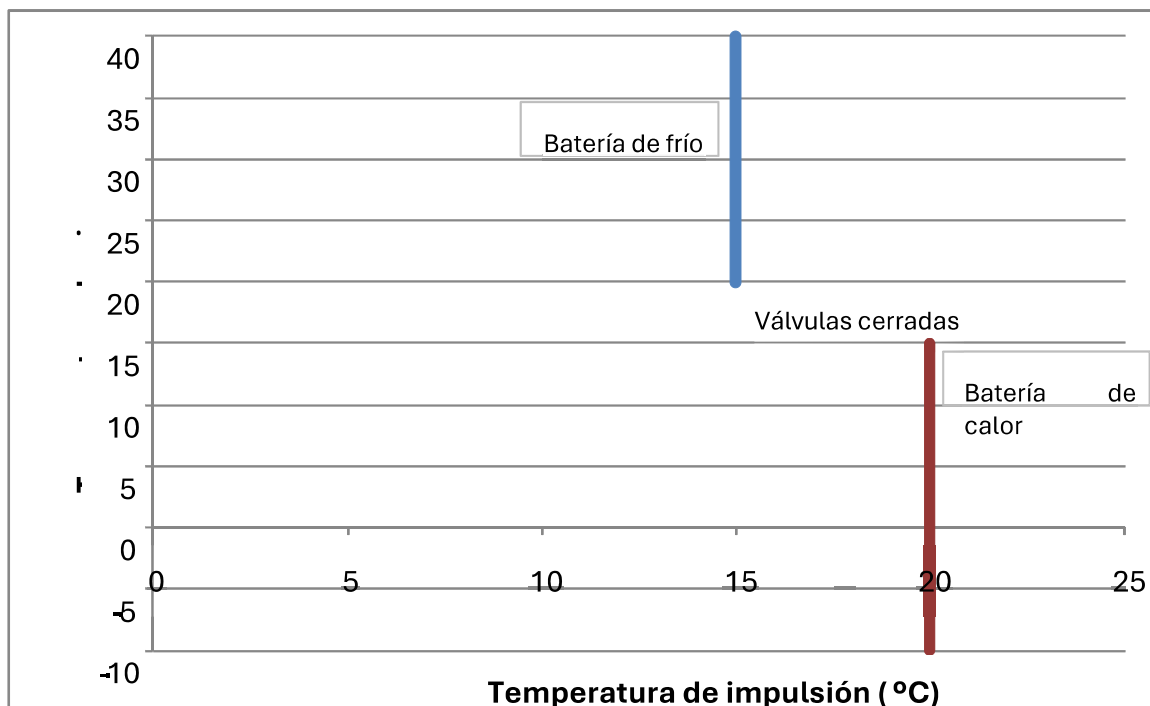


Gráfico con la temperatura de impulsión vs temperatura exterior

(*) Las consignas establecidas en estos gráficos, sirven a modo de ejemplo, y deben ceñirse para cada proyecto en particular.

PROCESO DE DESHUMIDIFICACIÓN

El proceso de deshumidificación del aire que se introduce a una sala consta de dos pasos esenciales: enfriamiento o subenfriamiento hasta conseguir la humedad absoluta necesaria y postcalentamiento para impulsar a la temperatura deseada. Por consiguiente, este proceso precisa una batería de frío y una de calor.

El primer paso se realiza a partir de la lectura de la sonda de humedad relativa (HRC o HRI) situada en el conducto de retorno o en ambiente, que mediante lazo PID con señal 0-10v modulará la válvula de frío de manera que se enfríe el aire hasta condensar gran parte del agua contenida en el aire.

Paralelamente, la batería de calor destinada a recalentar el aire aumentará la temperatura de impulsión para que se obtenga la temperatura de confort en sala. Eso se llevará a cabo mediante un lazo PID con señal 0-10V entre la válvula de calor y la sonda de temperatura de impulsión situada en conducto (TAC). Tal y como se ha especificado en el apartado de control de temperatura de impulsión en climatizadores, se establecerá **un lazo de control en cascada de temperatura ambiente o retorno vs temperatura de impulsión**: A partir de la lectura efectuada en la sonda de retorno o ambiente se calculará la temperatura de consigna en la impulsión de manera que el aire impulsado mantenga unas condiciones estables y se eviten grandes oscilaciones de temperatura. Es decir, en función de cuán lejos

esté la lectura de la sonda de retorno o ambiente de la consigna deseada se ajustará grado a grado la temperatura de impulsión.

PROCESO DE HUMIDIFICACIÓN

Existen varios sistemas para humectación del ambiente a través de los sistemas de aire acondicionado, los más utilizados son, los sistemas de vaporización (humectadores de vapor) y los sistemas adiabáticos con sistemas de pulverización y evaporación del agua, todos sirven para proporcionar humedad al aire ambiente, normalmente en épocas intermedias y de invierno.

Humectadores de vapor

Los humectadores de vapor normalmente constan de dos partes:

- Aparatos de producción
- Lanzas para distribución de vapor.

Los aparatos de producción sirven para calentar agua hasta su evaporación para producción de vapor, están instalados al exterior de la unidad climatizadora (UTA).

Las lanzas para distribución de vapor están insertadas en secciones propias de la unidad climatizadora (UTA) o en los conductos de impulsión de aire.

Para el funcionamiento de los humectadores de vapor hay que suministrarles las siguientes señales y potencias:

- Potencia eléctrica.
- Gestión de alarmas.
- Orden de marcha.
- Señal de control.
- Estado de funcionamiento del humectador.

Las sondas de humedad relativa (HRE), (HRC) y/o (HRI), estarán instaladas en el conducto de toma de aire exterior, en el conducto de retorno de aire, junto a la unidad climatizadora (UTA), o en el ambiente del local. Se comparará la humedad relativa en el conducto de retorno o en el ambiente del local con la humedad predeterminada en el punto de consigna, si se crea una demanda o disminución de humedad, se transmitirá mediante una salida analógica (función proporcional integral derivativa), al sistema de control y en forma de variación de tensión de 0...10 Voltios, modulará la producción de vapor en el humectador. En resumen, el cálculo de la humedad teórica de impulsión en función de la lectura de la humedad relativa en el conducto de retorno y de la desviación respecto al punto de consigna.

Siempre se instalará una sonda en el conducto de impulsión, a 1,5 metros del humidificador como mínimo, que actúe como limitadora y evite la saturación del aire.

Destacar que el humectador podrá funcionar siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

Si { Humedad absoluta aire exterior inferior a 9 (g vapor/kg aire seco)
y
Temperatura del aire de impulsión > 17°C

Cuando la regulación de la producción de vapor es externa y modulante se efectuará mediante una señal 0-10V.

Si el humectador funciona de manera autónoma, éste se parará o pondrá en funcionamiento a través de los contactores (CONT) instalados en el cuadro eléctrico de climatización correspondiente. De esta acción se recibirá en el sistema de gestión la confirmación de paro marcha, se establecerá un registro horario para mantenimiento mediante el contacto auxiliar respectivo (EST). En este caso se deberá contar con las señales de la sonda de regulación (HRC o HRI) y la limitadora para el conducto de impulsión.

Cuando no existe sistema de humectación las sondas de humedad relativa (HRC) y (HRI), servirán como lectura de la humedad relativa en el sistema de gestión centralizado.

CONTROL CALIDAD DE AIRE

Para el control de calidad de aire se necesitan 2 sondas de CO₂: la de aire exterior y la de aire interior:

La sonda de calidad de aire exterior, instalada en el conducto de aportación de aire o en la entrada de aire a la sala de climatizadores, servirá como lectura de la calidad de aire exterior en el sistema de gestión centralizado. Se establecerá un registro histórico horario de los valores detectados por la sonda de calidad de aire.

La sonda de calidad de aire, instalada en el conducto de retorno de aire o en el ambiente del local a climatizar, servirá como lectura de la calidad de aire ambiente en el sistema de gestión centralizado, se establecerá un registro histórico horario de los valores detectados por la sonda de calidad de aire.

Cuando la concentración de CO₂ ambiente supere el aumento de concentración según los valores indicados en la tabla-1, el sistema de gestión aumentará el caudal de aire exterior actuando sobre las compuertas de aire exterior (impulsión y extracción) y cerrando la compuerta de recirculación de aire hasta obtener que la concentración de CO₂ ambiente esté dentro de los límites indicados en la tabla-1. Esta actuación no se realizará en épocas punta de demanda energética (frio-calor) o si la humedad absoluta es extremadamente baja ya que la humedad interior se podría ver seriamente afectada.

Cuando la concentración de CO₂ ambiente este por debajo del aumento de concentración según los valores indicados en la siguiente tabla. El sistema de gestión disminuirá el caudal de aire exterior actuando sobre las compuertas de aire exterior (impulsión y extracción) y abriendo la compuerta de recirculación de aire hasta obtener que la concentración de CO₂ ambiente esté dentro de los límites indicados en la tabla siguiente.

(ppm exterior) + (ppm consigna) < (ppm retorno) Abrimos compuerta de entrada

$(\text{ppm exterior}) + (\text{ppm consigna}) > (\text{ppm retorno})$ Cerramos compuerta de entrada

Tabla-1 Aumento de concentración CO₂ máxima ambiente permitida respecto al exterior.

| Categoría | ppm* |
|-----------|------|
| IDA 1 | 350 |
| IDA 2 | 500 |
| IDA 3 | 800 |
| IDA 4 | 1200 |

**Concentración de CO₂ en partes por millón*

El caudal de ventilación mínimo a garantizar en el climatizador es de 0,85 l/s·m² en cada sala que sirve el equipo.

2.2.7.4. Ventiladores

Esta especificación es válida para diferentes tipos de ventiladores no resistentes a altas temperaturas: Axiales, centrífugos y helicocentrífugos

Cajas: Estos ventiladores, según la ficha técnica, normalmente van dentro de cajas que proporcionan estanqueidad, aislamiento acústico y posibilidad de acoplar los soportes anti vibratorios. Por consiguiente, las cajas incorporarán:

- Aislamiento antiinflamable mínimo de 25mm de fibra de vidrio o espuma de melamina
- Caja estanca con juntas de goma
- Carcasa de chapa de acero galvanizada
- Puertas de inspección.
- Pies para acoplar los soportes

Ventiladores: Los ventiladores se suministrarán equilibrados tanto estática como dinámicamente para evitar transmisiones de ruido innecesarias.

Los ventiladores con funcionamiento a volumen de aire variable se seleccionarán con la máxima eficiencia al caudal máximo de diseño del sistema. Si el ventilador seleccionado no se encuentra dentro del rango recomendado por el fabricante a la velocidad mínima del ventilador y la resistencia del sistema resultante, se debe elegir el tamaño de ventilador más cercano para satisfacer este requisito.

Motor: Incorporarán interruptor de paro en el propio ventilador y estará preparado para ser instalado en el exterior. Los rodamientos serán del tipo bola y deberán

presentarse debidamente alineados y engrasados. En la ficha técnica se especifica las fases y la tensión.

Accesorios:

- Variadores: Los ventiladores pueden incorporar variadores de frecuencia que reduzcan la velocidad al menos hasta el 30 % del caudal.
- Regulador de tensión: Irán protegidos con fusible y cumplirán la Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/CEE.
- Interruptor de desconexión: tipo no fusible, con protección contra sobrecarga térmica montada dentro de la caja del ventilador, cableada de fábrica a través de un conducto interno de aluminio.
- Pantallas para pájaros: desmontable, malla de 13 mm, alambre de aluminio o latón.
- Compuertas sobrepresión: Compuesta de álabes paralelos y acoplada al ventilador. Configurada de fábrica para cerrar cuando el ventilador se detiene.
- Sonda de presión diferencial: Permiten la lectura de la diferencia de presiones entre dos puntos y la transforman en una señal analógica apta para los diferentes equipos de control. Su rango dependerá de la aplicación, pero oscilará entre: 0...1000Pa, 0...1500Pa y 0...3000Pa con una precisión de ± 3 %.

Corrosión: Cuando los equipos estén situados en una zona expuesta a la corrosión se hará un tratamiento del equipo según lo especificado en la especificación de conducto de chapa. La instalación de los equipos debe considerar lo siguiente:

- Los equipos se deben instalar totalmente nivelados, manteniendo los espacios recomendados por el fabricante. Se deben incluir tacos antivibratorios de goma o amortiguadores metálicos que eviten las vibraciones.
- Se debe ajustar al caudal y presión disponible seleccionada en proyecto
- Se ejecutará la estanqueidad del equipo en cubierta, evitando cualquier infiltración de agua por el hueco destinado al conducto de aire.

Normativa de cumplimiento

Los ventiladores incorporaran una placa con los datos siguientes:

- Nombre del fabricante,
- Datos técnicos tales como potencia, corriente eléctrica, tensión, presión, caudal volumétrico y velocidad de giro
- Año de fabricación

Una vez puesto en servicio, el aparato debe cumplir con las siguientes Directivas:

- Directiva de Baja Tensión 2014/35/UE
- Directiva de Máquinas 2006/42/CE
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE

2.2.7.5. Unidades fancoil

Las unidades fancoil para tratamiento de aire de locales estarán formadas por los siguientes elementos: armazón metálico, baterías, ventilador, filtro de aire, mandos eléctricos y válvulas de regulación. El fancoil podrá ir montado en posición horizontal o vertical, y podrá ir terminado con una chapa envolvente decorativa también metálica.

La tipología de fancoil se define en las fichas técnicas adjuntas y establece si se trata de un fancoil de velocidad variable con regulación electrónica o un fancoil con varias velocidades.

Armazón y envolvente

El armazón del fancoil será de chapa de acero galvanizada con un espesor mínimo de 0,7 mm. En determinados casos, en los que así se indique en fichas de características, el armazón podrá ser del tipo panel sándwich o equivalentes para la mejora de prestaciones acústicas.

Si los fancoils se instalan en ejecución vista, dispondrán de un elemento envolvente decorativo metálico, acabado con pintura al horno o lacado, que incorporará una rejilla para la impulsión de aire. Dicha rejilla podrá ser de aluminio o plástica. En este último caso, el plástico deberá ser no combustible.

En general, los fancoils se seleccionarán con una potencia sonora total (considerando la potencia total como la suma de la potencia sonora radiada, en la impulsión y en el retorno) inferior a los 60 dBA.

Para aquellos equipos cuya potencia radiada en su punto de selección sea superior a 55 dBA, ésta se deberá reducir mediante ejecución especial o revestimiento. Una opción es revestir el equipo con un panel sándwich microperforado en la cara interior, con lana mineral en la capa intermedia y placa de yeso laminado en la cara exterior o equivalente.

Baterías

Los fancoils podrán disponer de una o dos baterías de intercambio (batería de frío/calor o baterías de frío y calor). Las baterías estarán construidas en tubo de cobre con aletas de aluminio, e incorporarán purgador manual y llave de vaciado. Para evitar la formación de condensados en la superficie del armazón, se aislará térmicamente el mismo alrededor de la zona de baterías.

El fancoil incorporará una bandeja de recogida de condensados de acero galvanizado de capacidad suficiente, con conexión de desagüe. Esta bandeja irá aislada térmicamente en su parte exterior para evitar la formación de condensados

en la cara externa de la misma. La bandeja de recogida de condensados se prolongará hasta las válvulas de corte y regulación de las baterías, para recoger cualquier posible goteo de las válvulas.

Ventilador

La tipología de ventilador y su funcionamiento varía para los fancoils de varias velocidades y los fancoils con motor “brushless” electrónicamente conmutados:

3 velocidades:

El fancoil impulsará aire por una o dos turbinas centrífugas, de doble aspiración, con motor incorporado de 7 velocidades al que se escogerán 3 velocidades entre las 5 intermedias, con condensador permanente y protección térmica con rearme automático. La tensión de alimentación será 220 V, monofásica, 50 Hz. El grupo motor-ventilador irá fijado al armazón a través de suspensiones elásticas, para evitar la transmisión de vibraciones.

Ventiladores de velocidad variable:

Al igual que en el caso anterior, el fancoil impulsará aire por una o dos turbinas centrífugas, con motor sin escobillas incorporadas y regulación con señal de entrada 0-10V. La tensión de alimentación será 220 V, monofásica, 50 Hz. El grupo motor-ventilador irá fijado al armazón a través de suspensiones elásticas, para evitar la transmisión de vibraciones.

El control electrónico del motor está incorporado en el bastidor del motor, dentro de un compartimento hermético.

Filtro de aire

El filtro de aire será del tipo plano, de material lavable o intercambiable, con marco metálico, fácilmente desmontable sin necesidad de desmontar la envolvente. El material del filtro deberá ser de clasificación al fuego M1. La clase de filtro según EN 779 es G2.

Los filtros de aire en los fancoils con retorno conducido deberán ser totalmente accesibles desde el exterior, mediante portafiltros tipo corredera, registro de acceso al filtro con material de chapa, o solución equivalente. El acceso se deberá poder efectuar sin necesidad de herramientas. Se admite la posibilidad de que las rejillas de retorno se sobredimensionen y se instalen del tipo portafiltro.

Reguladores de temperatura

El bloque de reguladores del fancoil podrá instalarse solidario con el aparato o instalarse de forma mural. El termostato se deberá adaptar a la tipología de fancoil especificada en proyecto:

Regulador de velocidades:

El fancoil dispondrá de un conmutador manual de velocidades de 4 posiciones: paro - alta velocidad - media velocidad - baja velocidad. Dispondrá también de un termostato para regulación del fancoil, que será de bulbo (montado en el fancoil) si

el mando es solidario al fancoil. Si el mando del fancoil es mural, el termostato puede ser de bulbo (montado en el fancoil) o de ambiente (montado en el mando).

Regulador modulación velocidad 0-10v:

El fancoil dispondrá de un conmutador manual de velocidades y modo automático donde se regulará el ventilador mediante la señal 0-10V.

Dispondrá también de botón de selección de la temperatura ambiente y termostato que será de bulbo. El regulador será programable de manera que se establecerán caudales mínimos y máximos para cada uno de los modos de funcionamiento frío o calor. La regulación de la velocidad del ventilador, en régimen de refrigeración, se realizará de forma automática en función de cuan alejado esté la temperatura ambiente de la temperatura de consigna. En régimen de calefacción, se deberá poder seleccionar que la velocidad sea constante o rango distinto.

Ambos reguladores deben tener la opción de integrarse en el sistema de gestión BMS si se especifica en proyecto.

Además, para el caso de fancoils con una sola batería, se dispondrá de un conmutador de funcionamiento invierno/verano, que podrá ser local (interruptor en el propio mando) o remoto (cambio desde un controlador central).

Regulación

La regulación de temperatura de impulsión del fancoil se realizará mediante válvulas de regulación de entrada de agua a las baterías. Estas válvulas serán de 2 o 3 vías (sistema de caudal de agua variable o constante), y de acción todo/nada, 3 puntos o proporcional, según se especifique en proyecto. En el caso de que el fancoil disponga de una sola batería de agua en instalación de 4 tubos, las válvulas de regulación serán del tipo compactas de 4 vías, sin posibilidad de apertura simultánea de calefacción y refrigeración.

Criterios de instalación

- Sujeción a techo: El fancoil se suspenderá del techo con varillas metálicas rígidas tipo M4, que se fijarán al fancoil a través de juntas elásticas para absorber vibraciones.
- Sujeción a pared o suelo: El fancoil se fijará a la pared o al suelo de forma rígida y solidaria.
- Embocaduras y rejillas de impulsión para fancoils sin envolvente: Se realizarán en plancha de fibra de vidrio recubierta interior y exteriormente con película de aluminio o con plancha de chapa galvanizada aislada interiormente con espuma flexible de 13 mm de espesor, para conseguir aislamiento térmico y acústico.
- Las rejillas de impulsión para fancoils sin envolvente serán de aluminio acabado en color RAL a definir. Las rejillas serán con lamas regulables para doble deflexión si van montadas en falso techo o pared, y serán con lamas

fijas y rectificadoras de dirección de aire si van montadas en falso suelo o en antepecho de ventana.

- Difusores: En el caso que se utilicen difusores rotacionales/circulares/cuadrados se deberá asegurar que la presión disponible del fancoil sea suficiente para vencer las pérdidas de carga asociadas a cada elemento.
- Retorno de aire: Para los fancoils en ejecución vista, el retorno se realizará de forma libre por la parte trasera del fancoil. En este caso, debe mantenerse una abertura mínima libre de 10 cm de conexión con el ambiente.

Para los fancoils sin envolvente (ejecución oculta), el retorno se realizará a través de una rejilla o aberturas en el paramento entre el ambiente tratado y el espacio donde se encuentre el fancoil.

En general, será necesario conducir el retorno de aire desde las rejillas o aberturas hasta la parte trasera del fancoil, con un conducto aislado de iguales características constructivas que para la embocadura de impulsión. En aquellos casos donde el retorno sea por plenum, la superficie del falso techo deberá cumplir con las mismas características que un conducto, tal y como establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios. Por consiguiente, los acabados de los paramentos y falsos techos deberán ser del tipo limpiable, equivalente a conducto.

Si se instala una rejilla de retorno, ésta será de aluminio acabado en color RAL a definir, y será de lamas fijas, seleccionada a baja velocidad y baja pérdida de carga.

Las aportaciones de aire primario de renovación se conducirán a la parte trasera del fancoil y dispondrán de compuerta de regulación de caudal tipo automecánica según consta en planos. La conexión entre la compuerta de regulación de caudal automecánica y el retorno del fancoil no podrá ser directa sino que se realizará mediante tramo de conducto flexible aislado del tipo acústico, con una longitud mínima de 0,5 metros y máxima de 1 metro, evitando que el ruido generado por la compuerta de regulación pueda pasar al ambiente por las rejillas de retorno.

En todos los casos que se disponga de conducto de retorno conectado al fancoil, la conexión entre el fancoil y el conducto se realizará de modo que el filtro de aire pueda registrarse con facilidad.

- Acceso: Los fancoils situados en falso techo, falso suelo o dentro de muebles dispondrán de un acceso suficiente para poder realizar un buen mantenimiento, incluyendo la reposición de filtros y verificaciones de valvulería e instalación eléctrica.
- Desagües: El tubo de desagüe de condensados será de diámetro mínimo 32 mm, de PVC rígido, con conexión flexible a bandeja. Si por la disposición de fancoils y bajantes es posible, se conectarán varios desagües de fancoil al

bajante a través de un mismo sifón conjunto. Los desagües se conectarán preferentemente a bajantes de tipo pluvial, para minimizar la posibilidad de malos olores y desifonajes. Si esto no es posible, cada fancoil dispondrá de sifón individual. El cierre mínimo de los sifones será de 7 cm para los sifones individuales y de 10 cm para los sifones que recogen varios fancoils.

- **Conexión de baterías:** Además de la válvula de control y equilibrado/equilibrado dinámico (según sea especificado en proyecto) se instalará un filtro y dos válvulas de corte. Para la conexión desde válvulas de corte a filtros y válvulas de regulación adjuntas al fancoil, se utilizará preferentemente tubería tipo multicapa. Se acepta la utilización de tubos flexibles metálicos trenzados si este es inoxidable de alta calidad y se aumenta el diámetro del flexible hasta que el diámetro interior no difiera en exceso el de la tubería principal. Las válvulas y filtros del tren de cada fancoil y, sobre todo, la tubería de conexión entre fancoil y tubería principal deberán poder trabajar a un nivel de presión superior al del fancoil. Por ejemplo, PN16 para los fancoils PN10 o PN20 para los fancoils PN16, etc.
- **Alimentación eléctrica:** La alimentación eléctrica y de control al fancoil se realizará con tubo de PVC flexible doble capa y con racords de conexión.
- **Selección de fancoils:** Las características que se especifican para los fancoils (potencia de frío y calor, caudal de aire, nivel sonoro), se obtendrán siempre a la velocidad media del ventilador.

Las condiciones de selección de los fancoils serán en general las siguientes:

Verano: Ambiente: 25 °C BS, 18 °C BH

Según especificaciones en ficha técnica

Invierno: Ambiente: 20 °C

Según especificaciones en ficha técnica

El nivel de presión sonora máximo admisible será el indicado en proyecto, pero en ningún caso será superior a 45 dBA a 1 m de la unidad.

- **Elementos vistos:** El tipo y acabado (color) de los elementos vistos (rejillas, mandos) deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa. La posición del mando del fancoil, cuando se instale en pared, deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa. En general, deberá instalarse en paramentos que no sean exteriores, a una altura de 1,5 m, lejos de corrientes de aire o focos puntuales de calor o radiación solar directa, que podrían falsear la lectura.

- Elementos auxiliares: El fancoil incorporará, si se especifica en el proyecto, un contacto para paro del ventilador accionado desde un microrruptor remoto, relacionado con la apertura de ventana, un tarjetero de acceso a habitación o un detector de presencia que inhiba la acción del fancoil cuando pudiera suponer un consumo inútil de energía.
- Aire primario: Cuando el fancoil reciba una aportación de aire primario a través de un conducto, éste se conectará al plenum de retorno del fancoil o al conducto de retorno del fancoil, según los casos. En el conducto de aire primario se instalará una compuerta de regulación para ajustar el caudal de aire que se aporta y conexión mediante tramo de conducto flexible aislado y acústico según se ha indicado anteriormente.

2.2.7.6. Cajas de caudal de aire variable

2.2.7.7. Baterías de recalentamiento

Se emplearán baterías de recalentamiento alimentadas por agua caliente instaladas en conductos para recalentar el flujo de aire en sistemas de climatización todo aire, en aquellos espacios que sean susceptibles de presentar requerimientos de temperatura opuestos a los de consigna del equipo.

Se instalarán en conductos rectangulares o circulares, y deberán ser aptos para su instalación en conjunto con controladores de caudal de aire constante o variable.

Los equipos se seleccionarán en cumplimiento de todas las condiciones definidas en el proyecto.

Características:

De forma general, presentarán las siguientes:

- Podrán instalarse en disposición horizontal o vertical, independientemente de la dirección del flujo de aire.
- Se podrán emplear para caudales de aire desde hasta 21.600 m³/h. La pérdida de carga en el lado aire no deberá ser superior a 170 Pa.
- Sus dimensiones estarán adaptadas a las diferentes dimensiones de las compuertas de regulación de caudal de aire. Dispondrán de bridas en ambos extremos para conexión del conducto rectangular.
- La carcasa estará construida en chapa de acero galvanizado. Tendrá un nivel de estanqueidad al menos clase D, según la norma EN 15727.
- Dispondrá de batería de agua caliente de 2 filas, construida con tubos de cobre y aletas de aluminio.
- Estarán diseñadas para trabajar con temperaturas de agua hasta 100 °C y presión máxima de 16 bar. La pérdida de carga en el lado de agua no deberá ser superior a 25 kPa.

Las baterías de recalentamiento se suministrarán con válvulas de dos vías de regulación y equilibrado independiente de la presión diferencial con actuador digital con protocolo de comunicación Modbus RTU.

2.2.7.8. Silenciadores

Silenciador de celdillas con diseño higiénico y celdillas de ahorro energético integradas, con 1 celdilla de lana mineral, no combustible según DIN 4102 A2, protegida con tejido de seda de vidrio, marco de perfil favorable al flujo de aire con carcasa de chapa de acero galvanizado. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.

Las condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución son:

- Del soporte:
Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.
- Fases de ejecución:
Replanteo
Colocación y fijación
Comprobación de su correcto funcionamiento

2.2.7.9. Conductos rectangulares en chapa galvanizada

Generalidades

Los conductos se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas, instrumentos de regulación y medida y del aislamiento térmico si existe.

Dimensiones

Las dimensiones de los conductos de chapa galvanizada se ajustarán a los indicados en la norma UNE-EN 1506 con sección circular y UNE-EN 1505 con sección rectangular.

Clasificación y Estanqueidad

La resistencia estructural de un conducto y su estanqueidad a las fugas de aire dependen de la presión del aire en el conducto. El ruido, las vibraciones y las pérdidas por fricción dependen de la velocidad del aire en el conducto.

Los conductos se clasifican según su estanqueidad. La estanquidad de la red de conductos se determina mediante las fugas obtenidas al aplicar una presión estática máxima.

La estanquidad de la red de conductos se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$f = c \cdot p_s^{0.65} \cdot 10^{-3}$$

en la que:

f: representa las fugas de aire, en $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$

ps: es la presión estática, en Pa

c: es un coeficiente que define la clase de estanquidad

Se definen las siguientes clases de conductos:

| Clases de estanquidad | Límite de presión estática (ps) (Pa) | | Límite del factor de fuga de aire (fmáx) $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Positiva | Negativa | |
| A | 500 | 500 | $0.027 \cdot \text{pt}0.65 \cdot 10^{-3}$ |
| B | 1000 | 750 | $0.009 \cdot \text{pt}0.65 \cdot 10^{-3}$ |
| C | 2000 | 750 | $0.003 \cdot \text{pt}0.65 \cdot 10^{-3}$ |
| Da | 2000 | 750 | $0.001 \cdot \text{pt}0.65 \cdot 10^{-3}$ |
| a Conducto para aplicaciones especiales | | | |

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior, según la aplicación, especificado en la documentación adjunta del proyecto.

Para la obtención de la estanquidad de los conductos es necesario sellar las uniones en la forma indicada a continuación, según tipo de exigencia de los espacios a tratar:

Sistema Normal: Sellar uniones transversales y longitudinales.

Sistema Higiénico: Sellar las uniones transversales y las uniones longitudinales, las esquinas, los tornillos, etc.

La silicona de sellado será antibacteriana.

Conductos rectangulares: espesores de chapa, uniones y refuerzos

Los espesores nominales de chapa y los tipos y distancias de refuerzos transversales, incluidas las uniones transversales cuando éstas constituyen un refuerzo, están dados en función de la clase de conducto y de su dimensión máxima transversal, basándose en las siguientes limitaciones:

- la deflexión máxima permitida para los refuerzos transversales o sus uniones transversales, cuando éstas actúan como refuerzos, no será nunca superior a 6 mm.
- las uniones transversales deben ser capaces de resistir una presión igual a 1,5 veces la máxima presión de trabajo que define la clase, sin deformarse permanentemente o ceder, la deflexión máxima permitida para las chapas de los conductos rectangulares es la siguiente:
 - 10 mm para conductos de hasta 300 mm de lado,
 - 12 mm para conductos de hasta 450 mm de lado,

- 16 mm para conductos de hasta 600 mm de lado,
- 20 mm para conductos de más de 600 mm de lado,

Los espesores, uniones y refuerzos permitidos se especifican en la documentación adjunta del proyecto.

El matizado a punta de diamante o con ondulación transversal se prescribe para conductos con un lado mayor o igual a 500 mm, a menos que tengan un aislamiento interior o exterior del tipo rígido, sólidamente anclado a las chapas del conducto.

El matizado a punta de diamante o con ondulación transversal no afecta los requerimientos de refuerzos transversales y, por lo tanto, no puede considerarse sustitutivo de los refuerzos.

Se recomienda que los conductos con presión negativa no tengan matizado; si lo tienen, la deflexión debe estar hacia el interior.

Los refuerzos hechos por medio de chapas de acero de espesor nominal igual o inferior a 1,5 mm, deberán ser galvanizados; los refuerzos hechos por medio de perfiles normalizados de espesor superior al citado anteriormente podrán ser de acero negro.

En la documentación adjunta del proyecto se especifica el tipo de uniones transversales, con o sin refuerzo, puertas y paneles de acceso, conexiones, baterías en conductos, cambios de sección, álabes, derivaciones y curvas.

Las uniones de conductos con el climatizador, se realizarán con lona anti vibratoria ignífuga de ejecución intemperie.

En el paso de conductos junto a elementos metálicos o de obra que ofrezcan la posibilidad de un contacto fortuito, se dispondrá un aislamiento entre conducto y elemento para evitar la transmisión de vibraciones.

Todas las curvas en conductos con un lado de más de 800 mm llevarán aletas direccionales.

Soportes de los conductos horizontales

Los soportes de conductos en chapa galvanizada se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-EN 12236

El sistema de soporte de un conducto tendrá las dimensiones de los elementos que le constituyen y estará espaciado de tal manera que sea capaz de soportar, sin ceder, el peso del conducto y de su aislamiento térmico así como su propio peso.

El sistema de soporte se compone de anclaje, tirantes y fijación del conducto al soporte.

El sistema de anclaje adoptado no deberá debilitar la estructura del edificio y la relación entre la carga que grava sobre el elemento de anclaje y la carga que determina el arrancamiento del mismo, no deberá ser nunca inferior a 1:4.

Los tirantes serán flejes de chapa de acero galvanizado, o bien pletinas o varillas de acero no tratado superficialmente. Las varillas serán galvanizadas si trabajan en ambientes corrosivos, protegiéndose con pintura anticorrosiva aquellas partes del soporte que hayan perdido el galvanizado a consecuencia de su mecanización. El ángulo máximo entre la vertical y el tirante es de 10°. No se utilizarán alambres como soportes definitivos o permanentes.

Para la fijación del conducto a los tirantes podrán utilizarse tornillos rosca-chapa o remaches, solamente para conductos de la clase A. En este caso, la penetración en el conducto debe ser evitada en lo posible. Los conductos de clase B, C y D deberán fijarse a los tirantes a través de sus elementos de refuerzo o se apoyarán en un perfil que se une a los tirantes mediante elementos roscados. En ningún caso se admitirá la unión del soporte por medio de tornillos o remaches a los conductos de estas clases.

Para conductos rectangulares, el espaciamiento máximo entre soportes contiguos y la sección de las varillas o pletinas, en función del perímetro del conducto rectangular y de la sección de los tirantes se establece en la tabla 5-1 de la norma SMACNA. Siempre que sea posible se emplazarán los soportes cerca de las uniones transversales del conducto. Cuando la máxima suma de lados o semiperímetro sea superior a 4,8 m es necesario realizar un estudio de pesos.

Soportes de los conductos verticales

Los conductos verticales se soportarán por medio de perfiles a un forjado o a una pared vertical.

La distancia máxima permitida entre soportes verticales será de 3.5 metros.

La fijación del conducto al soporte se efectuará por medio de tornillos rosca-chapa o remaches para conductos de clase A y cuando las dimensiones no rebasan los 750 mm en lado.

Para dimensiones superiores o para las clases B, C y D, la fijación se hará por medio de soldaduras a puntos o a través de sus refuerzos transversales por medio de varillas o perfiles.

Aberturas de servicio

Deben instalarse aberturas de servicio en las redes de conductos para facilitar su limpieza y desinfección; Las trampillas, paneles de acceso y puertas deben ser fáciles de abrir.

Todos los componentes de acceso deben construirse e instalarse para adaptarse al funcionamiento del sistema, incluida la estanquidad al aire y la resistencia, y para facilitar el proceso de limpieza.

A estos efectos pueden emplearse las aberturas para el acoplamiento a unidades terminales.

Las aberturas se realizarán según lo indicado en la norma UNE-EN 12097. Debe preverse el número suficiente de componentes de acceso para garantizar que

puede limpiarse la totalidad de la red de conductos, garantizado que ninguna parte de la red de conducto tenga:

- más de una modificación de diámetro a partir del panel de acceso;
- más de un cambio de dirección de más de 45º a partir de un panel de acceso;
- más de 7,5 m de conducto a partir del panel de acceso;

Las partes superiores e inferiores de los conductos montantes deberán incorporar paneles de acceso.

Para los componentes montados sobre el conducto y que no pueden limpiarse sin obstrucciones, debe asegurarse el acceso por ambos lados o debe poderse retirar el componente para el mantenimiento.

Los elementos instalados en una red de conductos deben ser desmontables y tener una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento o puesta a punto.

Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

Tornillos y remaches:

Se admite que los tornillos o preferentemente remaches utilizados durante la instalación penetren en la red de conductos siempre que no impidan ni la limpieza ni el mantenimiento. La longitud máxima de los tornillos será de 13 mm. No deben utilizarse tornillos puntiagudos en la proximidad de las aberturas donde pueden herir a las personas. Por tanto, no han de utilizarse a menos de 1m de los dispositivos terminales de aire o de los paneles de acceso.

Pruebas:

La limpieza interior de las redes de conductos de aire se efectuará una vez se haya completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado y los muebles.

Una vez terminada la red de conductos pero antes de que una red de conductos se haga inaccesible por la instalación de aislamiento térmico o el cierre de obras de albañilería y de falsos techos, se realizarán pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad para establecer si se ajustan al servicio requerido, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o memoria técnica. Estas pruebas se realizarán tal como indica la antigua norma UNE 100-104.

Para la realización de las pruebas las aperturas de los conductos, donde irán conectados los elementos de difusión de aire o las unidades terminales, deben cerrarse rígidamente y quedar perfectamente selladas.

Proceso de galvanizado:

La chapa de acero debe pasar por un proceso de galvanizado en caliente según UNE EN ISO 1461 que permite una protección ambiental anticorrosiva.

La siguiente tabla permite clasificar los ambientes a los que se someterá el conducto.

La clasificación mínima considerada será C1 para conductos interiores y C2 conductos exteriores siendo modificable en función de la ubicación del edificio y de las condiciones de las salas interiores.

| Definición de ambientes en las estructuras galvanizadas según la norma UNE EN ISO 14713 –1.999 | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Categoría de la corrosión | | Velocidad de corrosión del Zinc (μm / año) |
| C1 | Interior - Seco | $\leq 0,1$ |
| C2 | Interior - Condensación ocasional Exterior – Rural en el interior del país. | 0,1 a 0,7 |
| C3 | Interior – Humedad elevada aire ligeramente contaminado Exterior – Urbano (interior del país) o costero de baja salinidad. | 0,7 a 2 |
| C4 | Interior – Piscinas, plantas químicas, etc. Exterior- Industrial en el interior del país o urbano costero. | 2 a 4 |
| C5 | Exterior – Industrial muy húmedo o costero de elevada salinidad. | 4 a 8 |

Una vez clasificado el ambiente se puede obtener la galvanización en caliente mínima.

| Protección mínima frente a la corrosión en función del tipo de ambiente según la Norma UNE EN ISO 14713 - 1999 | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Categoría de corrosión | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| Pérdida media de masa de zinc. (gr /m ² / año) | < 5 | 5 a 15 | 15 a 30 | 30 a 40 | 40 a 60 |
| Sistema de protección / Espesor | μm | μm | μm | μm | μm |
| Galvanización en caliente conforme a la Norma UNE EN ISO 1461. | 28 – 85 | 45 – 85 | 85 | 115 | 150 - 200 |

Las normas que especifican las características de las chapas galvanizadas en continuo son la UNE EN 10142 y la UNE EN 10147 (o ASTM A653). En ellas, y como se recoge en la siguiente tabla, se establecen varias posibles calidades de los recubrimientos de zinc de las chapas, que van desde 100g/m² de chapa (equivalente a 7 μm por cada cara, 14 μm en total) hasta 600g/m² (equivalente a 42 μm por cara, 84 μm en total).

| SI UNITS | | | IP UNITS |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Designación del recubrimiento según UNE | Masa mínima del recubrimiento en g/m ² , incluyendo ambas caras | Masa mínima del recubrimiento en μm , incluyendo ambas caras | Designación del recubrimiento según ASTM |
| Z100 | 100 | 14 | G30 |

| | | | |
|-------|------|-----|------|
| Z140 | 140 | 20 | G40 |
| Z200 | 200 | 28 | G60 |
| Z225 | 225 | 32 | G70 |
| Z275 | 275 | 39 | G90 |
| Z350 | 350 | 49 | G115 |
| Z450 | 450 | 63 | G140 |
| Z600 | 600 | 84 | G210 |
| Z700 | 700 | 98 | G235 |
| Z900 | 900 | 126 | G300 |
| Z1100 | 1100 | 154 | G360 |

En resumen, los conductos de chapa deberán ser Z275 como mínimo para cumplir con la clase C1 mínima considerada para interiores y Z350 para la clase C2 en conductos exteriores.

La evolución para las siguientes clases sería: Z600 para clase C3, Z900 para clase C4 y Z1100 para clase C5.

Conducto estable al humo

Los conductos estables al humo E300 60 o E600 120, según especificado en proyecto, cumplirán las características indicadas en el RD 842/2013 (Establece la clasificación de los productos de construcción en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego; ver Anexo 3 tabla 7)

El ensayo para la clasificación del conducto se efectuará según las normas UNE EN 1366-9 y UNE EN 1363-1 y se deberá presentar el certificado de ensayo.

Los conductos adecuados para este uso tendrán lo siguiente:

- Conducto rectangular de chapa galvanizada de espesor 0,8mm.
- Unión longitudinal tipo Pittsburgh
- Masilla refractaria en las esquinas
- Junta cerámica autoadhesiva resistente 1000 °C en continuo

De forma general los conductos de aire se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas e instrumentos de regulación y medida. En los conductos no podrán alojarse conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesados por ellas.

La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales normalizadas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar los conductos.

Las unidades de tratamiento de aire, las unidades terminales y las cajas de ventilación y los ventiladores se acoplarán a la red de conductos mediante conexiones antivibratorias.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de aire dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR. A continuación se muestran las condiciones de montaje:

Conducciones y equipamiento de las instalaciones aire acondicionado: Los conductos de aire acondicionado deben estar revestidos de un material absorbente acústico y deben utilizarse silenciadores específicos.

Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

Conducciones y equipamiento de las instalaciones ventilación: Deben aislarse acústicamente los conductos y conducciones verticales de ventilación que discurren por recintos habitables y protegidos dentro de una unidad de uso, especialmente los conductos de extracción de humos de los garajes, que se considerarán recintos de instalaciones, siempre que los patios donde transcurran estos no estén adecuados a las condiciones acústicas necesarias.

2.2.7.10. Conductos en plancha de fibra de vidrio

Dimensiones

Las dimensiones de los conductos de plancha de fibra de vidrio se ajustarán a los indicados en la norma UNE-EN 1505.

Campo de aplicación de los conductos de fibra de vidrio

La red de conductos construidos con planchas de material aislante cumplirá con los requisitos y las características especificados en la norma UNE-EN 13403.

Sólo se permitirá montar sistemas con conductos rectangulares en fibra de vidrio, para la circulación forzada de aire con velocidades de hasta 10 m/s, temperaturas máximas en el exterior del conducto de 60 °C y de 90 °C en el interior.

No está permitido utilizar planchas de fibra de vidrio (fibra mineral (MW)) para las siguientes aplicaciones:

- Conductos de extracción de campanas o cabinas de humos (cocinas, laboratorios, ...),
- Conductos de extracción de aire conteniendo gases corrosivos o sólidos en suspensión,
- Conductos instalados en el exterior del edificio, sin protección adicional,

- Conductos enterrados, sin protección adicional,
- Como elementos para formar climatizadores,
- Cerca de baterías de calentamiento con temperatura superficial superior a 50°C, a menos que la distancia mínima entre la batería y la plancha sea de 200 mm.
- Para conductos verticales de más de 10 m de altura, sin soporte adicional

No se deben utilizar cintas de aluminio que incumplan los siguientes requisitos:

- La anchura mínima nominal de la cinta será de 65 mm.
- La resistencia a la tracción será igual o superior a 45 N/cm.
- La resistencia al despegue será de, al menos, 6,7 N/cm a 82 °C y tras 15 min. de prueba

Características de la plancha de fibra de vidrio

La plancha está constituida por fibras de vidrio inertes e inorgánicas, ligadas por una resina sintética termoindurente.

La cara de la plancha que constituirá el exterior del conducto tendrá un revestimiento que tiene la función de barrera de vapor y protección de las fibras. La cara interior está terminada con una combinación de aluminio con papel o vinilo, o tejido de vidrio reforzado de gran resistencia mecánica cuando se requieran buenas prestaciones acústicas.

De acuerdo con la IT 1.3.4.2.10.1 del RITE el revestimiento interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección, y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la norma UNE 100012 sobre higienización de sistemas de climatización.

Las características de rigidez, resistencia al fuego y a la fatiga deberán cumplir lo indicado en la norma EN 13403.

La clasificación sobre reacción al fuego (Euroclases) se determinará de acuerdo con la Norma EN 13501-1. El límite será B-s1,d0.

La plancha de fibra de vidrio y sus acabados interior y exterior, deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- La absorción de humedad no excederá el 2 % en peso o el 0,18 % en volumen, el menor entre los dos, a una temperatura seca de 50 °C y una humedad relativa del 95 % durante 96 horas.
- La resistencia al paso del vapor del acabado exterior deberá ser tal que nunca puedan producirse condensaciones en el interior de la estructura de la plancha y en todo caso mayor a 140 m²·h·Pa/mg según EN 12086
- Los metales en contacto con la plancha no deben corroerse de forma apreciable.

- La erosión de las fibras por efecto del paso del aire debe ser nula.
- La absorción o formación de esporas o bacterias debe ser nula.
- La conductividad térmica a la temperatura media de 0°C deberá ser igual o inferior a 0,035 W/m²K, para una densidad de 60 kg/m³.
- En los conductos donde la cara interior sea de tejido de vidrio reforzado, los coeficientes de absorción acústica Sabine de la plancha deberán cumplir, como mínimo, los siguientes valores: 0,35 a 125 Hz, 0,65 a 250 Hz, 0,75 a 500 Hz, 0,85 a 1000 Hz, 0,90 a 2000 Hz y 0,90 a 4000 Hz.

Uniones

La longitud máxima de un tramo de conducto es de 1,2 m, menos lo que se necesita para las uniones, cuando el perímetro interior de la sección transversal es superior a 1 m. Si es inferior a este valor, es posible construir tramos de hasta 3 m de longitud en una sola pieza.

Para encajar un lado en el sentido longitudinal del conducto puede realizarse o bien por acanaladura sobrepuesta o con acanaladura en V. En el primer caso, la protección exterior de la plancha deberá solaparse sobre la cara exterior del lado contiguo por una dimensión igual a 1,4 veces el espesor de la plancha y se fijará por medio de grapas. La conexión transversal se hará con acanaladura sobrepuesta, la protección exterior de la pieza macho se solapará sobre la pieza hembra y se fijará por medio de grapas.

Cierre, sellado y registros

Para el cierre y sellado de las uniones longitudinales y transversales de la red de conductos, se utilizarán cintas adhesivas a la presión o al calor. Las superficies sobre las que se aplicarán las cintas estarán perfectamente limpias y secas. La anchura mínima de las cintas será de 65 mm.

De acuerdo con la IT 1.1.4.3.4 del RITE deben instalarse aberturas de servicio en las redes de conductos para facilitar su limpieza y desinfección. Las aberturas o registros se situarán según lo indicado en la norma UNE-EN 12097, por lo que ninguna parte de la red del conducto tendrá:

- más de una modificación de diámetro a partir del panel de acceso;
- más de un cambio de dirección de más de 45° a partir de un panel de acceso;
- más de 7,5 m de conducto a partir del panel de acceso

A estos efectos pueden emplearse las aberturas para el acoplamiento a uniones terminales.

Los conductos de aire y las uniones y juntas se ejecutarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante, y deben aguantar, sin ruptura, una presión de aire interna de 2,5 veces la presión positiva especificada por el fabricante, pero no inferior a 200 Pa.

Los conductos deben cumplir los valores de fuga máximos descritos en la norma EN 13403 y EN 1507 para una clase de estanqueidad tipo C.

Refuerzos

Para los refuerzos de los conductos se utilizarán los elementos especificados por el fabricante. La distancia entre refuerzos vendrá dada por el fabricante según la sección del conducto y las presiones de trabajo, siempre con el objetivo de no alcanzar la deflexión máxima permitida.

Soportes y apoyos

La red de conductos debe cumplir los requisitos especificados en la Norma EN 12236.

Soportes horizontales en conductos sin refuerzo

La máxima distancia entre soportes de conductos horizontales será:

- 2,4 m para una dimensión interior < 900 mm
- 1,8 m para una dimensión interior entre 900 y 1500 mm
- 1,2 m para una dimensión interior > 1500 mm

Sólo puede haber una unión transversal entre dos soportes, excepto si el perímetro del conducto es inferior a 2 m, en cuyo caso podrán existir dos uniones.

Los elementos verticales de fijación pueden ser:

- dos pletinas de 25 mm de anchura y de 0,8 mm de espesor nominal,
- dos varillas de 6 mm de diámetro.

Cuando el conducto tenga una dimensión superior a 1,5 m deberá instalarse un soporte adicional para evitar que el conducto se curve hacia el interior cuando no esté presurizado.

Soportes horizontales en conductos reforzados

El soporte coincidirá con el refuerzo. Los elementos verticales estarán unidos mediante tornillos al mismo soporte a una distancia máxima de 150 mm y estarán constituidos por dos pletinas de 12/10 mm de espesor nominal.

Cuando el conducto tenga el lado mayor inferior a 600 mm, los soportes que no coincidan con elementos de refuerzo podrán hacerse utilizando una pletina de, al menos, 8/10 mm de espesor nominal y 25 mm de anchura. Entre los ángulos del conducto y la pletina, se instalarán dos chapas de espesor nominal de 8/10 mm de 100 x 100 mm, en forma de ángulo.

Para todos los soportes deberán utilizarse elementos galvanizados.

Soportes verticales

Los soportes verticales se pondrán a una distancia máxima de 3,5 m.

Cuando un conducto se soporta a una pared vertical, es necesario que el anclaje tenga lugar en correspondencia de un refuerzo del conducto. Del mismo modo en el interior del conducto se instalará un manguito de 150 mm y espesor apropiado, y el soporte será de 30 x 30 x 3 mínimo.

General

De forma general los conductos de aire se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas e instrumentos de regulación y medida. En los conductos no podrán alojarse conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesados por ellas.

La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizarán con los correspondientes accesorios o piezas especiales normalizadas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, conservando la forma de la sección transversal y sin forzar los conductos.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de aire dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR.

Marcado, etiquetado y embalaje

Los productos deben estar claramente marcados bien en el producto o en una etiqueta, con la siguiente información:

- nombre, o marca de identificación, del fabricante y la fábrica
- identidad del producto (marca comercial)
- código de designación del producto de aislamiento, indicado en la respectiva norma CEN
- año de fabricación (los dos últimos dígitos)
- lote o serie o fecha de fabricación
- dimensiones y número de unidades del paquete

2.2.7.11. Conductos de aire resistentes al fuego

Los conductos estarán realizados con paneles de fibrosilicatos, incombustibles según UNE-EN ISO 1182, de una densidad mínima de 450 kg/m³ y con un coeficiente de conductividad térmica de 0,071 kcal/h °Cm².

El espesor de los paneles será el adecuado según ensayos oficiales realizados para obtener resistencia al fuego en minutos determinada en proyecto. En Europa la norma de ensayo será la EN 1366-1 para conductos de ventilación (expuestos al fuego tanto desde el exterior como con fuego en el interior) y la EN 1366-8 para

conductos de extracción de humo (estos deben haber pasado, anteriormente, el ensayo según la norma EN 1366-1).

Las juntas y uniones entre placas deben tratarse en toda la superficie a unir con adhesivo específico del fabricante aplicado en ambas superficies, posteriormente se unirá con tornillos. Los tornillos serán del tipo de los usados para madera, con cabeza cónica.

En las juntas y uniones transversales se instalarán tiras del espesor y ancho de acuerdo con las especificaciones del fabricante según ensayos realizados. Las tiras se fijarán con adhesivo y grapas o tornillos.

Los conductos serán suspendidos del techo por medio de perfiles angulares de 50x50x5 mm, abrazando el conducto por su parte inferior y suspendido al techo mediante varilla roscada mínimo M14 fijada al forjado con taco de acero expansivo (nunca tacos químicos o de plástico), tuerca y arandela. Tanto las varillas como los angulares llevarán tratamiento anticorrosivo.

El sistema de soporte quedará expuesto, no necesitará protección alguna, y estará ensayado para ello. La distancia máxima entre soportes será de acuerdo con las especificaciones del fabricante según el tamaño de la sección de los tramos.

Según el uso del conducto y el ensayo previsto en las esquinas del conducto se montarán ángulos de protección, a base de angulares galvanizados.

En caso de que no exista conducto de chapa interior, en los codos y curvas, siempre que las cargas de aire lo permitan, será preferible realizar los giros de 90° en ángulo recto. Cuando el ángulo sea distinto, o deba simularse una curvatura suave, las piezas superior e inferior (conductos horizontales) o laterales (verticales) se deben cortar con la forma prevista del giro, fijándose después las piezas laterales cortadas a inglete en el ángulo correcto. Todas las juntas deben tratarse con adhesivo. Se instalará por la parte interna del ángulo una tira de placa cortada especialmente en las juntas entre placas cortadas en inglete.

En el paso de los conductos por los elementos estructurales, se tendrá especial atención en sellar las juntas, con material resistente al fuego de la misma composición del conducto.

En los tramos verticales se tendrán en cuenta los desplazamientos verticales y transversales, para ello se preverán soportes especiales para repartir cargas y evitar movimientos.

Cuando el conducto vaya a instalarse en un entorno agresivo (laboratorios, piscinas...) será necesario un tratamiento de la superficie. Pinturas tipo epoxi o poliuretano son adecuadas en estos casos.

El material deberá poseer los certificados de los ensayos de comportamiento al fuego según las condiciones establecidas y el uso previsto. Deberá aportarse certificado de ensayo realizado por laboratorio homologado.

En los paneles irán marcados los siguientes datos:

- Identificación del fabricante.
- Nombre del producto.
- Resistencia al fuego.
- Año de fabricación.
- Referencia a la norma de fabricación.

2.2.7.12. Conductos flexibles

Los conductos flexibles solamente se utilizarán para las conexiones con elementos de difusión, nunca como elemento de transporte de energía.

Los conductos serán metálicos con estructura alámbrica y múltiples láminas de aluminio de las siguientes características:

- Presión máxima 1.500Pa
- Temperatura de funcionamiento: 0... 100 °C
- Velocidad máxima de paso permisible: 25 m/s
- Fabricado según norma UNE-EN 13180
- Clasificación Euroclase "B-s1,d0" según norma UNE-EN 13501-1

Los conductos podrán ser sin aislamiento, aislados y aislados fonoabsorbentes, según especificado en el proyecto.

El aislamiento será de fibra de vidrio y con una densidad mínima de 15 kg/m³ y grosor mínimo necesario para cumplir el aislamiento térmico requerido por el Reglamento de instalaciones térmicas de edificios.

En el caso de los conductos fonoabsorbentes, además de cumplir con lo anterior, tendrán un conducto interno microperforado formado por dos capas de 7µ de aluminio cada una y 2 capas de 12 µ de poliéster cada una.

La distancia máxima permisible es de 1,2 metros de longitud y se permitirá un pandeo máximo de 41,7mm por metro de separación entre soportes. La unión con el conducto principal se ejecutará manteniendo un tramo recto antes de cualquier curvatura.

Este tipo de conducto no será apto para utilizar en aplicaciones higiénicas, tampoco en elementos terminales con filtros absolutos ni en tramos de conducto que operen a más de 250 Pa.

2.2.7.13. Aislamiento térmico para conductos

Todos los conductos y accesorios (compuestas, elementos de medición, accesos, etc.) que transportan aire tratado térmicamente deben ir aislados según lo indicado en planos, memoria y presupuesto. De esta manera se evitan pérdidas de energía durante su recorrido y posibles condensaciones en el caso de refrigeración.

Al seleccionar el espesor de aislamiento, se deben utilizar espesores mayores cuando la temperatura media anual es muy inferior o superior a la temperatura de referencia de la conductividad. Aunque la resistencia térmica global sea equivalente, nunca utilizar materiales con conductividad superior a 0,045 W/m·K a 10 °C.

Paralelamente, debe asegurarse que todos los materiales están completamente libres de clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y asbestos de cualquier tipo. Además, todos los fabricantes presentarán todos los certificados de características técnicas y homologación de materiales. También se deberá presentar una muestra de 300x300 mm de cada tipo de aislamiento de conducto.

La medición de aislamiento se efectuará de la misma manera y criterio que los conductos.

Además, todos los tipos de aislamientos deben cumplir con las normas UNE 100171, UNE-EN ISO 12241, UNE 100012 y UNE-EN 13162 (lana mineral (MW)) o UNE-EN 14304 (espuma elastomérica flexible (FEF))

Los materiales destinados al aislamiento serán inodoros, no higroscópicos, no tóxicos y no se deben descomponer o sufrir algún otro deterioro cuando trabaje dentro del rango operativo de temperatura y vibración. El aislamiento no debe contener sustancias en las que se puedan desarrollar microorganismos. Según lo especificado en mediciones, planos y memoria el aislamiento puede ser:

• **Lana mineral recubierta con manta de aluminio (kraft). Exterior conducto**

- Resistencia a la difusión del vapor de agua (μ) mínima: 1 o equivalente. Se incorporará una capa de aluminio reforzada con malla de vidrio que actúa como barrera de vapor; Resistencia a la difusión del vapor de agua del revestimiento (z): 130 m²·h·Pa/mg
- Reacción al fuego: A2-s1, d0 Clasificado según EN 13501-1, EN 15715
- Comportamiento en caso de incendio: - (No combustible)
- Temperatura de trabajo: -10...100 °C

• **Lana mineral recubierta con tejido de vidrio. Interior conducto**

- Resistencia al Flujo de Aire ≥ 5 kPa. s/m²
- Reacción al fuego: A2L-s1, d0 Clasificado según EN 13501-1, EN 15715
- Comportamiento en caso de incendio: - (No combustible)
- Temperatura de trabajo: -10...100 °C
- Absorción acústica: $\alpha \geq 0,25$ a 250Hz / $\alpha \geq 0,5$ a 500Hz

• **Espuma elastomérica recubierta con aluminio. Exterior conducto**

- Recubrimiento de aluminio laminado de 12 μ m, con doble capa de vidrio recubierto de 5x5mm y 22 g/m² de revestimiento de LDPE

- Resistencia a la difusión del vapor de agua (μ) mínima: 7000 según EN 12086 y EN 13469
- Reacción al fuego: Euroclase E Clasificados según: EN 13501-1 Ensayos según: EN 13823 EN ISO 11925-2
- Temperatura de trabajo: -50...110 °C

Ejecución

El responsable del acopio e instalación del material deberá proveer el certificado de cumplimiento del aislamiento respecto la UNE-EN 13162. El certificado deberá contener como mínimo la certificación de la conductividad térmica (W/mK), espesor (mm), resistencia térmica (m²K/W) y clase de reacción al fuego.

Para instalar el aislamiento interior de conductos se seguirán de manera escrupulosa las instrucciones del fabricante y los detalles constructivos. Ésta se efectuará con perfiles en U y con pernos. La colocación del aislamiento se realizará con juntas de 5 cm de solape para garantizar un correcto sellado entre los tramos aislados.

Los materiales adhesivos, no serán inflamables y serán adecuados para el rango de temperatura ambiente y humedad en que se encuentran. Todos ellos serán los recomendados estrictamente por el fabricante y no se permitirán materiales alternativos a los homologados por el suministrador del aislamiento.

La instalación y la sujeción de conductos se llevará a cabo de forma que el aislamiento no se deforme quedando aplastado, de manera que disminuyan sus propiedades aislantes.

En su almacenamiento y montaje se evitará que el aislamiento se pueda mojar. En caso de que el aislamiento se moje, se sustituirá completamente.

El aislamiento se instalará una vez el conducto esté completamente limpio y seco, y se haya revisado que no hay ningún punto de fuga. El aislamiento térmico debe cubrir completamente las superficies a aislar sin espacios sin sellar y sin "puentes fríos". El aislamiento se debe cortar y acabar cuidadosamente y sellar sus bordes alrededor de las compuertas, dispositivos de detección, sensores, puertas de acceso, etc. para que estos componentes estén claramente visibles y accesibles.

Se debe coordinar con el instalador eléctrico para asegurarse de que todos los revestimientos metálicos estén bien conectados equipotencialmente.

Acabado exterior para conductos aislados

Los conductos instalados en exteriores o en el interior de salas técnicas (si se especifica) se recubrirán con una lámina de aluminio de 0,8 mm de espesor que protegerá el aislamiento de posibles golpes y/o de las inclemencias exteriores de radiación y lluvia.

El recubrimiento será resistente a la corrosión, debiendo mecanizarse con máquinas herramientas adecuadas, montándose con solapes en todas sus juntas de 50 a 100 mm de ancho, según las dimensiones de los conductos.

Los diferentes elementos de chapa deben afianzarse con tornillos de acero inoxidable 18/8 o de duraluminio.

Las juntas de unión del conducto se realizarán por su parte inferior y serán del tipo bridas y tornillos, además dispondrán de junta de goma entre bridas y terminado en silicona para mayor estanqueidad.

Además del sellado correspondiente, se recubrirán todas las uniones entre planchas de aluminio con una lámina bituminosa para evitar la entrada de agua, lo que dañaría por completo el aislamiento del conducto.

2.2.7.14. Difusores de largo alcance

Difusores de techo con placa frontal circular, indicados para impulsión de aire. Placa frontal con deflectores de aire ajustables para una descarga de aire horizontal (0°) y vertical (90°), indicados para instalación suspendida del techo.

Características:

- Elevado alcance del aire con baja potencia sonora
- Especialmente indicados para espacios con cargas térmicas sujetas a variación
- Ajuste perfecto del patrón de descarga de aire gracias a la doble sección de los deflectores de aire
- Dirección de descarga ajustable de manera manual o con actuador
- Plenum con entrada horizontal o vertical de aire, variante con actuador eléctrico y acceso para inspección

Materiales y acabados

- Deflectores de aire, marco frontal y cuello de conexión de aluminio
- Plenum y travesaño de chapa de acero galvanizado
- Marco frontal, deflectores de aire y cuello de conexión pintados en blanco RAL 9010

Criterios de instalación

Formado por una placa frontal de difusor con marco frontal, deflectores de aire ajustables, plenum de conexión con elemento para distribución de aire, boca para entrada horizontal o vertical de aire y taladros o elementos para suspensión.

2.2.7.15. Difusores lineales

Difusor lineal con deflectores de aire regulables manualmente y con 1, 2, 3 o 4 ranuras. Descarga de aire alternativa horizontal, alternativa inclinada, vertical, una sola salida horizontal hacia la izquierda o una sola salida horizontal a la derecha.

Los difusores lineales se instalan en sistemas de falso techo y son indicados para impulsión y extracción de aire.

Plenum de conexión

Las variantes con plenum incorporan 1 o 2 bocas. Los plenums situados de manera simétrica incorporan bocas de conexión para entrada vertical u horizontal de aire. Los plenums situados de manera asimétrica únicamente incorporan bocas de conexión a un lado. Los plenums se instalan mediante 4 piezas para suspensión. La fijación del perfil frontal puede ser desmontable o fija.

Características

- Patrón de aire uniforme que garantiza un menor ensuciamiento del techo debido a la inducción de aire de la sala
- Posibilidad de impulsión de aire horizontal, inclinada o vertical mediante el ajuste manual de sus deflectores
- Clima interior confortable gracias a una alta inducción que conlleva una rápida reducción de la diferencia de temperatura y la velocidad del flujo de aire
- Adecuado para instalación en disposición continua

2.2.7.16. Toberas lineales

Toberas de largo alcance para tratamiento de espacios de gran volumen donde el caudal de impulsión debe recorrer una gran distancia hasta la zona de ocupación.

El ángulo de impulsión de aire es regulable entre una escala de $-30/+30^{\circ}$, para un ajuste del modo de funcionamiento calefacción o refrigeración.

Indicado para instalación directa en pared, techo o conductos rectangulares. Amplio rango de variantes constructivas que permiten la integración de unidades en conductos circulares, opcionalmente con plenum fijo o desmontable y también con posibilidad de aislamiento.

Características especiales

- Amplio rango de caudales de aire
- Diseño optimizado que minimiza la pérdida de carga e incrementa el rendimiento acústico
- Atractivo diseño lineal que facilita la integración de estas unidades en el concepto de diseño interior
- Opcionalmente con posibilidad de disposición lineal de la tobera de largo alcance

Materiales y acabados

- Marco y remates fabricados en aluminio
- Plenum de chapa de acero galvanizado en cumplimiento con la norma DIN 17162

- Tobera de largo alcance fabricada en aluminio
- Consultar otros posibles acabados

2.2.7.17. Difusores de techo rotacionales

Los difusores de techo rotacionales consiguen una elevada inducción del aire del local, con temperaturas de impulsión de ± 10 °C sobre la temperatura ambiente. Se compone de plenum de conexión y difusor, que puede ser de 3 tipos: lamas fijas, lamas ajustables manualmente y lamas motorizadas.

Plenum de conexión

El plenum de conexión será de chapa galvanizada, aislado interiormente con espuma ignífuga de 12 mm de espesor, con compuerta de regulación circular de una hoja, accionable desde el frontal del difusor. La alimentación al plenum se realizará a través de una conexión circular en un lateral del plenum o vertical si es especificado.

El plenum del difusor garantizará la uniformidad de distribución del aire en toda la superficie del difusor.

Además, el plenum incorporará un punto de medición para la lectura de caudal de aire.

Todos los difusores dispondrán de plenum, sean para los difusores de impulsión o sean de retorno. En el caso de los de retorno no se requiere que el plenum esté aislado interiormente.

Difusor lamas fijas

Difusor de efecto rotativo, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m, con lamas fijas para impulsión horizontal, con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir.

Difusor lamas ajustables manualmente

Difusor de efecto rotativo y vertical, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m, con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir. Las lamas del difusor son ajustables manualmente en 3 posiciones: rotación horizontal centrífuga, rotación horizontal centrípeta, impulsión vertical sin rotación.

Difusor lamas ajustables motorizadas

Difusor de efecto rotativo y vertical, para impulsar elevados caudales desde más de 4 m de altura, construido en chapa de acero pintada al horno de color a elegir. Las lamas están motorizadas, y pueden adquirir varias posiciones: rotación horizontal (para impulsar aire frío), rotación a 45° (para aire isoterma) e impulsión vertical sin rotación (aire caliente). La motorización de las lamas se realizará con motores eléctricos del tipo todo/nada (a 220 V o 24 V) o del tipo proporcional (a 24 V), según se especifique en el proyecto.

Criterios de instalación

- Unión difusor-plenum: Se realizará por un tornillo en el centro de la parte frontal del difusor, fijado al plenum. La cabecera del tornillo irá disimulada por un embellecedor. Se colocará una junta de estanqueidad perimetral para garantizar el sellado de la unión.
- Sujeción del conjunto: El conjunto plenum-difusor se fijará al forjado del techo independientemente del falso techo. No podrá apoyarse en el falso techo. El sistema de sujeción deberá permitir la nivelación de los difusores respecto al falso techo. Se instalarán varillas roscadas tipo M4, que se fijarán a pestañas del plenum con tuerca y contratuerca, y se fijarán en su parte superior al forjado con tacos para roscar.
- La conexión del conducto principal de aire al plenum del difusor se realizará con conducto circular flexible aislado, de no más de 1,2 m de recorrido, instalado sin curvas bruscas ni estrangulamientos, y con un punto de soporte a techo intermedio si la longitud del flexible es superior a 1,0 m. No se aceptarán conexiones directas de conducto a difusor (esto es, sin plenum).
- Selección de difusores: Según indicaciones del fabricante, asegurando una velocidad media del aire de 0,18 m/s en zona ocupada y seleccionando a una velocidad máxima del aire de 0,25m/s a 1,8 metros de altura, una velocidad mínima de salida de aire de 3m/s y con los siguientes criterios:
- Sistemas de caudal constante: Dado que en este tipo de sistemas el caudal de aire no variará, se debe seleccionar la difusión para que la distribución de aire sea óptima y el ruido mínimo; por este motivo los elementos de difusión en el circuito de impulsión se seleccionarán par que la potencia sonora esté alrededor de los 35-37 dBA. Además, la pérdida de carga del elemento no será superior a 30 Pa.
- Sistemas de caudal variable: Estos sistemas aportan la cantidad de aire necesaria para conseguir las condiciones de confort en la sala. El diseño del sistema se lleva a cabo para la situación más desfavorable, de manera que la mayor parte de horas el caudal de aire a través del elemento de difusión diferirá del punto de selección. Para asegurar que el funcionamiento es correcto a cargas parciales, se seleccionarán dichos elementos de difusión a una potencia sonora entre 40-42 dBA y una pérdida de carga inferior a 37 Pa. De esta manera se asegura que el elemento de difusión funcione perfectamente durante la mayor parte de las horas, a cargas parciales. Además, en sistemas de caudal variable, se tendrá en consideración el caudal mínimo del difusor para evitar el “descuelgue” de la vena de aire, con las correspondientes molestias ocasionadas, mediante el ajuste conveniente del caudal mínimo del sistema por cada difusor.

En cualquier caso, la presión sonora en zona ocupada no superará el límite permitido por la normativa correspondiente aplicable en cada espacio.

Los espacios de gran altura se deberán estudiar exhaustivamente con el fabricante para que la difusión, tanto en frío como calor, sea óptima, siempre asegurando un nivel de presión sonora en espacio habitado que cumpla con las exigencias normativas.

- Los difusores deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán difusores fabricados sin referencias fiables.
- El acabado (color) y modelo de los difusores deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

2.2.7.18. Rejillas de impulsión y retorno

Las rejillas para impulsión y retorno de aire pueden ir instaladas en paramentos (paredes, techos o suelos) o directamente sobre conductos. Están formadas por parte frontal, marco y accesorios:

Parte frontal

El frontal de la rejilla estará formado por lamas horizontales, que pueden ser ajustables de forma individual o fijas. Las lamas serán de aluminio o chapa de acero, acabadas con pintura al horno o lacadas. No se aceptarán rejillas en plástico.

Marco y premarco

Cuando así se especifique en el proyecto, las rejillas dispondrán de marco del mismo material y acabados que la parte frontal. El marco se realizará con perfiles a inglete y unidos de forma estanca, con junta perimetral. Cuando las rejillas se instalen sobre paramentos, se colocará un premarco en el paramento, al que se fijará la rejilla. El premarco será de chapa galvanizada, excepto cuando se fije sobre yeso, que será de madera (para evitar oxidaciones).

Accesorios

- Las rejillas de impulsión incorporarán en su parte posterior un rectificador de dirección de aire, formado por lamas deflectoras verticales ajustables individualmente desde el frontal de la rejilla.
- Si se especifica en proyecto, las rejillas de impulsión y retorno incorporarán en su parte posterior una compuerta de regulación de caudal del tipo de lamas opuestas o corredera, regulable desde el frontal de la rejilla.
- Opcionalmente, la rejilla puede incorporar un filtro de aire en su parte posterior. El filtro será del tipo plano, lavable, con marco metálico, accesible al retirar la rejilla. El material del filtro deberá ser de clasificación al fuego M1, y su eficacia mínima será EU4. No se aceptarán filtros del tipo desechable y/o con marco de cartón.

Criterios de instalación

- Las rejillas pueden ser montadas directamente sobre conducto o a través de un premarco sobre paramentos. No se aceptará la fijación de rejillas directamente a placas de falso techo, pues podría provocar pandeos de las placas. Las rejillas en falso techo se fijarán con soportes hasta forjado o con travesaños a los perfiles del falso techo. No se aceptará la fijación de rejillas con tornillos vistos en el frontal.
- Conexión de rejillas: en el caso de rejillas de tipo lineal continua, se dispondrá una conexión cada 1.500 mm de rejilla o fracción. La conexión normal será a conducto a través de una embocadura del mismo material que el conducto. La abertura de la embocadura desde el conducto a la rejilla no será en principio mayor de 60° (30° por cada lado).

Si no es posible limitar el ángulo de abertura de la embocadura, se admitirán embocaduras con aberturas mayores (hasta 120°) si se instalan guías deflectoras de aire en la embocadura para garantizar un buen reparto del aire por toda la rejilla. Como alternativa a esta solución, se admitirán conexiones con plenum de chapa galvanizada aislada interiormente y chapa interior perforada equalizadora del aire, con conexión a conducto principal a través de conducto flexible circular.

- Selección de rejillas de impulsión: Según indicaciones del fabricante, asegurando una velocidad máxima del aire en zona ocupada de 0,25 m/s, una velocidad mínima de salida de aire de 4 m/s y con los siguientes criterios:
- Sistemas de caudal constante: Dado que en este tipo de sistemas el caudal de aire no variará, se debe seleccionar la difusión para que la distribución de aire sea óptima y el ruido mínimo; por este motivo los elementos de difusión en el circuito de impulsión se seleccionarán par que la potencia sonora esté alrededor de los 35-37 dBA. Además, la pérdida de carga del elemento no será superior a 30 Pa.
- Sistemas de caudal variable: Estos sistemas aportan la cantidad de aire necesaria para conseguir las condiciones de confort en la sala. El diseño del sistema se lleva a cabo para la situación más desfavorable, de manera que la mayor parte de horas el caudal de aire a través del elemento de difusión diferirá del punto de selección. Para asegurar que el funcionamiento es correcto a cargas parciales, se seleccionarán dichos elementos de difusión a una potencia sonora entre 40-42 dBA y una pérdida de carga inferior a 37 Pa. De esta manera se asegura que el elemento de difusión funcione perfectamente durante la mayor parte de las horas, a cargas parciales. Además, en sistemas de caudal variable, se tendrá en consideración el caudal mínimo del elemento para evitar el “descuelgue” de la vena de aire, con las correspondientes molestias ocasionadas, mediante el ajuste conveniente del caudal mínimo del sistema por cada difusor.

En cualquier caso, la presión sonora en zona ocupada no superará el límite permitido por la normativa correspondiente aplicable en cada espacio.

- Selección de rejillas de retorno: La selección de los elementos de difusión en los circuitos de retorno se efectuará de tal manera que la pérdida de carga sea siempre inferior a 20 Pa y la potencia sonora inferior a 35 dBA, intentando que ambos valores se sitúen en 13 Pa y 25 dBA. En sistemas con ventilador con presión disponible reducida (por ejemplo, fancoils) el elemento de retorno será inferior a 10 Pa.
- Las rejillas deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán rejillas fabricadas sin referencias fiables.
- El acabado (color) y modelo de las rejillas deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

2.2.7.19. Rejas de toma y descarga de aire exterior

Las rejillas de intemperie para toma y descarga de aire exterior irán normalmente instaladas sobre paramentos. Están formadas por parte frontal, marco y premarco.

Parte frontal

El frontal de la rejilla estará formado por lamas horizontales con perfil especial antilluvia construidas en chapa de acero galvanizado, acabadas con pintura al horno o lacadas. No se aceptarán rejillas en plástico.

En la parte posterior incorporarán una malla antipájaros formada por tela metálica de acero galvanizado, con malla de 20x20 mm.

Marco y premarco

Cuando así se especifique en el proyecto, las rejas dispondrán de marco de chapa galvanizada, con perfiles a inglete y unidos de forma estanca, con junta perimetral. Se colocará también un premarco de fijación en el paramento, también de chapa galvanizada.

Criterios de instalación

- Selección de rejillas: según indicaciones del fabricante, con los siguientes criterios:
Velocidad máxima efectiva de paso de aire: 2,5 m/s
- Las rejillas deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán rejas sin referencias fiables.
- El acabado (color) y modelo de las rejillas deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

- Cuando las rejillas se conecten a embocadura o a conducto, el interior de la embocadura deberá ser pintado de negro para que no pueda verse el conducto desde el exterior de la reja.

2.2.7.20. Bocas circulares de ventilación

Las bocas circulares de ventilación tienen su aplicación para retorno y extracción de pequeños caudales de aire. Están formadas por un aro circular perimetral y un disco central. El material de ambos elementos será la chapa de acero pintada al horno. No se aceptarán bocas en plástico.

El aro circular se fijará a paramento (pared o techo) con fijación oculta. Para garantizar un asiento correcto, el aro circular incorporará una junta de estanqueidad. No se aceptarán fijaciones con tornillos vistos en la parte frontal de la boca de ventilación. El disco central se fijará a un puente de montaje del aro circular a través de un espárrago central.

La regulación de caudal de la boca de ventilación se realiza por rotación del disco central, y fijando una tuerca en el espárrago para hacer de tope.

La conexión de la boca de ventilación al conducto principal se realizará con conducto flexible circular.

Las bocas de ventilación deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán bocas de ventilación fabricadas sin referencias fiables.

El acabado (color) y modelo de las bocas de ventilación deberá ser sometido a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

2.2.7.21. Regulador de caudal variable

Se emplearán cajas de regulación y control de caudal de aire variable rectangulares para redes de impulsión y retorno en sistemas de climatización de volumen de aire variable. Están compuestas por una compuerta de regulación motorizada y una sonda de presión diferencial.

Los reguladores de caudal constante serán controlados por un actuador auto mecánico y tendrán las siguientes características:

- Estarán contruidos en chapa de acero galvanizado.
- Incorporarán de fábrica sensor de presión diferencial con agujeros medición de 3 mm resistentes al polvo y la contaminación, servomotor y controlador. Este último será totalmente compatible con el sistema de control centralizado
- Ambos extremos adecuados para la conexión de los perfiles de conducto de aire.

- Posición de las lamas de regulación indicadas externamente en la extensión del eje.
- Fuga de aire de la carcasa clase B según norma EN 1751.
- Tensión de alimentación 24 V AC
- Señal tensiones de 0 - 10 V DC
- Posibilidad de control con interruptores externos mediante contactos libres de tensión: cerrada, abierta, V_{\min} y V_{\max}
- Potenciómetros con escalas porcentuales para ajustar los caudales V_{\min} y V_{\max}
- La señal del valor real se refiere a la tasa de flujo volumétrico nominal de tal manera que la puesta en marcha y ajuste posterior se simplifican
- Caudal de volumen aprox. 20 a 100 % de la tasa de flujo de volumen nominal
- Luz indicadora externa para la señalización de las funciones: Conjunto, no fija, y fallo de energía
- Conexiones eléctricas con terminales de tornillo. Terminales dobles para bucle a la tensión de alimentación, es decir, por la simple conexión de transmisión de tensión al siguiente controlador.

Para reducción del ruido radiado a través de la carcasa, el equipo incorporará de fábrica una aislación exterior formado por lana mineral recubierta con chapa de acero galvanizado.

La selección de los reguladores se hará de tal manera que, con el caudal máximo previsto para pasar por él, el ruido resultante en los locales afectados por el mismo no supere los niveles indicados en los criterios de diseño del proyecto. En caso de ser necesario, se acoplará al regulador un silenciador, el cual tendrá sus superficies interiores resistentes al desprendimiento de partículas con las máximas velocidades de aire previstas, y en todo caso para al menos 20 m/s.

Selección:

Para la selección de cada uno de ellos en función del caudal se deberá tener en consideración que estos equipos mantienen el caudal variable, aunque haya variaciones de presión en el conducto. La tabla de selección indica tanto valor máximo como mínimo, que representan los valores extremos a los que puede funcionar el equipo, pero no su punto de selección. El caudal que debe pasar por este elemento será aproximadamente el promedio entre estos dos valores (mínimo y máximo); esto representa entre el 40-70 % del caudal máximo y nunca sobrepasar este 70 % salvo en casos especiales.

2.2.7.22. Regulador de caudal constante

Para ajustar el caudal de los locales o espacios, se instalarán reguladores de caudal de aire constante independientes de presión de sección circular o

rectangular, según queda indicado en el Documento PLANOS (plano de fichas técnicas).

Los reguladores de caudal constante serán controlados por un actuador auto mecánico y tendrán las siguientes características:

- Los reguladores de caudal volumétrico con o sin actuadores se ajustarán en fábrica a un caudal volumétrico de referencia. Sin embargo, la puesta en marcha puede establecer el caudal volumétrico requerido en cada caso.
- Fuga de aire de la carcasa según EN 1751, clase C.
- Materiales y superficies.
 - Carcasa y piezas interiores en chapa de acero galvanizado.
 - Muelle de retorno acero inoxidable.
 - Membrana de poliuretano.
 - Casquillos de PTFE
 - Las compuertas pueden tener variante de acero galvanizado, acero inoxidable y aluminio.
- Si se especifica, revestimiento acústico de chapa de acero galvanizado.
- Perfil de goma para el aislamiento mediante sellado del ruido de la estructura.
- Recubrimiento mediante lana mineral.

Se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, instrumentos de regulación y medida y del aislamiento térmico y/o acústico, si existe, según lo siguiente:

- Se instalarán los elementos de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- La instalación puede ser en cualquier orientación. Con bridas de conexión a ambos extremos para conexión a conducto de aire.
- Se mantendrán las distancias de instalación para estabilización de caudal que requiere el fabricante.

Cuando se especifiquen reguladores de caudal de plástico para integración en redes de conductos circulares, en cumplimiento con EN 1506 o EN 13180, estos serán:

- Membrana de poliuretano
- Muelle de retorno de acero inoxidable
- Carcasa y lama de compuerta de plástico de elevada calidad, UL 94, V1; en cumplimiento con DIN 4102, clasificación B2.
- Junta de goma

- Presión de trabajo desde 30 hasta 300 Pa.
- Temperatura hasta 50 °C
- Precisión de ± 10 % en el caudal máximo.

Su instalación en el interior del conducto no necesita mantenimiento, pero se deberá indicar su ubicación mediante un adhesivo visible desde el punto de acceso a zona de mantenimiento

Selección:

Para la selección de cada uno de ellos en función del caudal se deberá tener en consideración que estos equipos mantienen el caudal constante, aunque haya variaciones de presión en el conducto. La tabla de selección indica tanto valor máximo como mínimo, que representan los valores extremos a los que puede funcionar el equipo, pero no su punto de selección. El caudal que debe pasar por este elemento será aproximadamente el promedio entre estos dos valores (mínimo y máximo); esto representa entre el 40-70 % del caudal máximo y nunca sobrepasar este 70 % salvo en casos especiales.

2.2.7.23. Compuerta cortafuego

Para separar los distintos sectores de incendio se instalarán en los conductos de aire compuertas cortafuegos de cierre automático de resistencia al fuego EI-120 o EI-180, según lo exigido por el sector. Pueden ser de sección circular o rectangular, según queda indicado en la documentación gráfica del proyecto.

La compuerta debe estar ensayada para cumplir con EN 1366-2, EN 15650 y EN 13501 y tendrá las siguientes características:

- Carcasa de chapa de acero galvanizada, con aislamiento de poliuretano y juntas intumescentes
- La clapeta de cierre será de material aislante especial, preferiblemente fibrosilicato.
- Las compuertas cortafuegos estarán dotadas de fusible térmico bimetálico o de botellín tarado a 72 °C. Estará situado en el flujo del aire para detectar los humos calientes que pasen por el interior del conducto.
- Estanqueidad de la lama de la compuerta en cumplimiento con EN 1751, clase 2.
- Los actuadores de la compuerta no tendrán un tiempo de cierre superior a 16 segundos y en caso de rearme, éste no excederá los 140 segundos.

Se seleccionarán de modo que nunca se excederán 50 Pa de pérdida de carga ni genere ruidos que superen los valores máximos permitidos dentro de los espacios ocupados.

Se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, instrumentos de regulación y medida según lo siguiente:

- Se instalarán los elementos de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- La instalación puede ser en cualquier orientación vertical u horizontal. Con bridas de conexión a ambos extremos para conexión a conducto de aire.
- Se podrá montar en paredes macizas como por ejemplo hormigón, mampostería según EN 1996 o DIN 1053, paneles de yeso macizos según EN 12859 o DIN 18163.
- Montaje en forjado macizo de por ejemplo hormigón, hormigón poroso, con densidad aparente $\geq 500 \text{ kg/m}^3$ y grosor de techo $W \geq 150 \text{ mm}$.
- Deben permitir relleno perimetral de mortero resistente al fuego.
- Cuando se requieran más de una compuerta cortafuegos debido a limitaciones de caudal, estas se instalarán a una distancia mínima de 200 mm.
- Los tacos de anclaje metálicos con aprobación técnica europea (ETA) sin resistencia al fuego certificada: se instalarán tacos de anclaje con diámetro mínimo M8 con una profundidad doble a la indicada en el certificado de aprobación. Sin embargo, dicha profundidad debe ser al menos de 60 mm, y el anclaje no debe soportar cargas superiores a 50 kg.

2.2.7.24. Bombas circuladoras de agua

Las bombas aceleradoras se montarán sobre la misma tubería, equipadas con motor independiente cuidando de que siempre quede el motor en posición horizontal.

Los pasos interiores de las bombas serán suficientemente amplios para que permitan la circulación del agua, aunque la bomba esté parada.

Las bombas se acoplarán a la tubería mediante juegos de pletinas y conos de reducción especiales.

El motor de las bombas deberá estar en lugar visible y de fácil acceso para facilitar su desmontaje y reparación.

Todas las partes de las bombas deberán poder resistir temperaturas de agua de 110 °C.

Todas las bombas deberán llevar una placa de características de funcionamiento de la bomba, además de la placa de motor.

La placa estará marcada de forma indeleble y situada en lugar fácilmente accesible sobre la carcasa o el motor.

2.2.7.25. Soportes para tuberías

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los parámetros 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.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

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, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos. Todas las conexiones a la estructura se dimensionarán de acuerdo con la carga aplicada real más cualquier aumento de componente sísmico vertical. No dimensionar la conexión a la estructura de acuerdo con el tamaño de la varilla de suspensión roscada.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

Los soportes de las columnas y bajantes abrazarán enteramente el tubo mediante pletina curvada en forma de semicírculos con orejas taladradas para unir los dos semicírculos mediante tornillos y tuercas, fijados a elementos de la propia construcción si es posible o a perfiles metálicos dispuestos al efecto.

Los soportes de las distribuciones horizontales se realizarán mediante un elemento formado por dos perfiles en L unidos entre sí por los extremos con pletinas, dejando entre ambos perfiles una rendija de 2 cm aproximadamente soportados del techo con varilla roscada anclada al mismo spitrox. Las tuberías se apoyarán en el soporte mediante cañas soldadas al perfil y de diámetro inmediatamente superior al de la tubería que soporta y disponiendo una abrazadera para sujetar el tubo. De esta forma el tubo puede dilatar libremente excepto en los puntos que se determinen como fijos. Entre la media caña, abrazadera y el tubo se dispondrá una junta de goma y se cuidará que entre el soporte en V, la varilla roscada y la tuerca haya algún elemento antivibratorio.

Los soportes de los colectores de los bajantes se realizarán con perfiles en U soportados del techo con varilla roscada anclada al mismo spitrox. La sujeción del colector al perfil se realizará mediante pletina adaptada al tubo y atornillada al perfil.

Los soportes de las tuberías de fontanería y climatización llevarán una junta de goma que abrace enteramente el tubo para evitar el contacto directo del tubo con el soporte. En las tuberías de las instalaciones de extinción de incendios la junta de goma se sustituirá por tres capas de cinta adhesiva plástica para cumplir las especificaciones de las compañías de seguros.

Se debe instalar el soporte en la tubería de manera que no dañe el aislamiento. Se deben utilizar accesorios de sujeción de tubería de acero según sea necesario para proteger el recubrimiento de la tubería. Los colgadores de tuberías en tuberías aisladas deben instalarse en el exterior del aislamiento y no en contacto con la tubería (excepto en el refuerzo de tuberías sísmicas cuando sea necesario) o utilizar soportes con el aislamiento incluido para que se mantenga rígido. El aislamiento debe estar protegido por una pantalla de acero galvanizado de calibre 18.

Todos los elementos metálicos montados en la intemperie serán contruidos en perfiles laminados de acero y posteriormente galvanizados, toda la tornillería, tuercas, tornillos, arandelas, etc. estarán contruidos en acero inoxidable.

Todos los elementos metálicos montados en el interior del edificio serán contruidos en perfiles laminados de acero y recubiertos con pintura anticorrosiva, toda la tornillería, tuercas, tornillos, arandelas, etc. estarán contruidos en acero y posteriormente "pavonados".

La distancia máxima entre soportes, para tuberías de acero negro y acero galvanizado, cobre, será la indicada en la tabla de los detalles correspondientes.

2.2.7.26. Tuberías de acero negro

Las tuberías de acero negro pueden ser sin soldadura o con soldadura longitudinal según UNE-EN 10.255.

Se empleará tubería de acero negro sin soldadura en las siguientes aplicaciones:

- Instalación de climatización, diámetros inferiores o iguales a 400 mm
- Instalación de gas natural.
- Instalación de equipos de manguera y rociadores.

Se empleará tubería de acero negro con soldadura en las siguientes aplicaciones:

- Instalación de climatización, diámetros superiores a 400 mm
- Instalación de equipos de manguera y rociadores.

Todas las tuberías irán debidamente marcadas con el cumplimiento de la norma correspondiente.

Las tuberías serán lisas y de sección circular, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos.

Para climatización la unión de las tuberías será soldada y, la unión de los accesorios se realizará roscada para diámetros hasta DN 50 y con bridas para diámetros superiores. Se utilizarán accesorios adecuados en cambios de dirección y derivaciones. No se admitirán los tubos curvados en caliente.

Los cambios de sección en las tuberías deberán hacerse siempre mediante reducciones tronco-cónicas normalizadas. Siempre que no existan restricciones de espacio, se utilizarán curvas de radio amplio normalizados.

Las tuberías deberán cortarse utilizando herramientas adecuadas y con precisión para evitar sobreesfuerzos. Las uniones, tanto roscadas como soldadas presentarán un corte limpio, exentos de rebabas. Los extremos de las tuberías para soldar se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma klingerit o del elemento adecuado al fluido trasegado. Las uniones roscadas deberán hacerse aplicando un lubricante solo a la rosca macho, realizándose el sellado mediante cáñamo o esparto enrollado en el sentido de la rosca.

Para compensar en las redes de tuberías los efectos debidos a cambios de temperatura se instalarán compensadores de dilatación. Los dilatadores serán de acero al carbono o de acero inoxidable y sus presiones de trabajo serán como mínimo las mismas que las de los sistemas en que se encuentran instalados.

Las tuberías deberán instalarse, previo replanteo, de forma limpia, nivelada y siguiendo un paralelismo con los parámetros del edificio a menos que se indique lo contrario. Toda la tubería, valvulería y accesorios asociados, deberán instalarse con separación suficiente de otros materiales para permitir su fácil acceso y manipulación y evitar todo tipo de interferencias.

Las tuberías se cortarán exactamente a las dimensiones establecidas a pie de obra y se colocarán en su sitio sin forzarlas o flexearlas.

Las tuberías y las soldaduras se deben pintar con dos capas de pintura antioxidante; se deben preparar limpiando y eliminando completamente el óxido, la grasa, el aceite, la suciedad y la corrosión de la superficie, utilizando un cepillo de alambre, papel de lija y / o medio desengrasante según sea necesario. La pintura se debe aplicar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las capas de pintura se realizarán con dos colores diferentes.

El pintado del tubo debe ser uniforme a lo largo de toda la superficie. No debe haber fisuras, bolsas ni otros defectos.

Las tuberías se almacenarán en lugares donde están protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rozaduras y arrastres que pudieran dañar la resistencia mecánica y las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las tuberías ya sean aisladas o no, deberán identificarse mediante bandas de colores, de acuerdo con las Normas UNE 100100 o UNE 1063, añadiendo texto rotulado identificando el fluido. Igualmente deberán exhibir flechas indicativas del sentido del flujo.

Para climatización se señalarán con cinta adhesiva de colores y flechas dispuestas sobre la superficie exterior de las mismas o de su aislamiento térmico, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 100100, en tramos no superiores a 5

metros de separación y coincidiendo siempre en lugares visibles, puntos de registro, en la proximidad de válvulas y aparatos o elementos de regulación. La anchura de las franjas debe ser igual o superior a 100 mm y, en caso de franjas múltiples, la distancia entre bordes será igual a su anchura. Así mismo se utilizarán flechas adhesivas para señalar los sentidos de circulación de los flujos dentro de las tuberías, a distancias no superiores a 5 metros, preferiblemente del mismo color básico de las franjas o, alternativamente, de color blanco o negro.

El contacto entre la conducción y el elemento de soporte no deberá nunca realizarse directamente, sino a través de un elemento elástico no metálico que impida el paso de vibraciones hacia la estructura y, reduzca el peligro de corrosión por corrientes galvánicas y puentes térmicos. Cuando la conducción esté térmicamente aislada el aislamiento nunca deberá estar interrumpido y en ese caso la abrazadera deberá tener una superficie de contacto suficientemente amplia para que el material aislante resista sin aplastarse. Si está especificado en proyecto, se podrán utilizar soportes aislados que eviten deformaciones del aislamiento.

Todo paso por forjados o paramentos se realizará protegido por un pasamuros plástico que permita la libre dilatación del tubo.

Los tramos empotrados de tuberías en muros o tabiques se protegerán con tubo flexible de PVC para proteger los tubos y permitir su dilatación. Las tuberías no deberán ponerse nunca en contacto con yeso húmedo, oxiclорuros y escorias.

La colocación de las redes de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire. En los tramos horizontales las tuberías tendrán una pendiente ascendente hacia el purgador más cercano y preferentemente, en el sentido de circulación del fluido.

Para las tuberías de climatización, se preverán purgadores en los puntos altos y grifos de vaciado en los puntos bajos. El tendido horizontal de tuberías se realizará con una mínima pendiente desde los purgadores hacia los elementos terminales.

Los dispositivos de soporte tienen que estar de tal manera que garanticen la estabilidad y la alineación del tubo.

Distancia entre soportes (tomando de referencia los valores de la norma UNE 100152) indicado en los detalles constructivos.

Las conexiones de los equipos y los aparatos a las tuberías se realizarán de tal forma que entre la tubería y el equipo o aparato no se transmita ningún esfuerzo, debido al peso propio y a las vibraciones. Las conexiones deben ser fácilmente desmontables a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de reparación o sustitución. Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas de corte y de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibración, filtros, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

Para evitar la proliferación del ruido en el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación, se tendrá en cuenta el apartado 3.3 DB HR. A continuación, se muestran las condiciones de montaje.

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre la bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y la bomba.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- Las conducciones colectivas del edificio deben ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los recintos habitables o protegidos adyacentes.
- En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.
- El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 kg/m^2 .
- La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente

Una vez finalizada la instalación de las tuberías se realizará una prueba de estanqueidad para comprobar la ausencia de fugas y exudaciones, a una presión que dependerá del tipo de fluido transportado e instalación, según IT.2 del RITE o según reglamento específico para cada instalación.

Todas las pruebas serán efectuadas en presencia de persona delegada por la Dirección Facultativa que deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Al finalizar los trabajos de montaje se deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las redes de distribución de agua dejándolas en perfecto estado de funcionamiento.

2.2.7.27. Aislamiento térmico para tuberías

Todas las tuberías y accesorios (válvulas, elementos de medición, etc.) para climatización / ACS deben ir aisladas para evitar pérdidas de energía durante su recorrido y posibles condensaciones en el caso de la refrigeración / AFS. Consecuentemente, el aislamiento de las tuberías de refrigeración /AFS debe incluir una barrera de vapor.

Al seleccionar el espesor de aislamiento, se deben utilizar espesores mayores cuando la temperatura media anual es muy inferior a la temperatura de referencia de la conductividad. Aunque la resistencia térmica global sea equivalente, nunca utilizar materiales con conductividad superior a 0,045 W/mK.

Paralelamente, debe asegurarse que todos los materiales están completamente libres de clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y asbestos de cualquier tipo. Además, todos los fabricantes presentarán todos los certificados de características técnicas y homologación de materiales. También se deberá presentar una muestra de 300 mm de largo de cada tipo de aislamiento de tubería.

En las mediciones en el precio del metro lineal debe estar incluida siempre la parte proporcional del aislamiento de los accesorios (curvas, tes, válvulas, filtros, etc.) que existan en la instalación.

Además, todos los tipos de aislamientos deben cumplir con las normas UNE 100171, UNE-EN ISO 12241 y UNE-EN 13162 (lana mineral (MW)) o UNE-EN 14304 (espuma elastomérica flexible (FEF))

Los materiales destinados al aislamiento serán inodoros, no higroscópicos, no tóxicos y no se deben descomponer o sufrir algún otro deterioro cuando trabaje dentro del rango operativo de temperatura y vibración. El aislamiento no debe contener sustancias en las que se puedan desarrollar microorganismos. Según lo especificado en mediciones, planos y memoria el aislamiento puede ser:

Espuma elastomérica (FEF) (coquilla)

- Resistencia a la difusión del vapor de agua (μ) mínima: 7000 según EN 12086 y EN 13469
- Reacción al fuego: BL-s3, d0 (Coquillas) Clasificado según EN 13501-1 Ensayos según DIN 13823 DIN EN ISO 11925-2
- Comportamiento en caso de incendio: Autoextinguible
- Temperatura de trabajo: -50...110 °C

Lana de vidrio (MW) (coquilla)

- Resistencia a la difusión del vapor de agua (μ) mínima: 1 o equivalente. Se incorporará una capa de aluminio reforzada con malla de vidrio que actúa como barrera de vapor; Resistencia a la difusión del vapor de agua del revestimiento (z): 130 m²·h·Pa/mg

- Reacción al fuego: A2L-s1, d0 Clasificado según EN 13501-1, EN 15715
- Comportamiento en caso de incendio: - (No combustible)
- Temperatura de trabajo: -10...100 °C

Ejecución

El responsable del acopio e instalación del material deberá proveer el certificado de cumplimiento del aislamiento respecto la UNE-EN 13162. El certificado deberá contener como mínimo la certificación de la conductividad térmica (W/mK) y clase de reacción al fuego (UNE-EN 13501). El material deberá ser no corrosivo.

Los materiales adhesivos y de sellado no serán inflamables y serán adecuados para el rango de temperatura ambiente y humedad en que se encuentran. Todos ellos serán los recomendados estrictamente por el fabricante y no se permitirán materiales alternativos a los homologados por el suministrador del aislamiento.

En su almacenamiento y montaje se evitará que el aislamiento se pueda mojar. En caso de que el aislamiento se moje, se sustituirá completamente.

El aislamiento se instalará una vez la tubería de agua esté completamente limpia y seca, y se haya revisado que no hay ningún punto de fuga. El aislamiento térmico debe cubrir completamente las superficies a aislar sin espacios sin sellar y sin "puentes fríos". El aislamiento se debe cortar y acabar cuidadosamente y sellar sus bordes alrededor de los instrumentos, tomas, sensores de presión, termostatos, dispositivos de detección, detectores, placas de identificación, puertas de acceso, husillos y cuadrantes de amortiguadores, etc. para que estos componentes estén claramente visibles y accesibles.

La instalación y la sujeción de tuberías se llevará a cabo de forma que el aislamiento no se deforme quedando aplastado, de manera que disminuyan sus propiedades aislantes.

Especialmente, el aislamiento de las válvulas se debe efectuar de forma que se pueda desmontar fácilmente para el cambio de prensaestopas.

Se debe coordinar con el instalador eléctrico para asegurarse de que todos los revestimientos metálicos estén bien conectados equipotencialmente.

Acabado exterior para tuberías aisladas

Las tuberías instaladas en el exterior o en el interior de salas técnicas se recubrirán con una lámina de aluminio de 0,8 mm hasta DN200 y de 1mm a partir de DN250, que protegerá el aislamiento de posibles golpes y/o de las inclemencias exteriores de radiación y lluvia.

El recubrimiento será resistente a la corrosión, debiendo mecanizarse con máquinas herramientas adecuadas, montándose con solapes en todas sus juntas de 50 a 100 mm de ancho, según los diámetros.

Los diferentes elementos de chapa deben afianzarse con tornillos de acero inoxidable 18/8 o de duraluminio.

La protección de los codos o curvas de las tuberías, tes, reducciones, fondos de aparatos y superficies de forma irregular, se realizará mediante segmentos de chapa, previamente trazados, bordoneados y machihembrados y montados de forma que se adapten perfectamente a la superficie del aislamiento.

En caso de aislamiento de válvulas, bridas y otros accesorios que requieran un aislamiento desmontable, se construirán cajas desmontables de chapa de aluminio, con el aislamiento fijado en su interior, de forma que permitan un fácil desmontaje de cada una de estas unidades que en lo posible serán construidas en dos piezas únicas. Para fijación de las cajas desmontables, se utilizarán cierres de palanca articulada de aluminio duro que se remacharán a las cajas.

Tras la instalación y montaje del recubrimiento de aluminio, se procederá a realizar una protección del terminado, de manera que quede protegido frente a posibles golpes, abolladuras, etc. que se produzcan durante el transcurso de la obra.

2.2.7.28. Sistemas de saneamiento

Generalidades:

Se cumplirá los requerimientos del CTE HS5.

El material empleado para los desagües, bajantes, desplazamientos y colectores colgados de la red de saneamiento podrá ser tubo de polipropileno del tipo multicapa/ polietileno PE100 alta densidad según norma UNE-EN 13244-2 / PVC según norma UNE-EN 1329-1 tipo B para evacuación de aguas residuales a baja y alta temperatura, con accesorios de unión mediante junta elástica / encolados del mismo material.

Los tubos se designarán por su diámetro nominal y serán del tipo y espesor de paredes indicado en las mediciones.

Los tubos deberán presentar interior y exteriormente una superficie regular y lisa, estando los extremos y accesorios perfectamente limpios antes de realizar las uniones.

Para las uniones de tubos, derivaciones y cambios de dirección se emplearán siempre accesorios prefabricados normalizados, aceptándose los curvados en caliente y perforaciones en los tubos solamente en los casos autorizados por la D.F. Para los bajantes se emplearán copas o juntas de goma.

En toda instalación de tuberías debe tenerse en cuenta el sistema de fijación, que dependerá del tipo de instalación a realizar y se deberán seguir tanto las indicaciones del fabricante como del CTE.

Al atravesar los muros y suelos se utilizarán manguitos que reserven alrededor del tubo un espacio vacío anular de 10 a 15 mm sellado con masilla elástica y de ninguna forma deben quedar bloqueados por muros y forjados. En los lugares que

sea necesario se colocarán piezas especiales de dilatación para dejar trabajar al tubo libremente.

Las uniones de los tubos con otros materiales se realizarán siempre con piezas de latón o con uniones a tubo metálico. La unión con piezas de cerámica se realizará con mortero. Se deberán tener en cuenta las indicaciones del fabricante.

En los extremos de cada tramo horizontal de gran longitud se dispondrá de un tapón de registro.

Asimismo, se dispondrá de tapón de registro a “pie de bajante”.

El material de los accesorios (codos, derivaciones, reducciones, etc.) y los elementos especiales (materiales de enlace entre tubos y accesorios), su calidad y características físicas, mecánicas y dimensionales serán compatibles con la del tubo.

El almacenamiento de los materiales se realizará en lugares protegidos contra los impactos, la lluvia, la humedad y el sol.

En el proceso de la instalación no se alterarán las características de los elementos empleados.

Ejecución de la red de desagües:

Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.

Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.

Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.

La instalación de las abrazaderas se divide en 2 grupos:

Abrazaderas fijas: soportan el peso de la instalación e impiden su movimiento. Se sitúan detrás de cada copa de la tubería y de los accesorios. Estas abrazaderas fijas/puntos fijos pueden ser soportadas por varillas roscadas solo en tubos horizontales cuanto la longitud de esta varilla no supere los 20 cm., a partir de esta longitud se debe utilizar material de fijación adecuado a los esfuerzos del punto fijo.

Abrazaderas deslizantes: permiten la dilatación longitudinal, pueden utilizarse con varillas roscadas, van colocadas solo en los tubos (no se admite en los accesorios).

En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.

En el caso de utilizar tuberías de gres, por la agresividad de las aguas, la sujeción no será rígida, evitando los morteros y utilizando en su lugar un cordón embreado y el resto relleno de asfalto.

Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

Las tuberías de desagüe siempre se ejecutarán sin reducción de sección y nunca en contrapendiente.

Se realizarán pruebas de estanqueidad según se especifica en CTE HS5, parciales o totales, mediante taponado y llenado de la instalación con un mínimo de 3 metros columna de agua hasta 10 metros columna de agua en las instalaciones que superen esta altura.

Ejecución de la red de bajantes:

Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en configuración abrazadera fija en la zona de cada embocadura/copa, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

| | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Diámetro del tubo en mm: | 40 | 50 | 63 | 75 | 110 | 125 | 160 |
| Distancia en m: | 0,4 | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica. En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.

Para los tubos y piezas de gres se realizarán juntas a enchufe y cordón. Se rodeará el cordón con cuerda embreada u otro tipo de empaquetadura similar. Se incluirá este extremo en la copa o enchufe, fijando la posición debida y apretando dicha empaquetadura de forma que ocupe la cuarta parte de la altura total de la copa. El espacio restante se rellenará con mortero de cemento y arena de río en la proporción 1:1. Se retacará este mortero contra la pieza del cordón, en forma de bisel.

Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenado el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.

Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.

A las bajantes que, discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.

En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados “in situ”.

La sujeción de los bajantes se realizará de forma que el peso de un tubo no grave sobre el tubo inferior.

Se realizarán pruebas de estanqueidad según se especifica en CTE HS5, parciales de cada uno de los bajantes o totales, mediante taponado y llenado con agua la instalación, con un mínimo de 3 metros columna de agua, hasta 10 metros columna de agua en las instalaciones que superen esta altura.

Ejecución de red de drenaje embebida en losa de cimentación o de redes de colectores por interior de losa

- Al estar embebida la red en interior de hormigón, en el momento del hormigonado y vibrado, las tuberías tenderán a flotar modificando su posición y con riesgo de perder su pendiente, por lo que las sujeciones deberán ser capaces de soportar los empujes del hormigonado.
- El proceso constructivo será tal que permita la instalación de las tuberías durante el proceso de la preparación de toda la armadura de acero necesaria, en el interior de esta, así como el verificar el mantenimiento de la posición durante el hormigonado, por ello se deberán plantear dos estrategias de sujeción: una para antes del proceso de hormigonado que permita la instalación según la pendiente necesaria mediante apoyos sobre

la propia armadura o bien apoyados al hormigón de limpieza y otra para evitar el que flote en el proceso de hormigonado, la cual deberá ser solidaria a la armadura, y se realizará mediante atados flexibles o preferiblemente con barras de acero que atan la parte superior de la tubería con el mallazo inferior de la armadura de la losa. La distancia entre atados no deberá ser superior a un metro.

- Las paredes del tubo plástico deberán soportar la presión del vibrado, por lo que su especificación será como mínimo SN4.
- Las arquetas prefabricadas deberán ser también soportadas del mismo sistema que las tuberías y con los atados necesarios con barras de acero a mallazo inferior para evitar el que pueda flotar y perder su cota de instalación.
- Cuando la losa esté en contacto con el freático, los tubos tendrán un espesor mínimo de hormigón armado de 10 cm en su parte inferior, así como en las arquetas prefabricadas el hormigón armado inferior tendrá un espesor mínimo de 20 cm. En caso necesario la losa se deberá diseñar para que la zona de tubos o arquetas tengan los mínimos espesores indicados o ampliados si lo indica el ingeniero de estructuras por cálculo, formando trincheras de hormigón armado en caso necesario.
- En los pozos de bombeo, los espesores necesarios de las paredes y losa inferior serán definidos por el ingeniero de estructuras y acordes a la fuerza de empuje que deban resistir de freático.
- Durante el proceso de hormigonado se realizará comprobación topográfica por muestreo de la cota superior del tubo en los puntos centrales de vanos, para verificar que no se ha modificado su cota, parando el proceso de hormigonado en caso de detectar variación, procediendo a retirar hormigón inferior y reforzar los perfiles de acero para no perder su cota.
- Los sumideros del drenaje de la losa serán solidarios a la tubería, así como deberán ser solidarios a la armadura para que no pierdan su cota en el proceso de hormigonado, siendo verificada la cota de acabado por topógrafo antes del fraguado del hormigón.
- Las tuberías que se dejen como espera vertical para conexiones de elementos, vaciados, etc. se ejecutarán de manera que la copa de enlace del tubo de espera quede enrasada con la cota del acabado de la losa, es decir toda la copa en interior de hormigón e incorporaran un tramo de tubo plástico tapado por su parte superior, sin encolar y que sobrepasará mínimo 40 cm la losa y será la protección a la entrada de hormigón y suciedad dentro de la tubería. En el momento de continuar con la instalación, este tramo se retirará e instalará la nueva tubería en su lugar.
- Los sumideros y arquetas tendrán plásticos de protección para evitar la entrada de hormigón y suciedad en su interior. En el caso de sumideros,

estos llevarán dos niveles de protección de plástico, uno por la parte superior de la rejilla del sumidero y otro por la parte inferior, entre rejilla y base sifónica, para garantizar la no entrada de líquidos. Las arquetas prefabricadas llevarán tapa provisional plástica, según fabricante, para evitar la entrada de hormigón o líquidos. En el caso de que el acabado sea alisado por “helicóptero”, los plásticos de protección tendrán el espesor necesario para soportar el fresado.

Ejecución de albañales y colectores

- Ejecución de la red horizontal colgada
 - El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.
 - Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.
 - En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.
 - La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:
 - a) en tubos de PVC y para todos los diámetros, 0,3 cm;
 - b) en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm.
 - Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de esta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red. El criterio de puntos fijos será estrictamente el indicado por el fabricante.
 - Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte. No se admite las abrazaderas sustentadas con varilla roscada para estos casos.
 - En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de

dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.

- La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.
- Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.
- Se realizarán pruebas de estanqueidad según se especifica en CTE HS5, parciales de la totalidad de los ramales o totales de la red completa, mediante taponado y llenado de la instalación con un mínimo de 3 metros columna de agua hasta 10 metros columna de agua en las instalaciones que superen esta altura. Se verificará además la flecha máxima y el correcto desempeño de la sujeción/fijación.
- Ejecución de la red horizontal enterrada
 - La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.
 - Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.
 - Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:
 - a) para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;
 - b) para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.
 - Cuando exista la posibilidad de invasión de la red por raíces de las plantaciones inmediatas a ésta, se tomarán las medidas adecuadas para impedirlo tales como disponer mallas de geotextil.
- Ejecución de las zanjas

Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres

2.2.7.29. Tuberías de polipropileno (pp) para fontanería

Esta especificación tiene por objeto definir las características que han de reunir los tubos de polipropileno-copolímero (PP-R), para la conducción de agua a presión fría y caliente, según la norma UNE-EN ISO 15874.

Esta norma se aplica a los tubos de polipropileno-copolímero (PP-R) para uniones mediante soldadura y mecánicas tipo compresión destinados a la conducción de agua a presión y hasta una temperatura máxima de 95 °C.

Los valores de las presiones de diseño en función de la temperatura se dan en la tabla 1 de la UNE EN ISO 15874-1.

CARACTERÍSTICAS

Características del material

Las características físicas y químicas del tubo tienen que cumplir con lo especificado en el apartado 8 de la norma UNE EN ISO 15874-2.

Características de los tubos

Aspecto. Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando sus superficies, exterior e interior, un aspecto liso, libre de ondulaciones u otros defectos eventuales.

Sistemas de unión. Los tubos podrán unirse mediante accesorios mecánicos o por termofusión.

DESIGNACION

Los tubos definidos en esta norma se designarán como mínimo por:

- identificación del fabricante;
- la referencia del material (PP-R);
- un número que indica su diámetro nominal en milímetros;
- su espesor nominal;
- la temperatura máxima de utilización y la presión máxima de trabajo a dicha temperatura y a 20 °C, indicando los años de utilización entre paréntesis;
- la referencia a la norma (UNE-EN ISO 15874)

MARCADO

Un tubo de polipropileno-copolímero de bloque se marcará de forma indeleble, como mínimo cada metro de longitud, indicando al menos:

- identificación del fabricante;
- la referencia del material (PP-R);
- su diámetro nominal;
- su espesor nominal;

- la temperatura máxima de utilización y la presión máxima de trabajo a dicha temperatura y a 20 °C, indicando los años de utilización entre paréntesis.
- la referencia a la norma (UNE-EN ISO 15874)
- año de fabricación.

INDICACIONES PARA EL USO

Con el fin de no perjudicar la fiabilidad en el tiempo aconsejamos en el uso de este material tener en cuenta las siguientes advertencias:

- No trabajar el tubo con llamas para conseguir curvas o saltos en cuanto no pudiendo controlar la temperatura, se puede destruir la estructura molecular del polipropileno. El tubo se puede curvar en frío hasta un ángulo de 90°. El radio de curvatura no ha de ser inferior a 8 veces el diámetro del tubo.
- Utilizar el sistema en obra, tapado o protegido de los rayos UV directos para evitar la cristalización del material con el tiempo.
- Después de la soldadura no girar el tubo o los empalmes más de 30°.

Antes de tapar la instalación es aconsejable llenar totalmente de agua la instalación, asegurándose de que no existe aire en su interior.

Probar el tubo según el método A de la norma UNE ENV 12108, según indica el CTE HS4.

Al efectuar esta operación se tendrá en cuenta que las variaciones de temperatura influyen en la presión (10 k de diferencia causan un aumento de presión de 0,5/1 Bar.)

- Evitar rigurosamente acoplar a las terminales hembras tapones cónicos de fundición o roscas cilíndricas no calibradas. Para la estanqueidad es apto el uso de teflón o cáñamo en una cantidad adecuada.
- Evitar golpes y cargas excesivas en condiciones de trabajo iguales o inferiores a 0 grados. Evitar el uso de tubos con incisiones o roturas evidentes.
- Emplear niveles para dejar los puntos de agua rectos y a la distancia deseada.

Evitar corrientes de aire durante la operación de la soldadura para prevenir tensiones en las soldaduras. Es aconsejable el empleo de manguitos eléctricos sobre todo si la temperatura es muy baja.

En el momento de la fusión mantener el soldador perpendicular al tubo y al racor a fin de evitar soldaduras parciales.

DILATACION TERMICA

Para la instalación de la tubería del PP al exterior es esencial considerar que en función de la temperatura de los líquidos transportados tendremos dilataciones lineales según la siguiente fórmula:

$$0,15 \text{ mm} \times m \times ^\circ\text{C} \text{ (salto térmico)}$$

La solución más apropiada para absorber las dilataciones es:

– Instalaciones exteriores

Poner tubos en canaletas.

Realizar en obras compensadores de dilatación en U.

Los valores para el cálculo de los compensadores se obtienen con la fórmula:

$$L_c = 30 \times \sqrt{d \times \Delta l}$$

Donde L_c = largo del compensador de dilatación

d = diámetro exterior del tubo en mm.

Δl = dilatación del tramo de tubo ($0,15 \text{ mm} \times m \times ^\circ\text{C}$)

– Instalaciones en obra

Colocar el tubo con la funda aislante (si es la correcta resuelve las funciones de aislante termoacústico y evita la formación de condensación).

Dejar en la regata donde pasa el tubo trozos de poliestireno expandido o materiales similares comprimibles en los puntos de empalmes.

El tubo se puede colocar directamente en obra en contacto con hormigón, yeso y cemento.

– Abrazaderas para instalaciones exteriores

En las instalaciones horizontales exteriores, sino es posible la instalación de canaleta es necesaria la colocación de abrazadera para soportarlos según la siguiente tabla:

| Diámetro exterior del tubo | L_1 (mm) ¹⁾ | |
|----------------------------|--------------------------|---------------|
| | Agua fría | Agua caliente |
| $d_e \leq 16$ | 600 | 250 |
| $16 < d_e \leq 20$ | 700 | 300 |
| $20 < d_e \leq 25$ | 800 | 350 |
| $25 < d_e \leq 32$ | 900 | 400 |
| $32 < d_e \leq 40$ | 1100 | 500 |
| $40 < d_e \leq 50$ | 1250 | 600 |
| $50 < d_e \leq 63$ | 1400 | 750 |
| $63 < d_e \leq 75$ | 1500 | 900 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------|------|------|
| $75 < d_e \leq 90$ | 1650 | 1100 |
| $90 < d_e \leq 110$ | 1850 | 1300 |
| $110 < d_e \leq 125$ | 2000 | 1400 |
| $125 < d_e \leq 140$ | 2150 | 1550 |
| $140 < d_e \leq 160$ | 2500 | 1800 |
| Para los tubos verticales, L_1 debería multiplicarse por 1,3. | | |

También se colocarán abrazaderas rígidas en los siguientes casos:

- Para observar empujes hidráulicos en cambios de direcciones (tes o codos) y en reducciones.
- En la proximidad de válvulas, contador, etc.

Protección contra el hielo

Las tuberías de distribución de agua fría deben protegerse contra el hielo y contra el calor del exterior. Las conducciones que no se utilicen con continuidad y tengan riesgo de hielo deben ser seccionables y vaciarlas.

Las conducciones bajo el terreno para alimentación de edificios antiguos, establos, casas de campo, talleres, etc., deben ser emplazadas a una profundidad tal que sea evitado el peligro de hielo. Esta profundidad que depende del clima y del tipo de terreno varía desde 0,8 hasta 1,5 m. No se deben instalar las tuberías en paredes exteriores. Deben por consiguiente ser instaladas de forma tal que el conjunto de las tuberías pueda calorifugarse para su protección contra el hielo o la dispersión de calor.

No deberán ser colocadas conducciones de agua fría y en el interior de una única envolvente de calorifugado.

2.2.7.30. Válvulas de mariposa y de bola

Las válvulas previstas en proyecto para interrupción del flujo del agua serán del tipo bola roscadas hasta DN 50 y de tipo mariposa con bridas para los diámetros superiores.

Deberán permitir una presión de prueba del 50 % superior a la de trabajo sin que se produzcan goteos durante la prueba, mínima pérdida de carga, estanqueidad absoluta a altas y bajas presiones.

Todas las válvulas se instalarán en lugares accesibles.

Cuando la tubería no vaya empotrada en el muro se colocará abrazadera a una distancia no mayor de 15 cm de la válvula para impedir todo movimiento de la tubería.

Ninguna válvula se instalará con su vástago por debajo de la horizontal.

Toda válvula llevará colgado un disco de PVC de 12 cm de diámetro en sala de máquinas y de 8 cm en el resto de los casos, de diferentes colores, con indicación del tipo de circuito y cuantas indicaciones sean precisas para el correcto funcionamiento de la instalación. El precio de estas señalizaciones debe estar incluido en el precio unitario de las válvulas.

2.2.7.31. Válvulas de control y equilibrado independiente de la presión diferencial

Se emplearán válvulas de control y equilibrado independiente de la presión diferencial en el conexionado de retorno de las baterías de unidades terminales de tratamiento de aire, fancoils, baterías de recalentamiento e inductores. Cuando se empleen para cierre, presentarán una estanqueidad clase A según norma ISO 5208.

El cuerpo de la válvula estará construido en bronce para diámetros hasta DN 32, y en fundición gris para diámetros superiores. El cono y el asiento estarán fabricados en latón. Las membranas y juntas tóricas estarán realizadas en EPDM. La tornillería será de acero inoxidable.

Estarán diseñadas para trabajar a temperaturas desde -10 °C hasta 120 °C y presiones de hasta PN 16.

2.2.7.32. Filtros

Los filtros se instalarán en todos los puntos indicados en planos y en general en todas aquellas zonas de los sistemas en donde la suciedad pueda interferir con el correcto funcionamiento de válvulas o partes móviles de equipos.

Los filtros se instalarán en línea y serán del tipo "Y". Los materiales de construcción son los siguientes:

- Cuerpo y tapa: latón para diámetros inferiores o iguales a DN 50 y fundición para diámetros superiores

- Malla: acero inoxidable.

La luz de la malla será de 1 mm como máximo. Cuando se instalen para proteger válvulas automáticas de diámetro superior a DN 15, así como contadores, la luz de la malla será de 0,25 mm como máximo.

Todos los filtros de malla y/o tela metálica que se instalen en circuitos de agua con el propósito de proteger los aparatos de la suciedad acumulada durante el montaje, deberán ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito.

2.2.7.33. Manguitos antivibratorios

Se instalarán manguitos antivibratorios en las tuberías conectadas a equipos sometidos vibraciones, tales como enfriadoras, bombas de calor, bombas, climatizadores, etc.

Estarán constituidos por una parte central de caucho, revestido exteriormente con capa protectora de material sintético e interiormente con material anticorrosivo. El cuerpo central deberá llevar embutido un alambre helicoidal de acero de suficiente diámetro para evitar deformaciones y reforzar la resistencia natural del caucho. Las bridas de conexión serán también de caucho, formando un solo elemento junto con el cuerpo central, para distribuir uniformemente la presión ejercida por los tornillos de anclaje sobre la superficie de la brida de caucho. Las juntas anti vibrantes vendrán dotadas de bridas de acero forjado.

Los materiales de construcción serán:

- El cuerpo estará fabricado en caucho de etileno propileno, EPDM, y nylon.
- Brida y aro contruidos en acero al carbono

2.2.7.34. Manómetros

Se instalarán manómetros en todas las tuberías de aspiración e impulsión de bombas, en las entradas y salidas de evaporadores, condensadores, intercambiadores y baterías, así como en los colectores de distribución.

Se suministrarán e instalarán en los lugares indicados en los planos y de las características técnicas que se señalan en los documentos de proyecto.

Se montarán sobre grifo de bronce, conexionado el conjunto a la tubería a través de un bucle.

La esfera de los manómetros será de 60 mm como mínimo y la conexión a 1/2"; la graduación de la esfera estará en metros de columna de agua y sus valores estarán de acuerdo con la presión a medir.

Además de la aguja indicadora de la presión que existe en el circuito, llevarán otra aguja en rojo, cuya posición se fija por medio de un tornillo para indicar la posición que, en funcionamiento normal, debe ocupar la aguja indicadora.

La posición de los manómetros será tal, que permita una rápida y fácil lectura y su conexión a la tubería estará situada en tramos rectos, lo más alejado posible de los codos o curvas de las tuberías

2.2.7.35. Actuador para válvula de dos y tres vías, acción todo-nada

El actuador todo-nada para apertura y cierre de válvulas de dos y tres vías consta de un motor síncrono y un sistema de transmisión para el accionamiento de cuerpos de válvula de asiento. El motor deja de operar cuando la resistencia encontrada alcanza un valor prefijado.

La alimentación eléctrica de la válvula es a 24 V o 220 V, y su control es de acción todo-nada.

Debe tener un par adecuado en función del tamaño de la válvula sobre la que actúa (mínimo de 400N), para asegurar la apertura y cierre de la válvula, que dependerá de la diferencia de presión diferencial.

Carrera mínima de 6 mm en Fan-coils y 20mm en el resto de las válvulas.

El tiempo de actuación de giro será como máximo de 140 segundos

El actuador deberá disponer de la posibilidad de accionar la válvula de forma manual.

Si el actuador se especifica con contactos auxiliares, éstos darán información sobre los estados "Abierto" y "Cerrado" de la válvula en forma de contactos libres de tensión.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.36. Actuador para válvula de dos y tres vías, acción proporcional

El actuador proporcional para modulación de válvulas de 2 y 3 vías consta de un motor síncrono y un sistema de transmisión para el accionamiento de cuerpos de válvula de asiento. El motor deja de operar cuando la resistencia encontrada alcanza un valor prefijado.

La alimentación eléctrica de la válvula es a 24 V, y su control mediante una señal de acción proporcional

Debe tener un par adecuado en función del tamaño de la válvula sobre la que actúa (mínimo de 400N), para asegurar la apertura y cierre de la válvula, que dependerá de la diferencia de presión diferencial.

Carrera mínima de 6 mm en equipos de pequeña potencia (fancoils, inductores, baterías de recalentamiento) y 20mm en el resto de las válvulas.

El actuador deberá disponer de la posibilidad de accionar la válvula de forma manual.

Si el actuador se especifica con contactos auxiliares, éstos darán información sobre los estados "Abierto" y "Cerrado" de la válvula en forma de contactos libres de tensión.

Si el actuador se especifica con potenciómetro auxiliar, éste dará información sobre la posición de la válvula.

Si el actuador va destinado a válvula mezcladora para Agua Caliente Sanitaria, deberá ser del tipo de "acción rápida", con un tiempo de actuación no superior a 30 segundos.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.37. Sonda de temperatura para conductos de aire

Sonda para la medición de la temperatura del aire en conductos de ventilación, formada por elemento sensor de temperatura en forma cilíndrica y caja de conexionado.

Según el nivel de precisión requerido, la sonda será activa o pasiva, siendo necesaria una sonda activa cuando sea requerido un control exacto y preciso de la temperatura. También, dependiendo de la distancia de la sonda al controlador, la sonda será activa para distancias mayores de 40 metros.

La sonda proporcionará una señal analógica si la sonda es activa o una señal resistiva si la sonda es pasiva, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo.

El rango mínimo de medida deberá estar entre -0 y + 50 °C.

La longitud de la vaina deberá ser, como mínimo, igual a la mitad del lado menor del conducto donde vaya instalada; siempre que la sección del conducto no sobrepase los 0,64 m² (800x800 mm).

La sonda se instalará centrada en el lado largo del conducto, y el extremo de la vaina quedará centrado en el mismo.

Estas sondas no se podrán utilizar si la sección del conducto donde van instaladas es superior a 0,64 m² (800x800 mm).

La sonda deberá instalarse en tramos rectos y uniformes de conductos, alejada de puntos de posibles turbulencias (codos, tes, cambios de sección, compuertas, etc.).

El orificio de acceso de la vaina deberá realizarse con gran cuidado, ajustándose a las dimensiones de esta, evitando fugas y restituyendo el aislamiento y barrera de vapor del conducto después de la instalación del sensor.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.38. Sonda de temperatura de inmersión para líquidos

Sonda para la medición de la temperatura de líquidos, formada por vaina de protección, elemento sensor de temperatura en forma cilíndrica y caja de conexionado.

Según el nivel de precisión requerido, la sonda será activa o pasiva, siendo necesaria una sonda activa cuando sea requerido un control exacto y preciso de la temperatura. También, dependiendo de la distancia de la sonda al controlador, la sonda será activa para distancias mayores de 40 metros.

La sonda proporcionará una señal analógica si la sonda es activa o una señal resistiva si la sonda es pasiva, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo.

El rango mínimo de medida deberá estar entre:

- 0 y +70 °C para agua fría
- 0 y +120 °C para agua caliente

La longitud de la vaina y elemento sensor será de 65 mm como mínimo.

La sonda puede ser montada en tuberías y depósitos de líquido. En tuberías de diámetro inferior a 150 mm (6"), la sonda deberá instalarse aprovechando un codo de 90° en la tubería, de modo que la vaina y el elemento sensor se sitúan longitudinalmente en la tubería. Si este montaje no es posible, deberá intercalarse en la tubería un pequeño depósito para medición, cilíndrico, de altura y diámetro no inferiores a 150 mm.

En tuberías de diámetro igual o superior a 150 mm, la sonda se podrá instalar perpendicularmente a la tubería.

Si la sonda se instala en depósitos, se montará en el punto en que pueda dar la lectura más fiable de la temperatura media en el depósito.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.39. Sonda de humedad relativa en conducto

Sonda para la medición de la humedad relativa formada por elemento sensor de humedad relativa, convertidor electrónico, placa de fijación y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal con la humedad.

El rango mínimo de medida deberá estar entre el 0 % y el 100 % de Hr.

Se exigirá una precisión como mínimo del ± 3 % de la medición.

La histéresis será menor del 1 % de la medida.

La sonda debe montarse horizontal o verticalmente hacia abajo. La distancia desde el humidificador debe ser la suficiente para que en ningún caso, niebla, gotas o condensados puedan alcanzar a la sonda.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.40. Termostato ambiente

Termostato ambiente formado por elemento sensor de temperatura incorporando una placa electrónica convertidor de señal, placa de fijación y caja de conexionado.

El sensor proporcionará una señal de actuación todo-nada

El rango máximo de medida en temperatura estará entre 5 y 30 °C.

La histéresis será de 0,5 °C

El termostato debe ir instalado a una altura de suelo de 1,5 m aproximadamente, evitando su instalación junto a puertas, ventanas o en lugares donde la circulación del aire sea desfavorable o se produzcan condensados.

2.2.7.41. Sonda de presión diferencial de conducto para aire

Sonda para la medición de la presión de aire, formada por crucetas de lectura, placa de fijación, membrana de silicona y caja de conexionado.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal positiva con la presión.

El rango mínimo de medida y la carga máxima de sobrepresión serán los adecuados según el proyecto (principalmente entre 0 y 1000 Pa).

La sonda puede ser montada en conductos de aire manteniendo la placa de fijación de forma que la membrana quede en posición horizontal. Debe fijarse al conducto las sondas de medida y se conectan mediante tubo de PVC a las conexiones de presión de la sonda.

El tubo de PVC debe llevarse continuamente de forma ascendente desde las sondas de medida a la sonda, para que pueda escurrir el agua de condensación.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.42. Presostato diferencial de aire en conducto

Presostato para proporcionar indicación digital de presión límite diferencial entre dos puntos. Formado por tubos de medida de PVC en conducto, membrana captadora, caja de conexionado y potenciómetro de ajuste del punto de consigna.

La sonda cerrará un contacto libre de tensión (señal digital) cuando la diferencia de presión entre los dos puntos medidos sea superior al punto de consigna.

Rango de medida entre 100 Pa a 2500 Pa.

Tiempo de respuesta menor o igual a 100 ms.

Histéresis menor o igual al 1 % del rango de medida.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.43. Sonda de velocidad del aire

Sonda para la medición de la velocidad del aire en instalaciones de ventilación y climatización, compuesta de elemento sensor, carcasa de montaje y electrónica necesaria.

La sonda proporcionará una señal analógica con variación lineal con la velocidad del aire.

El rango mínimo de medida será de 0 a 10 m/s o de 0 a 15 m/s

La sonda puede medir indistintamente el caudal de aire mediante la integración de la velocidad medida.

La sonda debe instalarse en el centro del conducto y alejada de codos, compuertas y zonas donde pueda verse alterada la circulación del aire.

Tiempo de respuesta de 1 segundo

Precisión menor o igual del 3 % del rango de medida

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.44. Interruptor de flujo para líquidos

El interruptor de flujo para líquidos es un controlador de paso de fluido que abre o cierra un contacto libre de tensión (señal digital) si hay o no paso de fluido por una conducción.

Consta de una lengüeta móvil y carcasa de conexión con microcontacto. La lengüeta móvil será de acero inoxidable AISI 316.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.2.7.45. Interruptor fin de carrera

Elemento indicador de posición para actuadores eléctricos de válvulas, compuesto de elemento indicador y bornes de conexión.

El interruptor debe proporcionar una señal digital en el momento en que el elemento actuador sobre el que esté instalado alcance su posición abierta o su posición de cerrado. En ese momento, se corta la alimentación.

El interruptor debe instalarse cuidando la adaptación con el elemento actuador en función de las características de ambos, aunque suele venir instalado de fábrica si se solicita.

Si el elemento debe ir instalado a la intemperie tendrá un grado de protección IP65 o IP54 con protección externa con un grado equivalente a IP65.

2.3. Instalación de electricidad

La ejecución de las instalaciones se ajustará a lo especificado en los reglamentos vigentes y a las disposiciones complementarias que puedan haber dictado la Delegación de Industria en el ámbito de su competencia. Así mismo, en el ámbito de las instalaciones que sea necesario, se seguirán las normas de la compañía suministradora de energía.

Se cuidará en todo momento que los trazados guarden las:

- Maderamen, redes y nonas en número suficiente de modo que garanticen la seguridad de los operarios y transeúntes.
- Maquinaria, andamios, herramientas y todo el material auxiliar para llevar a cabo los trabajos de este tipo.

Todos los materiales serán de la mejor calidad, con las condiciones que impongan los documentos que componen el Proyecto, o los que se determine en el transcurso de la obra, montaje o instalación.

2.3.1. Cuadros eléctricos

Para la centralización de aparamenta de seccionamiento y protección, medida, mando y control en distribuciones eléctricas de baja tensión. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

2.3.1.1. Normas

Cumplirán la normativa siguiente: UNE-EN 61439-1 y UNE-EN 61439-2 (clasificación, condiciones de empleo, características eléctricas, construcción, disposiciones y ensayos); UNE-EN 60529 y UNE-EN 50102 (protección de la envolvente); UNE-EN 60447 (maniobra de los aparatos eléctricos); UNE-EN 60073 (señalización) y IEC 60152, IEC 60391 y IEC 60445 (identificación de los conductores).

Los conjuntos de aparamenta en cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado seguirán la norma UNE-EN 61439-3.

Todos los componentes de material plástico responderán al requisito de autoextinguibilidad conforme a la norma UNE-EN 60695-2.

2.3.1.2. Características eléctricas

| | | |
|------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Tensión asignada de empleo (Ue) | Hasta 1000 V | Hasta 690 V |
| Tensión asignada de aislamiento (Ui) | Hasta 1000 V | Hasta 1000 V |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp) | 8 kV | 8 kV |
| Frecuencia asignada | 50-60 Hz | 50-60 Hz |
| Corriente asignada | Hasta 4000 A | Hasta 6300 A |
| Corriente asignada de corta duración admisible (Icw) | Hasta 85 kA | Hasta 150 kA |

| | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Corriente asignada de cresta admisible (I _{pk}) | Hasta 187 kA | Hasta 330 kA |
| Compartimentación | 2b/3b/4a/4b | 2b/3b/4a/4b |
| Grado de protección | IP.31/43/55 (*) | IP.31/42/54 (*) |

(*) Sin puerta/ Con puerta y panel lateral ventilado/ Con puerta y panel lateral ciego.

2.3.1.3. Características de diseño

Básicamente constituidos por:

- Sistema funcional.
- Envolvente metálica.
- Sistemas de barras.
- Disposición de la aparamenta.
- Conexión de potencia.
- Circuitos auxiliares y de baja potencia.
- Etiquetado e identificación.

Cumplirán las condiciones constructivas y de servicio que se establecen en los documentos del proyecto (memoria descriptiva, cálculos, planos, partidas económicas, mediciones y pliego de condiciones técnicas generales).

Sistema funcional. Deberá permitir realizar cualquier tipo de cuadro de distribución de baja tensión, principal o secundario, hasta 4000 A / 6300 A, en entornos terciarios o industriales. La totalidad de los accesorios de adaptación de la aparamenta principal y auxiliar serán estandarizados y de la misma fabricación que los componentes principales. Todos los componentes eléctricos serán fácilmente accesibles.

Envolvente metálica. La estructura del cuadro será metálica de concepción modular ampliable, formada por kits componibles de amplia configuración. El conjunto de estructura, paneles, bastidores, puertas y resto de componentes deberán responder a todas las exigencias referidas al tipo de instalación, grado de protección, características eléctricas y mecánicas y referencias a normativa (UNE-EN 61439-1 y -2). La totalidad de los componentes deberán estar oportunamente tratados y barnizados para garantizar una eficaz resistencia a la corrosión.

Sistemas de barras. La naturaleza y sección de los juegos de barras se calcularán en función de la intensidad permanente y de cortocircuito previstas, la temperatura ambiente (35 °C según UNE-EN 61439-1 y -2) y el grado de protección de la envolvente. Las barras serán de cobre con un tratamiento de la superficie (anodización) y una preparación de la superficie de contacto. Su disposición deberá favorecer la disipación térmica. Se respetarán las distancias mínimas de aislamiento calculadas en función de la tensión asignada de aislamiento o de empleo y del lugar de utilización (UNE- EN 61439-1 y -2).

Conductor de protección (PE): Dimensionado y fijado en el cuadro para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos de la corriente de defecto. Conductor de neutro y protección (PEN): Se dispondrá únicamente si así se establece en las condiciones de proyecto. Estos conductores cumplirán la norma UNEEN 61439.

El número y separación de los soportes se definirá en función de la corriente de cortocircuito prevista y del peso y posición de las barras. Estarán contruidos con materiales amagnéticos para evitar el calentamiento debido a los efectos de bucle alrededor de los conductores y garantizarán la sujeción de los juegos de barras.

Disposición de la aparamenta. Comprobación de las limitaciones de calentamiento (UNE-EN 61439-1 y -2). La disposición de los aparatos se realizará de forma que se limiten las condiciones de calentamiento del conjunto de la aparamenta instalada, facilitando las prestaciones de los aparatos respetando la temperatura de referencia. La disipación de calor se realizará por convección natural o por ventilación forzada.

Conexiones de los cables y canalizaciones eléctricas prefabricadas. Las unidades funcionales deberán tener en cuenta los volúmenes de conexión con independencia de la posición del interruptor. La conexión de canalizaciones eléctricas prefabricadas al cuadro se hará mediante soluciones ensayadas.

Perímetros de seguridad. Se respetarán las zonas de seguridad entre aparatos y las distancias respecto a elementos circundantes definidas por el fabricante para garantizar el correcto funcionamiento. Se recomienda la utilización sistemática de cubrebornas para reducir las distancias.

Aparamenta sobre puerta. Su instalación no debe reducir el IP de origen. En el caso de que las piezas móviles metálicas (puertas, paneles, tapas pivotantes) que soporten componentes eléctricos no sean de clase 2, es obligatoria la conexión a masa.

Conexión de potencia. Según la configuración del cuadro, la conexión de los aparatos de potencia podrá realizarse mediante barras o cables. Estas conexiones estarán lo suficientemente dimensionadas para soportar los esfuerzos eléctricos y térmicos. Se situarán dispositivos de embrizado para evitar esfuerzos mecánicos excesivos en los polos de los aparatos.

Embarrados de transferencia horizontal. Normalmente tendrán una sección superior a la del juego de barras principal para evitar calentamientos en los puntos de conexión y el decalaje debido a la orientación de las barras (de canto o planas).

Conexión directa por barras. Cumplirán las condiciones de calidad del fabricante: Embrizados mediante soportes aislantes. Conexión entre si de las barras de una misma fase. Decalajes. Espacios necesarios. Taladrado y punzonado. Plegado. Preparación de las superficies de contacto. Tornillería de conexión. Presión de contacto. Par de apriete. Conexión mediante barras flexibles.

Conexión mediante cables. La sección de los cables deberá ser compatible con la intensidad que va a circular y la temperatura ambiente alrededor de los

conductores. Los cables a utilizar serán del tipo flexible o semirrígido U 1000 (aislamiento de 1000 V). Los terminales serán de tronco abierto para poder controlar el engrane del cable. La conexión, borneros de distribución, recorrido y embreado de los cables cumplirán las condiciones de calidad del fabricante.

La conexión eléctrica de las unidades funcionales cumplirá las normas UNE-EN 61439.

Circuitos auxiliares y de baja potencia. Dentro de las envolventes, los cables de los circuitos auxiliares y de baja potencia deberán circular libremente en los brazaletes o canaletas que garantizarán su protección mecánica y ventilación. Las bornas de conexión intermedia quedarán instaladas fuera de los conductos del cableado. La configuración del armario deberá posibilitar la colocación horizontal y vertical de las canaletas optimizando el recorrido del cableado. El paso de los cables hacia la puerta se llevará a cabo mediante una manguera que evite que se puedan provocar daños mecánicos en los conductores con el movimiento de paneles o puertas.

Etiquetado e identificación. La identificación de los cuadros y aparatos cumplirán las normas UNE-EN 61439-1 y -2. La placa de características de los cuadros deberá indicar los datos del cuadrista y la identidad del cuadro, edificio y proyecto.

Las características eléctricas del cuadro como la tensión, la intensidad, la frecuencia, la resistencia a las lcc, el régimen de neutro, etc. o las características mecánicas como la masa del cuadro, el grado de protección, etc. deberán aparecer en los documentos constructivos suministrados al cliente.

La identificación de los conductores cumplirá la norma UNE-EN 60445.

2.3.1.4. Unidades funcionales

Cumplirán las condiciones que se establecen en las especificaciones técnicas correspondientes:

Interruptores automáticos compactos (SBA02). Interruptores automáticos de bastidor (SBA03). Aparamenta modular (SBA10). Aparamenta de control industrial (SBA20).

2.3.1.5. Ensayos eléctricos

Se efectuarán en taller de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de ejecución con respecto a planos, nomenclatura y esquemas. Número, naturaleza y calibres de los aparatos. Conformidad del cableado. Identificación de los conductores. Comprobación de las distancias de aislamiento y grado de protección. Funcionamiento eléctrico (relés, medida y control, enclavamientos mecánicos y eléctricos, etc.). Ensayo dieléctrico. Pantallas de protección contra los contactos directos e indirectos en las partes en tensión. Acabado.

La declaración de conformidad del equipo es responsabilidad del cuadrista que deberá establecer el informe técnico que demuestra dicha conformidad, aportando todas las pruebas realizadas según un sistema de cuadros ensayados de acuerdo con la norma UNE-EN 61439-1 y -2.

2.3.1.6. Embalaje, manipulación y transporte

Embalaje. Estará condicionado por los aspectos siguientes: Peso del cuadro. Entorno en el que se va a almacenar (temperatura, humedad, intemperie, polvo, choques, etc.). Duración del almacenamiento. Procesos de manipulación (carretilla elevadora, grúa, etc.). Tipo y condiciones del transporte utilizado (camión, contenedor, etc.). Fragilidad (vidrio). Sensibilidad a la humedad. Posicionamiento.

El embalaje deberá ser compatible con el sistema de manipulación utilizado (puntos de eslingado, travesaños de manipulación, etc.).

Manipulación y transporte. Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los distintos elementos se realizará de forma que evite exponer los equipos a abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los armarios.

Normalmente la manipulación se realizará armario a armario. En caso de armarios yuxtapuestos que no puedan disociarse se comprobará la calidad de las conexiones mecánicas entre ellos y se utilizará una viga de suspensión. En el caso de utilizarse grúas o puentes rodantes que necesiten una sujeción por la parte superior se utilizarán eslingas resistentes. El enganche se deberá realizar sobre los cáncamos de elevación propios del armario colocados según recomendación del fabricante.

Si los equipos no se instalan ni se ponen en funcionamiento de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.1.7. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a la unión eléctrica de los conductores activos y de protección, el enlace mecánico entre elementos, los sistemas de suportación y las conexiones extremas.

En condiciones de servicio, los cuadros eléctricos constituirán una instalación eléctrica segura basada en un buen ensamble entre las unidades funcionales y el sistema de distribución de la corriente. Las operaciones de mantenimiento, realizadas con el cuadro sin tensión, deberán ser rápidas y cómodas, facilitadas por un acceso total a la aparamenta. La seguridad para el usuario quedará garantizada por las tapas de protección de la aparamenta y las protecciones

internas adicionales (compartimentación, pantallas) que permitirán realizar las formas 2 o 3 y dar protección contra los contactos directos de las partes activas.

2.3.2. Protecciones eléctricas

2.3.2.1. Interruptores automáticos de bastidor

Interruptores automáticos de potencia e interruptores seccionadores sobre bastidor para distribución en instalaciones de muy elevadas prestaciones, que requieran de niveles de cortocircuito elevados o en aplicaciones críticas. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

2.3.2.1.1 Normas

Cumplirán la normativa: UNE-EN 60947.1 (reglas generales); UNE-EN 60947-2 (interruptores automáticos); UNE-EN 60947-3 (interruptores en carga y seccionadores); UNE-EN 60947 (endurancia mecánica y eléctrica) y UNE-EN 60947-5-1 y siguientes (aparatos y elementos de conmutación).

2.3.2.1.2 Características eléctricas

| | | |
|----------------------------------------------|---------------|----------------|
| Número de polos | 3 y 4 | 3 y 4 |
| Tensión asignada de empleo (Ue) | 690 V/1000 V | 690 V/1000 V |
| Tensión asignada de aislamiento (Ui) | 1000 V | 1000 V |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp) | 12 kV | 12 kV |
| Frecuencia asignada | 50-60 Hz | 50-60 Hz |
| Corriente asignada | 250 a 1600 A | 250 a 6300 A |
| Poder de corte en servicio (Ics) (380/415 V) | 42 a 130 kA | 42 a 150 kA |
| Resistencia (ciclos F/0). | | |
| - Mecánica | 25.000/12.500 | 25.000 a 5.000 |
| - Eléctrica (In/440 V) | 6.000 | 10.000 a 1.500 |

2.3.2.1.3 Características generales

Incorporarán básicamente las funciones y características siguientes:

- Conformidad con las normas.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Instalación en cuadro clase II.
- Grado de protección.
- Unidades de control asociadas.
- Mando y accionamiento.

- Medida y señalización.
- Enclavamientos.
- Sistemas de instalación.
- Etiquetado e identificación.

Conformidad con las normas. Estarán adaptados para funcionar dentro de las condiciones de polución correspondientes (UNE-EN 60947), en entornos industriales: grado de polución menor o igual a 4. Cumplirán los test de tropicalización en condiciones extremas (CEI 68.2.1, CEI 68.2, CEI 68.2.30 y CEI 68.2.52). Cumplirán las condiciones de protección del medio ambiente (componentes reciclables).

Seccionamiento con corte plenamente aparente. Los interruptores automáticos estarán adaptados al seccionamiento según define la norma UNE-EN 60947-2. La función de seccionamiento estará certificada por ensayos que garantizarán la fiabilidad mecánica del indicador de posición, la ausencia de corrientes de fuga y la resistencia a las sobretensiones entre aguas arriba y abajo.

Instalación en cuadro clase II. Los interruptores automáticos serán de clase II en la cara delantera. Podrán instalarse a través de puerta en los cuadros eléctricos de clase II (según la norma UNE-EN 60664), sin degradar el aislamiento, sin operaciones particulares y también cuando estén equipados con un mando mecánico o motorizado.

Grado de protección. Según las normas UNE 20324 (índice de protección IP) y EN 50102 (protección contra los impactos mecánicos externos (IK). Aparato en cuadro eléctrico:

- Mando mecánico estándar: IP40 IK07
- Mando eléctrico: IP40 IK07

Unidades de control asociadas. Bloques de relés electrónicos intercambiables con las funciones definidas en proyecto. Medidas y protecciones:

- Intensidades de fase, neutro, tierra, diferencial y máxímetros de estas medidas. Señalización de defectos. Valores de las regulaciones en intensidad y tiempo.
- Medidas de intensidad, potencias activas y reactivas, tensión, frecuencia, cos fi, máxímetros i mínímetros. Protecciones largo retardo, mínimos y máximos en tensión y frecuencia, desequilibrios en tensión e intensidad, sentido de rotación de fases y retorno de potencia. Desconexión/reconexión en función de la potencia o de la intensidad. Señalización diferencial de defecto, indicadores de mantenimiento, fechado e histórico de eventos. Protección de neutro sobredimensionado.

- Medidas de potencia y armónicos. Calidad de la energía, tasa de distorsión y fase de los armónicos. Ondas sobre defecto, alarma o demandada. Alarmas programables: umbrales y acciones programables de medida.

Incorporarán los accesorios para la unidad de control seleccionada: Captadores exteriores; reguladores de largo retardo; equipos de test; módulo de alimentación externa; módulo batería. Opción de comunicación.

Mando y seccionamiento. Según requerimientos de proyecto. El interruptor tendrá cierre y apertura rápidos por acumulación de energía en muelles. El rearme se realizará mediante maniobras de la empuñadura o eléctricamente y la apertura mediante accionamiento de pulsadores.

Mando eléctrico. Funcionamiento automático:

- Apertura y cierre motorizada mediante 2 ordenes eléctricas por impulso o mantenidas.
- Rearme automático después de un disparo voluntario.
- Rearme manual obligatorio después de un disparo por defecto eléctrico.

Mando eléctrico. Funcionamiento manual:

- Paso a manual mediante un conmutador de posición (posición señalizada a distancia).
- Apertura y cierre mediante 2 botones pulsadores.
- Rearme por mando de acumulación de energía.
- Enclavamiento en posición 0 por candados.
- Accesorios. Cerradura para enclavamiento en posición A. Contador de maniobras.

Medida y señalización. Según requerimientos de proyecto. Funciones:

- Indicador de presencia de tensión.
- Bloque transformador de intensidad (aparatos de medida).
- Bloque transformador de corriente y tomas de tensión (conexión directa a un aparato de medida).
- Bloques amperímetro.
- Bloque de control del aislamiento.
- Comunicación. Integración a un sistema de comunicación. Transmisión de datos: Posición de los reguladores; intensidades de fase y neutro en valores eficaces: intensidad de la fase más cargada; alarma de sobrecarga en curso: causa del disparo (sobrecarga, cortocircuito...).

Enclavamientos. El enclavamiento en posición “abierto” deberá garantizar el seccionamiento según EN 60447. Con independencia del tipo de mando del interruptor (variantes de mando manual o eléctrico), el enclavamiento del aparato se realizará normalmente en la posición A y a través de candado o cerradura.

Según requerimientos de proyecto, el interruptor podrá estar equipado con sistemas de enclavamientos de las posiciones “enchufado”, “desenchufado” y “test”. Los sistemas quedarán montados sobre el chasis y serán accesibles con la puerta cerrada.

Enclavamientos de puerta. Montado en opción sobre el chasis, este enclavamiento impedirá toda apertura de la puerta de la célula mientras el interruptor automático está enchufado. Caso de que el enchufado del aparato se hubiera efectuado con la puerta abierta, podrá cerrarse sin desenchufar el aparato.

Sistemas de instalación. Según requerimientos de proyecto. Interruptores automáticos fijos o seccionables.

Interruptores seccionables. Posiciones:

- Enchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares conectados.
- Test. Circuitos de potencia desconectados. Circuitos auxiliares conectados. El aparato puede ser maniobrado eléctricamente.
- Desenchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares desconectados. Aparato ubicado en su chasis. El aparato puede ser maniobrado manualmente.
- Extraído. Todos los circuitos desconectados. Aparato sobre los raíles de enchufado del chasis. El aparato puede ser retirado.

Etiquetado e identificación. Los interruptores incorporaran en el frontal una placa de características normativa: Tensión asignada de aislamiento; poder de corte: categoría de empleo; intensidad de corta duración; poder de corte de servicio en cortocircuito; aptitud para el seccionamiento.

2.3.2.2. Interruptores automáticos compactos (Caja moldeada)

Interruptores de caja moldeada para seccionamiento y protección de redes de distribución, cables, motores y máquinas herramientas. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

2.3.2.2.1 Normas

Cumplirán la siguiente normativa: UNE-EN 60947-1 (reglas generales); UNE-EN 60947-2 (interruptores automáticos); UNE-EN 60947.3 (interruptores en carga y seccionadores); UNE-EN 60947-4 (contactores y arrancadores de motor) y UNE-EN 60947-5-1 y siguientes (aparatos y elementos de conmutación).

2.3.2.2.2 Características eléctricas

| | | |
|----------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Número de polos | 3 y 4 | 3 y 4 |
| Tensión asignada de empleo (Ue) | 690 V | 690 V |
| Tensión asignada de aislamiento (Ui) | Hasta 750 V | Hasta 750 V |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp) | 8 kV | 8 kV |
| Frecuencia asignada | 50-60 Hz | 50-60 Hz |
| Corriente asignada | 100 a 630 A | 630 a 3200 A |
| Poder de corte en servicio (Ics) (380/415 V) | 36 a 50 kA | 70 a 150 kA |
| Resistencia (ciclos F/0). | | |
| - Mecánica | 50.000 a 15.000 | 10.000 a 5.000 |
| - Eléctrica (In/440 V) | 30.000 a 4.000 | 5.000 a 2.000 |

2.3.2.2.3 Características generales

Incorporarán básicamente las funciones y características siguientes:

- Conformidad con las normas.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Instalación en cuadro clase II.
- Grado de protección.
- Bloques de relés asociados.
- Unidades de control asociadas.
- Protección diferencial.
- Mando y accionamiento.
- Medida y señalización.
- Enclavamientos.
- Sistemas de instalación.
- Etiquetado e identificación.

Conformidad con las normas. Estarán adaptados para funcionar dentro de las condiciones de polución correspondientes (UNE-EN 60947), en entornos industriales: grado de polución 3. Cumplirán los test de tropicalización en condiciones extremas (CEI 68.2.1, CEI 68.2, CEI 68.2.30 y CEI 68.2.52). Cumplirán las condiciones de protección del medio ambiente (componentes reciclables).

Seccionamiento con corte plenamente aparente. Los interruptores automáticos estarán adaptados al seccionamiento según define la norma UNE-EN 60947-2. La función de seccionamiento estará certificada por ensayos que garantizarán la fiabilidad mecánica del indicador de posición, la ausencia de corrientes de fuga y la resistencia a las sobretensiones entre aguas arriba y abajo.

Instalación en cuadro clase II. Los interruptores automáticos serán de clase II en la cara delantera. Podrán instalarse a través de puerta en los cuadros eléctricos de clase II (según la norma UNE-EN 60664), sin degradar el aislamiento, sin operaciones particulares y también cuando estén equipados con un mando rotativo o motorizado.

Grado de protección. Según las normas UNE 20324 (índice de protección IP) y EN 50102 (protección contra los impactos mecánicos externos (IK). Aparato en cuadro eléctrico:

- Mando rotativo directo estándar: IP40 IK07
- Mando rotativo prolongado: IP55 IK08
- Telemando: IP40 IK07

Bloques de relés asociados. Magnetotérmicos. Protecciones regulables mediante selectores. Protección contra las sobrecargas por dispositivo térmico con umbral regulable. Protección contra cortocircuitos mediante dispositivo magnético con umbral fijo o regulable según los calibres. Protección del cuarto polo mediante bloques tetrapolares.

En la protección de salidas de motor deberán proteger eficazmente a los dispositivos de arranque (coordinación tipo 2 según UNE-EN 60947-4 con los contactores).

Unidades de control asociadas. Bloques de relés electrónicos con las funciones de protección básicas siguientes:

- En la distribución. Protección contra: sobrecarga, cortocircuito selectivo, cortocircuito instantáneo y defecto a tierra.
- En las salidas de motor. Protección contra: sobrecarga, rotor bloqueado, cortocircuito instantáneo y contra la falta o desequilibrio de fases.

Incorporarán un LED de señalización de sobrecarga y una toma de test posibilitando la conexión de una maleta de ensayo para la verificación del buen funcionamiento del aparato. Opcional: módulo de disparo del contactor.

Protección diferencial. Según requerimientos de proyecto. Los interruptores automáticos llevarán asociada una protección diferencial externa consistente en un dispositivo diferencial residual, un bloque diferencial o un relé diferencial con transformador toroidal separado. El interruptor automático incorporará una bobina de disparo. Características de los relés:

- Sensibilidad regulable de 30 mA a 30 A. Temporización con 9 escalones (0 a 4,5 s).
- Toros cerrados (diámetro 30 a 300 mm) o toroidales abiertos hasta 250 A (diámetro 46 a 110 mm) o transformador diferencial rectangular hasta 3200 A.

- Opcional: señalización de disparo mediante contacto de seguridad, señalización luminosa, contacto de prealarma.

Conformidad a las normas une-en 60947-2 (anexo M), CEI 60755, CEI 61000.4.2 a 4.6.

Mando y seccionamiento. Según requerimientos de proyecto: manual con empuñadura. Rotativo directo o prolongado y eléctrico.

- Mando eléctrico. Funcionamiento automático:
- Apertura y cierre motorizada mediante 2 ordenes eléctricas por impulso o mantenidas.
- Rearme automático después de un disparo voluntario.
- Rearme manual obligatorio después de un disparo por defecto eléctrico.

Mando eléctrico. Funcionamiento manual:

- Paso a manual mediante un conmutador de posición (posición señalizada a distancia).
- Apertura y cierre mediante 2 botones pulsadores.
- Rearme por mando de acumulación de energía.
- Enclavamiento en posición 0 por candados.
- Accesorios. Cerradura para enclavamiento en posición A. Contador de maniobras.

Medida y señalización. Según requerimientos de proyecto. Funciones:

- Indicador de presencia de tensión.
- Bloque transformador de intensidad (aparatos de medida).
- Bloque transformador de corriente y tomas de tensión (conexión directa a un aparato de medida).
- Bloques amperímetro.
- Bloque de control del aislamiento.
- Comunicación. Integración a un sistema de comunicación. Transmisión de datos: Posición de los reguladores; intensidades de fase y neutro en valores eficaces: intensidad de la fase más cargada; alarma de sobrecarga en curso: causa del disparo (sobrecarga, cortocircuito...).

Enclavamientos. El enclavamiento en posición “abierto” deberá garantizar el seccionamiento según EN 60447. Con independencia del tipo de mando del interruptor (variantes de mando manual o eléctrico), el enclavamiento del aparato se realizará normalmente en la posición A y a través de candado o cerradura.

Sistemas de instalación. Según requerimientos de proyecto. Interruptores automáticos fijos o seccionables.

Interruptores seccionables. Posiciones:

- Enchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares conectados.
- Test. Circuitos de potencia desconectados. Circuitos auxiliares conectados. El aparato puede ser maniobrado eléctricamente.
- Desenchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares desconectados. Aparato ubicado en su chasis. El aparato puede ser maniobrado manualmente.
- Extraído. Todos los circuitos desconectados. Aparato sobre los raíles de enchufado del chasis. El aparato puede ser retirado.

Etiquetado e identificación. Los interruptores incorporaran en el frontal una placa de características normativa: Tensión asignada de aislamiento; poder de corte: categoría de empleo; intensidad de corta duración; poder de corte de servicio en cortocircuito; aptitud para el seccionamiento.

2.3.2.3. Aparamenta modular

Aparamenta carril DIN para el seccionamiento, protección y control de circuitos y receptores en instalaciones domésticas y de distribución terminal terciaria e industrial. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

2.3.2.3.1 Normas

Cumplirán la normativa siguiente: UNE-EN 60898 y UNE-EN 60947-2 (automáticos magnetotérmicos); UNEEN 61009 (automáticos diferenciales/bloques diferenciales); UNE-EN 61008 (diferenciales); UNE-EN 60947- 4-1 (contactores y arrancadores de motor) y UNE-EN 60947-5-1 (aparatos y elementos de conmutación).

2.3.2.3.2 Características generales

Según requerimientos de proyecto. Incorporarán básicamente las funciones y características siguientes:

- Conformidad con las normas.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Protección magnetotérmica.
- Protección diferencial.
- Mando. Telemando y señalización.

- Protección de instalaciones.
- Programación y regulación.
- Medida.
- Enclavamientos.
- Sistemas de instalación.
- Etiquetado e identificación.

Conformidad con las normas. Estarán adaptados para funcionar dentro de las condiciones de polución correspondientes (UNE-EN 60947), en entornos industriales: grado de polución menor o igual a 3. Cumplirán los tests de tropicalización en ejecución 2 (UNE-EN 60068-1) y las condiciones de protección del medio ambiente (componentes reciclables).

Seccionamiento con corte plenamente aparente. Los mecanismos estarán adaptados al seccionamiento según define la norma UNE-EN 60947-2. La función de seccionamiento estará certificada por ensayos que garantizarán la fiabilidad mecánica del indicador de posición, la ausencia de corrientes de fuga y la resistencia a las sobretensiones entre aguas arriba y abajo.

Protección magnetotérmica. Interruptores automáticos de mando y protección contra sobrecargas y cortocircuito. Corte omnipolar. Características generales:

| Aplicación | Doméstico | Terciario/indstrl. |
|---------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| Número de polos | 2, 3 y 4 | 2, 3 y 4 |
| Categoría de empleo | A | A |
| Tensión de empleo máxima (Ue) | 230 y 440 V | 230 y 500 V |
| Tensión asignada soportada al impulso (Uimp) | 6 kV | 6 a 8 kV |
| Frecuencia asignada | 50-60 Hz | 50-60 Hz |
| Corriente asignada | 1,5 a 63 A | 1,5 a 125 A |
| Poder de corte en servicio (Ics) (230/400 V) | 6 kA | 6 a 50 kA |
| Endurancia eléctrica (ciclos cierre-apertura) (*) | 10.000 | 5.000. |

(*) Mínimo.

Los interruptores con corriente de cortocircuito elevada podrán utilizarse como interruptor automático general de un cuadro de distribución, como cabecera de un grupo de salidas o protección de las cargas alimentadas directamente desde un armario de potencia.

Protección diferencial. Interruptores automáticos de mando y protección contra corrientes de defecto de aislamiento entre conductores activos y tierra. Corte omnipolar. Características generales:

| Aplicación | Doméstico | Terciario/indstrl. |
|---------------------|-----------|--------------------|
| Número de polos | 2, 3 y 4 | 2, 3 y 4 |
| Categoría de empleo | AC | A, AC o A"si" |

| Temporización | Instantáneos | Instns./selects. |
|---------------------------------------------------|--------------|------------------|
| Tensión de empleo máxima (Ue) | 230 y 415 V | 230 y 500 V |
| Frecuencia asignada | 50-60 Hz | 50-60 Hz |
| Corriente asignada | 25 a 80 A | 1,5 a 125 A |
| Sensibilidad | 30 a 300 mA | 30 a 500 mA |
| Endurancia eléctrica (ciclos cierre-apertura) (*) | 20.000 | 10.000 |

(*) Mínimo.

Mando. Telemando y señalización. Funciones:

- Interruptores en carga. Apertura y cierre de circuitos en carga, sin protección contra sobrecargas o cortocircuitos.
- Interruptores seccionadores. Mando (apertura y cierre de circuitos en carga) y seccionamiento.
- Destinados para la cabecera de cuadros o cofrets con posibilidad de disparo a distancia mediante una bobina.
- Contactores modulares para el control de circuitos. Mando manual de tres posiciones (automáticoforzado-paro). Posibilidades de incorporar: señalización, filtros antiparásitos, mando por orden impulsional y temporización.
- Pulsadores. Mando por impulsos con posibilidad de incorporar señal luminosa (LEDs).
- Conmutadores de posiciones. Control manual de circuitos eléctricos o aparatos de medición (voltímetros, amperímetros, etc.).
- Tomas de corriente.
- Relés inversores. Transmisión de informaciones ON-OFF hacia circuitos auxiliares y mando de receptores de baja potencia.
- Relés de mando. Circuitos electrónicos de baja intensidad o de muy baja tensión dados por un autómata programable (central de incendios, regulación, etc.).
- Telerruptores. Mando de circuitos a distancia mediante una orden impulsional.
- Mandos motorizados. Mando a distancia de interruptores automáticos magnetotérmicos (con o sin bloque diferencial) a partir de una orden mantenida. Rearme de un interruptor automático después del disparo. Posibilidades de mantener un mando local por maneta.
- Relés de reconexión automática sobre mandos motorizados. Función de rearme tras un fallo temporal de la protección según parámetros elegidos (número de rearmes en un tiempo determinado y temporización antes del rearme.).

- Telemandos para luminarias de emergencia. Control de las instalaciones de seguridad (iluminación, alarmas sonoras, etc.).
- Transmisores telefónicos. Mando mediante la red telefónica analógica de aparatos eléctricos (calefacción, riego automático, alarmas, etc.).
- Transmisores de radio. Gestión de las órdenes de marcha-paro de los emisores de ambiente y mandos a distancia, emitidas por ondas de radio.
- Auxiliares. Pilotos. Timbres. Zumbadores. Transformadores de medida, etc.

Protección de instalaciones. Funciones:

- Guardamotores. Protección de motores monofásicos o trifásicos frente a sobrecargas y cortocircuitos con mando manual local. Protección contra la marcha en monofásico para los motores trifásicos. Características generales:

| | |
|-----------------------------------------------|-----------------------|
| Disparo térmico (regulable) | 0,16 a 25 A |
| Disparo magnético | 12 In |
| Tensión de empleo (Ue) | 690 V |
| Tensión de choque (Uimp) | 6 kV |
| Frecuencia asignada | 50-60 Hz |
| Poder de corte | s/UNE-EN 60947-2 (kA) |
| Endurancia eléctrica (ciclos cierre-apertura) | 100.000 |

Auxiliares.

Bloque

limitador (poder de corte hasta 100 kA en 415 V). Señalización de posición y de defecto. Bobinas: apertura a falta de tensión o a emisión de corriente.

- Limitadores de sobretensiones. Protección de equipos eléctricos y electrónicos contra las sobretensiones transitorias de origen atmosférico o de maniobra (ITC-BT-23) y permanentes de la tensión de red. Características generales:

| Nivel de utilización | Principal | Secundaria |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| Nivel de protección(Up) | ≤4 kV | ≤1,5 kV |
| Corriente de choque (Iimp) | 60 kA | 20 kA |
| Tensión de dimensionamiento (Uc) | 260 y 440 V | 260 y 440 V |
| Frecuencia de empleo | 50-60 Hz | 50-60 Hz |
| Tiempo de respuesta | ≤100 ns | ≤25 ns |

- Portafusibles. Bases portafusibles modulares seccionables o interruptores portafusibles modulares para la protección de líneas en circuitos con elevada corriente de cortocircuito. Características: Tensión: 400V. Intensidad: 25 a 125 A. Tamaño: 8x11, 10x38, 14x51 y 22x58.
- Relés de control. Funciones:

- Relé de control de tensión. Control del nivel de tensión de un circuito y señalización de las variaciones anormales (sobretensiones o subtensiones).
- Relé de control de intensidad. Control del nivel de intensidad de un circuito y señalización de las variaciones anormales (sobreintensidades o subintensidades).
- Relé de control de fases. Control de la presencia, orden y simetría de tensión de las tres fases de un circuito trifásico y señalización de anomalías.
- Relé de control de tensión simétrico. Control de la entrada de tensión de un receptor, actuando el relé de salida cuando la tensión queda fuera de una banda fijada, tanto por encima como por abajo.

Programación y regulación. Funciones:

- Interruptores horarios analógicos. Mando de la apertura o cierre de uno o varios circuitos independientes según la programación establecida.
- Interruptores horarios digitales. Mando de la apertura o cierre de uno o varios circuitos independientes según un programa memorizado y preestablecido.
- Interruptores de tiempo. Control de la apertura y cierre de canales independientes según la función que les ha sido asignada y los parámetros configurados.
- Relés temporizadores. Temporización al cierre (retarda el cierre). Temporizador activado por orden impulsional. Temporización a la apertura (retarda la apertura). Temporizador activado por orden mantenida. Relé de intermitencias (carga en tensión/sin tensión). Relé multifunción (tipos de temporización).
- Minuterios. Cierre y apertura de un contacto según un tiempo determinado.
- Televariadores. Variación de la intensidad luminosa desde uno o varios puntos de mando o por impulsos.
- Interruptores crepusculares. Mando automático de la iluminación en función de la luminosidad.
- Detectores de presencia y/o movimiento. Encendido y apagado de la iluminación por movimiento o por movimiento en función de la luminosidad ambiental.
- Termostatos de ambiente. Control de funcionamiento de aparatos y de temperaturas del ambiente. Programables.
- Contactores economizadores. Desconexión programada de circuitos no prioritarios.

Medida. Funciones:

- Amperímetros y voltímetros analógicos.
- Amperímetros, voltímetros y frecuencímetros digitales.
- Conmutadores aparatos de medida.
- Contador horario. Contaje de las horas de funcionamiento de un sistema para realizar un mantenimiento preventivo.
- Contadores de impulsos. Contaje de impulsos procedentes de contadores de energía, maniobras, contadores de personas, de velocidad, etc.
- Contadores de energía. Clase de precisión 2.
- Multímetros digitales. Visualización de los valores característicos de una red.
- Transformadores de intensidad para aparatos de medida (amperímetros, contadores de energía, centrales de medida, etc.).

Enclavamientos. El enclavamiento en posición “abierto” deberá garantizar el seccionamiento según EN 60447. Con independencia del tipo de mando del interruptor (variantes de mando manual o eléctrico), el enclavamiento del aparato se realizará normalmente en la posición A y a través de candado o cerradura.

Sistemas de instalación. Aparamenta de distribución eléctrica fija o aparamenta en sistema modular enchufable directamente al embarrado de distribución propio del sistema.

Aparamenta enchufable. Posiciones:

- Enchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares conectados al embarrado de distribución que lo alimenta.
- Desenchufado. Circuitos de potencia y contactos auxiliares desconectados. Aparato separado del embarrado de distribución que lo alimenta.

Etiquetado e identificación. Los mecanismos incorporaran en el frontal una placa de características normativa: tensión asignada de aislamiento; poder de corte; categoría de empleo; intensidad de corta duración; poder de corte de servicio en cortocircuito; aptitud para el seccionamiento.

2.3.2.4. Ensayos eléctricos

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento eléctrico (relés, medida y control, enclavamientos mecánicos y eléctricos, etc.). Ensayo dieléctrico. Acabado.

La declaración de conformidad del equipo es responsabilidad del cuadrista que deberá establecer el informe técnico que demuestra dicha conformidad, aportando las pruebas realizadas según un sistema de cuadros ensayados de acuerdo con la UNE-EN 60439-1.

2.3.2.5. Manipulación y transporte

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los distintos elementos se realizará de forma que evite exponer los equipos a abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los armarios.

Si los equipos no se instalan ni se ponen en funcionamiento de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.2.6. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión y regulación previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre las unidades funcionales y el sistema de distribución de la corriente, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección, los sistemas de soportación y las conexiones extremas.

2.3.3. Conductores eléctricos

2.3.3.1. Modos de instalación

Según la clasificación establecida en la UNE-HD 60364-5-52 (tabla B.52-1) en la que se identifican instalaciones cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar por lo que pueden agruparse en una determinada tabla común de cargas.

Denominación según UNE-HD 60364.

- Conductores aislados: Conductores aislados sin cubierta, unipolares, con nivel de aislamiento hasta 750V. Se instalarán en conductos de superficie o empotrados o sistemas cerrados análogos.
- Cables: Conductores aislados con una cubierta adicional, unipolares o multipolares, con un nivel de aislamiento de 1000V.

2.3.3.2. Caída de tensión

La sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización se corresponda con los valores máximos fijados en la ITC-BT-19, caídas de tensión máximas:

- Viviendas: 3 % en cualquier circuito interior.
- Terciario o industrial en BT: 3 % para alumbrado y 5 % para otros usos.
- Terciario o industrial en MT: 4,5 % para alumbrado y 6,5 % para otros usos.

Serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de energía. La sección mínima de estos conductores será la obtenida utilizando la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-19, apartado 2.3, en función de la sección de los conductores de la instalación.

2.3.3.3. Intensidades máximas admisibles

De acuerdo con los valores indicados en la UNE-HD 60364-5-52 (tabla C.52-1bis) para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para los distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable. Se deberá tener en cuenta la división entre cables termoplásticos (PVC, Z1 o similares) y termoestables (XLPE, EPR, Z o similares).

2.3.3.4. Factores de corrección por tipo de receptor

Locales con riesgo de incendio o explosión: Intensidad admisible reducida un 15 % (ITC-BT-29). Instalaciones generadoras en BT: Cables dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima prevista (ITC-BT-40). Lámparas de descarga: Carga mínima en VA igual a 1,8 veces la potencia en W (ITC-BT-44). Motores: Cables dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima prevista (ITC-BT-47). Aparatos elevación: Cables dimensionados para una carga no inferior a 1,3 de la máxima prevista (ITC-BT47).

2.3.3.5. Efectos de corrientes armónicas

Se deberán aplicar métodos adecuados según anexo E, tabla E.52.1 de la norma UNE-HD 60364-5-52.

2.3.3.6. Radios de curvatura

Mínimos aplicables a todos los cables UNE 21123 en posición definitiva de servicio:

| Cables sin armadura | Diámetro exterior del cable | Radio mínimo de curvatura |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | Menos de 25mm | 4 D |
| | De 25 a 50mm | 5 D |
| | Más de 50mm | 6 D |
| Cables armados | --- | 10 D |

2.3.3.7. Ensayos eléctricos

De acuerdo con la ITC-BT-19 y especificaciones de la Guía Técnica de Aplicación - Anexo 4.

2.3.3.8. Tipos de cable

Resumen de tipos de cable para los distintos tipos de instalación según el REBT:

| | |
|---------------------------------------------|-----------------|
| Distribución. Acometidas: | ITC-BT-11 |
| Instalaciones de enlace: | ITC-BT-14/15/16 |
| Instalaciones interiores o receptoras: | ITC-BT-20 |
| Instalaciones interiores en viviendas: | ITC-BT-26/27 |
| Locales de pública concurrencia: | ITC-BT-28 |
| Locales con riesgo de incendio o explosión: | ITC-BT-29 |
| Locales especiales: | ITC-BT-30/31 |
| Máquinas elevación y transporte: | ITC-BT-32 |
| Provisionales y temporales de obra: | ITC-BT-33 |
| Ferias y stands: | ITC-BT-34 |
| Mobiliario: | ITC-BT-49 |

2.3.3.9. Clase de reacción al fuego

Cada país de la unión europea define la clasificación de reacción al fuego que se aplica para los cables en cada tipo/uso de edificio, siguiendo la clasificación del Reglamento Delegado 2016/364 (UE) relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción (CPR). Las prestaciones de fuego mínimas en España, serán las indicadas en las diferentes Instrucciones Técnicas del REBT. Siendo para las IT-BT-14, 15, 16, 20, 28 y 29 como mínimo la clase Cca-s1b,d1,a1, según la norma armonizada EN 50.575.

| | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cca: | EN 50399: FS \leq 2,00m; THR \leq 30MJ; HHR \leq 60MJ; FIGRA \leq 300Ws-1 // EN 60332-1-2: H \leq 425 mm |
| s1b: | TSP1200 \leq 50 m ² ; SPR 0,25 m ² /s; transmitancia \geq 60 % < 80 % |
| a1: | conductividad < 2,5 μ S/mm y pH > 4,3 |

| | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| d1: | sin caída durante 1200 s de gotas / partículas inflamadas que persistan más de 10 s |
| Eca: | EN 60332-1-2: H ≤ 425 mm |

El cableado contará con marcado CE según norma armonizada EN 50575.

2.3.3.10. Identificación de los conductores

Deberán poder ser identificados por el color de su aislamiento:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-verde para el conductor de tierra y protección.
- Marrón, negro y gris para los conductores activos o fases.

2.3.4. Canalizaciones eléctricas

2.3.4.1. Canalizaciones en bandeja metálica

Bandejas y canales protectoras destinadas a alojar conductores y otros componentes eléctricos, según define la ITC-BT-01, fabricadas en chapa de acero galvanizado en caliente según UNE-EN-ISO 1461 / galvanizado Sendzimir. Características mecánicas adecuadas a las condiciones de emplazamiento, no propagadoras de la llama y canalizadas en instalación superficial. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-21).

2.3.4.1.1 Normas

Los canales serán conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN-50085 y se clasificarán según lo establecido en la misma.

2.3.4.1.2 Modo de instalación

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los canales y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y colocación de los canales deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE 20460-5-52 y en las ITC-BT- 19 e ITC-BT-20.

Los accesorios que se utilizarán (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y soportación serán específicos del tipo de canal empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante en lo referente a los métodos de instalación, en especial a los sistemas y distancias de apoyo de los canales en función de las cargas previstas.

2.3.4.1.3 Condiciones de servicio

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.4.2. Canalizaciones en bandeja metálica de varillas

Bandejas y canales protectoras destinadas a alojar conductores y otros componentes eléctricos, según define la ITC-BT-01, fabricadas con varillas de acero electrosoldadas galvanizadas en caliente según UNE-EN ISO 1461. Características mecánicas adecuadas a las condiciones de emplazamiento, no propagadoras de la llama y canalizadas en instalación superficial. Cumplirán las condiciones que especifican el REBT (ITC-BT-20 e ITC-BT-21).

2.3.4.2.1 Normas

Las bandejas serán conformes a lo dispuesto en la norma UNE-EN 61537 “Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables”.

2.3.4.2.2 Modos de instalación

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los canales y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y colocación de los canales deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE 20460-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los accesorios que se utilizarán (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y suportación serán específicos del tipo de canal empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante en lo referente a los métodos de instalación, en especial a los sistemas y distancias de apoyo de los canales en función de las cargas previstas.

2.3.4.2.3 Condiciones de servicio

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.4.3. Canalizaciones en bandeja aislante

Bandejas y canales protectoras destinadas a alojar conductores y otros componentes eléctricos, según define la ITC-BT-01, fabricadas con material aislante de gran rigidez dieléctrica. Características mecánicas adecuadas a las condiciones de emplazamiento, no propagadoras de la llama y canalizadas en instalación superficial. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-21).

2.3.4.3.1 Normas

Las bandejas serán conforme a lo dispuesto en las normas UNE-EN-50085-1 y UNE-EN-61537 “Sistemas de bandejas y bandejas de escalera para conducción de cables”.

2.3.4.3.2 Modos de instalación

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los canales y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y colocación de los canales deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE 20460-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los accesorios que se utilizarán (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y soportación serán específicos del tipo de canal empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante en lo referente a los métodos de instalación, en especial a los sistemas y distancias de apoyo de los canales en función de las cargas previstas.

2.3.4.3.3 Condiciones de servicio

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.4.4. Cajas de empalme y derivaciones

Serán de material plástico resistente o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un

mínimo de 40 mm de profundidad y de 80 mm para el diámetro o lado interior. La unión entre conductores, se realizará siempre dentro de las cajas de empalme excepto en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21, no se realizará nunca por simple retorcimiento entre sí de los conductores, sino utilizando bornes de conexión, conforme a la instrucción ITC-BT-19.

2.3.4.5. Canalizaciones por tubería rígida metálica

Tubos metálicos rígidos blindados de acero laminado o aluminio para uso en instalaciones eléctricas no subterráneas. Estancos, con uniones roscadas o enchufables, no propagadores de la llama, galvanizados en caliente según UNE-EN 10142. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-21).

2.3.4.5.1 Normas

Cumplirán las exigencias de las UNE-EN 60423, UNE-EN 61386-21, UNE-EN 61386-22 y UNE 20.324.

2.3.4.5.2 Modos de instalación

Según las condiciones siguientes:

- Canalizaciones fijas en superficie.
- Canalizaciones empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectores de obra.
- Canalizaciones empotradas embebidas en hormigón.

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los tubos y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE-HD 60364-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

En los locales con riesgo de incendio o explosión las características mínimas generales y condiciones de instalación de los tubos serán las que se establecen en la ITC-BT-029.

Los accesorios que se utilicen (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y suportación serán específicos del tipo de tubería empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión

2.3.4.5.3 Condiciones de servicio

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación

(unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata, los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.4.6. Canalizaciones por tubería aislante flexible

Tubos aislantes flexibles fabricados con materiales libres de halógenos y no propagadores de la llama para uso en instalaciones eléctricas. Estancos, resistentes a la compresión y al impacto. Cumplirán las condiciones que especifica el REBT (ITC-BT-21).

2.3.4.6.1 Normas

Cumplirán las exigencias de las UNE-EN 60423, UNE-EN 61386-23, UNE-EN 61386-24 y UNE 20.324.

2.3.4.6.2 Modos de instalación

Según las condiciones siguientes:

- Canalizaciones empotradas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectores de obra.
- Canalizaciones empotradas embebidas en hormigón.
- Canalizaciones aéreas o con tubos al aire.
- Canalizaciones enterradas.

Las características mínimas generales y las condiciones de instalación y colocación de los tubos y cajas de conexión y derivación de los conductores serán las que se establecen en la ITC-BT-021. La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberá cumplir, además, lo prescrito en la norma UNE-HD 60364-5-52 y en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

Los accesorios que se utilicen (codos, tes, cruces, uniones, etc.) y los elementos de fijación y soportación serán específicos del tipo de tubería empleado y mantendrán las prestaciones mecánicas y resistencia media a la corrosión.

2.3.4.6.3 Condiciones de servicio

Recepción, manipulación y almacenamiento. Se verificará a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación de los materiales se realizará de forma que evite queden expuestos a torsión, abolladuras o impactos. Los equipos de manipulación (unidades de elevación y otros) estarán adaptados a las condiciones de los materiales. Si la instalación no es inmediata los materiales se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.5. Aparatos de mando y maniobra

Son los interruptores y conmutadores, que cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder en ningún caso de 65 °C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

2.3.6. Tomas de corriente

Las tomas de corriente a emplear serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra. El número de tomas de corriente a instalar, en función de los m² de la vivienda y el grado de electrificación, será como mínimo el indicado en la instrucción ITC-BT-25 en su apartado 4.

2.3.7. Pequeño material eléctrico

Mecanismos modulares para funciones de mando, protección, toma de corriente y control de circuitos y receptores en instalaciones domésticas y de distribución terminal terciaria. Cumplirán las especificaciones del REBT. Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

2.3.7.1. Normas

Cumplirán la normativa siguiente: UNE-EN 60669-1 y las Directivas de BT y CEM (mando); UNE-EN 60898 y UNE-EN 61009-1 (protección); UNE 20315 (tomas de corriente); EN 60669-2-1 (regulación) y EN 60669-2-3 (temporización).

2.3.7.2. Unidades funcionales

Básicamente las siguientes:

- Mecanismos de mando.
- Protección magnetotérmica y diferencial.
- Bases portafusibles modulares.
- Tomas de corriente.
- Mecanismos de regulación.
- Interruptores temporizados.

- Interruptores horarios programados.
- Detectores de movimiento.
- Señalización y balizado.
- Otros componentes modulares.

Mecanismos de mando. Encendido y apagado de circuitos con cargas resistivas, inductivas y pequeños motores (lámparas incandescentes, fluorescentes y transformadores, electrodomésticos, gobierno de tomas de corriente, etc.). Características: 250V; 10, 16, 20, 25 y 32A.

Protección magnetotérmica y diferencial. Utilizados como medida adicional a la protección de cabecera (baños, cocinas, lavaderos, aparatos electrónicos, etc.). Características: 230V; 6, 10 y 16A. Poder de corte: 1500/3000A.

Bases portafusibles modulares. Bases seccionables o interruptores portafusibles modulares para la protección de líneas en circuitos con elevada corriente de cortocircuito. Características: Tensión: 250 V. Intensidad: 10 y 16 A. Tamaño: 6x32.

Tomas de corriente. Alimentación de electrodomésticos, aparatos de iluminación, electrónicos, etc.). Posibilidad de incorporar protección infantil. Características: 250V; 10/16A. Resistencia de aislamiento: > 5M Ω a 500V. Rigidez dieléctrica: > 2000V.

Mecanismos de regulación. Funciones:

- Interruptor. Regulación de lámparas incandescentes y halógenas. Características: 230V; 40-300W.
- Interruptor-conmutador. Regulación de lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador ferromagnético. Características: 230V; 40-300W/VA.
- Interruptor de pulsación. Regulación de lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador ferromagnético. Características: 230V; 40-500W/VA.
- Interruptor. Regulación de cargas resistivas e inductivas: lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador convencional, ventiladores, motores monofásicos, etc. Características: 230V; 40-1000VA (iluminación), 60-600W (motores).

Interruptores temporizados. Encendido por pulsación de la carga y desconexión automática programada.

Características: 230V/8A. Temporización: 2 seg. a 12 min.

Interruptores horarios programados. Control de cargas según un horario programado. Visualización en pantalla. Características: 230V; 1200W/1000VA.

Máximo número de intervalos: 28 (56 conmutaciones On/Off). Duración intervalo: mínimo 1 min.

Detectores de movimiento. Encendido de las cargas que gobierna cuando se produce un movimiento dentro del campo de acción del sensor. Apto para lámparas incandescentes, halógenas 230V y 12V con transformador ferromagnético. Desconexión según tiempo ajustado. Encendido y apagado gradual. Características: 230V; 40-500W/VA. Posibilidades de incorporar tarjeta temporizada. Modos:

- OFF: Desconexión permanente de la carga.
- ON: Conexión permanente de la carga
- AUT: Conexión según detección y luminosidad

Señalización y balizado. Funciones:

- Piloto de señalización. Señalización de estado de cargas (On/Off), habitaciones o salas. Incorpora lámpara de neón 220V.
- Piloto de balizado autónomo. Alumbrado de emergencia en caso de fallo del suministro eléctrico (pasillos, escaleras, locales, etc.). Alimentación: 230V. Carga de baterías: 24h. Autonomía: 1h. Vida batería: 500 ciclos. Vida lámpara: 400h. Luminosidad con difusor: 45lux/25cm.
- Sistema de balizado autónomo. Alumbrado de emergencia centralizado dotado de un sistema de telemando. Características técnicas definidas en proyecto. Función telemando:
 - Puesto en reposo con la red eléctrica ausente y pilotos en estado de emergencia: Posición de los pilotos en Off/On mediante pulsación manual.
 - Test de conmutación y autonomía con la red eléctrica presente sin tener que desconectar la alimentación: Pilotos en modo emergencia (On) o en estado de alerta (Off) mediante pulsación manual.

Otros componentes modulares. Funciones:

Zumbador. Llamada de entrada en viviendas, oficinas o comercios o señal de alerta en sistemas de alarmas técnicas en funcionamiento intermitente.

Timbre electrónico. Llamada de entrada en viviendas, oficinas, etc. cuando se requiere diferenciar entre las llamadas del exterior y las llamadas de servicio interior (ej.: portería).

Minuterros. Cierre y apertura de un contacto según un tiempo determinado.

Teclado codificado. Interruptor o pulsador activado por teclado codificado con contacto de salida libre de potencial. La conexión-desconexión de la carga se realiza insertando un código de usuario de 4 dígitos a través del teclado. El tiempo

máximo entre dígitos no podrá superar un tiempo límite. Indicador luminoso de estado.

Funciones con llave. Interruptor o pulsador con enclavamiento de llave. Llave extraíble en posición de reposo

Interruptor de tarjeta temporizado. Desconexión temporizada de circuitos de iluminación, electrodomésticos, aparatos electrónicos, etc. Especialmente indicado para habitaciones de hotel.

Receptores infrarrojos. Para mando individual de fuentes luminosas o equipos eléctricos. Control por medio de una señal de infrarrojos procedente de un emisor. Mandos: Interruptor. Regulador de tensión. Pulsador. Interruptor para persiana (motores).

Termostatos de ambiente. Control de funcionamiento de aparatos y de temperaturas del ambiente. Programables.

Emisores. Teclas y funciones: LED emisor y piloto LED. Tecla Off (apagado o paro general). Teclas de escena. Conmutador de grupo. Tecla de programación. Conmutador de dirección. Etiqueta de dirección.

2.3.7.3. Accesorios y sistemas de instalación

Básicamente constituidos por:

- Bastidores.
- Marcos.
- Cajas empotrables.
- Cajas de superficie.
- Contenedores estancos de superficie.
- Etiquetado e identificación

Bastidores. Deberán permitir el encliquetado de los mecanismos, tanto en posición horizontal como vertical y el enlace con los bastidores adyacentes. Estarán dotados de colisos para la fijación mediante tornillos a caja o pared. Material: Zamak (aleación de zinc y aluminio). Normas: UNE-EN 60669-1 y UNE 20315.

Marcos. Para cajas tipo universal. Material: Termoplásticos reciclables auto extingüibles de gran resistencia al impacto. Normas: UNE-EN 60669-1 y UNE 20315.

Cajas empotrables. Tipo universal. Estarán dotadas de pretroqueles laterales y al fondo de la caja para la entrada de cables sin necesidad de taladro. Los bastidores se fijarán mediante clipeado. Material: termoplásticos resistentes al calor anormal y al fuego, libre de halógenos y de alta resistencia al impacto, indicando su nivel de

protección y con el etiquetaje correspondiente a los circuitos eléctricos conectados.

Cajas de superficie. Para marcos universales. Estarán dotadas de ventanillas laterales extraíbles para la entrada de cables. Los bastidores se fijarán mediante clipeado. Material: termoplásticos resistentes al calor anormal y al fuego, libre de halógenos y de alta resistencia al impacto, indicando su nivel de protección y con el etiquetaje correspondiente a los circuitos eléctricos conectados.

Contenedores estancos de superficie. Contenedor estanco monobloc para mecanismos con sistema de encliquetado. Entrada de cables por membrana ajustable o mediante accesorio roscado. Nivel de estanqueidad: IP55. Resistencia al impacto: IK07. Normas: UNE 20324 y UNE 50102.

Etiquetado e identificación. Los mecanismos incorporaran la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; rango de carga; esquema de conexionado.

2.3.7.4. Ensayos eléctricos

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento mecánico y eléctrico. Ensayo dieléctrico. Acabado.

2.3.7.5. Manipulación y transporte

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a impactos.

Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.7.6. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

2.3.8. Luminarias LED estancas

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-44).

2.3.8.1. Normas

Cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 60598 y UNE EN 62504.

Los componentes cumplirán la normativa siguiente:

- Equipos electrónicos de alimentación (drivers): UNE-EN 62384, UNE-EN 55015, UNE-EN 61000-3-2, UNE-EN 61547 y UNE-EN 61347-2-13
- Luminarias LED, LEDs, módulos de LED y lámparas LED: IEC-62560, IEC-62031, IEC-60598-1:2014, IEC-62612: 2013, IEC-62717: 2014, IEC-62722-2-1:2014

Las luminarias cumplirán las directivas de la UE y de la ley sobre la seguridad de los productos y llevarán el marcado CE

2.3.8.2. Ensayos eléctricos

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

2.3.8.3. Características técnicas

Las luminarias tendrán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

- Grado de Protección mínimo: IP65, IK08
- Eficacia luminosa > 120 lm/W, referido al flujo de la luminaria y potencia total de la luminaria con equipos.
- Índice de reproducción cromática CRI Ra>80
- Vida útil media L80 > 50.000 h, a 25 °C
- Tolerancia de color SDCM ≤ 6

Se utilizarán preferentemente difusores de Policarbonato, resistentes al impacto. El Índice de deslumbramiento (EN 12464-1) unificado UGR será menor de 25. El difusor estará fabricado en una sola pieza, mecánicamente estable. La fijación del difusor será a través de cierres rápidos autoencajables sin necesidad de herramientas.

Cuando se especifique que la luminaria es regulable, el equipo eléctrico será digital según el estándar DALI.

El cuerpo de las luminarias estará fabricado en Policarbonato o en poliéster reforzado con fibra de vidrio. El grado de protección IP e IK será el adecuado a los requerimientos de la zona de utilización.

2.3.8.4. Etiquetado e identificación

Los equipos incorporaran la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

2.3.8.5. Manipulación y transporte

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.8.6. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

Las luminarias de ejecución suspendida dispondrán de los elementos y/o accesorios necesarios para su correcta instalación.

2.3.9. Luminarias LED tipo panel

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-44).

2.3.9.1. Normas

Cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 60598 y UNE EN 62504.

Los componentes cumplirán la normativa siguiente:

- Equipos electrónicos de alimentación (drivers): UNE-EN 62384, UNE-EN 55015, UNE-EN 61000-3-2, UNE-EN 61547 y UNE-EN 61347-2-13
- Luminarias LED, LEDs, módulos de LED y lámparas LED: IEC-62560, IEC-62031, IEC-60598-1:2014, IEC-62612: 2013, IEC-62717: 2014, IEC-62722-2-1:2014

Las luminarias cumplirán las directivas de la UE y de la ley sobre la seguridad de los productos y llevarán el marcado CE.

2.3.9.2. Ensayos eléctricos

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

2.3.9.3. Características técnicas

Las luminarias tendrán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

- Eficacia luminosa $> 120 \text{ lm/W}$, referido al flujo de la luminaria y potencia total de la luminaria con equipos.
- Índice de reproducción cromática CRI $R_a > 80$
- Índice de reproducción cromática CRI $R_a > 90$, en las áreas y actividades industriales indicadas en la norma UNE EN 12-464-1
- Vida útil media $L_{80} > 50.000 \text{ h}$, a 25°C
- Tolerancia de color $\text{SDCM} \leq 3$

El sistema óptico proporcionará el índice de deslumbramiento unificado UGR indicado en la norma UNE EN 12-464-1. En áreas de trabajo se proporcionará como mínimo un $\text{UGR} < 19$, con una limitación de la luminancia a $L \leq 3000 \text{ cd/m}^2$ para un ángulo de irradiación superior a 65° de manera omnidireccional. En estos casos se utilizarán preferentemente difusores microprismáticos de policarbonato o PMMA. También son admisibles sistemas ópticos doble parábola de aluminio brillante. Cuando se especifique que la luminaria es regulable, el equipo eléctrico será digital según el estándar DALI.

El cuerpo de las luminarias estará fabricado en chapa de acero. El grado de protección IP e IK será el adecuado a los requerimientos de la zona de utilización.

2.3.9.4. Etiquetado e identificación

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

2.3.9.5. Manipulación y transporte

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.9.6. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

Las luminarias de ejecución adosada y suspendida dispondrán de los elementos y/o accesorios necesarios para su correcta instalación.

2.3.10. Luminarias LED tipo downlight

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-44).

2.3.10.1. Normas

Cumplirán con lo especificado en la UNE-EN 60598 y UNE EN 62504.

Los componentes cumplirán la normativa siguiente:

Equipos electrónicos de alimentación (drivers): UNE-EN 62384, UNE-EN 55015, UNE-EN 61000-3-2, UNE-EN 61547 y UNE-EN 61347-2-13

Luminarias LED, LEDs, módulos de LED y lámparas LED: IEC-62560, IEC-62031, IEC-60598-1: 2014, IEC-62612: 2013, IEC-62717: 2014, IEC-62722-2-1:2014

Las luminarias cumplirán las directivas de la UE y de la ley sobre la seguridad de los productos y llevarán el marcado CE.

2.3.10.2. Ensayos eléctricos

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

2.3.10.3. Características técnicas

Las luminarias tendrán, como mínimo, las siguientes características técnicas:

- Eficacia luminosa $> 85 \text{ lm/W}$, referido al flujo de la luminaria y potencia total de la luminaria con equipos.
- Índice de reproducción cromática CRI $R_a > 80$
- Índice de reproducción cromática CRI $R_a > 90$, en las áreas y actividades industriales indicadas en la norma UNE EN 12-464-1
- Vida útil media $L_{70} > 50.000 \text{ h}$, a 25°C
- Tolerancia de color $\text{SDCM} \leq 6$

El sistema óptico proporcionará el índice de deslumbramiento unificado UGR indicado en la norma UNE EN 12-464-1. En áreas de trabajo se proporcionará como mínimo un $\text{UGR} < 19$, con una limitación de la luminancia a $L \leq 3000 \text{ cd/m}^2$ para un ángulo de irradiación superior a 65° de manera omnidireccional.

Cuando se especifique que la luminaria es regulable, el equipo eléctrico será digital según el estándar DALI.

El cuerpo de las luminarias estará fabricado en aluminio. El grado de protección IP e IK será el adecuado a los requerimientos de la zona de utilización.

2.3.10.4. Etiquetado e identificación

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

2.3.10.5. Manipulación y transporte

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.10.6. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

Las luminarias de ejecución adosada y suspendida dispondrán de los elementos y/o accesorios necesarios para su correcta instalación.

2.3.11. Aparatos autónomos de emergencia y señalización con fuente LED

Se ajustarán a normas en lo que hace referencia a su composición, montaje, señalización, rendimiento y ensayos. Cumplirán las condiciones que establece el REBT (ITC-BT-28).

2.3.11.1. Normas

Cumplirán con lo especificado en la norma UNE-EN 60598-2-22. Los módulos LED serán conformes a la UNE-EN 62031, mientras que los dispositivos de control electrónicos o “drivers” serán conformes a la UNE-EN 62384.

Cumplirán las directivas de Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética (marcado CE).

2.3.11.2. Características de diseño

En todos los casos incorporarán leds de señalización de estado con los colores establecidos en la norma. Estarán preparados para la puesta en reposo y

reencendido mediante telemando. Los bornes de telemando estarán protegidos para prevenir la conexión accidental a 230 V. Las baterías estarán constituidas por acumuladores de Ni-Cd, de Níquel Metal Hidruro, o de Litio, que proporcionarán una autonomía mínima establecida en el REBT ITC-BT-28, apartado 3, durante la cual la intensidad del flujo luminoso será estable.

2.3.11.3. Sistema de control central

Si se especifica un sistema de control central de los aparatos autónomos de emergencia, tendrá como mínimo las siguientes prestaciones:

- Luminarias conectadas mediante Bus.
- Monitorización del estado de cada luminaria de forma individual
- Generación de propuestas de mantenimiento de la instalación
- Gestión y realización de tests funcionales y de autonomía
- Comunicación de la Central con cualquier ordenador en red.
- Entrada auxiliar que permite el encendido de todas las luminarias conectadas al Bus, útil para ser conectada a una central de incendios.

2.3.11.4. Ensayos eléctricos

Se realizarán en fábrica según el protocolo establecido. Se verificará la conformidad de construcción respecto a normativa: funcionamiento eléctrico y mecánico, grado de protección y acabado.

La declaración de conformidad del fabricante deberá aportar la totalidad de las pruebas y resultados obtenidos, de acuerdo con la norma UNE-EN 60598.

2.3.11.5. Etiquetado e identificación

Los equipos incorporarán la información normativa: identificación del producto; tensión y frecuencia de línea; intensidad nominal; potencia máxima; esquema de conexionado.

2.3.11.6. Manipulación y transporte

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a roturas. Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.11.7. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble

entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

2.3.12. Detector de presencia y luz natural

Unidad de control de presencia y luz natural para funciones de mando, y regulación de luminarias. Cumplirán las especificaciones del REBT e Instrucciones técnicas complementarias (ITC).

2.3.12.1. Normas

Cumplirán la normativa siguiente:

Directivas de Baja tensión: EN 61347-1:2015, EN 61347-2-11:2001 y EN 62493:2015

Directivas de Compatibilidad Electromagnética: EN 55015:2013, EN 61547:2009, IEC EN 55022, IEC EN 60669-2-1

2.3.12.2. Funciones

Multisensor y controlador.

El sensor será de alta precisión con un área de detección de movimiento de unos 40 m². El tiempo de retardo de apagado será regulable entre 1 y 30 minutos.

Incorporará una fotocélula integrada para medición del nivel de iluminancia en el plano de trabajo. En caso de que este nivel esté por encima del valor seleccionado, el controlador regulará el flujo de las luminarias asociadas. El apagado total no se realizará inmediatamente, sino cuando se alcance el 220 % del nivel mínimo durante 15 minutos, con el fin de mantener un mínimo confort visual.

Dispondrá de función inhibidora que evita el encendido de las luminarias si el aporte de luz natural es suficiente.

La zona de detección será ajustable mediante pantallas retráctiles alrededor de la lente del sensor de presencia.

El controlador utilizará 2 salidas digitales compatibles con el estándar DALI, para regular independientemente el grupo de luminarias más próximo a la ventana y el grupo más alejado.

El número de balastos DALI controlable por cada multisensor será como mínimo de 15.

Dispondrá de un LED indicador con un código de color indicativo del nivel de regulación aplicado.

Permitirá incorporar un interfaz DALI capaz de conectarse al sistema de gestión centralizada del edificio (BMS). La función de detección de presencia se podrá deshabilitar para funcionar únicamente como regulación en función del aporte de luz natural.

2.3.12.3. Accesorios

Herramientas para puesta en marcha, calibración y configuración de parámetros y diferentes modos de funcionamiento.

Unidad decodificadora de pulsadores conectada a la señal DALI, que permitirá las funciones de encendido, apagado y regulación de los diferentes canales DALI.

2.3.12.4. Ensayos eléctricos

Se efectuarán en fábrica de acuerdo con el protocolo establecido. Básicamente: Conformidad de construcción respecto a normativa. Funcionamiento mecánico y eléctrico. Ensayo dieléctrico. Acabado.

2.3.12.5. Manipulación y transporte

Se verificarán a la recepción las diferentes unidades para detectar posibles daños producidos durante el transporte. La manipulación se realizará de forma que evite exponer los componentes a impactos.

Si las unidades no se instalan de inmediato se conservarán con el embalaje de fábrica y en un lugar adecuado y seco.

2.3.12.6. Montaje y puesta en servicio

Se seguirán obligatoriamente las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el esquema de conexión previsto. En especial las referidas a un buen ensamble entre los distintos elementos, la conexión eléctrica de los conductores activos y de protección y los sistemas de fijación.

2.3.13. Condiciones generales de ejecución de las instalaciones

Deberá ser posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de haber sido colocados y fijados éstos y sus accesorios, debiendo disponer de los registros que se consideren convenientes.

Los conductores se alojarán en los tubos después de ser colocados éstos. La unión de los conductores en los empalmes o derivaciones no se podrá efectuar por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, pudiendo utilizarse bridas de conexión. Estas uniones se realizarán siempre en el interior de las cajas de empalme o derivación.

No se permitirán más de tres conductores en los bornes de conexión.

Las conexiones de los interruptores unipolares se realizarán sobre el conductor de fase. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en la que derive.

Los conductores aislados colocados bajo canales protectores o bajo molduras se deberá instalar de acuerdo con lo establecido en la instrucción ITC-BT-20.

Las tomas de corriente próximas entre sí deben estar conectadas a la misma fase. En caso contrario, entre las tomas alimentadas por fases distintas debe haber una separación de 1,5 m, como mínimo.

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia mínima del aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión continua, suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre los 500 y los 1.000 voltios, y como mínimo 250 voltios, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Todas las bases de toma de usos varios llevarán obligatoriamente un contacto de toma de tierra. Los circuitos eléctricos derivados llevarán una protección contra sobrecorrientes, mediante un interruptor automático o un fusible de cortocircuito, que se deberán instalar siempre sobre el conductor de fase propiamente dicho, incluyendo la desconexión del neutro.

Los apliques del alumbrado situados al exterior se conectarán a tierra siempre que sean metálicos.

Los mecanismos se situarán a las alturas indicadas en las normas de instalaciones eléctricas de baja tensión.

2.4. Instalación de control

2.4.1. Condiciones generales

Se debe considerar estas especificaciones como requisitos y normas mínimas que debe cumplir el contratista de instalaciones de control centralizado en lo referente a fabricación, montaje, instalación, calidad de materiales, capacidad y tipos de equipos y en general de todos los elementos necesarios para la correcta instalación del sistema.

El contratista de BMS es el responsable de la correcta ejecución del presente Proyecto; así mismo, estas especificaciones comprenden solamente los aspectos más resaltantes y detallados más adelante, sin entrar en especificaciones de elementos menores; para lo cual el contratista deberá aplicar las mejores técnicas de instalación en aquellos puntos que no estén especialmente descritos.

Para la ejecución de los trabajos se deberá usar mano de obra calificada, herramientas adecuadas y la dirección técnica de un Ingeniero calificado, respaldado por una empresa especializada en este rubro con experiencia comprobada y demostrable en gerencia e instalaciones de sistemas de control centralizado de estas características y magnitud.

La presente especificación técnica de los materiales y equipos memoria se complementará con la colección de planos, el presupuesto del proyecto, así como memorias de cálculo, informes, catálogos técnicos de los fabricantes de los equipos, materiales y elementos considerados, además de todas las consideraciones y recomendaciones de estos últimos.

Cualquier anotación o indicación hecha en las presentes especificaciones, y que no se encuentre detallada en los planos y viceversa, se tomará como anotada y especificada en ambos.

En caso de diferencia o discrepancia entre los planos y las presentes especificaciones, predominarán las indicaciones de los planos, previa consulta con la D.F.. En los planos, las cotas prevalecerán sobre los dibujos y los planos de detalle sobre los generales. En caso de autorizarse la utilización de equipos alternativos a los recomendados en las presentes especificaciones, se debe tomar en cuenta las especificaciones y recomendaciones, tanto de instalación y manejo del fabricante, quedando esto indicado en el libro de obras y en los manuales de operación.

Con relación a las marcas del equipamiento a suministrar por el instalador, los equipos que se citan de diversas marcas “o similar aprobado”; esta homologación la sancionarán los proyectistas, el propietario o la inspección técnica de la obra, previo a la adjudicación del contrato.

La Construcción de estas instalaciones sólo podrá ser ejecutada por profesionales de la construcción, habilitados para ello por las disposiciones legales y reglamentos vigentes.

El contratista o Instalador deberá acreditar haber tenido la experiencia suficiente en construcción de instalaciones de esta tipología.

Igualmente deberá demostrar que ha mantenido en esas construcciones buenas relaciones, adecuada disposición de coordinación y solución de problemas, con las empresas y personal que realizaron las instalaciones de otros tipos.

En caso de pedirlo el propietario, deberá presentar certificados sobre estos requisitos que se han estipulado.

Es obligación del contratista informar oportunamente al Propietario, o la persona u organización técnica representante de este último, sobre todas aquellas disposiciones reglamentarias que rigen sobre iniciación, construcción y término de estas instalaciones, para que cumpla en todo con ellas.

El contratista será exclusivamente responsable ante el Propietario, o quien lo represente, de cualquier problema que pueda originársele a éste por incumplimiento de estas obligaciones.

Se deberán tener en consideración los siguientes puntos:

- En ningún caso se admitirá la ejecución de una instalación o la puesta en obra de un material o equipo que no venga refrendado por un método de montaje y/o fabricación homologada por una norma UNE o equivalente, aun a pesar de la no obligatoriedad por la normativa local.
- El contratista, elaborará los planos de detalle montaje de la instalación de forma coordinada con la arquitectura y estructura, para su aprobación por parte de la Dirección Facultativa.
- Será obligación del contratista la elaboración de un “Programa de Puntos de Inspección” para su aprobación por parte de la dirección facultativa, así como la implementación de estos, presentando mensualmente partes de inspección firmados detallados conforme al programa aprobado.
- Será obligación del contratista la elaboración del Protocolo de Pruebas de puesta en marcha y funcionamiento para su aprobación por parte de la Dirección Facultativa, así como la implementación de los mismos, presentando un informe final de pruebas firmado y detallado conforme al protocolo aprobado.
- El programa de inspección de cada punto controlado y el protocolo de pruebas será en el 100 % de la instalación, no permitiéndose muestreos de los puntos controlados o probados.
- Será obligación del contratista, previo a la Recepción y como condición necesaria para el inicio de esta con quince días de anticipación la presentación de la siguiente documentación para su estudio y validación:
 - Documentación final en formato PDF indexado, a incluir en el Libro de Mantenimiento; certificados, garantías, etc.

- Programa de operación y mantenimiento preventivo y correctivo.
- Rotulación, en sala técnica, cuadro eléctrico o máquina, en DIN A1 plastificado, esquema y/o principio de instalación correspondiente.
- Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones, deben cumplir las prescripciones que se indican en el proyecto. Cualquier modificación que se realice en la arquitectura o requerimiento por recinto sea evaluado y autorizado por el especialista, previa instalación. De lo contrario se deberá justificar los cambios mediante los métodos de cálculo de reconocido prestigio.
- Todas aquellas modificaciones al proyecto original que se produzcan con posterioridad a la firma del Acta de Replanteo, que sean propuestas por el contratista y/o la D.F., serán debidamente documentadas con sus correspondientes esquemas, planos, hojas de cálculo y detalles. En caso de ejecutarse estas modificaciones u otras, se deberán reflejar en los planos As-Built.
- Será obligación del contratista, la tramitación ante los organismos validadores y certificadores correspondientes, de todo aquello relacionado con la construcción, operación y término de la ejecución de las instalaciones. Incluye eventuales pagos de aprobación e inspección, a los valores que dichos organismos fijen.
- Será obligación del contratista;
 - La inspección y diagnóstico de las instalaciones existentes, previo al inicio de las obras.
 - El replanteo general al iniciar la obra, para verificar lo establecido en el proyecto respecto de dimensiones, niveles, ejes, etc. Si hubiere diferencias, deberá informarlo a la D.F. y a los proyectistas, para que den las instrucciones que eviten cualquier atraso posterior.
 - Obtener todos los antecedentes referentes a conductos y canalizaciones existentes en el sector, y deberá verificar la existencia de interferencias para la ejecución de los trabajos.
 - La colocación de la totalidad de los equipos y sistemas indicados en los planos de proyecto, y en las condiciones establecidas en las especificaciones técnicas de arquitectura.
 - Asegurar la existencia en obra de todos los equipos, materiales y elementos necesarios para construir las instalaciones contempladas en los proyectos. Deberá responsabilizarse de contar con el oportuno suministro de éstos, a fin de no entorpecer, interferir o atrasar otras obras de construcción.
 - Diseñar y ejecutar las bases metálicas para el equipamiento de las instalaciones que lo requiera.

El contratista deberá construir las obras según los planos informativos, respetando diámetros y trazados, además de cumplir con lo establecido en el marco normativo.

En caso de dudas sobre uniones de tuberías/canalizaciones entre sí o que se relacionen con otras instalaciones del edificio, deberá consultarlo con la D.F. y el proyectista, si procediere.

El contratista no podrá efectuar modificaciones a los proyectos o ejecutar obras extraordinarias sin la autorización previa de la D.F. y la conformidad de los proyectistas, si corresponde. Cuando sea necesario se deberá presentar planos justificativos de la modificación que se pretende realizar, los cuales serán confeccionados a su costo.

En cuanto a la calidad de los materiales, artefactos y componentes, el contratista deberá utilizar en estas instalaciones, solamente aquellos elementos especificados en el presente documento u otros equivalentes desde el punto de vista técnico, tal que cumplan con lo establecido en la normativa vigente.

De no ser así, la D.F. podrá obligarlo a rehacer lo ejecutado, sin cargo alguno para el propietario.

En caso de que el contratista deba ocupar elementos no suministrados por él y que éstos no se ajusten a los requisitos de calidad, deberá advertirlo a la D.F. y dejar constancia escrita en el Libro de Obras, para deslindar su responsabilidad futura ante el propietario.

Todas las pruebas de las instalaciones deberán ser recibidas por la D.F..

Previo a la confirmación de orden de compra a fabricantes, el contratista adjudicado someterá a aprobación la selección del equipamiento ofertado, por parte de la Inspección Técnica.

El contratista adjudicado proveerá toda la información técnica del equipamiento incluida la selección computacional del mismo.

Todas las marcas comerciales indicadas en este documento y anexadas en las fichas técnicas se presentan a nivel referencial, pudiendo en cualquier caso ser reemplazadas por equivalentes técnicos.

2.4.2. Modificaciones

Sólo serán admitidas modificaciones a lo indicado en el proyecto por algunas de las siguientes causas:

- a) Mejoras en la calidad, cantidad o montaje de los diferentes componentes de la instalación, siempre y cuando no quede afectado el presupuesto o, en todo caso, sea disminuido, no repercutiendo en ningún caso este cambio como compensación de otros materiales.
- b) Modificaciones en la arquitectura del edificio y consecuentemente variación de su instalación correspondiente. En este caso la variación de

instalaciones será exclusivamente la que defina la Dirección de Obra o en su caso la empresa instaladora con la aprobación de aquélla. Al objeto de matizar este apartado se indica que se entienden modificaciones importantes en la función o conformación de una zona amplia del edificio. Las pequeñas variaciones debidas a los normales movimientos de obra quedan incluidas en el precio de la empresa instaladora.

2.4.3. Calidades

Cualquier elemento, máquina, material y en general cualquier concepto, será el indicado en el proyecto. Si no estuviese definida una calidad, la Dirección podrá elegir la que corresponda en el mercado a niveles de primera calidad.

Si la empresa instaladora propusiese una calidad similar, exclusivamente la Dirección de Obra definirá si es o no similar, por lo que todo aquello que no sea lo específicamente indicado en el presupuesto o proyecto deberá haber sido aprobado por escrito por la Dirección de Obra para su instalación, pudiendo ser eliminado, por tanto, sin ningún perjuicio para la propiedad si no fuese cumplido este requisito.

2.4.4. Regulación legal aplicable

Con total independencia de las prescripciones indicadas en los documentos del proyecto es prioritario para la empresa instaladora el cumplimiento de cualquier reglamentación de obligado cumplimiento que afecte a su instalación, bien sea de índole nacional, autonómico, municipal de compañías o en general de cualquier ente que pueda afectar a la puesta en marcha legal y necesaria para la consecución de las funciones del edificio, siendo por tanto competencia y responsabilidad del instalador la previa revisión del proyecto antes de que realice ningún pedido ni que ejecute ningún montaje y su denuncia a la Dirección y propiedad de cualquier concepto no compatible con la reglamentación exigida. Esta comunicación deberá ser realizada por escrito y entregada en mano a la Dirección de Obra.

Una vez indicados los trabajos o pedidos los materiales relativos a la instalación contratada, cualquier modificación que fuera necesaria para realizar por cumplimiento de normativas, será realizada con cargo total al instalador y sin ningún coste a la propiedad u otros oficios o contratistas, reservándose esta los derechos por reclamación de daños y perjuicios en la forma que se considere afectada.

En ningún caso la empresa instaladora podrá justificar incumplimiento de normativas por identificación de proyecto o por instrucciones directas de la Dirección de Obra.

2.4.5. Controladores

La capa de control de campo, situada aguas debajo de la capa de monitorización y gestión materializada por el BMS, estará constituida por controladores programables con las siguientes características generales:

- El control a nivel de campo se basará en PLC compactos libremente programables con un software de control basado en el estándar internacional IEC-61131-3 permitiendo la encapsulación de información de cada unidad de control en un modelo de Sistema de Control (MSC) que refleje las características y límites del modelo físico a controlar.
- Libremente programable en el sentido de que no se basan en unos algoritmos lógicos que ya están previamente establecidos y que el usuario solo puede “parametrizarlos” sino que se programa íntegra y libremente por el usuario.
- El entorno de desarrollo será gratuito y actualizable libremente.
- No se permitirá el uso de controladores “dedicados”, cualquier controlador debe poder agrupar diferentes especialidades, elementos o sistemas en función de su programación, no de su hardware.
- Los programas fuente se entregarán abiertos, sin contraseña, al final del periodo de garantía.
- Comunicaciones troncales nativas en Bacnet IP revisión 14, como mínimo, con certificación BTL.
- Los PLC usados deberán acreditar la posibilidad de comunicar, de forma nativa, sin necesidad de pasarelas o “gateways” exteriores, todos los equipos tienen que poderse integrar directamente en el bus de control con las tarjetas y librerías adecuadas y estar accesibles con una única herramienta de programación.
- Debe acreditar la posibilidad de comunicarse desde el contexto del bus de la CPU mediante los siguientes protocolos:
 - Modbus TCP
 - Modbus RTU
 - BAcnet MS/TP
 - LON
 - DALI 2 con alimentación del bus sin necesidad de fuentes exteriores
 - KNX
 - Mbus
 - Mpbus
 - DMX
 - EnOcean

- Debe acreditar la posibilidad de comunicar con la nube mediante MQTT o OPC UA directamente desde cada CPU, sin necesidad de pasarelas, concentradores o elementos concentradores exteriores.
- Debe acreditar la posibilidad de contar con redundancia de las CPU para el control de sistemas críticos, asimismo, posibilidad de redundancia de alimentación en estas arquitecturas de control críticas.
- El entorno de desarrollo debe permitir ejecutar en los PLC en hard runtime análisis y simulaciones desarrolladas en C++, Matlab y Simulink para permitir algoritmos complejos de control. Estas CPU podrán ejecutar modelos predictivos basados en inteligencia artificial tanto para objetivos de eficiencia energética como comportamientos del edificio por autoaprendizaje.
- Los PLC deberán ser capaces de permitir intercambio de datos con bases de datos SQL como Microsoft SQL, MySQL o Oracle.
- A nivel de campo, las señales discretas normalizadas se establecen como:
 - 4..20mA para señales analógicas tanto de entrada como de salida no aceptándose 0..10VDC.
 - 24VDC para señales digitales tanto de entrada como de salida no aceptándose señales a 220VAC.
- Con la finalidad de que los controladores de los diferentes equipos presenten una uniformidad con vistas al mantenimiento, las UTAS irán provistas de un control no propietario acorde con los equipos y especificaciones que se definen para el resto de controles, no aceptándose controladores propietarios.

2.4.6. Cableado

Para el cableado de buses de datos y señales de campo se empleará un cable de exterior, apantallado y diseñado específicamente para su función, no aceptándose cables de fuerza para el cableado de señales o la utilización de cables universales para el cableado de buses de datos.

2.4.7. Instrumentación

La instrumentación de campo deberá ajustarse a los buses preferentes y a las señales discretas preferentes, debiéndose limitar su uso y justificar de forma pormenorizada la utilización de otros diferentes.

Para uniformizar los rangos de medida, los convertidores 4...20mA serán de entre los siguientes rangos:

- 50 °C..50 °C
- 0 °C...100 °C

– 0 °C..200 °C

Con el objeto de obtener medidas de temperatura en líquidos precisas se define el sensor de temperatura basado en una Pt1000 UNE-EN IEC 60751:2022 con una clase de tolerancia F 0.3 (B) para medidas de temperatura entre -65 °C a +260 °C en una vaina de acero inoxidable AISI 314 de 6mm de diámetro con cabeza tipo DIN A o DIN B y una longitud tal que minimice la porción expuesta al aire. El montaje se realizará sin termopozo en un montaje inclinado u, óptimamente, horizontal, desaconsejando el montaje vertical.

Para la medida de temperatura en conductos de aire se define como idóneo un sensor de temperatura con vaina abierta y dotada de un filtro de metal sinterizado, no aceptándose elementos sensores al descubierto ni con vaina cerrada.

En la medida de lo posible, en puntos donde se realicen más de una medida, se utilizarán sensores combinados.

Los contadores de energía eléctrica o térmica con salida pulso no son admisibles y deberán disponer con protocolo de comunicaciones Modbus RTU o MBus.

En la propuesta de fabricación e instalación del control se valorará positivamente una misma tensión de alimentación para todos los equipos de campo con el objeto de minimizar el cableado.

2.4.8. Subcontratos

Teniendo en cuenta el tipo de instalación, ésta deberá ejecutarse por especialistas de acreditada cualificación. La Dirección Técnica se reserva el derecho de rechazar aquellos subcontratistas, parciales o globales, que, a su juicio, no reúnan la cualificación necesaria.

2.5. Obra civil

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

DESCRIPCIÓN

Se definen las características técnicas de la unidad de obra, indicando la tipología de los materiales y los sistemas constructivos.

Criterios de medición y valoración de unidades

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiendo que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo con los criterios que marca la propia normativa.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de la Ejecución de la Obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del Director de la Ejecución de la Obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

Del soporte

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

Ambientales

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

Del contratista

En algunos casos, será necesaria la presentación al Director de la Ejecución de la Obra de una serie de documentos por parte del contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

Proceso de Ejecución.

Ejecución

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

Tolerancias admisibles

Se determinan, si existieran, las tolerancias admisibles al proceso de ejecución de acuerdo a la normativa de aplicación o a condiciones específicas de la unidad de obra.

Condiciones de terminación

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

Condiciones de ejecución, ensayos y pruebas.

Control de la ejecución

Se establece la tipología de controles a realizar sobre la ejecución de las unidades, así como su periodicidad.

Ensayos y pruebas

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Conservación y mantenimiento

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

TRABAJOS PREVIOS

DESMONTAJES Y LEVANTADOS

Descripción

Operaciones destinadas al desmontaje o levantados parcial de un edificio o de un elemento constructivo, incluyendo o no (según definición de la unidad) la carga, el transporte y descarga de los materiales no utilizables que se producen en los derribos.

Criterios de medición y valoración de unidades

Los desmontajes se medirán por unidad de elemento desmontado.

Los levantados de pavimentos, placados y falsos techos por M2 de superficie medida en planos y en proyección horizontal.

La carga y el transporte a vertedero estarán incluida siempre que no se mida en unidad aparate.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

No procede.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

- Condiciones previas

Se realizará un reconocimiento previo del estado de las instalaciones, estructura, estado de conservación, estado de las edificaciones colindantes o medianeras. Además, se comprobará el estado de resistencia de las diferentes partes del edificio. Se desconectarán las diferentes instalaciones del edificio, tales como agua, electricidad y teléfono, neutralizándose sus acometidas. Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para evitar la formación de polvo, durante los trabajos. Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas, etc. Se desinsectará o desinfectará si es un edificio abandonado. Se comprobará que no exista almacenamiento de materiales combustibles, explosivos o peligrosos. En edificios con estructura de madera o con abundancia de material combustible se dispondrá, como mínimo, de un extintor manual contra incendios.

- Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No procede. Se atenderá a lo descrito en el plan de gestión de residuos del proyecto.

Proceso de ejecución

- Ejecución

En la ejecución se incluyen dos operaciones, derribo y retirada de los materiales de derribo.

La demolición podrá realizarse según los siguientes procedimientos:

Demolición elemento a elemento, cuando los trabajos se efectúen siguiendo un orden que en general corresponde al orden inverso seguido para la construcción.

Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas o elementos que no se demuelan, y se designarán y marcarán los elementos que hayan de conservarse intactos. Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra a derribar.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que incidan sobre ellos. En elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones. El corte o desmontaje de un elemento no manejable por una sola persona se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión. En la demolición de elementos de madera se arrancarán o doblarán las puntas y clavos. No se acumularán escombros ni se apoyarán elementos contra vallas, muros y soportes, propios o medianeros, mientras éstos deban permanecer en pie. Tampoco se depositarán escombros sobre andamios. Se procurará en todo momento evitar la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados del edificio.

El abatimiento de un elemento constructivo se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento, de sus puntos de apoyo, mediante mecanismo que trabaje por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento.

Los compresores, martillos neumáticos o similares, se utilizarán previa autorización de la dirección facultativa. Las grúas no se utilizarán para realizar esfuerzos horizontales u oblicuos. Las cargas se comenzarán a elevar lentamente con el fin de observar si se producen anomalías, en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial. No se descenderán las cargas bajo el solo control del freno.

Se evitará la formación de polvo regando ligeramente los elementos y/o escombros. Al finalizar la jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable, que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectados por aquella.

La evacuación de escombros, se podrá realizar de las siguientes formas:

Apertura de huecos en forjados, coincidentes en vertical con el ancho de un entrevigado y longitud de 1 m a 1,50 m, distribuidos de tal forma que permitan la rápida evacuación de los mismos. Este sistema sólo podrá emplearse en edificios o restos de edificios con un máximo de dos plantas y cuando los escombros sean de tamaño manejable por una persona.

Mediante grúa, cuando se disponga de un espacio para su instalación y zona para descarga del escombros.

Mediante canales. El último tramo del canal se inclinará de modo que se reduzca la velocidad de salida del material y de forma que el extremo quede como máximo a 2 m por encima del suelo o de la plataforma del camión que realice el transporte. El canal no irá situado exteriormente en fachadas que den a la vía pública, salvo su tramo inclinado inferior, y su sección útil no será superior a 50 x 50 cm. Su embocadura superior estará protegida contra caídas accidentales.

Lanzando libremente el escombros desde una altura máxima de dos plantas sobre el terreno, si se dispone de un espacio libre de lados no menores de 6 x 6 m.

Por desescombrado mecanizado. La máquina se aproximará a la medianería como máximo la distancia que señale la documentación técnica, sin sobrepasar en ningún caso la distancia de 1 m y trabajando en dirección no perpendicular a la medianería.

En todo caso, el espacio donde cae escombros estará acotado y vigilado. No se permitirán hogueras dentro del edificio, y las hogueras exteriores estarán protegidas del viento y vigiladas. En ningún caso se utilizará el fuego con propagación de llama como medio de demolición.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Tolerancias admisibles

Las derivadas de los nuevos elementos constructivos y o terminaciones que vayan a recibir los soportes de los elementos demolidos.

Condiciones de terminación

Los elementos constructivos en los que se integran los elementos demolidos, quedarán preparados para recibir las nuevas unidades de obra o terminaciones, para ello un vez retirados los escombros generados, se procederá al ajuste de las dimensiones necesarias para recibir los nuevos elementos y a la limpieza de los soportes.

En el caso de las instalaciones, se realizarán las labores de condena de los suministros hasta la puesta en servicio de las nuevas instalaciones, en el caso de que la acometida sea utilizada. Esta condena será definitiva en el caso de acometidas que no sean utilizadas.

Condiciones de ejecución, ensayos y pruebas.

– Control de ejecución

Mientras duren los trabajos de demolición se seguirá un exhaustivo control, específico para cada una de las actividades a desarrollar. Con la frecuencia que se señale para cada elemento constructivo a demoler, la Dirección Facultativa anotará en el índice de control y vigilancia preparado al efecto el cumplimiento o incumplimiento de todas y cada una de las medidas y especificaciones señaladas en el presente Pliego en los aspectos relativos a:

- Ejecución de medidas previas a la demolición.
- Medidas de protección colectiva.
- Medidas de protección personal.
- Organización y forma de ejecutar los trabajos
- Otros medios de seguridad a vigilar

Cuando se detecte alguna anomalía o incumplimiento de tales prescripciones, la Dirección Facultativa dejará constancia expresa de las mismas y trazará, a continuación, las pautas de corrección necesarias.

Se llevará a cabo un control por cada una de las plataformas o andamiadas instaladas y, al menos, cada vez que el andamio cambia de lugar o posición; Por cada medio de evacuación instalado, con la periodicidad que se señale en el plan de demolición; A modo general, un control por cada 200 m². de planta y, al menos, uno por planta. Se prestará especial atención sobre los siguientes puntos críticos:

- Protección de la vía pública en tramos de fachada.
- Acumulación de escombros sobre forjados.
- Apoyo de cerchas, bóvedas, forjados, ...
- Arriostramiento de cerchas durante el derribo.
- Deformaciones y oscilaciones durante la suspensión de elementos.
- Apeo de correas y cerchas antes de cortarlas.
- Empujes laterales en arcos; atirantado de arcos.
- Muros multicapa y chapados que pueden ocultar defectos de estos.
- Protección de huecos o paños enteros que den al vacío.
- Se retirará la carpintería recuperable a medida que se separa de los muros o tabiques donde se halla recibida.

- Resistencia de las zonas destinadas a soportar el impacto de paños de tabiquería, caso de llevarse a cabo demoliciones por vuelco.
- Debilitamiento del soporte del que se retira el revestimiento.
- Debilitamiento de forjados por quedar afectada su capa de compresión tras retirar los pavimentos.
- Anclaje de cables en la demolición por tracción y sin efectuar tirones bruscos.
- Flechas, giros y desplazamientos en estructuras hiperestáticas.
- Sistemas de corte y suspensión.
- Protección de huecos de forjado o paños de muro demolidos que den al vacío.
- Piezas metálicas deformadas, cuyo desmontaje o seccionamiento puede provocar accidentes.
- Caída brusca de escombros procedentes del corte sobre los andamios y plataformas de trabajo.
- Debilitamiento del elemento sobre el que se realiza la roza o hueco.
- Pausas prolongadas en la demolición.

Ensayos y pruebas

No se prevé la realización de ensayos o pruebas.

Conservación y mantenimiento

No se prevé ninguna tarea de conservación y mantenimiento pues son demoliciones necesarias para la rehabilitación del edificio, no para permanecer en el tiempo.

DEMOLICIÓN DE TABIQUERÍA Y DIVISIONES

Descripción

Operaciones y trabajos destinados a la supresión progresiva, total o parcial, de un edificio o de un elemento constructivo concreto, aprovechando parte de los materiales que lo integran para ser nuevamente empleados. En función del procedimiento empleado en cada caso se establecen las siguientes denominaciones:

- Demolición elemento a elemento, planeando la misma en orden generalmente inverso al que se siguió durante la construcción.
- Demolición por colapso, llevado a cabo, tras el pertinente estudio especial, bien por empuje de máquina, por impacto de bola de gran masa, métodos

ambos no autorizados contra estructuras metálicas ni de hormigón armado, o mediante el uso de explosivos.

- Demolición combinada, cuando se utilicen los dos procedimientos anteriores, debiendo figurar claramente especificado el plano divisorio entre uno y otro, así como el orden de los mismos.

Criterios de medición y valoración de unidades

DEMOLICIÓN DE TABIQUERÍA Y DIVISIONES

Se mide por M2 de muro realmente demolido, deduciendo los huecos mayores de un M2, No incluye carga ni transporte de escombros a vertedero.

G1400N007 APERTURA DE HUECOS EN MURO DE CARGA Y FACHADAS

Se mide por M3 de muro realmente demolido, se incluye en el precio la realización de un precorte con radial previo a la demolición. No incluye carga ni transporte de escombros a vertedero.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

No procede

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

- Condiciones previas

Se realizará un reconocimiento previo del estado de las instalaciones, estructura, estado de conservación, estado de las edificaciones colindantes o medianeras. Además, se comprobará el estado de resistencia de las diferentes partes del edificio. Se desconectarán las diferentes instalaciones del edificio, tales como agua, electricidad y teléfono, neutralizándose sus acometidas. Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para evitar la formación de polvo, durante los trabajos. Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas, etc. Se desinsectará o desinfectará si es un edificio abandonado. Se comprobará que no exista almacenamiento de materiales combustibles, explosivos o peligrosos. En edificios con estructura de madera o con abundancia de material combustible se dispondrá, como mínimo, de un extintor manual contra incendios.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No procede. Se atenderá a lo descrito en el plan de gestión de residuos del proyecto.

Proceso de ejecución

– Ejecución

El orden, forma de ejecución y los medios a emplear se ajustarán a las prescripciones establecidas en el Proyecto y a las órdenes de la Dirección Técnica. En su defecto, se tendrán en cuenta las siguientes premisas:

- La demolición de los tabiques de cada planta se llevará a cabo antes de derribar el forjado superior para evitar que, con la retirada de este, aquéllos puedan desplomarse; también para que la demolición del forjado no se vea afectada por la presencia de anclajes o apoyos indeseados sobre dichos tabiques.
- Cuando el forjado se encuentre cedido no se retirarán las tabiquerías sin haber apuntalado previamente aquél.
- El sentido del derribo de la tabiquería será de arriba hacia abajo. A medida que avance la demolición de los tabiques se irán levantando los cercos de la carpintería interior. En los tabiques que cuenten con revestimientos de tipo cerámico (chapados, alicatados, etc.) se podrá llevar a cabo la demolición de todo el elemento en conjunto.
- En las circunstancias que indique la Dirección Técnica se trocearán los paramentos mediante cortes verticales y el vuelco se efectuará por empuje, cuidando que el punto de empuje esté por encima del centro de gravedad del paño a tumbar, para evitar su caída hacia el lado contrario.
- No se dejarán tabiques sin arriostrar en zonas expuestas a la acción de fuertes vientos cuando superen una altura superior a 20 veces su espesor.

Tolerancias admisibles

Las derivadas de los nuevos elementos constructivos y o terminaciones que vayan a recibir los soportes de los elementos demolidos.

Condiciones de terminación

Los elementos constructivos en los que se integran los elementos demolidos, quedarán preparados para recibir las nuevas unidades de obra o terminaciones, para ello un vez retirados los escombros generados, se procederá al ajuste de las dimensiones necesarias para recibir los nuevos elementos y a la limpieza de los soportes.

En el caso de las instalaciones, se realizarán las labores de condena de los suministros hasta la puesta en servicio de las nuevas instalaciones, en el caso de

que la acometida sea utilizada. Esta condena será definitiva en el caso de acometidas que no sean utilizadas.

Condiciones de ejecución, ensayos y pruebas.

– Control de ejecución

Mientras duren los trabajos de demolición se seguirá un exhaustivo control, específico para cada una de las actividades a desarrollar. Con la frecuencia que se señale para cada elemento constructivo a demoler, la Dirección Facultativa anotará en el índice de control y vigilancia preparado al efecto el cumplimiento o incumplimiento de todas y cada una de las medidas y especificaciones señaladas en el presente Pliego en los aspectos relativos a:

- Ejecución de medidas previas a la demolición.
- Medidas de protección colectiva.
- Medidas de protección personal.
- Organización y forma de ejecutar los trabajos
- Otros medios de seguridad a vigilar

Cuando se detecte alguna anomalía o incumplimiento de tales prescripciones, la Dirección Facultativa dejará constancia expresa de las mismas y trazará, a continuación, las pautas de corrección necesarias.

Se llevará a cabo un control por cada una de las plataformas o andamiadas instaladas y, al menos, cada vez que el andamio cambia de lugar o posición; Por cada medio de evacuación instalado, con la periodicidad que se señale en el plan de demolición; A modo general, un control por cada 200 m². de planta y, al menos, uno por planta. Se prestará especial atención sobre los siguientes puntos críticos:

- Protección de la vía pública en tramos de fachada.
- Acumulación de escombros sobre forjados.
- Apoyo de cerchas, bóvedas, forjados, ...
- Arriostramiento de cerchas durante el derribo.
- Deformaciones y oscilaciones durante la suspensión de elementos.
- Apeo de correas y cerchas antes de cortarlas.
- Empujes laterales en arcos; atirantado de arcos.
- Muros multicapa y chapados que pueden ocultar defectos de los mismos.
- Protección de huecos o paños enteros que den al vacío.

- Se retirará la carpintería recuperable a medida que se separa de los muros o tabiques donde se halla recibida.
- Resistencia de la zonas destinadas a soportar el impacto de paños de tabiquería, caso de llevarse a cabo demoliciones por vuelco.
- Debilitamiento del soporte del que se retira el revestimiento.
- Debilitamiento de forjados por quedar afectada su capa de compresión tras retirar los pavimentos.
- Anclaje de cables en la demolición por tracción y sin efectuar tirones bruscos.
- Flechas, giros y desplazamientos en estructuras hiperestáticas.
- Sistemas de corte y suspensión.
- Protección de huecos de forjado o paños de muro demolidos que den al vacío.
- Piezas metálicas deformadas, cuyo desmontaje o seccionamiento puede provocar accidentes.
- Caída brusca de escombros procedentes del corte sobre los andamios y plataformas de trabajo.
- Debilitamiento del elemento sobre el que se realiza la roza o hueco.
- Pausas prolongadas en la demolición.

Ensayos y pruebas

No procede la realización de ensayos o pruebas.

Conservación y mantenimiento

DESCRIPCIÓN

Demolición de las fachadas, particiones y carpinterías de un edificio.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cuadrado de demolición de:
 - Tabique.
 - Muro de bloque.
- Metro cúbico de demolición de:
 - Fábrica de ladrillo macizo.
 - Muro de mampostería.
- Metro cuadrado de apertura de huecos, con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero.

Unidad de levantado de carpintería, incluyendo marcos, hojas y accesorios, con retirada de escombros y carga, sin transporte a vertedero, con o sin aprovechamiento de material y retirada del mismo, sin transporte a almacén.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

- Condiciones previas

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

Antes de abrir huecos, se comprobará los problemas de estabilidad en que pueda incurrirse por la apertura de los mismos. Si la apertura del hueco se va a realizar en un muro de ladrillo macizo, primero se descargará el mismo, apeando los elementos que apoyan en el muro y a continuación se adintelará el hueco antes de proceder a la demolición total.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- Ejecución

Se tendrán en cuenta las prescripciones de la subsección 1.1. Derribos.

Al finalizar la jornada de trabajo, no quedarán muros que puedan ser inestables. El orden de demolición se efectuará, en general, de arriba hacia abajo de tal forma que la demolición se realice prácticamente al mismo nivel, sin que haya personas situadas en la misma vertical ni en la proximidad de elementos que se abatan o vuelquen.

- Levantado de carpintería y cerrajería:

Los elementos de carpintería se desmontarán antes de realizar la demolición de las fábricas, con la finalidad de aprovecharlos, si así está estipulado en el proyecto. Se desmontarán aquellas partes de la carpintería que no están recibidas en las fábricas. Generalmente por procedimientos no mecánicos, se separarán las partes de la carpintería que estén empotradas en las fábricas. Se retirará la carpintería conforme se recupere. Es conveniente no desmontar los cercos de los huecos, ya que de por sí constituyen un elemento sustentante del dintel y, a no ser que se encuentren muy deteriorados, evitan la necesidad de tener que tomar precauciones que nos obliguen a apearlos. Los cercos se desmontarán, en general, cuando se vaya a demoler el elemento estructural en el que estén situados. Cuando se retiren carpinterías y cerrajerías en plantas inferiores a la que se está demoliendo, no se afectará la estabilidad del elemento estructural en el que estén situadas y se dispondrán protecciones provisionales en los huecos que den al vacío.

- Demolición de tabiques:

Se demolerán, en general, los tabiques antes de derribar el forjado superior que apoye en ellos. Cuando el forjado haya cedido, no se quitarán los

tabiques sin apuntalar previamente aquél. Los tabiques de ladrillo se derribarán de arriba hacia abajo. La tabiquería interior se ha de derribar a nivel de cada planta, cortando con rozas verticales y efectuando el vuelco por empuje, que se hará por encima del punto de gravedad.

– Apertura de huecos:

Se evacuarán los escombros producidos y se terminará del hueco. Si la apertura del hueco se va a realizar en un forjado, se apeará previamente, pasando a continuación a la demolición de la zona prevista, arriostrando aquellos elementos.

2.5.1. Estructura metálica para bancadas y plataformas de trabajo

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará. No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura para bancadas de equipos y plataforma de trabajo, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- Código Estructural.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- UNE-EN ISO 14122-2. Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanentes a máquinas. Parte 2: Plataformas de trabajo y pasarelas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Ambientales

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0 °C.

Del contratista

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

Fases de ejecución

Replanteo de la bancada. Colocación y fijación provisional de los perfiles. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.

Condiciones de terminación

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

2.5.2. Obras de fábrica

DESCRIPCIÓN.

No se admitirán paños que carezcan de arriostramientos en dos lados opuestos a una distancia superior de 4,50 m. Estos arriostramientos pueden estar constituidos, en el sentido vertical, por otros muros o pilares y en el sentido horizontal por los forjados o vigas.

Las rozas se ejecutarán, si son horizontales, preferentemente en las tres hiladas superiores, de no ser así, su longitud máxima será de un metro. Las rozas verticales, se distanciarán de los cercos como mínimo 20 cm. Cuando se precise ejecutar dos rozas paralelas en el mismo tabicón o fábrica se ejecutarán una en cada cara y distanciadas al menos 50 cm. Su profundidad será como máximo 4 cm. y nunca mayor que un canuto y su ancho el doble de la profundidad.

Se humedecerán los ladrillos, antes de usarse, sin llegar a empaparlos. Se procederá, mediante una hilada, a replantear el tabicón o fábrica, colocándose miras arriostradas y aplomadas distanciadas cuatro metros como máximo, colocándose los precercos o cercos arriostrados en su situación definitiva. En el replanteo de hiladas se ajustará de tal forma, que una junta horizontal coincida con el cabecero del cerco. Entre la hilada de coronación y el forjado superior (techo) se dejará una junta de unos dos centímetros que se retacará con mortero de cemento transcurridas al menos 24 horas de la ejecución del tabicón. Los vanos cuya

anchura sea superior a un metro se ejecutarán coronándolos con Proyecto de Construcción de Adecuación de ordenación del tráfico en la Estación de Transferencia de Residuos Sólidos Urbanos de Las Rozas de Madrid Doc. 3: Pliego de Prescripciones Técnicas 42 arcos de descarga o cargaderos. Se unirán los tabicones o fábricas con un enjarje cada tres hiladas en todo su espesor. No se harán solidarios con elementos estructurales verticales. La fábrica a tabicón dará plano y aplomado y no presentará ladrillos rotos.

El mortero será de cemento I-35 y arena de río, en la proporción 1:6.

Las juntas serán de 1 cm. de espesor máximo.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m². En los huecos que no se deduzcan, están incluidos los trabajos de realizar la superficie interior del hueco.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra.

Serán de aplicación las Normas Tecnológicas NTE-FFL y NTE-PTL y el Pliego General de Condiciones para la Recepción de los Ladrillos Cerámicos RL-88, así como la NBE-FL90 en todo lo que no se oponga al presente Pliego. 2.25.1.

Arena

Cumplirá las prescripciones de la norma NBE-FL90, en todas las fábricas de la obra.

Cemento

Responderán a las prescripciones de la norma RC-88. Se utilizarán Cementos Portland I-35.

Agua

Cumplirá las prescripciones de la norma NBE-FL90.

Ladrillos

De acuerdo con UNE 67.019-86/2R, se define como ladrillo cerámico el obtenido por moldeo, secado y cocción a temperatura elevada de una pasta arcillosa.

Serán de aplicación las especificaciones del Pliego General de Condiciones para la Recepción General de Ladrillos Cerámicos RL-88, en todo lo que no se oponga al presente Pliego.

Los ladrillos perforados serán de color uniforme y de dimensiones 24x11,5x5 cm. El espesor de la cara vista será mayor de 20 mm. La resistencia a compresión será superior a 125 kg/cm², según UNE 67.026-84. Serán "no heladizos" según UNE 67.028-84, "no eflorescidos" según UNE 67.029-85. La sección deberá ser inferior a

0,40 gr/cm² por minuto según UNE 67.031-85. La absorción según UNE 7061 será menor del 15 %. Las tolerancias en cuanto a dimensiones y defectos serán las expresadas en RL-88. Los ladrillos huecos sencillos serán de 24x11,5x4 cm., los huecos dobles de 24 x 11,5 x 9 cm y los huecos triples de 33x16x11.5cm. La resistencia a compresión de ambos tipos será superior a 50 kg/cm². Las tolerancias en cuanto a dimensiones y defectos serán las expresadas en RL-88.

Mortero

Se empleará un mortero de cemento I-35 y arena de río, en la proporción 1:6.

Ejecución

La ejecución de las fábricas de ladrillo no podrá comenzarse sin que las características de los materiales hayan sido comprobadas mediante los oportunos ensayos.

Normativa de aplicación

- CTE. DB-HE Ahorro de energía.
- CTE. DB-HS Salubridad.
- CTE. DB-SE-F Seguridad estructural: Fábrica.
- NTE-FFL. Fachadas: Fábrica de ladrillos
- NTE-PTL.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Proceso de Ejecución.

Tolerancias admisibles

- Planeidad:
 - Replanteo de ejes:
 - Pared vista: ± 5 mm/2 m
 - Pared para revestir: ± 10 mm/2 m
 - Horizontalidad de las hiladas:
 - Parciales: ± 10 mm
 - Extremos: ± 20 mm
 - Planeidad:
 - Pared vista: ± 5 mm/2 m; ± 15 mm/total
 - Pared para revestir: ± 10 mm/2 m; ± 15 mm/total
 - Altura: ± 15 mm/3 m, ± 25 mm/total
 - Pared vista: ± 5 mm/2 m
 - Pared para revestir: ± 10 mm/2 m

- Aplomado: $\pm 10 \text{ mm}/3 \text{ m}$, $\pm 30 \text{ mm}/\text{total}$
- Horizontalidad de las hiladas:
- Espesor de las juntas: $\pm 2 \text{ mm}$
 - Pared vista: $\pm 5 \text{ mm}/2 \text{ m}$; $\pm 15 \text{ mm}/\text{total}$
 - Pared para revestir: $\pm 10 \text{ mm}/2 \text{ m}$; $\pm 15 \text{ mm}/\text{total}$
- Altura: $\pm 15 \text{ mm}/3 \text{ m}$, $\pm 25 \text{ mm}/\text{total}$
- Distancia entre la última hilada y el techo: $\pm 5 \text{ mm}$

Condiciones de terminación

Las paredes dejadas vistas tendrán una coloración uniforme, si la DF no fija otra condición.

En las paredes que deban quedar vistas, las juntas horizontales estarán matadas por la parte superior, si la DF no fija otras condiciones.

Será estable, plana y aplomada.

Las piezas estarán colocadas a rompejunta y las hiladas serán horizontales.

Los ladrillos se solaparán, como mínimo, 1/4 de la soga menos una junta.

Las aberturas tendrán un dintel resistente.

Las paredes dejadas vistas tendrán una coloración uniforme, si la DF no fija otra condición.

En las paredes que deban quedar vistas, las juntas horizontales estarán matadas por la parte superior, si la DF no fija otras condiciones.

Las juntas estarán llenas y sin rebabas.

Los ladrillos se solaparán, como mínimo, 1/4 de la soga menos una junta.

No habrá agujeros de las piezas abiertos al exterior.

En los encuentros con un forjado o con cualquier otro elemento estructural superior, habrá un espacio de 2 cm entre la última hilada y aquel elemento, que se llenará con un material de elasticidad compatible con la deformación prevista del forjado, una vez la estructura haya adoptado las deformaciones previstas, y nunca antes de 24 h de haberse ejecutado la pared.

Las aberturas tendrán un dintel resistente.

Estará trabada, excepto la pared pasante, en los encuentros con otras paredes. Siempre que la modulación lo permita, este encuentro será por hiladas alternativas.

Las juntas estarán llenas y sin rebabas.

No habrá agujeros de las piezas abiertos al exterior.

Si existen rozas se harán con máquina.

En los encuentros con un forjado o con cualquier otro elemento estructural superior, habrá un espacio de 2 cm entre la última hilada y aquel elemento, que se llenará con un material de elasticidad compatible con la deformación prevista del forjado, una vez la estructura haya adoptado las deformaciones previstas, y nunca antes de 24 h de haberse ejecutado la pared.

Espesor de las juntas:

Estará trabada, excepto la pared pasante, en los encuentros con otras paredes. Siempre que la modulación lo permita, este encuentro será por hiladas alternativas.

Pared vista: 1 cm

Pared para revestir: 1 cm

Si existen rozas se harán con máquina.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá la obra recién ejecutada frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas. Se evitará el vertido sobre la fábrica de productos que puedan ocasionar falta de adherencia con el posterior revestimiento. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

2.5.3. Enfoscados

DESCRIPCIÓN

Se utilizarán cementos I-35 y arenas de río que cumplan las condiciones exigidas en la norma tecnológica NTE-RPE/1.974. En el caso del agua, cumplirá las condiciones indicadas en la EH-91.

Ejecución Se repasarán los defectos del soporte con mortero de la misma dosificación del utilizado para el enfoscado y no se comenzará el trabajo hasta que los repasos hayan fraguado totalmente.

Se confeccionará el mortero a mano o máquina, hasta que se haya obtenido una mezcla homogénea. No se confeccionará cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 EC o pueda llegar a serlo en las siguientes 24 horas.

No se añadirá agua al mortero una vez amasado, ni se utilizará cemento que presente síntomas de comienzo de fraguado.

Se humedecerá el soporte, una vez limpio, antes de comenzar la colocación del enfoscado.

Se suspenderá la ejecución del enfoscado durante las heladas, se protegerá de éstas y se comprobará la parte afectada al reanudar los trabajos.

Así mismo, se protegerán los paramentos enfoscados de la lluvia, así como del tiempo seco y excesivamente caluroso.

El enfoscado se mantendrá húmedo al menos 48 horas después de su ejecución.

El espesor de los enfoscados no será superior a 15 mm. Las maestras se colocarán a 0,90 m. de distancia, en el caso de enfoscados maestreados.

En los pasos del enfoscado por delante de encuentros de soportes con fábricas, esquinas, etc., se dispondrán telas metálicas galvanizadas.

Serán de aplicación los controles de ejecución y los criterios de aceptación y rechazo de la NTE-RPE.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Se medirá y abonará la superficie de los paramentos terminados enfoscados. En los precios de las unidades de enfoscado se incluyen remates, pérdidas de material, etc.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Normativa de aplicación

CTE. DB-HS Salubridad.

NTE-RPE. Revestimientos de paramentos: Enfoscados.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Se comprobará que la superficie soporte es dura, está limpia y libre de desperfectos, tiene la porosidad y planeidad adecuadas, es rugosa y estable, y está seca. Se comprobará que están recibidos los elementos fijos, tales como marcos y premarcos de puertas y ventanas, y está concluida la cubierta del edificio.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá el revestimiento recién ejecutado.

2.5.4. Aislamientos

DESCRIPCIÓN.

Panel de lana mineral de ≥ 80 mm de espesor para instalar en entramados autoportantes. Panel acústico de lana mineral natural (LMN), semirrígido de ≥ 80 mm de espesor, según UNE-EN 13162 (Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW).), resistencia térmica $\geq 1,85$ (m^2K)/W, conductividad térmica $\leq 0,037$ W/(mK), para colocar en la cara interior de los muros de fachada así como en la envoltura de pilares y losas de forjado para la rotura de puentes térmicos.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Normativa de aplicación

CTE. DB-HS Salubridad.

NTE-RPE. Revestimientos de paramentos: Enfoscados.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Se comprobará que la superficie soporte está terminada con el grado de humedad adecuado y de acuerdo con las exigencias de la técnica a emplear para su colocación.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá el aislamiento frente a la humedad y a la disgregación hasta que se finalice el trasdosado.

2.5.5. Alicatados

DESCRIPCIÓN.

Revestimientos realizados con baldosa de cerámica, aplicados a paramentos verticales, interiores o exteriores y en fajas exteriores, horizontales o verticales.

Se han considerado los siguientes revestimientos:

Embaldosado con baldosa de gres prensado o extruido

Se han considerado los siguientes morteros:

Mortero adhesivo

Mortero Portland 1:4, sólo para paramentos de altura inferior o igual a 3 m

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Limpieza y preparación de la superficie de soporte.

Replanteo del despiece en el paramento.

Colocación de las piezas fijadas con mortero sobre el soporte

Rejuntado de las juntas.

Limpieza del paramento.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Tolerancias de ejecución:

- Planeidad:
 - Baldosa esmaltada, vidriada, azulejo, rasilla de elaboración mecánica o fina, refractaria o gres: $\pm 2 \text{ mm/2 m}$
 - Rasilla común de elaboración manual: $\pm 4 \text{ mm/2 m}$

- Anchura juntas:
 - Baldosa esmaltada, vidriada, azulejo, rasilla de elaboración mecánica o fina:
 - Paramento interior $\pm 0,5$ mm
 - Paramento exterior ± 1 mm
 - Rasilla común de elaboración manual: ± 2 mm
 - Baldosa refractaria o gres: ± 1 mm
- Paralelismo entre los ejes de las juntas: ± 1 mm/m
- Horizontalidad de las juntas (medida sobre los ejes de las juntas): ± 2 mm/2 m
- Verticalidad de las juntas (medida sobre los ejes de las juntas): ± 2 mm/2 m

Normativa de aplicación

NTE-RPA. Revestimientos de paramentos: Alicatados.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

El revestimiento acabado no presentará piezas agrietadas, desportilladas ni manchadas.

Las piezas quedarán bien adheridas al soporte y formarán una superficie con la planeidad y el aplomado previstos.

El color y la textura, en revestimientos realizados con piezas regulares, será uniforme en toda la superficie.

El despiece cumplirá las especificaciones subjetivas requeridas por la DF.

En el revestimiento exterior se dispondrán juntas de dilatación. La distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

Se adaptará a los movimientos del soporte de forma que no queden alteradas sus prestaciones.

Se respetarán las juntas estructurales.

Las juntas del revestimiento estarán rejuntadas con lechada de cemento gris o blanco y, eventualmente, colorantes, si la DF no determina otras condiciones.

Si el revestimiento está hecho en el exterior quedará protegido de la penetración del agua entre las piezas y el paramento.

Entre el revestimiento y cualquier saliente del paramento se dejará una junta sellada con silicona.

Superficie de revestimiento entre juntas de dilatación: ≤ 20 m²

Distancia entre juntas de dilatación:

Paramento interior: ≤ 8 m

Paramento exterior: ≤ 3 m

Anchura de las juntas de dilatación: ≥ 10 mm

Espesor del mortero:

Mortero: 10-15 mm

Mortero adhesivo: 2-3 mm

Las juntas del revestimiento deben ser rectas.

Anchura de las juntas:

Baldosa esmaltada, vidriada, azulejo, rasilla de elaboración mecánica o
fina: \geq 1 mm

Rasilla común de elaboración manual: ≥ 5 mm

CONDICIONES GENERALES:

Se paralizarán los trabajos cuando la temperatura sobrepase los límites de 5 °C y 35 °C, la velocidad del viento sea superior a 50 km/h o llueva. Si una vez ejecutado el trabajo se diesen estas condiciones, se revisará lo ejecutado las últimas 48 horas, y se demolerán y reharán las partes afectadas.

El rejuntado se hará al cabo de 24 h.

EMBALDOSADO:

Se mezclarán las piezas de cajas distintas para evitar diferencias de tonalidad.

COLOCACION CON MORTERO ADHESIVO:

El enfoscado de base habrá fraguado, tendrá una humedad < 3 % y estará exento de sales solubles que puedan impedir la adherencia del mortero adhesivo.

El mortero adhesivo se preparará y aplicará según las instrucciones del fabricante. Se aplicará en superficies inferiores a 2 m² y se marcará su superficie con una llana dentada (dientes entre 5 y 8 mm de profundidad).

Las piezas a colocar tendrán la humedad necesaria para que no absorban el agua del mortero.

El mortero se extenderá por la totalidad del reverso de la pieza.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a roces, punzonamiento o golpes que puedan dañarlo.

2.5.6. Pavimentos cerámicos

DESCRIPCIÓN.

Suministro y colocación de recubrimiento cerámico con baldosas de gres porcelánico de dimensiones a elegir, clase 2 según zonas definidas en planos, y

piezas complementarias y especiales, recibidos al soporte mediante material de agarre con o sin acabado rejuntado. Resistencia al manchado clase 3. Apto para alto tránsito. Color a elegir.

Se extenderá el adhesivo sobre la superficie preparada y se posicionarán el solado según el replanteo aprobado por la Dirección de Obra, entre piezas se colocarán las crucetas, para posteriormente proceder al relleno de las juntas de movimiento, rejuntado y eliminación y limpieza del material sobrante.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Se medirá en m² de unidad realmente ejecutada. Se consideran incluidos todos los costes y mano de obra, la maquinaria y medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución y suministro de la unidad, además de la limpieza de la superficie una vez terminada.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Normativa de aplicación

CTE. DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.

NTE-RSR. Revestimientos de suelos: Piezas rígidas.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Condiciones previas Se limpiará y preparará la superficie de trabajos, además se comprobará el grado de humedad de la base, y se replanteará la disposición de las baldosas y juntas de movimiento.

El solado tendrá planeidad, ausencia de cejas y buen aspecto.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a roces, punzonamiento o golpes que puedan dañarlo.

2.5.7. Pavimento de hormigón

DESCRIPCIÓN.

Pavimento de hormigón HM-25/P/20/IIa, de consistencia plástica, de 8 cm. de espesor, tamaño máximo del árido 10 mm, vertido desde camión, tendido y vibrado mecánico, fratasado mecánico acabado pulido, añadiendo 7 kg/m² de polvo de cuarzo de color, p.p. aserrado de 42 Proyecto conservación Castelló juntas de retracción con disco de diamante y limpieza del hormigón con máquina de agua de alta presión.

Se han considerado las siguientes colocaciones del hormigón:

Con regla vibratoria

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento.

Colocación de los encofrados laterales, en su caso.

Vertido, extendido y vibrado del hormigón.

Realización del pulimento superficial.

Protección del hormigón y curado.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Normativa de aplicación

NTE-RSC. Revestimientos de suelos: Continuos.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

La puesta en obra del hormigón se suspenderá cuando se prevea que, durante las 48 h siguientes, la temperatura ambiente pueda ser inferior a 0 °C. Si en algún caso es imprescindible hormigonar en estas condiciones, se tomarán las medidas necesarias para garantizar que, en el proceso de fraguado del hormigón, no se producirán deterioros en los elementos ni pérdidas de resistencia.

La capa no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que debe asentarse tiene las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas. Si en esta superficie hay defectos o irregularidades que excedan de las tolerables, se corregirán antes de la ejecución de la partida de obra, de acuerdo con las indicaciones de la DF.

En tiempo caluroso, o con viento y humedad relativa baja, se extremarán las precauciones para evitar desecaciones superficiales y fisuraciones, según las indicaciones de la DF.

Cuando la temperatura ambiente sea superior a los 25 °C, se controlará constantemente la temperatura del hormigón, que no superará en ningún momento los 30 °C.

Se realizará un tramo de prueba ≥ 200 m con la misma dosificación, equipo, velocidad de hormigonado y espesor que después se utilizará en la obra.

No se procederá a la construcción de la capa sin que en un tramo de prueba haya estado aprobado por la DF.

Se interrumpirá el hormigonado cuando llueva con una intensidad que pueda provocar la deformación del canto de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

Entre la fabricación del hormigón y su acabado no puede pasar más de 1 h. La DF podrá ampliar este plazo hasta un máximo de 2 h si se utilizan cementos con un principio de fraguado $\geq 2,30$ h, si se toman medidas para retrasar el fraguado del hormigón o si las condiciones ambientales son muy favorables.

El hormigón se pondrá en obra antes de iniciar el fraguado. Su temperatura será $\geq 5^{\circ}\text{C}$.

El vertido y extendido se realizarán procurando evitar segregaciones y contaminaciones.

Se dispondrán los medios necesarios para facilitar la circulación del personal y evitar daños al hormigón fresco.

Los cortes de hormigonado tendrán todos los accesos señalizados y acondicionados para proteger la capa construida.

En las juntas longitudinales se aplicará un producto antiadherente en el canto de la franja ya construida. Se cuidará que el hormigón que se coloque a lo largo de esta junta sea homogéneo y quede compactado.

Se dispondrán juntas transversales de hormigonado al final de la jornada, o cuando se haya producido una interrupción del hormigonado que haga temer un principio de fraguado en el frente de avance.

Siempre que sea posible se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación, modificando si es necesario la situación de aquellas, según las instrucciones de la DF.

Si no se puede hacer de esta forma, se dispondrán a una distancia de la junta más cercana $\geq 1,5\text{ m}$.

Se retocarán manualmente las imperfecciones de los labios de las juntas transversales de contracción ejecutadas en el hormigón fresco.

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado.

Donde sea necesario aportar material para corregir una zona baja, se utilizará hormigón no extendido.

En el caso que se hormigone en dos capas, se extenderá la segunda antes que la primera empiece su fraguado. Entre la puesta en la obra de las dos capas no pasará más de 1 hora.

En el caso que se pare la puesta en obra del hormigón más de $1/2\text{ h}$, se cubrirá el frente de forma que no se evapore el agua.

El aditivo para el acabado del pavimento, en su caso, se esparcirá uniformemente sobre el hormigón fresco en una cantidad de $2/3$ del total y se pasará la máquina alisadora. Seguidamente se extenderá el resto de aditivo y se alisará mecánicamente.

Cuando el hormigón esté fresco, se redondearán los cantos de la capa con una llana curva de 12 mm de radio.

La DF podrá autorizar la sustitución de las texturas por estriado o ranurado, por una denudación química de la superficie del hormigón fresco.

El hormigón se curará con un producto filmógeno, excepto en el caso que la DF autorice otro sistema, el riego de curado, en su caso, cumplirá las especificaciones del Pliego de condiciones correspondiente.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre la capa durante los 3 días siguientes al hormigonado, a excepción del imprescindible para la ejecución de juntas y la comprobación de la regularidad superficial.

El tráfico de obra no circulará antes de que el hormigón haya alcanzado el 80 % de la resistencia exigida a los 28 días.

La apertura a la circulación ordinaria no se hará antes de 7 días del acabado del pavimento.

EXTENDIDO CON REGLE VIBRATORIO:

La cantidad de encofrado disponible será suficiente para que, en un plazo mínimo de desencofrado del hormigón de 16 h, se tenga en todo momento colocada y a punto una longitud de encofrado no inferior a la correspondiente a 3 h de hormigonado.

El pulido constará de tres fases: la primera (desbastado o rebaje) para eliminar las rebabas que pudieran existir, utilizando una muela basta entre 36 y 60, según el estado en que se encuentre el suelo; la segunda (planificado o pulido basto) para eliminar los rayados y defectos producidos en la fase anterior, con abrasivo de grano entre 80 y 120, extendiendo a continuación nuevamente la lechada, manteniendo la superficie húmeda 24 horas y dejando endurecer otras 48 horas antes del siguiente proceso; y la tercera (afinado), con abrasivo de grano 220. Incluso acabado de los rincones de difícil acceso (que se pasarán con la pulidora de mano o fija), evacuación de las aguas sucias, lavado con agua y jabón neutro y protección del suelo con serrín de pino blanco o de chopo, lámina de papel grueso, cartón o plástico, o cualquier otra protección que no ensucie ni tiña la superficie de hormigón.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

No se podrá transitar sobre la base de hormigón ligero durante las 72 horas siguientes a su formación, excepto la necesaria para realizar los trabajos de ejecución de juntas y control de obra, debiendo esperar siete días para continuar con los trabajos de construcción.

2.5.8. Falsos techos

DESCRIPCIÓN.

Falso techo realizado con placas, planchas o lamas, de diferentes materiales, suspendidos del techo o estructura del edificio en espacios interiores, así como elementos singulares integrados en el falso techo, como registros, cortineros, franjas perimetrales, etc.

Se han considerado los siguientes materiales:

- Placas de escayola
- Placas de fibras minerales o vegetales
- Placas de yeso laminado y transformados
- Placas metálicas y planchas conformadas metálicas
- Lamas de PVC o metálicas
- Tableros de partículas aglomeradas con cemento
- Placas con cemento pórtland más aditivos (GRC)
- Placas de aglomerado de cemento con fibras
- Placas de madera

Se han considerado los tipos de falso techo siguientes:

- Para revestir, sistema fijo
- De cara vista, sistema fijo
- De cara vista, sistema desmontable con entramado visto
- De cara vista, sistema desmontable con entramado oculto

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Replanteo: distribución de placas, resolución del perímetro y puntos singulares, niveles, ejes de la trama de perfiles, etc.

Colocación de los soportes fijados al forjado o estructura del edificio y suspensión de los perfiles de la trama de soportes

Colocación de las placas, planchas o lamas, fijadas o apoyadas sobre la trama de perfiles, según el sistema

Sellado de las juntas si se trata de un falso techo continuo

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Superficie medida entre paramentos, según documentación gráfica de Proyecto, sin descontar huecos para instalaciones.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

El sistema de suspensión del falso techo será un sistema compatible con las placas o planchas.

El mecanismo de fijación a la estructura del edificio será compatible con el material de esta.

El sistema de suspensión cumplirá los requisitos del apartado 4.3 de la norma UNE-EN 13964.

Si el fabricante del sistema de suspensión es diferente del fabricante de las placas, el constructor aportará la documentación necesaria para verificar la compatibilidad entre los sistemas.

Si se debe añadir algún elemento sobre el falso techo, como por ejemplo aislamientos térmicos o acústicos, luminarias, difusores de aire, etc., se verificará que el incremento de peso está dentro de los límites de resistencia del sistema de soportes.

El conjunto acabado será estable e indeformable.

Formará una superficie plana y estará al nivel previsto.

Los elementos de la subestructura (carreras principales y transversales) estarán montados ortogonalmente.

Los perfiles distanciadores de seguridad de la estructura estarán fijados a los perfiles principales.

Las piezas de falso techo estarán alineadas.

El reparto de placas en el recinto no dejará en los perímetros piezas menores a 1/2 placa. El apoyo de las placas cortadas en el soporte perimetral será mayor a 10 mm.

Si las placas son de cara vista, el revestimiento no presentará piezas agrietadas, rotas, desportilladas ni manchadas.

Los elementos perimetrales verticales, como tabiques o mamparas, no han de provocar esfuerzos sobre el falso techo, y su estructura debe anclarse al forjado o a una subestructura independiente de la del falso techo.

Si se cuelgan o insertan elementos ajenos al falso techo, como luminarias, difusores, etc, no han de superar los pesos máximos indicados por el suministrador del falso techo, y las perforaciones de las placas cumplirán las indicaciones del fabricante respecto al tamaño máximo y la posición relativa de la perforación.

Si el falso techo se realiza con placas o elementos de características especiales, que han de dar unas condiciones específicas al espacio que conforman con el fin de llevar a cabo las características requeridas será necesario seguir las pautas constructivas indicadas por el fabricante y la DF.

Tolerancias de ejecución:

- Planeidad:
 - 2 mm/m
 - ≤ 5 mm en una longitud de 5 m en cualquier dirección
- Nivel: ± 5 mm

Si el sistema es desmontable, se colocará un perfil fijado a las paredes, en todo el perímetro.

Si el sistema es fijo, todas las juntas, aristas de esquinas y rincones estarán debidamente selladas con masilla para juntas.

Se colocarán los puntos de fijación suficientes para que la flecha de los perfiles del entramado sea la exigida.

El montaje se realizará siguiendo las instrucciones de la documentación técnica del fabricante. Se seguirá la secuencia de montaje propuesta por el fabricante.

Las instrucciones del suministrador deben incluir como mínimo los siguientes aspectos:

Enumeración y especificaciones de los componentes necesarios para la ejecución completa del falso techo.

Los tipos de fijaciones superiores en función de los posibles materiales donde se fijarán (losa de hormigón, forjados con casetones de diferentes materiales, estructuras de madera, etc.).

La forma en que los diversos componentes se deben instalar y fijar.

Condiciones de almacenaje y manipulación de los materiales
Las condiciones que precisa el lugar donde se instalará el falso techo.

La carga máxima admisible por los componentes de la suspensión
El método de ajuste de altura y, si se requiere, los medios para asegurar las fijaciones superior e inferior.

La distancia máxima admisible entre los elementos de suspensión.

La longitud máxima del vuelo de las correderas principales.

Las distancias entre las fijaciones del sistema de asiento perimetral
La forma de realizar cortes de los componentes, y especialmente las limitaciones en tamaño y posición de los cortes necesarios para introducir instalaciones (luminarias, rejillas, etc.).

El peso máximo que pueden soportar las placas individuales, y el conjunto del falso techo, correspondiente a los elementos adicionales (luminarias, rejillas, aislamientos añadidos, etc.)

Para empezar el montaje del falso techo debe estar cerrado el local, estanco al viento y al agua, la humedad relativa debe ser inferior al 70 % y la temperatura superior a 7º.

La DF aprobará el sistema de fijación superior y perimetral. Éste deberá tener asociado un DIT, o será necesario realizar ensayos in situ para verificar la idoneidad del sistema.

Su instalación no alterará las características de los elementos.

No se pueden colocar fijaciones superiores sobre elementos estructurales deteriorados (bovedillas rotas, hormigones agrietados, etc.)

REGISTROS:

Para la colocación del marco se preverán los espesores de los acabados del paramento o del soporte al que esté sujeto.

Se colocará con la ayuda de elementos que garanticen la protección del marco de los impactos durante todo el proceso constructivo y otros que mantengan el escuadrado hasta que quede bien trabado a la obra.

Abrirá y cerrará correctamente.

El paramento exterior del registro estará a nivel con el falso techo.

El registro será estable, y no puede provocar deformaciones al falso techo en los movimientos de obertura y cerramiento.

No gravitará ningún tipo de carga sobre el marco.

El marco estará en el mismo plano que el falso techo sin deformaciones de los ángulos, al nivel y plano previstos

Los burletes y las juntas de materiales blandos estarán limpios y libres.

El marco estará trabado a los perfiles auxiliares del falso techo, como mínimo con una fijación por cada lado.

Holgura entre la hoja y el marco: $\leq 0,2$ cm

Tolerancias de ejecución:

- Replanteo: ± 5 mm
- Nivel previsto: ± 2 mm
- Horizontalidad: ± 1 mm

Normativa de aplicación

NTE-RTP. Revestimientos de techos: Placas.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Se comprobará que los paramentos verticales están terminados, y que todas las instalaciones situadas debajo del forjado están debidamente dispuestas y fijadas a él.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá hasta la finalización de la obra frente a impactos, rozaduras y/o manchas ocasionadas por otros trabajos.

2.5.9. Suelo técnico

DESCRIPCIÓN.

Formación pavimento elevado registrable mediante baldosas colocadas sobre estructura metálica con soportes regulables.

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento.

- Replanteo de los soportes.
- Colocación de los soportes.
- Colocación de la estructura.
- Colocación de las piezas del pavimento.
- Acabado del pavimento, si es el caso

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

El conjunto acabado será estable e indeformable.

Resistirá sin sufrir deformaciones ni roturas, la carga debida a su uso, según la clasificación del pavimento en función de la carga límite, definida en la tabla 1 de la norma UNE-EN 12825.

El pavimento de losas no presentará piezas rotas, desportilladas, manchadas, ni otros defectos superficiales.

Las piezas estarán apoyadas sobre la estructura y ésta, a su vez, sobre los soportes situados en los cruces de la cuadrícula.

Formará una superficie plana y estará al nivel previsto.

Tendrá la pendiente especificada en la DT.

Cumplirá con los requisitos de carga dinámica, conductividad electrostática y riesgo de electrocución, definidos en la UNE-EN 12825.

Flecha máxima del pavimento bajo a la carga de trabajo:

- Clase A: 2,5 mm
- Clase B: 3,0 mm
- Clase C: 4,0 mm

Tolerancias de ejecución:

- Planeidad: ± 6 mm/2 m
- Nivel: ± 10 mm
- Pendiente: $\pm 0,5$ %

El replanteo de los soportes y la colocación de la estructura metálica requerirán la aprobación de la DF.

La estructura no dañará los elementos sobre los que se apoya.

Normativa de aplicación

CTE. DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.

UNE-EN 12825:2002 Pavimentos elevados registrables

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Se comprobará que los huecos de la edificación están debidamente cerrados y acristalados, para evitar los efectos de las heladas, entrada de agua de lluvia, humedad ambiental excesiva, insolación indirecta, etc. Se comprobará que los trabajos de tendido de yeso y colocación de falsos techos están terminados y las superficies secas. Se comprobará que los precercos de las puertas están colocados.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a roces, punzonamiento o golpes que puedan dañarlo.

2.5.10. Carpintería

DESCRIPCIÓN.

Colocación de puerta cortafuegos metálica EI90, de accionamiento manual.

Se han considerado los siguientes tipos:

Puertas de hojas batientes

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

La ejecución de la unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

Comprobación previa de que las dimensiones del hueco y de la puerta son compatibles

Replanteo en el hueco de la situación de los elementos de anclaje
Fijación del marco, de las guías, colocación de la hoja y de los mecanismos de apertura.

CONDICIONES GENERALES:

Estará bien aplomada, a escuadra y al nivel previsto.

Abrirá y cerrará correctamente.

Tolerancias de ejecución:

Nivelación: ± 1 mm

Aplomado: ≤ 3 mm (hacia fuera)

El giro se realizará en el sentido de la evacuación, de manera que la apertura de la puerta no disminuya la anchura real de la vía de evacuación.

Altura de colocación de los mecanismos de apertura: 1 m (± 50 mm)

En las puertas de hojas batientes, el ajuste de las caras de contacto entre el marco y las hojas y entre las dos hojas, en su caso, se regulará con la posición de las bisagras de las hojas.

Los puntos de control más destacables son los siguientes:

- Comprobación previa de que las dimensiones del hueco y de la puerta son compatibles.
- Replanteo en el hueco de la situación de los elementos de anclaje.
- Fijación del marco, de las guías, colocación de la hoja y de los mecanismos de apertura
- Los controles se realizarán según las instrucciones de la DF.

Normativa de aplicación

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación Parte 2. Documento Básico de Seguridad en caso de incendio DB-SI.

UNE-EN 1935:2002 Herrajes para la edificación. Bisagras de un solo eje. Requisitos y métodos de ensayo.

UNE-EN 1154:2003 Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Los controles se realizarán según las instrucciones de la DF.

Cuando se observen irregularidades de replanteo, se deberán corregir antes de completar la ejecución de la unidad.

No es permitirá la continuación de los trabajos hasta que no estén solucionados los defectos de ejecución.

La suspensión de los trabajos y la corrección de las no conformidades observadas irán a cargo del contratista.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Inspección visual y control geométrico de la unidad acabada.

2.5.11. Pinturas

DESCRIPCIÓN.

Suministro y aplicación de capa de pintura plástica con textura lisa, color a definir por la D.O., acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales, mediante aplicación de una mano de fondo de emulsión acrílica acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica en dispersión acuosa tipo II según UNE 48243 (rendimiento: 0,125 l/m² cada mano), incluso parte

proporcional de preparación del soporte mediante limpieza, totalmente terminada la unidad.

- Dependiendo del tipo de soporte se realizarán una serie de trabajos previos, con objeto de que, al realizar la aplicación de la pintura o revestimiento, consigamos una terminación de gran calidad. Sistemas de preparación en función del tipo de soporte: Yesos y cementos, así como sus derivados: Se realizará un lijado de las pequeñas adherencias e imperfecciones. A continuación, se aplicará una mano de fondo impregnado los poros de la superficie del soporte. Posteriormente se realizará un plastecido de faltas, repasando las mismas con una mano de fondo. Se aplicará seguidamente el acabado final con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante.
- Madera: Se procederá a una limpieza general del soporte seguida de un lijado fino de la madera. A continuación, se dará una mano de fondo con barniz diluido mezclado con productos de conservación de la madera si se requiere, aplicado de forma que queden impregnados los poros. Pasado el tiempo de secado de la mano de fondo, se realizará un lijado fino del soporte, aplicándose a continuación el barniz, con un tiempo de secado entre ambas manos y un rendimiento no menor de los especificados por el fabricante.

CRITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

La pintura se medirá por metro cuadrado de superficie pintada.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las Normas y disposiciones vigentes, relativas a la fabricación y control industrial.

Cuando el material llegue a obra con certificado de origen que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

Los controles a realizar irán encaminados a la comprobación del soporte, la preparación de dicho soporte y el acabado. Se rechazarán todas aquellas pinturas que presenten humedades, manchas de moho, eflorescencias salinas y manchas de óxido. Serán igualmente rechazadas aquellas que presenten falta de imprimación selladora, falta de mano de fondo o emplastecido.

Se rechazarán las pinturas cuando el color o las terminaciones no se ajusten a lo especificado en la documentación técnica.

No se aceptarán cuando presenten descolgamientos, desconchados, cuarteamientos, bolsas y falta de uniformidad. Pasado el tiempo válido de la mezcla especificada por el fabricante serán rechazadas igualmente.

Y en general, se rechazarán asimismo cuando los soportes presenten falta de sellado de nudos, falta de imprimación y plastecido de betas y golpes, cuando no se haya procedido al raspado de óxidos, la falta de imprimación anticorrosiva y el desengrasado y limpieza de superficies. Cuando se trate de revestimientos textiles se rechazarán aquellos en los cuales el contenido de humedad del soporte sea mayor del 5 %, cuando el adhesivo no es el indicado por el fabricante o su aplicación no es uniforme y cuando se aprecien pliegues, bolsas o tensados deficientes.

Normativa de aplicación

No aplica.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Antes de su ejecución se comprobará la naturaleza de la superficie a revestir, así como su situación interior o exterior y condiciones de exposición al roce o agentes atmosféricos, contenido de humedad y si existen juntas estructurales. Estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento, como cerco de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, etc. Se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28oC ni menor de 6oC. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. La superficie de aplicación estará nivelada. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento 53 Proyecto conservación Castelló no esté protegido. Al finalizar la jornada de trabajo se protegerán perfectamente los envases y se limpiarán los útiles de trabajo. Según el tipo de soporte o superficie a revestir se considerará: En soportes de yeso, cementos, albañilería y derivados: La superficie del soporte no tendrá una humedad mayor del 6 %, habiéndose secado por aireación natural. Se eliminarán las eflorescencias salinas antes de proceder a pintar, mediante tratamiento químico a base de una disolución en agua caliente de sulfato de zinc, con una concentración de un 5 al 10 %. Se comprobará que en las zonas próximas a los paramentos a revestir no haya elementos que se desprendan o dejen partículas en suspensión. Las manchas producidas por moho se eliminarán mediante raspado y desinfectándolas posteriormente con disolventes fungicidas. Las manchas originadas por humedades internas que lleven sales de hierro se aislarán mediante clorocaucho diluido. En soportes de madera: El contenido de humedad en el momento de aplicación será del 14 a 20 % en madera exterior y del 8 al 14 % en madera interior. No estará afectada de ataque de hongos o insectos, saneándose previamente con productos fungicidas o insecticidas. Se eliminarán los nudos mal adheridos y aquellos que exuden resina se sangrarán mediante soplete, raspando la resina que aflore con rasqueta.

2.6. Suministro de equipos críticos para la ejecución de la obra

A efectos de lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (PCAP), se consideran equipos críticos aquellos cuya disponibilidad en plazo es esencial para garantizar el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra, conforme al cronograma detallado en los Anexos I y Anexo I.bis del presente pliego.

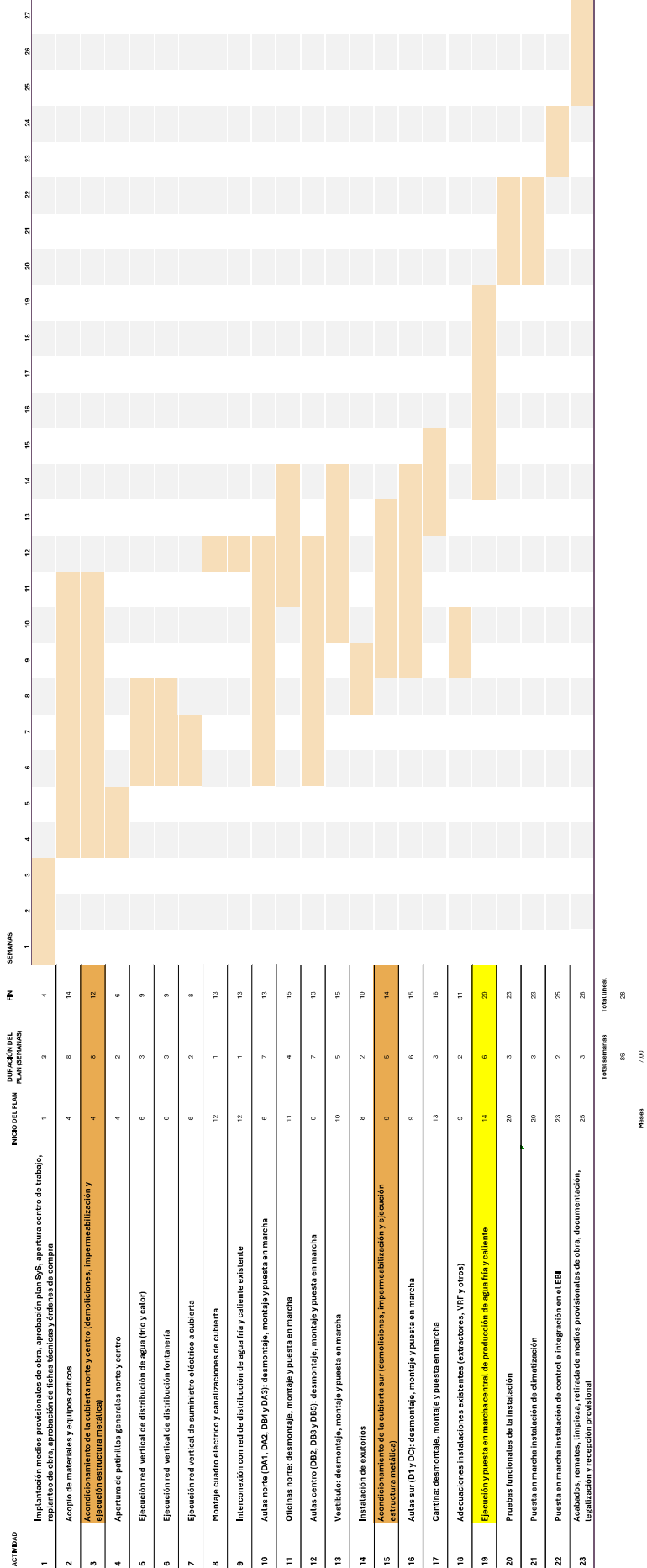
Los siguientes equipos se consideran críticos:

- Bomba de calor polivalente aire-agua 150 kW
- Bomba de calor reversible aire-agua 450 kW
- Electrobomba gemela de velocidad variable – circuito de refrigeración
- Electrobomba gemela de velocidad variable – circuito de calefacción
- Unidad de tratamiento de aire (UTA) – Referencia CL-1
- Unidad de tratamiento de aire (UTA) – Referencia CL-2
- Unidad de tratamiento de aire (UTA) – Referencia CL-3
- Unidad de tratamiento de aire (UTA) – Referencia CL-4
- Unidad de tratamiento de aire (UTA) – Referencia CL-5
- Unidad de tratamiento de aire (UTA) – Referencia CL-6
- Unidad de tratamiento de aire (UTA) – Referencia CL-7

Las características técnicas de referencia de estos equipos están descritas en las fichas técnicas incluidas en el Anejo 2 de la Memoria Descriptiva del proyecto. Se admitirán propuestas de equipos equivalentes o de características superiores, pero en ningún caso de prestaciones inferiores a las indicadas en dichas fichas.

ANEXO I. CRONOGRAMA DE LA OBRA

S0221. Contrato de Servicios de redacción de proyecto de ejecución y posterior dirección de obra y coordinación de seguridad y salud en los trabajos de renovación integral de la instalación de climatización en los teatros del canal



ANEXO I.BIS. TABLA DE CRONOGRAMA DESGLOSADO POR ACTIVIDADES CON HITOS PARCIALES.

| Nº | Actividad | Inicio (semana) | Duración (semanas) | Duración (días) |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| 1 | Implantación medios provisionales de obra, aprobación plan SyS, apertura centro de trabajo, replanteo de obra, aprobación de fichas técnicas y órdenes de compra | 1 | 3 | 21 |
| 2 | Acopio de materiales y equipos críticos | 4 | 8 | 56 |
| 3 | Acondicionamiento de la cubierta norte y centro (demoliciones, impermeabilización y ejecución estructura metálica) | 4 | 8 | 56 |
| 4 | Apertura de patinillos generales norte y centro | 4 | 2 | 14 |
| 5 | Ejecución red vertical de distribución de agua (frío y calor) | 6 | 3 | 21 |
| 6 | Ejecución red vertical de distribución fontanería | 6 | 3 | 21 |
| 7 | Ejecución red vertical de suministro eléctrico a cubierta | 6 | 2 | 14 |
| 8 | Montaje cuadro eléctrico y canalizaciones de cubierta | 12 | 1 | 7 |
| 9 | Interconexión con red de distribución de agua fría y caliente existente | 12 | 1 | 7 |
| 10 | Aulas norte (DA1, DA2, DB4 y DA3): desmontaje, montaje y puesta en marcha | 6 | 7 | 49 |
| 11 | Oficinas norte: desmontaje, montaje y puesta en marcha | 11 | 4 | 28 |
| 12 | Aulas centro (DB2, DB3 y DB5): desmontaje, montaje y puesta en marcha | 6 | 7 | 49 |
| 13 | Vestíbulo: desmontaje, montaje y puesta en marcha | 10 | 5 | 35 |
| 14 | Instalación de exutorios | 8 | 2 | 14 |
| 15 | Acondicionamiento de la cubierta sur (demoliciones, impermeabilización y ejecución estructura metálica) | 9 | 5 | 35 |
| 16 | Aulas sur (D1 y DC): desmontaje, montaje y puesta en marcha | 9 | 6 | 42 |
| 17 | Cantina: desmontaje, montaje y puesta en marcha | 13 | 3 | 21 |
| 18 | Adecuaciones instalaciones existentes (extractores, VRF y otros) | 9 | 2 | 14 |
| 19 | Ejecución y puesta en marcha central de producción de agua fría y caliente | 14 | 6 | 42 |
| 20 | Pruebas funcionales de la instalación | 20 | 3 | 21 |
| 21 | Puesta en marcha instalación de climatización | 20 | 3 | 21 |
| 22 | Puesta en marcha instalación de control e integración en el EBI | 23 | 2 | 14 |

| | | | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|
| 23 | Acabados, remates, limpieza, retirada de medios provisionales de obra, documentación, legalización y recepción provisional | 25 | 3 | 21 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|

Notas aclaratorias:

- Los plazos parciales de ejecución establecidos en el cronograma (Anexo I y Anexo I.bis del PPT) se expresan en semanas naturales. A efectos de aplicación de penalizaciones, se considerará la equivalencia de 1 semana = 7 días naturales.
- El hito relativo a la puesta en funcionamiento de las aulas (incluye las actividades Nº 10, 12 y 16) deberá estar completamente finalizado antes de la semana 15 desde la firma del contrato.
-