Escuela Politécnica Superior de Linares

Grado en Ingeniería Mecánica

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍAS RENOVABLES DE UNA VIVIENDA RURAL EN ANDÚJAR

Alumno: Antonio Mario Carmona Cazalilla

Tutor: Prof. D. Bartolomé Carrasco Hurtado
Depto.: Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Septiembre, 2019

A ti Papa, porque a pesar de no tenerte aquí conmigo,

has sabido, como siempre has hecho, guiarme

por el mejor camino para que el día de hoy llegara.

Gracias allá donde estés y disfruta de éste día que tanto ansiabas.

1.- INDICE

1.- INDICE 3

1.2. Índice de Tablas 12

1.3 Índice de ecuaciones 16

1.4. Índice de figuras 18

2. MEMORIA 20

2.1 Introducción 20

2.1.1. Suelo Radiante. Principio de funcionamiento 21

2.1.2. Energía solar térmica 25

2.1.3. Energía de Biomasa 27

2.1.4. Energía solar Fotovoltaica 28

2.1.5. Nuevo Sistema de Iluminación 30

2.2. Objeto 32

2.3. Alcance 32

2.3. Antecedentes 33

2.4. Normas y referencias 34

2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas. 34

2.4.2. Programas de cálculo 36

2.4.3. Bibliografía 37

2.5 Requisitos de diseño 38

2.6 Análisis de Soluciones 42

2.6.1 Tratamiento de aguas 42

2.6.2 Refrigeración y calefacción 44

2.6.3. Electricidad 45

2.6.4 Calefacción sostenible 46

2.6.5. Refrigeración sostenible 46

2.6.6 Energía solar 46

2.7. Planificación 48

3. ANEXOS 49

3.1 . Limitación de la demanda energética.....49

3.1.1. Verificación de realización de la opción simplificada 50

3.1.2. Datos previos al cálculo: Zona climática, clasificación de los espacios de la vivienda y orientación 51

3.1.3. Envolvente térmica y clasificación de sus componentes 54

3.1.4. Caracterización y cuantificación de la exigencia 55

3.1.5. Cálculo de los parámetros característicos de la envolvente 56

3.1.6. Informe Ce3x 65

3.2 Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos y permeabilidad del aire......73

3.2.1. Condiciones exteriores para el cálculo de condensaciones.....74

3.2.2. Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones 74

3.2.3. Cálculo de la presión de saturación de vapor.....75

3.2.4. Cálculo de la humedad relativa interior 75

3.2.5. Comprobación de las limitaciones de condensaciones superficiales e intersticiales. Informe eCondensa.....77

3.3 Cálculo de las necesidades energéticas de la vivienda......82

3.3.1. Exigencia de calidad térmica en el ambiente. Condiciones de diseño 83

3.3.1.1. Condiciones exteriores.....83

3.3.1.2. Condiciones interiores.....84

3.3.1.3. Condiciones de cálculo 85

3.3.2. Exigencia de calidad del aire interior 85

3.3.3. Cálculo de cargas térmicas 86

3.3.3.1. Cálculo de la demanda energética de verano 87

3.3.3.2. Composición carga térmica de verano. 88

B2. Carga latente introducido por las personas en el local.....96

3.3.3.3. Composición cargas térmicas de invierno. 98

3.3.4. Contribución solar mínima de ACS.....100

3.3.4.1. Datos previos: Demanda de ACS.....100

3.3.4.2. Datos previos: Demanda energética de ACS 103

3.3.4.3. Datos previos: Zona climática 104
3.3.4.4. Contribución solar mínima de ACS 104
APÉNDICE 3A: CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN HABITÁCULOS....105
APÉNDICE 3B: CARGAS TÉRMICAS 137
3.4. Cálculo y diseño del sistema de ventilación en vivienda. 182
3.4.1. Sistema de ventilación....183
3.4.2. Caudal de ventilación mínimo exigido 183
3.4.3. Diseño 183
3.4.3.1. Sistema de ventilación de la vivienda....183
3.4.3.2. Dimensionado de aberturas 187
3.4.3.3. Conductos de extracción....189
3.4.3.4. Condiciones particulares de los elementos 189
APÉNDICE 3C: Sistema de ventilación 191
3.5. Cálculo y diseño de instalación por suelo radiante. 204
3.5.1. Suelo radiante. Principio de funcionamiento 206
3.5.2. Sistema de suelo radiante dependiendo del tipo de obra....206
3.5.2.1. Sistema por renovación o reforma 206
3.5.3. Fuentes de generación....207
3.5.3.1. Energía solar térmica....208
3.5.3.2. Caldera de biomasa....209
3.5.4. Morteros usados en obra....209
3.5.4.1. Mortero autonivelante con base anhidrita....210
3.5.5. Tipología de pavimentos....210
3.5.6. Juntas de dilatación....211
3.5.7. Cálculo del sistema de suelo radiante según UNE-EN-1264 211
3.5.7.1. Características de la vivienda 211
3.5.7.2. Cargas térmicas....212
3.5.7.3. Condiciones iniciales....213
3.5.7.4. Determinación del flujo de calor máximo....213

3.5.7.5. Cálculo de curvas características 214
3.5.7.6. Cálculo de curvas límites 218
3.5.7.7. Determinación del paso de tubo y de la temperatura de flujo 221
3.5.7.8. Obtención del salto térmico y paso en resto de estancias 222
3.5.7.9. Cálculo del caudal de agua 224
3.5.7.10. Cálculo de longitud de tubos 225
3.5.7.11. Diseño de circuitos 226
3.5.8. Pérdidas de carga 227
3.5.8.1. Pérdidas de carga en circuito 228
3.5.8.2. Pérdidas de carga en accesorios 230
3.5.8.3. Pérdidas de carga en caldera 230
3.5.8.4. Pérdidas de carga en colector 232
3.5.8.5. Pérdidas de carga debido a la altura 233
3.5.9. Determinación el grupo de impulsión 233
3.5.10. Sistema de regulación y control 234
Apéndice 3D: Curvas características y curvas límites para distintos pasos y q(máxima de cálculo)=78.48 [W/m2K] 236
3.6. Diseño y cálculo de instalación solar térmica 240
3.6.1. Requisitos generales 242
3.6.2. Generalidades 242
3.6.3. Fluido caloportador 242
3.6.4. Protección contra heladas 243
3.6.5. Protección contra sobrecalentamientos 243
3.6.6. Resistencia a la presión 243
3.6.7. Prevención de flujo inverso 243
3.6.8. Sistema de circulación 243
3.6.9. Sistema de transferencia de calor 244
3.6.10. Sistema de expansión 244
3.6.11. Sistema de energía auxiliar 245

3.6.12. Aplicación 245
3.6.13. Desarrollo técnico 246
3.6.13.1. Datos de partida 246
3.6.13.2. Demanda energética por consumo de ACS 247
3.6.14. Sistema de captación 247
3.6.14.1. Elección de captadores 247
3.6.14.2 Cálculo de la energía absorbida por los captadores 249
3.6.14.3 Cálculo de la producción energética: método f-chart 250
3.6.15. Sistema de acumulación 253
3.6.16. Energía auxiliar 254
3.6.17. Circuito hidráulico 254
3.6.17.1. Cálculo de pérdidas de carga en la instalación 254
3.6.17.2. Cálculo de la bomba de circulación 256
3.6.17.3 Cálculo de vaso de expansión 257
3.6.18. Sistema de regulación y control 259
3.6.19. Aislamiento 259
3.7. Diseño y dimensionado caldera de biomasa 260
3.7.1. Objeto y campo de aplicación 261
3.7.2. Tipos de Biomasa utilizados en climatización 261
3.7.2.1. Selección de Biocombustible 263
3.7.3. Dimensionado caldera de Biomasa 264
3.7.3.1. Potencia necesaria para ACS 264
3.7.3.2. Potencia necesaria para Calefacción 264
3.7.3.3. Consumo de Caldera 267
3.7.4. Sala de Caldera 269
3.7.4.1. Dimensionado y ventilación de sala de calderas 269
3.7.5. Combinación Biomasa y energía solar 270
APENDICE 3.7.1. CALDERA DE BIOMASA ELEGIDA 271

APÉNDICE 3.7.2. DISEÑO Y DIMENSIONADO SALA DE CALDERAS.....**¡Error! Marcador no definido.**

3.8. Instalación fotovoltaica aislada 275

3.7.1 Instalación fotovoltaica aislada 276

3.7.2. Módulos fotovoltaicos 276

3.7.2.1 Tipos de módulos.....276

3.7.2.3. Características eléctricas 277

3.7.2.4. Inclinación óptima de paneles fotovoltaicos 278

3.7.2.5. Asociación serie/paralelo 278

3.7.3. Sistema de acumulación (Baterías) 279

3.7.3.1. Tipos de baterías 280

3.7.3.2. Características fundamentales de las baterías.....280

3.7.3.3. Asociación serie/paralelo 280

3.8.4. Regulador de carga.....282

3.7.4.1 Asociación en paralelo.....282

3.8.5. Inversor.....282

3.7.5.1. Inversor en instalación fotovoltaica aislada 282

3.7.5.2. Tipos de inversores para instalaciones aisladas 283

3.7.6. Datos para el dimensionado de la instalación.....283

3.7.6.1. Condiciones de uso: Obtención del consumo.....284

3.7.6.2. Datos climatológicos 285

3.7.7. Dimensionado de instalación fotovoltaica aislada.....286

3.7.7.1. Distintos tipos de dimensionado.....286

3.7.7.2. Cálculo de pérdidas en la instalación 286

3.7.7.3. Dimensionado mediante el método Ah.....288

3.7.7.4. Sección de cableado**.**.....293

3.7.8. Informa final Instalación Fotovoltaica.....295

4. PLANOS.....297

4.1. Índice de Planos.....297

Plano 1: Situación 297
Plano 2: Emplazamiento 297
Plano 3: Fachada Sur 297
Plano 4: Fachada Norte 297
Plano 5: Fachada Oeste 297
Plano 6: Fachada Este 297
Plano 7: Planta General 297
Plano 8: Planta placas fotovoltaicas y colector solar 297
Plano 9: Esquema fotovoltaico 297
Plano 10: Suelo Radiante 297
Plano 11: Esquema Biomasa + ACS 297
5. PLIEGO DE CONDICIONES 298
5.1. Índice pliego de condiciones 298
5.2. Pliego de condiciones generales 298
5.3. Pliego de condiciones técnicas particulares de calefacción (Suelo Radiante y caldera de Biomasa) 303
5.4. Pliego de condiciones técnicas particulares solar térmica. 328
5.5 Pliego de condiciones técnicas particulares de Instalación Fotovoltaica 345
6. MEDICIONES 369
6.1. Mediciones partida calefacción (Suelo radiante, Biomasa y ACS) 369
6.2. Mediciones partida Solar térmica 373
6.3. Mediciones partida Fotovoltaica 374
7. PRESUPUESTO 377
7.1 Presupuesto partida calefacción (Suelo Radiante, Biomasa y ACS) 377
7.1.1. Presupuesto Materiales 377
7.1.3. Presupuesto Mano de Obra 387
7.1.4. Presupuesto Maquinaria 387
7.1.5. Resumen Presupuesto Suelo Radiante, Biomasa y ACS. 388
7.2 Presupuesto para solar térmica 389

7.2.1. Presupuesto Materiales 389
7.2.2. Presupuesto mano de obra 392
7.2.3. Resumen Presupuesto Solar Térmica 393
7.3 Presupuesto instalación fotovoltaica 394
7.3.1. Presupuesto de Materiales 394
7.3.2. Presupuesto mano de obra 399
7.3.3. Resumen Presupuesto instalación fotovoltaica 399
7.4. Resumen final Presupuesto 400
8. ESTUDIO SE SEGURIDAD Y SALUD 401
8.1. Seguridad y Salud 401
8.2. Maquinaria 402
8.2.1. Maquinaria en general 403
8.2.2. Maquinaria móvil con conductor 405
8.3 Pequeña maquinaría. 411
8.3.1. Atornillador 412
8.3.2. Martillo 413
8.3.3. Taladro 415
8.3. Equipos auxiliares 417
8.3.1. Escalera manual de apoyo 418
8.3.2. Escalera manual de tijera 421
8.3.3. Eslinga de cable de acero 424
8.3.4. Carretilla manual 425
8.3.5. Maquinillo 426
8.3.6. Andamio de borriquetas 428
8.3.7. Andamio de mechinales 430
8.4. Herramientas manuales 432
8.4.1. Herramientas manuales de golpe: martillos, cinceles, piquetas y macetas. 433
8.4.2. Herramientas manuales de corte: tenazas, alicates, tijeras, cuchillos, cuchillas retráctiles, serruchos, cizallas, garlopas y llaves grifa. 435

8.4.3. Herramientas manuales de torsión: Destornilladores y llaves 437
8.4.4. Herramientas manuales de acabado: Llanas, paletas y paletines. 438
8.4.5. Herramientas manuales de medición y replanteo: flexómetros y niveles ..439
8.5. Equipos de protección individual EPI`s 440
8.5.1. Contra caídas de altura.....441
8.5.2. Para el cuerpo (vestuario de protección) 443
8.5.3. Para la cabeza.....446
8.5.4. Para las manos y los brazos.....448
8.5.5. Para las vías respiratorias 450
8.5.6. Para los oídos.....451
8.5.7. Para los ojos y cara 453
8.5.8. Para los pies y las piernas.....456
8.6. Señalización provisional de obras. 457
8.6.1. Baliza luminosa intermitente 457
8.6.2. Cinta bicolor para balizamiento.....457
8.6.3. Valla trasladable 458
8.7. Señalización de zona de trabajo 458
8.7.1. Cinta de señalización con soportes 458
8.7.2. Cinta de señalización con vallas móviles 459
8.8. Oficios previstos 460
8.8.1. Mano de obra en general.....461
8.8.2. Aplicador de mortero auto-nivelante. 465
8.8.3. Albañil.....466
8.8.4. Fontanero 468
8.8.5. Electricista 471
8.8.6. Calefactor 473
8.8.7. Instalador de climatización.....476
8.8.8. Instalador de módulos solares 478

1.2. Índice de Tablas

Tabla 1: Contribución solar mínima de ACS (HE4) 26
Tabla 2: Ventajas y desventajas de creación de energía por Biomasa 28
Tabla 3: Ventajas de uso de energía solar fotovoltaica 28
Tabla 4: Ventajas el uso de tecnología LED 31
Tabla 5: Superficie de habitáculos de vivienda 34
Tabla 6: Comprobación datos opción simplificada 51
Tabla 7: Zona climática 52
Tabla 8: Clases higrométricas interiores 53
Tabla 9: Transmitancia térmica máxima y permeabilidad del aire 55
Tabla 10: Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con aire 57
Tabla 11: Resistencias térmicas de cámaras de aire 57
Tabla 12: Resistencia térmica Fachada exterior 58
Tabla 13: Resistencia térmica cubierta inclinada 58
Tabla 14: Transmitancia térmica límite en particiones interiores 58
Tabla 15: Transmitancia térmica tabiques interiores 59
Tabla 16: Transmitancia térmica suelo sanitario (W/m2K) 60
Tabla 17: Resistencia térmica suelo en contacto con forjado sanitario 61
Tabla 18: Transmitancia térmica final suelo en contacto con forjado sanitario 61
Tabla 19: Transmitancia térmica lineal en huecos 62
Tabla 20: Resultados transmitancia térmica en huecos 62
Tabla 21: Absortividad en función del color 64
Tabla 22: Factor de sombra por retranqueo 64
Tabla 23: Factor de sombra por obstáculos en fachadas. 64
Tabla 24: Factor solar modificado en función del retranqueo en ventanas 65
Tabla 25: Factor solar modificado debido a toldos 65
Tabla 26: Datos climáticos Jaén (Temperatura y Humedad relativa) 74
Tabla 27: Clases de higometrías. 74
Tabla 28: Informe de condensaciones cerramiento exterior 79
Tabla 29: Informe condensaciones en cubierta 80
Tabla 30: Condiciones de temperatura y humedad 83
Tabla 31: Condiciones interiores de diseño 84
Tabla 32: Condiciones de cálculo exteriores 85
Tabla 33: Condiciones de cálculo interiores 85
Tabla 34: Caudal mínimo de ventilación 85
Tabla 35: Caudales de diseño de ventilación 86
Tabla 36: Correcciones (ºC) aplicada para distintas horas 87
Tabla 37: Condiciones interiores de diseño (2) 88

Tabla 38: Factor corrección solar por latitud 89
Tabla 39: Factor de corrección por vidrios de ventanas 89
Tabla 40: Valor de DTE a través de muros 91
Tabla 41: Corrección de DTE a las diferencias de temperaturas equivalentes 91
Tabla 42: Variación térmica diaria y temperatura ambiental media 92
Tabla 43: DTE para techos en vivienda 92
Tabla 44: Calor emitido por personas 94
Tabla 45: Valores de by-pass aconsejables 95
Tabla 46: Indice de renovación de aire para el edificio total 98
Tabla 47: Resumen cargas térmicas de refrigeración 99
Tabla 48: Resumen cargas térmicas de calefacción 99
Tabla 49: Demanda de ACS por persona (l/dia) 100
Tabla 50: Temperatura agua red 101
Tabla 51: Número de personas mínimo a tener en cuenta según dormitorios 101
Tabla 52: Demanda energética por meses (kwh/mes) 103
Tabla 53: Zona climática 104
Tabla 54: Contribución solar mínima de ACS 104
Tabla 55: Lux recomendados para vivienda 106
Tabla 56: Carga térmica refrigeración Salón 140
Tabla 57: Carga térmica refrigeración Cocina 143
Tabla 58: Carga térmica refrigeración distribuidor 146
Tabla 59: Carga térmica refrigeración habitación 1 149
Tabla 60: Carga térmica refrigeración habitación 2 152
Tabla 61: Carga térmica refrigeración habitación 3 155
Tabla 62: Carga térmica refrigeración habitación 4 158
Tabla 63: Carga térmica refrigeración Habitación 5 161
Tabla 64: Carga térmica calefacción salón 163
Tabla 65: Carga térmica de calefacción habitación 1 165
Tabla 66: Carga térmica de calefacción Habitación 2 167
Tabla 67: Carga térmica de calefacción habitación 3 169
Tabla 68: Carga térmica de calefacción habitación 4 171
Tabla 69: Carga térmica de calefacción habitación 5 173
Tabla 70: Carga térmica calefacción cocina 175
Tabla 71: Carga térmica de calefacción Baño 1 177
Tabla 72: Carga térmica de calefacción Baño 2 179
Tabla 73: Carga térmica de calefacción Baño 3 181
Tabla 74: Caudal de ventilación necesario 183
Tabla 75: Aberturas de ventilación normalizada 187

Tabla 76: Equilibrado caudales de ventilación ____ *188*
Tabla 77: Secciones mínimas para admisión, extracción y paso ____ *188*
Tabla 78: Secciones de conductos en baños y cocina ____ *189*
Tabla 79: Aireadores de admisión ____ *191*
Tabla 80: Aberturas de extracción ____ *194*
Tabla 81: Conductividad térmica de elementos suelo radiante ____ *210*
Tabla 82: Resistencia térmica de pavimentos ____ *211*
Tabla 83: Resumen cargas térmicas para suelo radiante ____ *212*
Tabla 84: Resultados aplicación expresión curva característica para suelo radiante ____ *214*
Tabla 85: Coeficiente factor de paso ____ *215*
Tabla 86: Coeficiente factor de recubrimiento ____ *215*
Tabla 87: Resultados coeficiente factor de recubrimiento ____ *216*
Tabla 88: Coeficiente factor diametro exterior de tubo ____ *216*
Tabla 89:Resultados Coeficiente factor diámetro exterior de tubo ____ *217*
Tabla 90: Coeficiente mt ____ *217*
Tabla 91: Coeficiente Bg ____ *219*
Tabla 92: Resultados coeficiente Bg ____ *219*
Tabla 93: Exponente ng ____ *220*
Tabla 94: Resultados exponente ng ____ *220*
Tabla 95: Curvas características zonas ocupadas, baños y zonas periféricas ____ *221*
Tabla 96: Paso de tubos en habitáculos de vivienda ____ *224*
Tabla 97: Caudales para diferentes estancias de la vivienda ____ *225*
Tabla 98: Longitud tubos ____ *226*
Tabla 99: Tabla resumen longitud tubos ____ *226*
Tabla 100: Pérdidas de carga en cada estancia de la vivienda ____ *229*
Tabla 101: Curva característica y curva límite para T=0.05 m ____ *236*
Tabla 102: Curva característica y curva límite para T=0.075 m ____ *236*
Tabla 103: Curva característica y curva límite para T=0.1 m ____ *237*
Tabla 104: Curva característica y curva límite para T=0.15 m ____ *237*
Tabla 105: Curva característica y curva límite para T=0.2 m ____ *238*
Tabla 106: Curva característica y curva límite para T=0.225 m ____ *238*
Tabla 107: Curva característica y curva límite para T=0.3 m ____ *239*
Tabla 108: Curva característica y curva límite para T=0.375 m ____ *239*
Tabla 109: Demanda energética por consumo de ACS ____ *247*
Tabla 110: Aportación solar mensual final ____ *248*
Tabla 111: Energía absorbida por captadores ____ *250*
Tabla 112: Fracción anual de aportación por energía solar a ACS ____ *253*
Tabla 113: PCI y humedad de biocombustibles ____ *262*

Tabla 114: Comparativa biocombustibles _____ *263*
Tabla 115: Potencia necesaria para ACS _____ *264*
Tabla 116: Método no normalizado para obtención de potencia de caldera _____ *265*
Tabla 117: Potencia térmica por estancia _____ *265*
Tabla 118: Potencia de calefacción _____ *266*
Tabla 119: Potencia total caldera de biomasa _____ *266*
Tabla 120: Consumo energético (kwh/año) _____ *268*
Tabla 121: Coste y cantidad de distintos biocombustibles _____ *268*
Tabla 122: Consumo vivienda _____ *284*
Tabla 123: Datos climatológicos _____ *285*
Tabla 124: Potencia necesaria / voltaje recomendado (CC) _____ *288*
Tabla 125: Inversor seleccionado _____ *288*
Tabla 126: Datos pvgis _____ *289*
Tabla 127: Módulo solar seleccionado _____ *290*
Tabla 128: Baterías seleccionadas _____ *291*
Tabla 129: Regulador seleccionado _____ *293*
Tabla 130: Sección cableado paneles - regulador _____ *293*
Tabla 131: Sección cableado regulador - baterías _____ *293*
Tabla 132: Sección cableado Baterías-inversor _____ *294*

1.3 Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Transmitancia térmica ____ 56
Ecuación 2: Resistencia térmica total ____ 56
Ecuación 3: Resistencia térmica de capa homogénea ____ 56
Ecuación 4: Resistencia térmica suelo sanitario ____ 59
Ecuación 5: Transmitancia térmica en huecos ____ 61
Ecuación 6: Factor solar modificado ____ 63
Ecuación 7: Presión de saturación ____ 75
Ecuación 8: Humedad relativa interior ____ 75
Ecuación 9: Presión de vapor ____ 75
Ecuación 10: Exceso de presión de vapor en interior del local ____ 76
Ecuación 11: Exceso de humedad interior ____ 76
Ecuación 12: Calor sensible debido a radiación ____ 88
Ecuación 13: Carga por transmisión a través de pares y techos opacos ____ 90
Ecuación 14: Calor sensible a través de paredes y techos interiores ____ 93
Ecuación 15: Calor sensible debido al aire de filtración ____ 93
Ecuación 16: Calor sensible generado por personas que ocupan el local ____ 94
Ecuación 17: Calor sensible por aire de ventilación ____ 95
Ecuación 18: Calor latente debido al aire de infiltraciones ____ 96
Ecuación 19: Cálculo consumo ACS a 45ºC ____ 101
Ecuación 20: Demanda energética de ACS ____ 103
Ecuación 21: Sección conducto de extracción ____ 189
Ecuación 22: Caudal instalación suelo radiante ____ 207
Ecuación 23: Curva característica suelo radiante ____ 214
Ecuación 24: Coeficiente revestimiento del suelo ____ 214
Ecuación 25: Ecuación cálculo curvas límite ____ 218
Ecuación 26: Caudal de flujo de diseño ____ 224
Ecuación 27: Longitud tubos ____ 225
Ecuación 28: Caudal de funcionamiento ____ 227
Ecuación 29: Pérdidas de carga en circuito ____ 228
Ecuación 30: Número de Reynolds ____ 228
Ecuación 31: Coeficiente de fricción ____ 228
Ecuación 32: Pérdida de carga del circuito ____ 230
Ecuación 33: Pérdidas de carga en accesorios ____ 230
Ecuación 34: Pérdida de carga en caldera ____ 230
Ecuación 35: Factor de corrección por temperatura suelo radiante ____ 231
Ecuación 36: Pérdida de carga en colector ____ 232
Ecuación 37: Pérdida de carga debido a la altura ____ 233

Ecuación 38: Rendimiento SAUNIER-DUVAL _____ *249*
Ecuación 39: Ecuación f-chart _____ *251*
Ecuación 40: Requerimiento sistema de acumulación _____ *253*
Ecuación 41: Pérdidas de carga en tuberias _____ *254*
Ecuación 42: Número de Reynolds en tuberías _____ *255*
Ecuación 43: Coeficiente de fricción _____ *256*
Ecuación 44: Velocidad del fluido _____ *256*
*Ecuación 45: Potencia bomba de circulación*_____ *257*
Ecuación 46: Cálculo vaso de expansión _____ *257*
Ecuación 47: Toneladas necesarias de biocombustible anualmente. _____ *268*
*Ecuación 48: Pérdidas en instalación*_____ *286*
*Ecuación 49: Consumo máximo*_____ *289*
Ecuación 50: Capacidad del banco de baterías _____ *291*

1.4. Índice de figuras

Figura 1: Distribución temperaturas ____ 22
Figura 2:Distribución de temperaturas de suelo radiante/calefacción convencinal ____ 22
Figura 3:Colector de impulsión/retorno controlado por cabezales electro-térmicos ____ 23
Figura 4:Partes de suelo radiante ____ 24
Figura 5: Lámina portatubos ____ 25
Figura 6: Zonas climáticas en la península ____ 29
Figura 7: Esquema básico de funcionami. del efecto fotovoltaico ____ 29
Figura 8: Comparación de varías tecnologías de iluminación ____ 31
Figura 9: Zona sur de la vivienda ____ 38
Figura 10: Fachada Sur y Este de la vivienda ____ 38
Figura 11: Fachada Norte de la vivienda ____ 39
Figura 12: Zona oeste de la vivienda ____ 39
Figura 13: Entrada almacén ____ 40
Figura 14: Datos catastrales de inmueble ____ 41
Figura 15: Esquema sistema de aprovechamiento de aguas grises ____ 43
Figura 16: Esquema aprovechamiento aguas pluviales ____ 43
Figura 17: Esquema aprovechamiento aguas residuales ____ 44
Figura 18: Esquema instalación geotérmico ____ 45
Figura 19: Esquema básico instalación paneles fotovoltaicos ____ 45
Figura 20: Esquema básico sistema de refrigeración por absorción ____ 47
Figura 21: Orientación de vivienda ____ 53
Figura 22: Certificado eficiencia energética (Página 1) ____ 66
Figura 23: Certificado de eficiencia energética (Página 2) ____ 67
Figura 24: Certificado de eficiencia energética (Página 3) ____ 68
Figura 25: Certificado de eficiencia energética (Página 4) ____ 69
Figura 26: Certificado de eficiencia energética (Página 5) ____ 70
Figura 27: Certificado de eficiencia energética (Página 6) ____ 71
Figura 28: Certificado de eficiencia energética (Página 7) ____ 72
Figura 29: Datos introducidos en programa e-condesa ____ 77
Figura 30: Presión vapor vs. presión de saturación.(Pa) ____ 79
Figura 31: Presión vapor vs. presión saturación cubierta (Pa) ____ 81
Figura 32: Aireadores de ventana ____ 185
Figura 33: Aireadores de admisión en catálogo ____ 192
Figura 34: Sistema de extracció en catálogo ____ 195
Figura 35: Campana extractora en catálogo ____ 199
Figura 36: Extractor mecánico de ventilación ____ 202
Figura 37: Accesorios de ventilación ____ 203

Figura 38: Esquema simplificado ACS + Biomasa _____ *208*
Figura 39: Sistema tipo A según norma para suelo radiante _____ *213*
Figura 40: Pérdida de carga en colector _____ *232*
Figura 41: Esquema de regulación de temperatura _____ *235*
Figura 42: Instalación por termosifón vs. circulación forzada _____ *244*
Figura 43: Vaso de expansión _____ *245*
Figura 44: Combinación solar térmica + Biomasa _____ *270*
Figura 45: Caldera de Biomasa seleccionada _____ *273*
Figura 46: Depósito pellets seleccionado _____ *274*
Figura 47: Esquema básico instalación solar fotovoltaica aislada _____ *276*
Figura 48: Curva I-V _____ *278*
Figura 49: Inclinación de paneles _____ *278*
Figura 50: Asociación de paneles en paralelo _____ *279*
Figura 51: Asociación de paneles en serie _____ *279*
Figura 52: Conexión de baterías en paralelo _____ *281*
Figura 53: Conexión de baterías en serie _____ *281*
Figura 54: Conexión de baterías serie/paralelo _____ *282*
Figura 55: Distancia entre captadores _____ *291*

2. MEMORIA

2.1 Introducción

Debido a la continua demanda de consumo energético por parte de la población, nos vemos obligados a la constante búsqueda de alternativas energéticas que puedan satisfacer dicha demanda. Aunque en la actualidad existen variadas alternativas energéticas muchas de ellas aún no han sido suficientemente explotadas, ya sea por motivos políticos, técnicos o económicos.

La mayor parte de la energía consumida actualmente proviene de combustibles fósiles, compuestos fundamentalmente por petróleo y sus derivados, el gas natural y el carbón. Por todos es sabido que estos tipos de recursos tienen “vida limitada” y además tienen un impacto ambiental, no considerado problemático en un principio, bastante elevado.

No podemos obviar que debido a la continua demanda ascendente de éste tipo de energías hacen cada vez más complicado tanto técnica como económicamente, la explotación de éste tipo de yacimientos, esto cobra especial interés en países que energéticamente dependen prácticamente del exterior, por todos los motivo expuestos anteriormente, entre otros, se hace imprescindible el estudio de alternativas energéticas que favorezcan la explotación de recursos naturales.

La principal función de los recursos energéticos es satisfacer algunas necesidades básicas, como son el calor o el trabajo, para una perfecta sincronización, hemos de desarrollar fuentes energéticas que sean menos agresivas contra el medio ambiente.

En el caso que nos ocupa podemos adaptarnos a varias estrategias que son válidas para la reducción del consumo energético, ya que ésta es la base para una buena eficiencia energética, “gastar lo mínimo posible”:

- Se puede reducir la demanda energética teniendo una buena orientación de la vivienda dependiendo de la situación climática donde se ubican. Algunas arquitecturas presentan escasez de aislamiento térmico por lo que ganan mucho calor en verano y lo pierden en invierno.
- Aumentar el rendimiento de las instalaciones de nuestro edificio, usando, por ejemplo equipos de climatización que se adapten a las condiciones de confort y no desperdiciando energía innecesariamente con instalaciones inadecuadas.
- El uso de energías renovables nos da la ventaja de usar fuentes que no se agotan y no contaminan, en nuestro caso, dado que la arquitectura está definida con anterioridad, no centraremos en un conjunto de sistemas que pueden integrarse en

el edificio con el objetivo de aumentar la demanda energética. De ésta manera es posible conseguir una vivienda sostenible, ya que disponemos de la tecnología necesaria para cubrir cualquier necesidad. A la hora de llevar a cabo lo anteriormente expuesto tendremos diversas opciones, cada una con una complejidad, coste y mantenimiento, a continuación se comentan un conjunto de ellas, desarrollando a lo largo del proyecto las más aconsejables para el caso que está siendo estudiado.

2.1.1. Suelo Radiante. Principio de funcionamiento

El sistema de calefacción por medio de radiadores tradicionales es el más utilizado en nuestro país, no por ello es el más adecuado, entre otros destacan como aspectos negativos más llamativos los siguientes:

-Provoca una distribución no uniforme de la temperatura en el habitáculo, variando en cierta medida la sensación de confort de los usuarios.

-El sistema por radiadores tradicionales requiere una gran cantidad de energía para su funcionamiento, ya que tiene que calentar el fluido a temperaturas que oscilan entre los 75 y los 95 grados centígrados. Para hacerse una idea del desperdicio de energía basta con saber que es necesario quemar un combustible a temperaturas que oscilan los 850 ºC para como hemos dicho anteriormente, calentar agua entre 75 y 95ºC, todo eso para mantener una habitación a una temperatura de confort próxima a los 20ºC. Como puede deducirse existe un gran salto térmico desde que empieza el proceso hasta que conseguimos la temperatura deseada.

-Los sistemas tradicionales de radiadores crean una “corriente de calor” que asciende rápidamente hasta la parte más alta del habitáculo, donde es desaprovechada lo que provoca que la temperatura a nivel del suelo tarde mucho más tiempo en obtenerse.

Las ventajas que rodean a un sistema de calefacción por suelo radiante son notable, y entre todas ellas podemos destacar las siguientes:

-Curva de confort óptima

Éste tipo de instalaciones es el que mejor se ajusta a la distribución de calor del cuerpo humano, siento la temperatura ligeramente inferior en la parte de la cabeza. En la siguiente figura puede apreciarse las curvas de confort para diferentes métodos de calefacción.

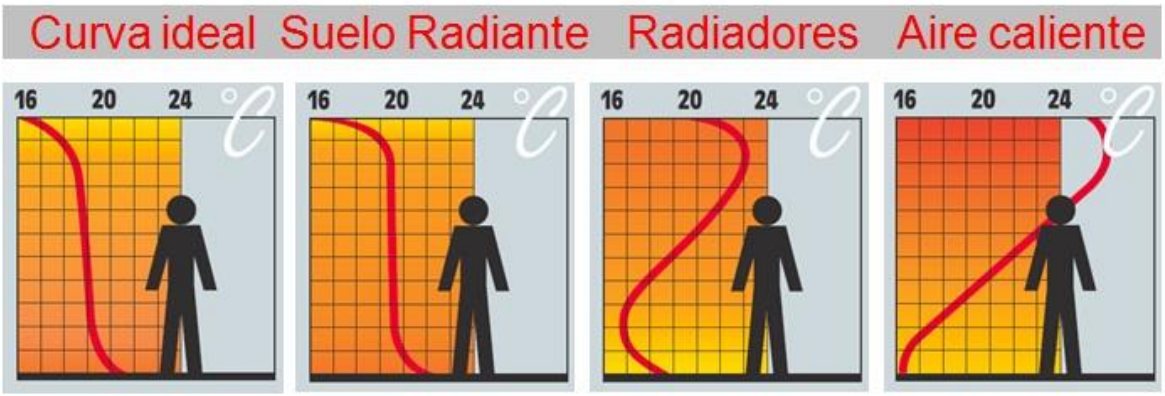


Figura 1: Distribución temperaturas

-Mayor superficie de emisión térmica

Todo el suelo del habitáculo hace de emisor térmico, por lo que la temperatura deseada o de confort será uniforma por toda ésta, característica que no comparte con el resto de sistemas de calefacción.

-Calefacción sin movimientos de aire

Al tener mucha superficie emisora de calor y ser éste por radiación y convección natural no hay movimiento de aire en la habitación, lo que hace que la temperatura en toda ella sea homogénea como muestra la Figura 2.14

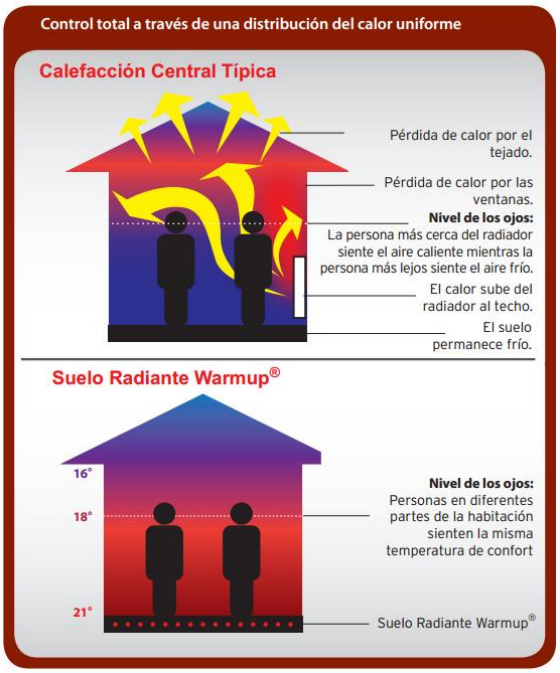


Figura 2:Distribución de temperaturas de suelo radiante/calefacción convencinal

-Es compatible con todo tipo de pavimentos

-Sistema de calefacción silencioso debido a la baja velocidad a la que circula el fluido.

El principio básico de funcionamiento en una instalación de suelo radiante consiste en hacer circular mediante impulsión agua a una temperatura determinada a través de tuberías instaladas bajo el pavimento de la vivienda, éste a su vez absorbe la energía térmica proveniente del fluido y es desprendida por radiación y convección natural hacia el habitáculo.

Las tuberías anteriormente mencionadas parten de un colector de impulsión y retorno, donde, ajustando éste hidráulicamente mediante cabezales electro térmicos podemos regular el caudal de fluido que circula por los conductos en base a la necesidad térmica del habitáculo que alimente.

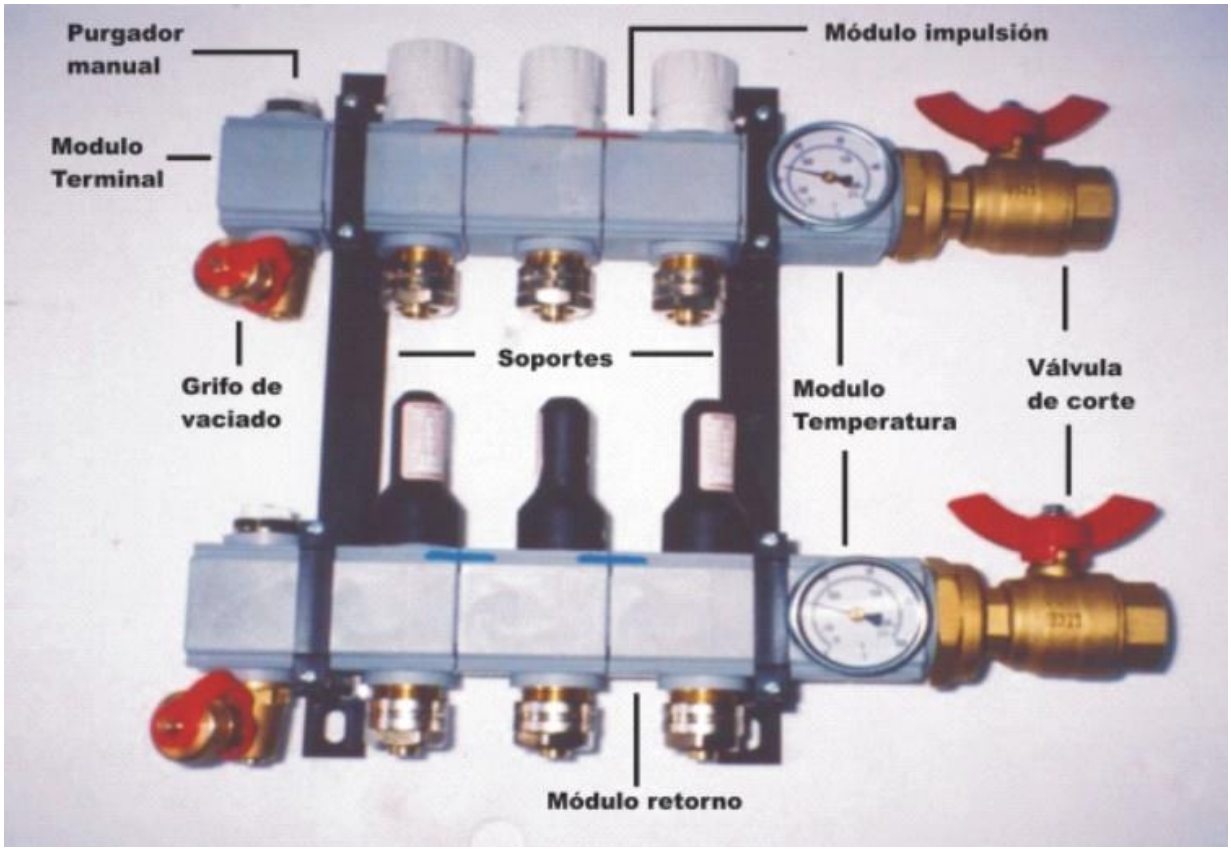


Figura 3:Colector de impulsión/retorno controlado por cabezales electro-térmicos

Una vez que las tuberías salen del colector y se disponen sobre la superficie del pavimento, tenemos las siguientes partes, mostradas en la Figura 2.14 para mayor comprensión de lo expuesto.

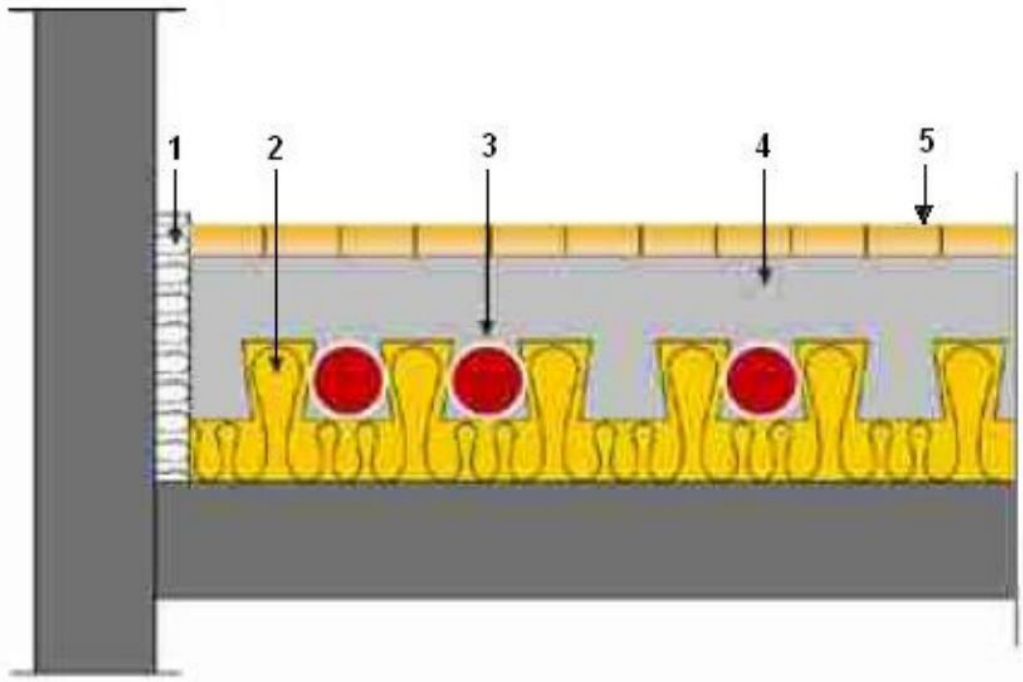


Figura 4:Partes de suelo radiante

1.- Tira de dilatación

También llamado zócalo perimetral, consiste en una espuma de polietileno que se encarga principalmente de absorber todas las dilataciones producidas por el mortero de cemento colocado sobre los tubos emisores de calor, indirectamente provoca un buen aislamiento lateral del habitáculo.

2.- Capa aislante moldeada, plastificada y machihembrada.

Ésta es una de las partes más importantes del suelo radiante, y por consiguiente es necesario que la calidad en su material sea lo máxima posible, ya que se encarga de que no haya pérdidas térmicas hacia la parte inferior de la instalación, es decir, hacia el armado de la vivienda, implicando la correcta instalación un ahorro energético importante, así como un mayor control sobre la temperatura del habitáculo. Estos “paneles” aparte de cumplir con su función de aislamiento, tienen que sujetar y guiar las tuberías, tiene que colocarse sobre toda la superficie que vaya ser calefactada mediante éste sistema.

En lo que respecta a los materiales con los que se construye suelen ser de poestireno expandido obteniendo un densidad de 20 $Kg/m^{2,}$ lo que implica una resistencia a compresión de 10 Tn/m^2 .



Figura 5: Lámina portatubos

3.- Tubos de polietileno

Es por donde circula el fluido que distribuye el calor necesario, hago hincapié en el hecho de que sean de polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno para evitar la oxidación y deteriores de partes metálicas en la instalación

4.- Mortero de cemento

Es vertido sobre toda la superficie calefactada cuando el circuito ha sido instalado, hoy en día existen morteros térmicos de alta conductividad térmica para dejar propagarse mejor el calor al exterior debido a que la capa de éste no tiene porque ser tan gruesa como hace unos años logrando además que éste entre perfectamente por todos los tubos debido a la fluidez del mismo.

2.1.2. Energía solar térmica

En este apartado atendemos a la radiación solar como fuente de energía, ya que además de ser la más abundante cuenta con las siguientes ventajas entre otras:

-Es totalmente renovable, la edad del sol se estima en 5000 millones de años perdiendo éste una masa de 4500 kg/s, por lo que se estima una duración de 6000 millones de años más.

-Es una fuente de energía totalmente sostenible, no contribuyendo su explotación al calentamiento global.

-Es muy abundante, como dato, la energía incidente cada día es diez mil veces el consumo de energía total de la humanidad.

-Podemos encontrarla en cualquier punto del planeta, habiendo zonas donde podemos obtener mayor o menor rendimiento, dependiendo de la zona geográfica en la que nos ubiquemos.

-Una instalación solar térmica tienen una vida útil larga, siendo ésta limpia, silenciosa y con escaso mantenimiento.

-No requiere infraestructura de transporte de energía, ya que es generada en el mismo punto donde va a ser consumida.

A pesar de todas estas ventajas entre otras no enumeradas, cuenta con algunos inconvenientes, solventables en todo caso. El principal inconveniente es que se puede producir energía durante un tiempo determinado del día, por lo que para asegurar la continua distribución de energía en una instalación es necesario complementarla, como en nuestro caso, con otras instalaciones (instalaciones híbridas), como la instalación propuesta en el presente trabajo, mediante una caldera de biomasa.

Uno de los usos más reconocidos para la energía solar térmica es la producción de ACS. La legislación española, en concreto el Código Técnico de la Edificación, concretamente en la sección HE-4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”, de marzo de 2006, obliga a cumplir una parte importante de la demanda energética en ACS mediante aportación solar, dependiendo de la zona climática y el volumen de consumo, ésta aportación varía entre el 30% y el 70%, dependiendo también del tipo de energía complementaria en la instalación; general, tomando ésta como gasóleo, propano, gas natural u otras; y efecto Joule.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 1: Contribución solar mínima de ACS (HE4)

2.1.3. Energía de Biomasa

Podemos definir, antes de nada, el término biomasa, siendo ésta un grupo de productos energéticos y materias primas de tipo renovable que se originan a partir de materia orgánica, formada por vía biológica.

Los métodos de obtención de energía útil a partir de biomasa, pueden agruparse en dos tipos fundamentalmente, conversión bioquímica y conversión termoquímica. De la primera se puede obtener etanol y metano mediante la fermentación alcohólica y digestión anaerobia, de la segunda se obtiene gas pobre, carbón y jugos piroleñosos mediante gasificación y pirolisis.

Podemos clasificar los tipos de biomasa en tres grupos fundamentales:

-Biomasa residual: Generada a partir de la actividad humana, principalmente en procesos ganaderos y agrícolas, además de basura y aguas residuales.

-Biomasa natural: la produce la propia naturaleza sin intervención del ser humano como puede ser la caída de hojas en un bosque.

-Biomasa producida: Es biomasa, podemos decir, buscada, cultivada a propósito para posteriormente usarla como combustible, como es el caso del cultivo de caña de azúcar en Brasil para la producción de etanol.

Centrándonos en éste proyecto, usaremos residuos de madera (pellets) y madera en si producida en las zonas limítrofes con la finca para la producción de energía a través de éste método.

En la siguiente tabla, pueden apreciarse a simple vista las ventajas e inconvenientes de la obtención de energía a través de éste método.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
-Energía totalmente renovable	-Sólo pueden usarse residuos orgánicos.
-Única fuente de energía que aporta balance de dióxido de carbono favorable, reteniendo durante su crecimiento más C02 del que libera durante su combustión	-Para producir energía a partir de biomasa, es necesario una gran cantidad de ésta, exigiendo tener en cuenta esto para su cultivo y almacenamiento.
-Los combustibles generados por biomasa tienen gran variedad de usos.	-Obtenemos un menor rendimiento que a través de combustibles fósiles.

-Se evita contaminación del medio ya que se aprovechan los residuos orgánicos.	-Alrededor del 50% de la biomas del planeta se encuentra en océanos, siendo muy compleja su recuperación.
-No existe emisión de azufres e hidrocarburos altamente contaminantes	-El aprovechamiento de recursos forestales podría llevar al agotamiento del mismo.
-Se obtienen productos (como las cenizas) que son biodegradables.	

Tabla 2: Ventajas y desventajas de creación de energía por Biomasa

No obstante, en la parte técnica/de cálculo de este documento se analizará más profundamente las características de los combustibles empleados.

2.1.4. Energía solar Fotovoltaica

Podemos llamar fotovoltaica a la energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, que convierten la luz solar en electricidad, sin necesidad de efecto térmico.

En la siguiente tabla, y antes de continuar, se exponen las principales ventajas de la energía solar fotovoltaica.

VENTAJAS DEL USO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
-No emite CO2, producimos energía sin contaminación, como referencia, la contaminación producida por un coche circulando durante 60000 km se ahorraría alimentando 10 hogares con éste tipo de energía.
-Su precio de instalación ha bajado considerablemente, debido al auge de éste tipo de energía.
-Al ser modular y barata permite que los ciudadanos "fabrique" su propia energía, siempre que las autoridades competentes estén dispuestas a colaborar.
-Recurso "infinito", ya que como se ha dicho anteriormente, al Sol le queda una vida estimada de 6000 M de años.

Tabla 3: Ventajas de uso de energía solar fotovoltaica

El principio de funcionamiento consiste en la transformación de energía solar en energía eléctrica sin ningún uso de reacciones químicas o proceso mecánicos que requieran partes móviles. Las condiciones de funcionamiento dependen de la radiación solar en la zona climática donde nos ubiquemos (la provincia fundamentalmente) y la temperatura de funcionamiento, los institutos de energía elaboran temporalmente atlas de radiación.

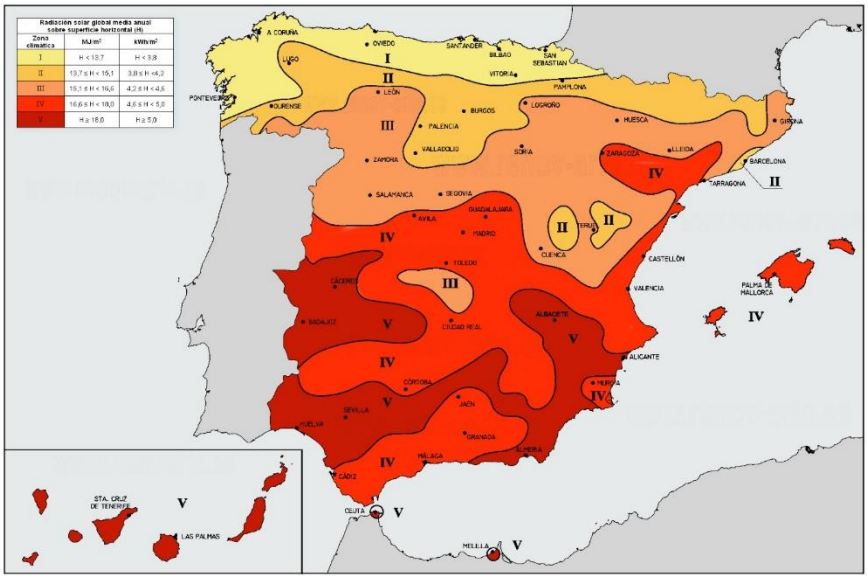


Figura 6: Zonas climáticas en la península

La elección de los datos para el cálculo se harán en base a la situación de la instalación y las condiciones predominantes y particulares de cada lugar, utilizando para cada provincia una tabla de radiación solar mensual.

Para la transformación de la energía recibida a través del Sol en energía eléctrica, hacemos uso las llamadas “células fotovoltaicas”. Una vez que la luz del Sol ha incidido sobre la superficie de la célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten energía a los electrones del conductor por el que está formado las células, haciendo que puedan circular dentro del sólido, consiguiendo que los electrones que salen al exterior, generen una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito.

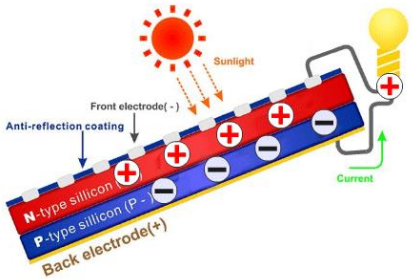


Figura 7: Esquema básico de funcionami. del efecto fotovoltaico

No debemos confundir el concepto de célula fotovoltaica con paneles fotovoltaicos, siendo éstos últimos el resultado de la conexión de las células fotovoltaicas y su posterior encapsulado y enmarcado. Estas instalaciones se caracterizan principalmente por:

-Ser modulares

-Apenas requieren mantenimiento posterior a su instalación

-Tienen una gran simplicidad en su montaje.

-No producen ningún tipo de contaminación

-Poseen una larga duración, superior a 35 años actualmente.

No obstante hace falta aún, mejorar algunos aspectos para la plena incorporación de éste tipo de sistemas, tales como los económicos, estéticos, financieros y a veces los más importantes, administrativos, ya que en ocasiones son las mismas administraciones públicas, ya sea por intereses económicos u otros motivos, las que más impedimentos ponen a la hora de avanzar en éste campo.

2.1.5. Nuevo Sistema de Iluminación

Éste aspecto lo ejecutará atendiendo a la Sección HE-3 del código técnico “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” y teniendo en cuenta la nueva normativa europea UNE-12464-1 “Iluminación en interiores”. Se iluminarán las estancias teniendo en cuenta el uso de la vivienda, ya que habrá gente, generalmente, aprovechando tiempo de ocio y no habrá gente trabajando, de ser así las circunstancias de iluminación cambiarían.

La normativa europea antes mostrada, también regula normas para el deslumbramiento y parpadeos. Cualquier mejora de iluminación que consideremos, ayudará notablemente al ahorro económico, energético y de mantenimiento de la instalación.

Para proceder a una correcta selección de fuentes de luz, tendremos que fijarnos en un aspecto fundamental, la luz natural, combinando ésta con la luz que calculemos artificial para el mejor ambiente de confort y trabajo posible dentro de la estancia.

Para la correcta elección de un sistema de iluminación tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

-Cantidad de luz (Lúmenes, temperatura de color, índice de reproducción cromática)

-Cantidad de energía consumida por lámpara

-Diseño del sistema de iluminación (lámpara y luminaria)

Para la elección de la mejor opción siempre debemos de decantarnos por aquella, que ofreciendo las mismas características de iluminación consuma menos. Para ello se

propone el cambio de iluminación al sistema de tecnología LED, siendo éste, muy básicamente explicado, un diodo semiconductor que emite luz.

Los LED`s ofrecen gran cantidad de ventajas frente a la iluminación tradicional (incandescente y fluorescente) como puede verse en la siguiente tabla:

VENTAJAS DEL USO DE TECNOLOGÍA LED FRENTE A ILUMINACIÓN TRADICIONAL (INCANDESCENTE Y FLUORESCENTE).
-Consumo de energía mucho menor
-Mayor tiempo de vida
-Reduce las emisiones de calor
-Son ideales para utilizarse en paneles fotovoltaicos como los que vamos a instalar nosotros.
-No se ven afectados por el encendido intermitente
-los LED`S actuales pueden acomodarse al 90% de todas las tecnologías de iluminación
-Poseen la característica de un encendido muy rápido

Tabla 4: Ventajas el uso de tecnología LED

-Como desventaja principal está el desembolso económico a la hora del cambio de iluminación, estando sobradamente demostrado la amortización en un plazo de tiempo relativamente corto.

	Incandescente	Fluorescente compacta	LED
Fuente de luz			
Consumo (W)	40 W	10 W	5 W
Flujo luminoso (lm)	400 lm	400 lm	470 lm
lm/W	10 lm/W	40 lm/W	94 lm/W
Ahorro de energía	--	75%	85%
Vida útil (h)	1.000 h	6.000 h	20.000 h

Figura 8: Comparación de varías tecnologías de iluminación

2.2. Objeto

Durante la realización del presente trabajo fin de grado por el alumno Antonio Mario Carmona Cazalilla se procederá al diseño de sistemas de ahorro y suministro energético, suministro de agua caliente sanitaria (ACS) y climatización de una casa rural mediante el uso de energías renovables con el objetivo de conseguir autosuficiencia energética de dicha vivienda.

El objetivo principal será dimensionar una instalación que mejore las prestaciones económicas, técnicas y medio ambiental que proporcionarían una línea eléctrica convencional o la instalación de grupos electrógenos que cubrieran la demanda energética solicitada por la vivienda.

El interés por éste tipo de cálculos radica en la necesidad de adecuar dicha infraestructura para optimizar los recursos de los que disponemos en un entorno rural como en el que nos encontramos, se conseguirá obtener una adecuada calificación energética, ahorro energético considerable cumpliendo en todo momento con las condiciones de confort y bienestar marcados por la correspondientes normativas.

2.3. Alcance

El presente estudio se centrará en el dimensionamiento de un sistema adecuado de ventilación y suelo radiante. Para la generación y transporte de la energía se hará uso de un sistema de energías renovables constituidas por un conjunto de Biomasa, Solar Térmicas y Fotovoltaicas en el edificio. En un principio se pensó en usar un sistema basado en la geotermia, pero se descartó al ser la instalación más cara y presentar el suelo una capacidad de cesión de calor baja.

Para conseguir todo lo anterior es necesario realizar una serie de objetivos previos con el fin de reducir lo máximo posible la demanda energética de la vivienda y así poder elegir un sistema adecuado para la perfecta climatización de todos sus habitáculos, además de producir la cantidad de electricidad necesaria para cubrir todas las necesidades, proyectando un conjunto de baterías que hagan cumplir este requisito.

Éstos objetivos son los siguientes:

1. Reducir al máximo la demanda energética definiendo cerramientos, espacios habitados y no habitados, comprobando los valores límites de transmitancia y condensación, siempre teniendo en cuenta el cumplimiento del CTE en su sección

HE-1 para reducir lo máximo posible el consumo de la instalación que posteriormente será montada en la vivienda.

2. Una vez reducido al máximo la demanda energética, diseñaremos un sistema capaz de conseguir parámetros necesarios para crear un ambiente de confort y bienestar térmico, para ello se tendrán que definir condiciones higrométricas tanto para invierno como para verano. El sistema diseñado tendrá que disponer de todas las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE) tales como velocidades máximas de impulsión, ruido de máquinas, eficiencia del equipo..
3. Incorporación de unidad de biomasa para producción de calor , ha sido elegido éste tipo de energía ya que es una de las más competentes del mercado.
4. Diseño de un sistema térmico de producción de ACS, para así evitar tener que encender la caldera en días que no sea necesario.
5. Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico autónomo formado, muy básicamente, por un generador, un inversor y un sistema de acumulación.
6. Se diseñará un sistema de alumbrado de bajo consumo que sustituirá al actual.

Siendo éstas las propuestas iniciales, se detallan a continuación tanto los aspectos más importantes de éstas cómo el principio de funcionamiento de cada una de las partes expuestas.

2.3. Antecedentes

Se trata de una vivienda unifamiliar en un mismo nivel, situándose un pequeño almacén en un nivel inferior, no siendo éste objeto de estudio en este trabajo.

La vivienda consta de cinco dormitorios, salón con chimenea de madera, una cocina, tres cuartos de baño y zonas exteriores (terrazas y porche).

El sistema de calefacción usado es a partir de radiadores eléctricos en las habitaciones y cuartos de baño y chimenea de leña en el salón, no existiendo ningún tipo de sistema de refrigeración en toda la vivienda.

El sistema de iluminación está compuesto por lámparas de bajo consumo tanto dentro como fuera de la vivienda.

La parcela en su totalidad consta de 6821 m^2 de los cuales 140 m^2 son destinados a la vivienda, 48 m^2 al almacén/cochera, 30 m^2 a la piscina y 6622 m^2 destinados únicamente a jardín y recreo.

HABITÁCULO	SUPERFICIE	
Salón:	27.8	m^2
Cocina:	13.25	m^2
Baño 1:	6.3	m^2
Baño 2:	6.6	m^2
Baño 3:	6.6	m^2
Habitación 1:	8.2	m^2
Habitación 2:	10.25	m^2
Habitación 3:	10.25	m^2
Habitación 4:	19.25	m^2
Habitación 5:	19.25	m^2
Pasillo:	10.2	m^2

Tabla 5: Superficie de habitáculos de vivienda

Para la realización de todas de todas las modificaciones expuestas en el presente documento sobre la vivienda descrita, se adquirirá en su momento toda la documentación exigida por la administración para la ejecución material de las obras necesarias.

2.4. Normas y referencias

2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

Se exponen a continuación la referencia de disposiciones legales consultada y aplicada en su totalidad y en parte, para la correcta realización del presente proyecto en lo que a materia normativa, documental y de instrucciones técnicas se refiere.

RITE - *Reglamento de instalaciones térmicas de los Edificios*

IDAE- *Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto*

IDAE- *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura*

DB-HE0- *Limitación de consumo energético*

DB-HE1- *Limitación de demanda energética*

DB-HE3- *Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación*

DB-HE4- *Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria*

DB-HS3- *Calidad de aire interior*

UNE EN-157001- *Criterios generales para la elaboración de proyectos.*

UNE-EN-12831- *Sistemas de calefacción en edificios. Método para cálculo de carga térmica de diseño.*

UNE-EN-94002:2005- *Instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria. Cálculo de la demanda de energía térmica.*

UNE-EN-12207:2000- *Puertas y ventanas. Permeabilidad al aire. Clasificación*

UNE EN-1264-2:2009+A1- *Sistema de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 2: Suelo radiante: Métodos para la determinación de la emisión térmica de los suelos radiantes por cálculo y ensayo.*

UNE EN-1264-3 - *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 3: Dimensionamiento.*

UNE EN-1264-4 - *Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficie. Parte 4: Instalación.*

UNE EN-12977-1 - *Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Requisitos generales para los calentadores de agua solares y las instalaciones solares combinadas.*

UNE EN-12977-3 - *Sistemas solares térmicos y sus componentes. Instalaciones a medida. Parte 3: Métodos de ensayo del rendimiento de los acumuladores de agua de calentamiento solar.*

UNE EN-12976.2 - *Sistemas solares térmicos y componentes. Sistemas prefabricados. Métodos de ensayo.*

UNE EN-13788 - *Características higrotérmicas de los elementos y componentes de la edificación. Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial. Métodos de cálculo.*

UNE EN-10077-1 - *Comportamiento térmico de ventanas, puertas y persianas. Cáculo de la transmitancia térmica. Parte 1: Generalidades.*

UNE EN-10077-2_2012/AC - *Prestaciones térmicas de ventanas, puertas y persianas. Cálculo del coeficiente de transmitancia térmica. Parte 2: Método numérico para los marcos.*

UNE-EN-690 – *Bibliografías y citas.*

BOE, núm. 99 del 23/4/2009 -: *Cumplimiento básico de salubridad por micro ventilación.*

No obstante, ha sido de aplicación cualquier normativa necesaria y que pueda hacer referencia alguna de las normas citadas anteriormente.

2.4.2. Programas de cálculo

Durante la realización del presente documento se han usado como herramienta para facilitar y corroborar el trabajo realizado los siguientes programas de cálculo informáticos:

-*MICROSOFT EXCEL* Herramienta que funciona como una hoja de cálculo, usada para aparte de realizar cálculos que podían haber sido realizados por otro método, implementar una ruta de trabajo que sirva a otros usuarios para, introduciendo ciertos datos obtenga los valores requeridos en lo que a producción ACS, instalación fotovoltaica, suelo radiante y caldera de biomasa se refiere. Dichos “programas” pueden observarse en el CD adjunto, así como una guía de funcionamiento de los mismos.

-CYPECAD MEP: Es un programa de cálculo de instalaciones tales como instalaciones de climatización o solar térmica entre otras, también determina el cumplimiento de DB-HE-0 y DB-HE-1. Ha sido usado para una vez obtenidos los resultados en base a la normativa aplicable corroborar los resultados, todos los resultados obtenidos mediante el programa pueden observarse en el CD adjunto.

-DIALUX 4.2: Usado para obtener el proyecto de iluminación, siendo utilizado por miles de diseñadores de iluminación por todo el planeta facilitando en gran medida la distribución de focos de luz tanto en interiores como en exteriores para una correcta iluminación.

-eCondesa2: Software usado para la comprobación de las condensaciones superficiales e intersticiales de la vivienda.

-CEXv.2.3.: Software aprobado por el ministerio de industria para la obtención de la calificación energética de la vivienda.

2.4.3. Bibliografía

A. Labouret, M. Villoz. *Energía solar fotovoltaica. Manual Práctico.* Madrid A. Madrid Vicente, Editores, 2008. ISBN-13:978-84-96709-00-3.

Bureau Veritas Formación, Javier María Méndez Muñiz, Rafael Cuervo García. *Energía solar fotovoltaica.*6º Edición. Madrid: Fundación Confemetal,2012. ISBN: 978-84-92735-58-7

Miguel Pareja Aparicio, *Energía solar fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada*. 3º Edición. Barcelona: Marcombo, 2016. ISBN: 978-84-267-2230-0

Luis Mongue Malo, *Instalaciones de energía solar térmica para la obtención de ACS en viviendas.* 2º Edidicón. Barcelona: Marcombo, 2013. ISBN: 978-84-267-1963-8

Fundación de la energía de la comunidad de Madrid, *Guía de suelo radiante. Febeca.* Madrid. Comunidad de Madrid. Depósito legal: M-5815-2017

Antonio Manuel Reyes Rodriguez, *Cypecad Mep 2018. Diseño y cálculo de instalaciones en edificios.* 2º Edición. Barcelona: Anaya, 2018. ISBN: 978-84-415-3953-2

*Metodología y cálculo a realizar para el diseño de una instalación de suelo radiante según norma UNE-EN 1264 [*Consulta el 15 de Noviembre de 2018]. Disponible en: https://www.fenercom.com/pages/pdf/formacion/17-04-05_Suelo%20radiante_FEGECA/6_Metodologia_calculo_instalaciones_suelo_radiante_ORKLI_fenercom-2017 -

Cálculo de calefacción por suelo radiante [Consulta el 16 de noviembre de 2018]. Disponible en: http://javiponce-formatec.blogspot.com/2015/10/calculo-de-calefaccion-por-suelo.html

Instalaciones solares térmicas. Predimensionado y Dimensionado [Consulta el 10 de Diciembre de 2018]. Disponible en: http://www.coavn.org/coavn/cte/cursonavarra/he4_03_dimensionado.pdf

Como dimensionar una instalación fotovoltaica [Consulta 6 de Enero de 2019]. Disponible en: https://www.ecosolaresp.com/como-dimensionar-una-instalacion-fotovoltaica/

2.5 Requisitos de diseño

Titular: Manuel Gálvez Delgado

NIF:000000-X

La vivienda que va a ser estudiada , conocida como “El alambique” está situada en el paraje natural Sierra Morena (término municipal de Andújar), carretera de La Alcaparrosa (JV5011), km 3.3, situada a una altitud de 630 m.



Figura 9: Zona sur de la vivienda

En la figura 9 puede observarse la fachada Sur, pozo y almacén de la vivienda.



Figura 10: Fachada Sur y Este de la vivienda

En la figura 10 puede observarse la fachada sur de la vivienda donde se encuentra la entrada principal y la fachada este.



Figura 11: Fachada Norte de la vivienda

En ésta ilustración puede observarse la fachada norte, donde está ubicada una puerta trasera de acceso a la vivienda que conectan con la cocina y escaleras que llevan a la zona Este de la vivienda.



Figura 12: Zona oeste de la vivienda

Aquí podemos observar la terraza que forma el almacén y la fachada Oeste. La puerta trasera del almacén no está representada en los planos debido a que está inutilizada y tapiada convenientemente.



Figura 13: Entrada almacén

Puede observare en ésta ilustración con más detalle el portón de entrada al almacén y la escalera que conecta con la vivienda.

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE HACIENDA | SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA | DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
23005A017006040000HJ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN
Es:1 Pl:00 Pt:01 Polígono 17 Parcela 604
MARQUESA. ANDUJAR [JAÉN]

USO PRINCIPAL: Agrario
AÑO CONSTRUCCIÓN: 1980
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: 100,000000
SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]: 228

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN
Polígono 17 Parcela 604
MARQUESA. ANDUJAR [JAÉN]

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²]	SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²]	TIPO DE FINCA
228	6.851	Parcela construida sin división horizontal

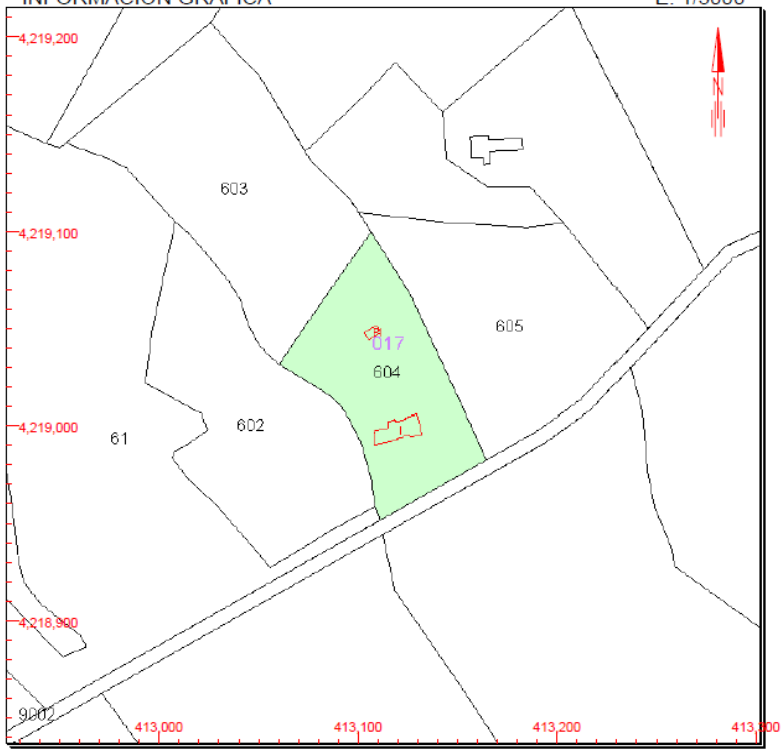
CONSTRUCCIÓN

Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m²
VIVIENDA	1	00	01	150
ALMACEN	1	00	02	48
DEPORTIVO	1	00	03	30

CULTIVO

Subparcela	CC	Cultivo	IP	Superficie m²
0	MM	Pinar maderable	02	6.622

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/3000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

413,200 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
Límite de Manzana
Límite de Parcela
Límite de Construcciones
Mobiliario y aceras
Límite zona verde
Hidrografía

Martes , 25 de Septiembre de 2018

CONSULTA

Figura 14: Datos catastrales de inmueble

Existen aspectos externos a tener en cuenta para la ejecución del presente proyecto, teniendo especial cuidado en no romper en la medida de lo posible la estética del entorno al tratarse de un paraje natural en pleno parque natural.

2.6 Análisis de Soluciones

En el caso que nos ocupa podemos adaptarnos a varias estrategias que son válidas para la reducción del consumo energético, ya que ésta es la base para una buena eficiencia energética, “gastar lo mínimo posible”:

- Se puede reducir la demanda energética teniendo una buena orientación de la vivienda dependiendo de la situación climática donde se ubican. Algunas arquitecturas presentan escasez de aislamiento térmico por lo que ganan mucho calor en verano y lo pierden en invierno.
- Aumentar el rendimiento de las instalaciones de nuestro edificio, usando, por ejemplo equipos de climatización que se adapten a las condiciones de confort y no desperdiciando energía innecesariamente con instalaciones inadecuadas.
- El uso de energías renovables nos da la ventaja de usar fuentes que no se agotan y no contaminan, en nuestro caso, dado que la arquitectura está definida con anterioridad, no centraremos en un conjunto de sistemas que pueden integrarse en el edificio con el objetivo de aumentar la demanda energética. De ésta manera es posible conseguir una vivienda sostenible, ya que disponemos de la tecnología necesaria para cubrir cualquier necesidad. A la hora de llevar a cabo lo anteriormente expuesto tendremos diversas opciones, cada una con una complejidad, coste y mantenimiento, a continuación se comentan un conjunto de ellas, desarrollando a lo largo del proyecto las más aconsejables para el caso que está siendo estudiado.

2.6.1 Tratamiento de aguas

- Reciclaje de aguas grises: El agua utilizada, en lavabos y duchas pueden ser almacenadas en un depósito con el fin de ser utilizada por ejemplo en agua para inodoro.

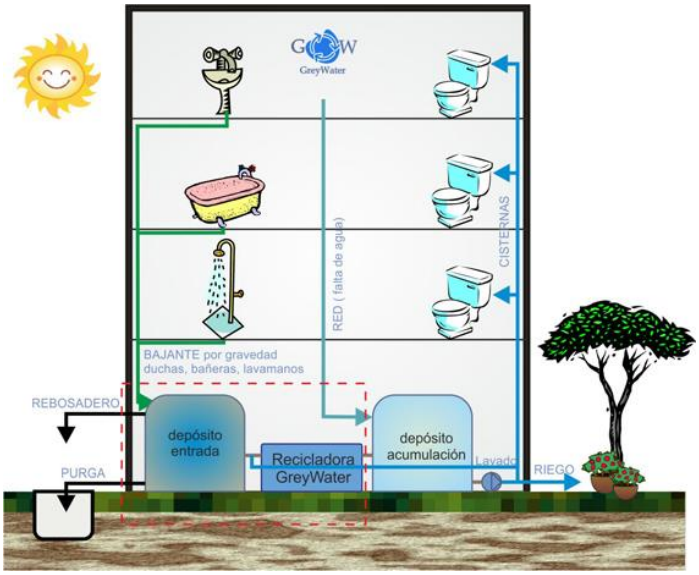


Figura 15: Esquema sistema de aprovechamiento de aguas grises

- Aprovechamiento de aguas pluviales: Este método consiste en filtrar y almacenar agua principalmente recogida de tejados y utilizarla cuando se requiera para usos en los que no sea necesaria agua potable.

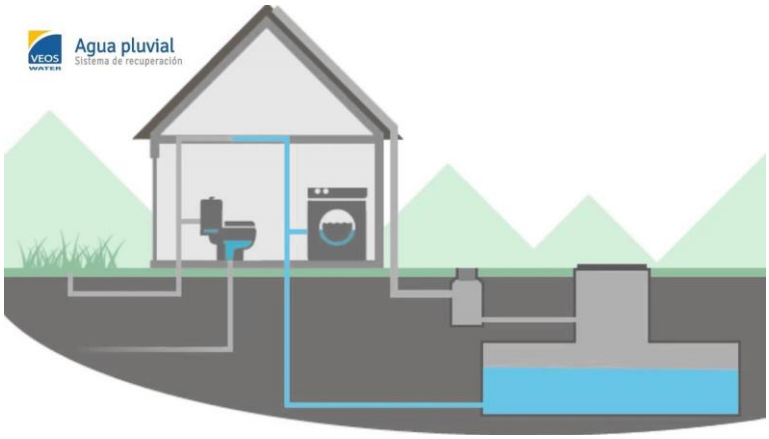


Figura 16: Esquema aprovechamiento aguas pluviales

- Tratamiento de aguas residuales: Las aguas residuales son procedentes de desagües de inodoros y fregaderos entre otros, pueden tratarse mediante un sistema de depuración biológica de modo que puedan utilizarse para usos que no sea necesario agua potable, esto conlleva un gran ahorro en emplazamientos con grandes superficies de riego por ejemplo. Puede montase un conjunto de filtración y depuración para aguas grises y aguas residuales conjuntamente.

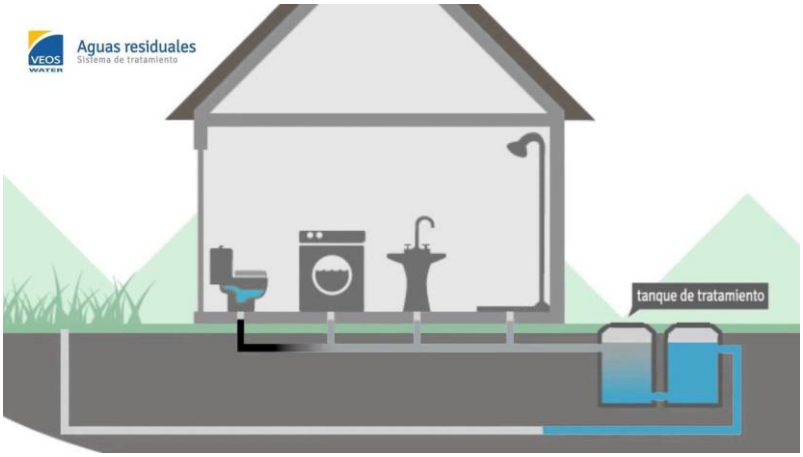


Figura 17: Esquema aprovechamiento aguas residuales

- Agua Caliente Sanitaria: Mediante la instalación de captadores solares térmicos, conseguiremos agua caliente para satisfacer completamente las necesidades de necesidad y confort de una vivienda, éste tipo de instalación será estudiado detenidamente en el anexo correspondiente.

2.6.2 Refrigeración y calefacción

- Energía solar térmica:Consiste en el aprovechamiento del calor producido por el sol mediante colectores solares para asi, suministrar la energía necesaria para hacer funcionar, como calcularemos en el anexo correspondiente, suelo radiante. Además podemos refrigerar la vivienda en verano gracias a la tecnología del frío solar. Como se ha expuesto anteriormente ésta parte del trabajo será ampliamente comentada y calculada.
- Geotermia: Esta tecnología consiste en el aprovechamiento del calor almacenado en el subsuelo para calentar, producir agua caliente o refrigerar en verano, muy básicamente consiste en la instalación de un intercambiador de calor con el subsuelo.

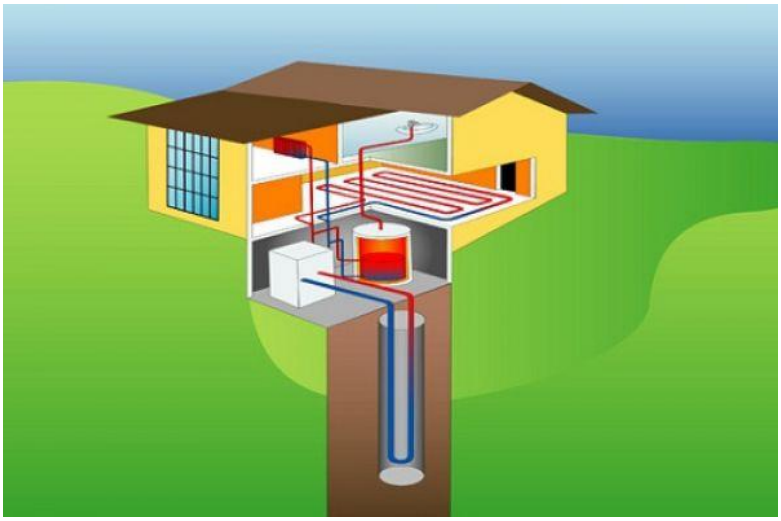


Figura 18: Esquema instalación geotérmico

- Biomasa: Mediante la biomasa, fuente de energía quizás más ancestral, es posible la instalación de una caldera de leña, pellet, residuos orgánicos (como hueso de aceituna, cascaras de pistachos, cascaras de almendras….) como apoyo a los meses másfrios, también es posible usar ésta instalación para contribuir a la instalación de suelo radiante.

2.6.3. Electricidad

Éste método de obtención de energía consiste en la instalación de paneles solares fotovoltaicos para, muy resumidamente, transformar la energía solar en electricidad.

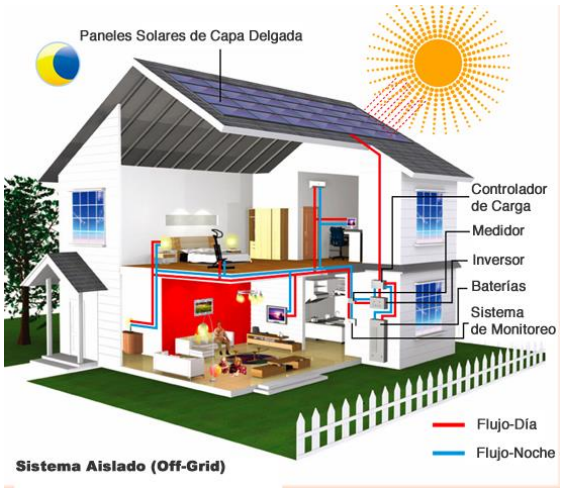


Figura 19: Esquema básico instalación paneles fotovoltaicos

2.6.4 Calefacción sostenible

- Calefacción convencional: Éste sería un sistema de calefacción convencional pero utilizando calderas y radiadores de bajo consumo, no teniendo que tocar el sistema básico de alimentación de éstos, la instalación de éste sistema puede llegar a ahorrar hasta un 50% de energía respecto a los instalados con anterioridad.
- Calefacción solar: La instalación de calefacción solar está indicada para cubrir necesidades de agua caliente y calefacción durante la mayor parte del año, ya que si quisiéramos cubrir todos los días del año habría que tener en cuenta los días mas desfavorables con el consecuente aumento en la instalación, no siendo rentable y prefiriendo hacer uso de energía convencional durante éstos días.
- Calefacción con biomasa: Consiste en instalar bajo el suelo un sistema de tuberías que transmite calefacción ahorrándonos en éste caso los radiadores si así lo queremos, existe también el techo radiante que dispone de algunas ventajas frente al suelo radiante. Este apartado será estudiado convenientemente en el anexo correspondiente.
- Calefacción geotérmica: El sistema más eficiente y a la vez el más caro y complejo de instalar, es por esto que su uso no es aún muy extendido, se usa más en instituciones colectivas como hospitales, colegios, etc…

2.6.5. Refrigeración sostenible

- Bombas de calor: Es el sistema de climatización más extendido, éstas pueden ser reversibles y producir calor y refrigeración, son considerados de alta eficiencia energética produciendo hasta cuatro veces más energía de la que consume cuando se destina a calefacción, bajando la eficiencia cuando se aplica en el caso de aire acondicionado.

2.6.6 Energía solar

- Refrigeración por absorción: Una vez calentada agua a alta temperatura mediante la captación solar la máquina de absorción realiza un proceso de compresión termoquímica y produce el agua fría necesaria para la climatización de las estancias, tendiendo éste proceso un bajo consumo eléctrico. La máquina usa para el intercambio de calor dos fluidos, uno refrigerante y otro absorbente, así, el agua caliente cede calor al fluido absorbente. Se consigue asi agua fría. El fluido absorbente vuelve a ceder calor para regenerarse y volver a hacer su función.

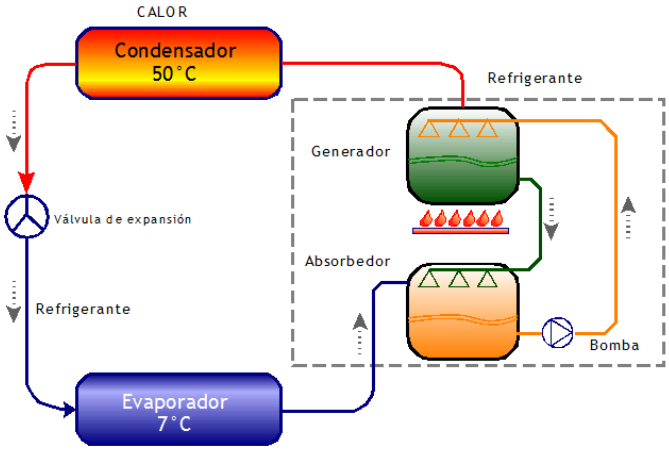


Figura 20: Esquema básico sistema de refrigeración por absorción

- Energía solar térmica por bomba de calor y paredes radiantes: La instalación de colectores solares para calefacción mediante paredes radiantes puede incorporar una bomba de calor que a muy bajo coste eléctrico, permita revertir el ciclo obteniendo agua fría, si llevamos esta agua a través de las paredes por conductos crearemos paredes frescas, obteniendo así el confort de los ocupantes de la vivienda.
- Aires acondicionados Inverter tipo A: Muchas veces, tras valorar el resto de posibilidades expuestas con anterioridad, no queda más solución que instalar un sistema de aire acondicionado tradicional, en éste caso conviene escoger una máquina con el menor consumo posible. Actualmente los modelos Digital Inverter tienen un consumo aproximado del 40% más bajo que otro sistema convencional, también habrá que tener en cuenta la eficiencia energética del aparato, siendo la óptima los clasificados como clase A y finalmente queda a evaluación del consumidor mantener la temperatura del habitáculo en un rango razonable de ésta.

A pesar de todas las ventajas presentadas por los sistemas expuestos anteriormente, finalmente el objeto de éste proyecto está definido correctamente en el alcance del mismo, ya que tanto por circunstancias económicas, físicas, medioambientales o de falta de eficiencia energética los sistemas mencionados con anterioridad no satisfacen las necesidades deseadas.

2.7. Planificación

En ésta sección se definirá, una vez expuestos anteriormente los objetivos a conseguir, las condiciones que regirán los distintos sistemas que pretendemos desarrollar:

En primer lugar, mediante el documento CTE-DB-HE1 y CTE-DB-HE0 se pretende clasificar los edificios y viviendas en energéticamente eficientes, dado que tenemos que partir de una vivienda que cumpla ésta legislación, ésta se ha sometido a éste método oficial antes de calcular cualquier dato de la instalación de climatización. Para demostrar el cumplimiento de los anteriores documentos básicos, deben realizarse verificaciones mediante la opción simplificada o mediante la opción general, en el ANEXO 1, pueden consultarse los resultados de la opción simplificada y el cumplimiento de demanda energética correspondiente.

Tras la demostración anterior se pasará al grueso del trabajo, el estudio, diseño y cálculo de las instalaciones propuestas con el fin de reducir el impacto ambiental y reducir en la medida de lo posible los costes de su implantación. Para ello, hay que tener en cuenta el bienestar térmico de los ocupantes de la vivienda, ésta exigencia se desarrolla teniendo en cuenta el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE), tanto las condiciones exigidas por el RITE como el cálculo de las cargas térmicas del edificio pueden consultarse en el ANEXO 3.

Definido todo lo anterior, sólo resta la implantación de los sistemas descritos a lo largo de ésta memoria sin olvidarnos en ningún momento de tener en cuenta las condiciones de confort, ahorro, eficiencia y aplicación de energías renovables.

3. ANEXOS

3.1 . Limitación de la demanda energética

3.1.1 Verificación de realización de la opción simplificada

3.1.2. Datos previos al cálculo: Zona climática, clasificación de espacios de la vivienda y orientación

3.1.3. Envolvente térmica y clasificación de sus componentes

3.1.4. Caracterización y cuantificación de la exigencia

3.1.5. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente

3.1.5.1. Transmitancia térmica. Cerramientos exteriores

3.1.5.2. Transmitancia térmica. Particiones interiores

3.1.5.3. Transmitancia térmica. Suelos en contacto con cámara

3.1.5.4. Transmitancia térmica. Huecos

3.1.5.5. Factor solar modificado

3.1.6. Informe Ce3x

La exigencia básica de limitación de demanda energética, según el documento básico DB HE-1, concluye que los edificios tienen que disponer de una envolvente que limite adecuadamente la demanda energética sin obviar el bienestar térmico en función de:

- Clima de la localidad
- Uso del edificio
- Régimen de verano e invierno
- Características de aislamiento
- Permeabilidad del aire
- Exposición a radiación solar

También tenemos que reducir el riesgo de humedades de condensación superficial y humedades de condensación intersticial. Finalmente se tienen que tratar adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor en el edificio estudiado.

Para una correcta aplicación del documento básico DB HE-1 deben realizarse verificaciones mediante la opción simplificada o la opción general

La opción simplificada limita la demanda energética en función de los valores límite de transmitancia térmica U y del factor solar modificado F en los componentes de la envolvente térmica, así como limita la transmisión de calor entre habitáculos calefactados y no calefactados

La opción general está basada en la evaluación de la demanda comparándola con un edificio de referencia

La versión oficial del programa se llama Limitación de la Demanda Energética, Ce3x, teniendo éste la consideración del CTE, estando éste disponible al público para su libre utilización.

3.1.1. Verificación de realización de la opción simplificada

Para poder atenernos a la opción simplificada tenemos que cumplir la condición de que los huecos en fachadas no superen el 60% de la superficie de ésta; a continuación se desglosa y se comprueba dicha condición:

Orientación Fachada	Superficie Fachada (m^2)	Superficie huecos fachada (m^2)	Porcentaje de fachada ocupada por huecos
NORTE	50.82	3.96	**7.79**
SUR	50.82	6.57	**12.93**
ESTE	37.92	4.8	**12.66**
OESTE	41.88	4.26	**10.17**

Tabla 6: Comprobación datos opción simplificada

Como puede observarse en la tabla adjunta 1.1 cumplimos sobradamente la condición para la comprobación mediante la opción simplificada.

3.1.2. Datos previos al cálculo: Zona climática, clasificación de los espacios de la vivienda y orientación

La zona climática a tener en cuenta se obtendrá a partir de los valores considerados en el apéndice D del Código Técnico de la Edificación.

La zona climática de cualquier localidad, en nuestro caso Andújar se obtendrá teniendo en cuenta la diferencia de cotas respecto a la capital de provincia, que es la que viene tabulada en la tabla correspondiente, si la diferencia de altura fuese menor de 200 m se tomará como referencia los datos de la capital de provincia correspondiente

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	**Z.C.**	**Altitud**	**A4**	**A3**	**A2**	**A1**	**B4**	**B3**	**B2**	**B1**	**C4**	**C3**	**C2**	**C1**	**D3**	**D2**	**D1**	**E1**
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1											h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750
Bilbao/Bilbo	C1	214												h < 250			h ≥ 250	
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143											h < 100			h < 600		h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200			h < 700		h ≥ 700
Lugo	D1	412															h < 500	h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100				h < 550			h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300			h < 800		h ≥ 800
Oviedo	D1	214												h < 50			h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722															h < 800	h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1						h < 250				h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456											h < 100			h < 300	h < 600	h ≥ 600
Pontevedra	C1	77												h < 350			h ≥ 350	
Salamanca	D2	770														h < 800		h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5															h < 400	h ≥ 400
Santander	C1	1												h < 150			h < 650	h ≥ 650
Segovia	D2	1013														h < 1000		h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200				h ≥ 200							
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h ≥ 800
Tarragona	B3	1						h < 50				h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500			h < 1000		h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8						h < 50				h < 500				h < 950		h ≥ 950
Valladolid	D2	704														h < 800		h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617														h < 800		h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650
Capital	**Z.C.**	**Altitud**	**A4**	**A3**	**A2**	**A1**	**B4**	**B3**	**B2**	**B1**	**C4**	**C3**	**C2**	**C1**	**D3**	**D2**	**D1**	**E1**

Tabla 7: Zona climática

Puesto que la cota de Jaén capital es de 436 m y la cota de nuestra casa es de aproximadamente 630 m, estaría por encima de 350 m y por debajo de 750, por lo tanto, sería**zona C4.**

Los espacios interiores de los edificios, según CTE, se pueden clasificar en habitables y no habitables.

Los espacios habitables se clasifican en función a:

- Cantidad de calor disipada en su interior
- Actividad realizada en el habitáculo.
- Periodo de utilización de cada espacio

Así mismo los espacios habitados se pueden dividir en las siguientes categorías:

- Espacios con carga interna baja: No se disipa gran cantidad de calor en ellos y suelen estar destinados a residir en ellos. En ésta clasificación se ubican todos los

edificios de viviendas y zonas que tengan similar uso como salas de espera, habitaciones de hoteles,….

- Espacios con carga interna alta: Son aquellos donde la disipación de calor es considerable y engloba a todos aquellos edificios no incluidos en el anterior punto.

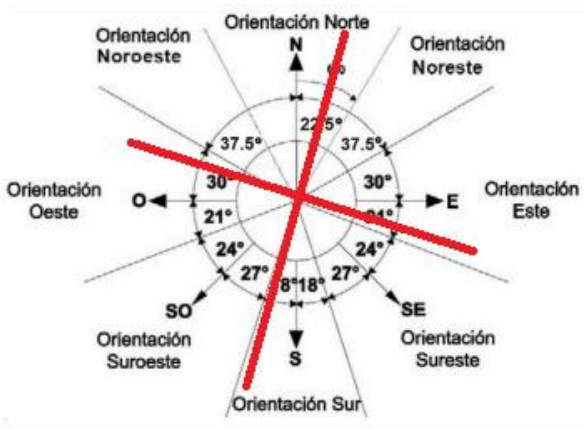
Para la comprobación a efectos de limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables suelen caracterizarse por la alta humedad interior creada, tomamos la clasificación expresada en la norma UNE-EN ISO 13788:2016, que anulo a la anterior UNE-EN ISO 13788:2002, estableciendo las categorías mostradas en la siguiente figura:

Clase de higrometría	Tipo edificio
1	Edificios desocupados, almacenes de bienes secos
2	Oficinas, edificios de oficinas con una ventilación y ocupación normal
3	Viviendas con baja ocupación
4	pabellones deportivos, cocinas, cantinas
5	Edificios especiales por ejemplo lavanderías, destilerías, piscinas

Tabla 8: Clases higrométricas interiores

En el presente trabajo, tras lo anteriormente expuesto, consideraremos **clase higrométrica 3** , dado que se trata de una vivienda unifamiliar donde no se prevé gran concentración de humedades y la ocupación es ocasional.

La orientación de las fachadas se hace en base al ángulo que forma el norte geográfico y la normal exterior a la fachada, medido en sentido horario. En nuestro caso éste ángulo es de α=15º por lo que las orientaciones de nuestras fachadas entran dentro de los valores de Norte, Sur, Este y Oeste.



Norte	$\alpha_0 < 22,5$; $\alpha_0 \geq 337,5$;
Noreste	$22,5 \leq \alpha_0 < 60$
Este	$60 \leq \alpha_0 < 111$
Sureste	$111 \leq \alpha_0 < 162$
Sur	$162 \leq \alpha_0 < 198$
Suroeste	$198 \leq \alpha_0 < 249$
Oeste	$249 \leq \alpha_0 < 300$
Noroeste	$300 \leq \alpha_0 < 337,5$

Figura 21: Orientación de vivienda

3.1.3. Envolvente térmica y clasificación de sus componentes

La envolvente térmica del edificio la compone todos los cerramientos que limitan los espacios habitables con el exterior (fachadas principalmente) y todas las particiones interiores que limitan espacios habitables con espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el exterior.

Tanto los cerramientos como las particiones interiores se pueden clasificar de la siguiente manera:

-Cubiertas: Son cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60 grados respecto a la horizontal.

-Suelos: Son cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que están en contacto con el aire, terreno o con un espacio no habitable.

-Fachadas: Cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación es mayor a 60º respecto a la horizontal, agrupándose en 6 orientaciones (visto en el epígrafe anterior).

-Medianerías: Cerramientos que lindan con otros edificios y que constituyen una división común

-Particiones interiores: aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.

Los cerramientos de los espacios habitables se clasifican de la siguiente manera en base a su comportamiento térmico y parámetros característicos en las siguientes categorías:

-Cerramientos en contacto con el aire; que a su vez tienen dos partes:

> -*Parte opaca*: Constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y puentes térmicos integrados.
>
> -*Parte semitransparente*; constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.

-Cerramientos en contacto con el terreno; que pueden ser de tres tipo:

> -*Suelos en contacto con el terreno*
>
> -*Muros en contacto con el terreno*
>
> -*Cubiertas enterradas.*

-Particiones interiores en contacto con espacios no habitables; que pueden ser de dos tipo:

-Particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias)

-Suelo en contacto con cámara sanitaria.

Se incluirán, a efectos de limitación de la demanda energética aquellos puentes térmicos cuya superficie sea superior a 0.5 m^2 y que estén integrados en fachadas, tales como pilares, contorno de huecos y cajas de persianas. No obstante, todas las definiciones de envolventes térmicas definidas anteriormente se irán describiendo conforme se vayan definiendo sus parámetros característicos.

3.1.4. Caracterización y cuantificación de la exigencia

"La demanda energética del edificio se limita en función de la zona climática de la localidad en la que se ubica y el uso previsto. Para edificios de uso residencial privado, las características de los elementos de la envolvente térmica, deben ser tales que eviten descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables, igualmente, se limitará la transferencia de calor entre unidades de distinto uso y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio"

Según el código técnico de la edificación en su sección HE-1 el caso que nos ocupa sería el de una edificación existente en la que no se renueva parte de la envolvente térmica, sino que es modificada sustancialmente (apartado 2.2.2.1. del DB-HE1), por lo tanto la transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica serán los mostrados en la figura 2.3, dado que estamos situados en una zona geográfica C4.

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno[1] [W/m²·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m²·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos[2] [W/m²·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos[3] [m^3/h·m^2]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

[1] Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

[2] Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

[3] La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Tabla 9: Transmitancia térmica máxima y permeabilidad del aire

3.1.5. Cálculo de los parámetros característicos de la envolvente

3.1.5.1. Transmitancia térmica. Cerramientos en contacto con el aire exterior.

Aplicaremos en éste apartado todas las partes opacas de todos los cerramientos en contacto con aire exterior como fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior.

La transmitancia térmica U (W/m2·K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Ecuación 1: Transmitancia térmica

R_T es la resistencia térmica total del componente constructivo [m_2·K/ W].

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas se calcula mediante la expresión:

$$R_T=R_si+R_1+R_2+\ldots+R_N+R_{se}$$

Ecuación 2: Resistencia térmica total

Siendo:

R1, R2,…Rn las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión [m2K/W];

Rsi y Rse las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla 5 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m2K/W].

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la siguiente expresión:

$$R=e/\lambda \textit{(3)}$$

Ecuación 3: Resistencia térmica de capa homogénea

Siendo,

e el espesor de la capa [m]. En caso de una capa de espesor variable se considera elespesor medio;

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, que se puedecalcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE-EN10456:2012 u obtenida de documentos reconocidos.

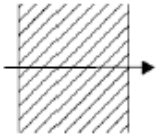
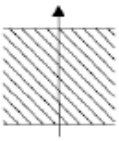
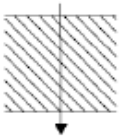
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Tabla 10: Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con aire

En nuestro caso, las fachadas poseen una cámara de aire sin ventilar, atendiendo a la normativa vigente nos regiremos mediante la siguiente figura según DA-DB-HE-1-Cálculo de parámetros característicos

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Tabla 11: Resistencias térmicas de cámaras de aire

Una vez habiendo analizado todo lo referente a cerramientos en contacto con el aire exterior, solo falta proceder al cálculo de los parámetros característicos en éste tipo de envolvente

Cerramiento	Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mk)	Resistencia Térmica (m^2K/W)	Rse+Rsi+R	U=1/Rt W/m^2K
Fachada exterior	Mortero de cemento para albañilería y revoco/enlucido	0.02	**0.55**	**0.036**	**1.752**	**0.58**
	1 pie LP métrico o catalán 40 mm<G<60mm	0.24	**0.667**	**0.36**		
	Cámara de aire sin ventilar	0.05		**0.18**		
	½ pie LP métrico o catalán 40 mm<G<60mm	0.115	**0.667**	**0.17**		
	XPS Expandido HFC [0.025 W/mk]	0.02	**0.025**	**0.8**		
	Mortero de cemento para albañilería y revoco/enlucido	0.02	**0.55**	**0.036**		

Tabla 12: Resistencia térmica Fachada exterior

Cerramiento	Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mk)	Resistencia Térmica	Rse+Rsi+R	U=1/Rt W/m^2K
Cubierta inclinada	Teja de arcilla cocida	0.02	**1**	**0.02**	**2.81**	**0.36**
	Mortero de cemento para albañilería	0.03	**0.55**	**0.054**		
	XPS Expandido [0.25 W/mk]	0.06	**0.025**	**2.4**		
	Forjado unidireccional (Bovedilla de hormigón)	0.26		**0.20**		

Tabla 13: Resistencia térmica cubierta inclinada

3.1.5.2. Transmitancia térmica. Particiones interiores

Cuando las particiones interiores delimiten unidades de uso residencial entre sí, no se superarán los valores de la siguiente tabla

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

Tabla 14: Transmitancia térmica límite en particiones interiores

Cerramiento	Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mk)	Resistencia Térmica	Rse+Rsi+R	U=1/Rt W/m²K
Tabique interior	Guarnecido de yeso densidad 1200-1500	0.015	**0.56**	**0.027**	**0.434**	**2.3**
	Fábrica de ladrillo cerámico hueco	0.09	**0.432**	**0.21**		
	Guarnecido de yeso densidad 1200-1500	0.015	**0.56**	**0.027**		

Tabla 15: Transmitancia térmica tabiques interiores

3.1.5.3. Transmitancia térmica. Suelos en contacto con cámaras sanitarias

Para el cálculo de la transmitancia térmica del suelo, al estar este en contacto con una cámara sanitaria, deben cumplirse simultáneamente las siguientes condiciones:

-que tengan una altura h inferior o igual a 1m; requisito cumplido.

-que tengan una profundidad z respecto al nivel del terreno inferior o igual a 0.5 m; requisito cumplido igualmente.

La transmitancia térmica del suelo sanitario (Us) vendrá dado por la siguiente tabla__, en función de su longitud característica B´del suelo en contacto con la cámara y su resistencia térmica Rf, calculada mediante la siguiente expresión despreciando resistencias térmicas superficiales

$$Rt=Rsi+R1+R2+\ldots\ldots+Rn+Rse$$

Ecuación 4: Resistencia térmica suelo sanitario

	R_f (m²K/W)						
B'	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1	9,38	1,65	0,90	0,62	0,47	0,38	0,29
2	5,35	1,46	0,84	0,59	0,46	0,37	0,28
3	3,88	1,32	0,80	0,57	0,44	0,36	0,28
4	3,11	1,22	0,76	0,55	0,43	0,35	0,27
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35	0,27
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34	0,27
7	2,06	1,01	0,67	0,50	0,40	0,33	0,26
8	1,87	0,97	0,65	0,49	0,39	0,33	0,26
9	1,73	0,93	0,63	0,48	0,39	0,32	0,26
10	1,61	0,89	0,62	0,47	0,38	0,32	0,26
12	1,43	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31	0,25
14	1,30	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31	0,25
16	1,20	0,75	0,55	0,43	0,35	0,30	0,25
18	1,12	0,72	0,53	0,42	0,35	0,29	0,25
20	1,06	0,69	0,51	0,41	0,34	0,29	0,25
22	1,00	0,67	0,50	0,40	0,33	0,29	0,25
24	0,96	0,65	0,49	0,39	0,33	0,28	0,24
26	0,92	0,63	0,48	0,39	0,32	0,28	0,24
28	0,89	0,61	0,47	0,38	0,32	0,28	0,24
30	0,86	0,60	0,46	0,38	0,32	0,27	0,24
32	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31	0,27	0,23
34	0,81	0,58	0,45	0,37	0,31	0,27	0,23
≥36	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31	0,27	0,23

Tabla 16: Transmitancia térmica suelo sanitario (W/m2K)

A continuación se muestra la tabla correspondiente de la obtención de la resistencia térmica correspondiente así como la obtención de la longitud característica del suelo en contacto con la cámara.

Cerramiento	Material	Espesor (m)	Conductividad (W/mk)	Resistencia Térmica	R
Suelo en contacto con forjado sanitario	Gres calcáreo 2000<d<2700	0.02	**1.9**	**0.01**	**2.246**
	Mortero de cemento para albañilería 1000<d<1250	0.02	**0.55**	**0.036**	
	XPS Expandido [0.25 W/mk]	0.05	**0.025**	**2**	
	Forjado unidireccional (Bovedilla de hormigón)			**0.20**	

Tabla 17: Resistencia térmica suelo en contacto con forjado sanitario

Longitud característica B`=superficie de suelo/longitud de su semiperímetro; Por lo que **B`= 150 m²/55.88 m=2.68 m**

Para obtener el valor final de la transmitancia resultante, tenemos que hacer dos interpolaciones, una para con el valor de B`(2.68) obtener valor de transmitancia para R=2 y R=3 y la segunda interpolación para hallar el valor exacto de U; de ésta manera obtenemos la siguiente tabla

B`	R=2	R=2.5
2	0.46	0.37
2.68	0.4464	0.3632
3	0.44	0.36

Tabla 18: Transmitancia térmica final suelo en contacto con forjado sanitario

Interpolando de nuevo para los dos nuevos valores obtenidos de R, y teniendo en cuenta que nuestra resistencia R=2.246, obtenemos un valor de **U=0.4 W/m²K**

3.1.5.4. Transmitancia térmica. Huecos

Para el cálculo de la transmitancia térmica de huecos (ventana, lucernario o puerta) U_H (W/m²K) se empleará la norma UNE EN ISO 10077:

$$U_H = \frac{A_{H,v}U_{H,v} + A_{H,m}U_{H,m} + l_v\psi_v + A_{H,p}U_{H,p} + l_p\psi_p}{A_{H,v} + A_{H,m} + A_{H,p}}$$

Ecuación 5: Transmitancia térmica en huecos

Siendo,

U_H la transmitancia térmica del hueco (ventana, lucernario o puerta) [W/m²k]

$U_{H,v}$la transmitancia térmica del acristalamiento [W/m²k]

$U_{H,m}$la transmitancia térmica del marco [W/m²k]

$U_{H,p}$ la transmitancia térmica de la zona con panel opaco [W/m^{2}k]

Ψ_V la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y acristalamiento [W/mk]

Ψ_P la transmitancia térmica lineal debida al acoplamiento entre marco y paneles opacos [W/mk]

$A_{H,v}$ el área de la parte acristalada [m^2]

$A_{H\cdot m}$ el área del marco [m2]

$A_{H,p}$ el área de la parte con panel opaco [m^2]

L_v la longitud de contacto entre marco y acristalamiento [m]

L_p la longitud de contacto entre marco y paneles opacos [m]

Para una mejor resolución de éste apartado, usaremos la siguiente tabla creada con todas las medidas y parámetros necesarios para la obtención de la transmitancia térmica de ventanas y puertas. Para el valor de las transmitancia térmicas lineales en huecos, la norma nos ofrece la siguiente tabla

Transmitancia térmica lineal Ψ_p y Ψ_g en huecos*

Material del marco	Acristalamiento o empanelado simple	Acristalamiento o empanelado doble o triple	Acristalamiento doble con baja emisividad o triple con dos capas de baja emisividad
Madera y plástico	0,00	0,06 / 0,05	0,08 / 0,06
Metálico con rotura de puente térmico	0,00	0,08 / 0,06	0,11 / 0,08
Metálico sin rotura de puente térmico	0,00	0,02 / 0,01	0,05 / 0,04

* Valores para elementos separadores convencionales y para elementos de prestaciones térmicas mejoradas.

Tabla 19: Transmitancia térmica lineal en huecos

Hueco	$A_{H,v}$[m2]	$A_{H\cdot m}$[m2]	$A_{H,p}$[m2]	$U_{H,v}$[W(m2k]	$U_{H,m}$[W(m2k]	$U_{H,p}$	$L_{v[m]}$	$L_{p\ [m]}$	$U_{[W/m2k]}$
Tipo Ventana 1	0.646	0.3	0.257	2.6	2.8	2.8	3.31	2.6	**3.03**
Tipo Ventana 2	1.16	0.4	0.365	2.6	2.8	2.8	4.31	4.4	**2.84**
Tipo Ventana 3	2.16	0.54	0.48	2.6	2.8	2.8	5.91	6.3	**2.93**
Tipo Ventana 4	2.82	0.62	0.54	2.6	2.8	2.8	6.91	7.3	**2.9**
Puertas interiores	--	--	--	--	--	--	--	--	**1.28**
Puertas exteriores	--	--	--	--	--	--	--	--	**1.28**

Tabla 20: Resultados transmitancia térmica en huecos

Ateniéndonos al apartado 5.2.3. Apartado 2 de DB-HE "*En el caso de puertas cuya superficie semitransparente sea inferior al 50% es necesario considerar exclusivamente la transmitancia térmica";* en nuestro caso, las puertas interiores son de madera maciza sin ningún tipo de acristalamiento, al igual que las exteriores que son acorazadas, la transmitancia térmica la obtenemos directamente del fabricante.

3.1.5.5. Factor solar modificado

El factor solar modificado podemos definirlo como la radiación solar incipiente sobre una ventana o puerta que no es obstruido por ningún tipo de obstáculo en la fachada.

El factor solar modificado en un hueco F_H se determina utilizando la siguiente expresión dada por la norma:

$$F = F_S\,[(1- FM\,).\,g + FM*0.04*\,U_m*\,\alpha]$$

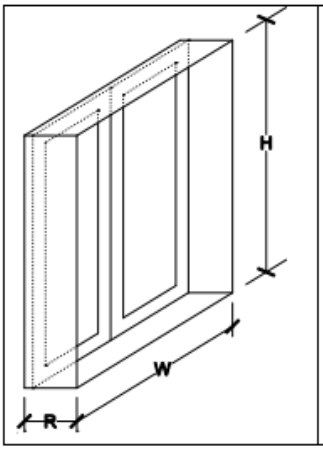
Ecuación 6: Factor solar modificado

Siendo:

- **F_s** el factor de sombra del hueco obtenido de la tablas abajo adjuntas (se han mostrado únicamente las necesarias para nuestro caso
- **F_M** la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas
- **g** el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal
- **U_m** transmitancia térmica del marco del hueco (calculado anteriormente para todos ellos)
- **α**. La absortividad del marco obtenida por la tabla correspondiente en función del color de éste.

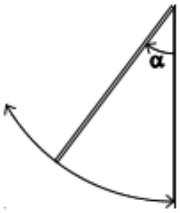
Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	-
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0.40	0,65	-
Negro	-	0,96	-

Tabla 21: Absortividad en función del color

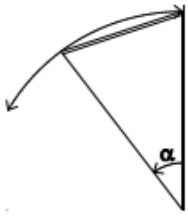


ORIENTACIÓNES DE FACHADAS		0,05 < R/W ≤0,1	0,1< R/W ≤ 0,2	0,2< R/W ≤ 0,5	R/W > 0,5
S	0,05 < R/H ≤ 0,1	0,82	0,74	0,62	0,39
	0,1 < R/H ≤ 0,2	0,76	0,67	0,56	0,35
	0,2 < R/H ≤ 0,5	0,56	0,51	0,39	0,27
	RH > 0,5	0,35	0,32	0,27	0,17
SE/SO	0,05 < R/H ≤ 0,1	0,86	0,81	0,72	0,51
	0,1 < R/H ≤ 0,2	0,79	0,74	0,66	0,47
	0,2 < R/H ≤ 0,5	0,59	0,56	0,47	0,36
	RH > 0,5	0,38	0,36	0,32	0,23
E/O	0,05 < R/H ≤ 0,1	0,91	0,87	0,81	0,65
	0,1 < R/H ≤ 0,2	0,86	0,82	0,76	0,61
	0,2 < R/H ≤ 0,5	0,71	0,68	0,61	0,51
	R/H > 0,5	0,53	0,51	0,48	0,39

Tabla 22: Factor de sombra por retranqueo



CASO A	Tejidos opacos τ=0		Tejidos translúcidos τ=0,2	
α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O
30	0,02	0,04	0,22	0,24
45	0,05	0,08	0,25	0,28
60	0,22	0,28	0,42	0,48



CASO B	Tejidos opacos τ=0			Tejidos translúcidos τ=0,2		
α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87
45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60
60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48

Tabla 23: Factor de sombra por obstáculos en fachadas.

Hueco	H	W	R/H	R/W	Orientac.	Fs	Fm	g	Um	α	F
V1	1.5	2.3	0.13	0.087	Sur	0.76	0.18	0.75	0.9	0.30	**0.47**
V2	1.5	1.8	0.13	0.1	Oeste	0.86	0.2	0.75	0.9	0.30	**0.52**
V3	1.2	1.3	0.16	0.15	Oeste	0.82	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.46**
V4	1.2	1.3	0.16	0.15	Norte	1	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.57**
V5	1.2	0.8	0.16	0.25	Norte	1	0.33	0.75	0.9	0.30	**0.51**
V6	1.2	1.3	0.16	0.15	Norte	1	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.57**
V7	1.2	1.3	0.16	0.15	Este	0.82	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.46**
V8	1.2	0.8	0.16	0.25	Este	0.76	0.33	0.75	0.9	0.30	**0.38**
V9	1.2	0.8	0.16	0.25	Este	0.76	0.33	0.75	0.9	0.30	**0.38**
V10	1.2	1.3	0.16	0.15	Este	0.82	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.46**
V11	1.2	1.3	0.16	0.15	Sur	0.67	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.38**
V12	1.2	1.3	0.16	0.15	Sur	0.67	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.38**

Tabla 24: Factor solar modificado en función del retranqueo en ventanas

Como podemos observar, el retranqueo en las ventanas eliminan casi en todos los casos aproximadamente la mitad de la radiación solar incipiente sobre las ventanas, en algunos casos incluso más, ya que los resultados de factor solar modificado se expresan en tanto por uno.

Hueco	Orientac.	Ángulo	Fs	Fm	g	Um	α	F
V1	Sur	45º	0.4	0.18	0.75	0.9	0.30	**0.25**
V2	Oeste	45º	0.6	0.2	0.75	0.9	0.30	**0.36**
V3	Oeste	45º	0.6	0.25	0.75	0.9	0.30	**0.34**
V11	Sur	45º	0.4	0.25	0.75	0.9	0.3	**0.23**
V12	Sur	45º	0.4	0.25	0.75	0.9	0.3	**0.23**

Tabla 25: Factor solar modificado debido a toldos

3.1.6. Informe Ce3x

A continuación, justifico, todo lo necesario en lo que a parámetros medios para una zona habitable se refiere, el cumplimiento de la limitación de demanda energética a través del software homologado por el Ministerio de Industria y vivienda Ce3x; puede observarse que tras una evaluación energética negativa, como era de esperar en una vivienda fabricada en 1980, se han introducido mejoras que se llevarán a cabo a lo largo del proyecto, llevando éstas a unas emisiones de CO_2 iguales cero.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

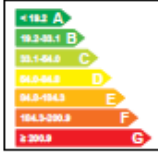
Nombre del edificio	Viña "El Alambique"		
Dirección	Carretera de la Alcaparrosa (JV5011) KM. 3.3		
Municipio	Andújar	**Código Postal**	23740
Provincia	Jaén	**Comunidad Autónoma**	Andalucía
Zona climática	B4	**Año construcción**	1980
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	23005A017006040000HJ		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda ○ Unifamiliar ● Bloque ○ Bloque completo ● Vivienda individual	○ Terciario ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Antonio Mario Carmona Cazalilla	**NIF(NIE)**	78689321L
Razón social	AMSA	**NIF**	14051983
Domicilio	Calle Maestro Sapena 21		
Municipio	Andújar	**Código Postal**	23740
Provincia	Jaén	**Comunidad Autónoma**	Andalucía
e-mail:	antoniomariocarmona@gmail.com	**Teléfono**	635914798
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Ingeniería Mecánica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
	158.4 E		28.7 E

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 08/10/2018

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

Figura 22: Certificado eficiencia energética (Página 1)

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	150.0

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Fachada NORTE	Fachada	46.86	1.69	Estimadas
Fachada SUR	Fachada	44.25	1.69	Estimadas
Fachada ESTE	Fachada	33.12	1.69	Estimadas
Fachada OESTE	Fachada	37.62	1.69	Estimadas
Cubierta	Cubierta	136.0	0.41	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1	Hueco	3.45	3.78	0.14	Estimado	Estimado
V2	Hueco	1.56	3.78	0.11	Estimado	Estimado
V3	Hueco	1.56	3.78	0.11	Estimado	Estimado
V4	Hueco	1.56	3.78	0.41	Estimado	Estimado
V5	Hueco	1.56	3.78	0.41	Estimado	Estimado
V6	Hueco	0.84	3.78	0.37	Estimado	Estimado
V7	Hueco	0.84	3.78	0.37	Estimado	Estimado
V9	Hueco	2.7	3.78	0.29	Estimado	Estimado
V8	Hueco	1.56	3.78	0.24	Estimado	Estimado
V10	Hueco	1.56	3.78	0.61	Estimado	Estimado
V11	Hueco	1.56	3.78	0.61	Estimado	Estimado
V12	Hueco	0.84	3.78	0.61	Estimado	Estimado

Figura 23: Certificado de eficiencia energética (Página 2)

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción	Caldera Estándar		90.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	28.0

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	14	59.2	GLP	Estimado
TOTALES	ACS				

Figura 24: Certificado de eficiencia energética (Página 3)

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	Residencial

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	E	*Emisiones ACS [kgCO2/m² año]*	C
< 4.4 A 4.4-7.7 B 7.7-12.5 C 12.5-19.7 D 19.7-44.1 E 44.1-48.1 F ≥ 48.1 G	28.7 E	23.40		1.49	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]*	C	*Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]*	-
		3.80		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	19.43	2915.13
Emisiones CO2 por otros combustibles	9.26	1388.28

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m²año]	F	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*	D
< 19.2 A 19.2-33.1 B 33.1-54.0 C 54.0-84.8 D 84.8-184.3 E 184.3-200.9 F ≥ 200.9 G	158.4 E	128.94		7.06	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	D	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]*	-
		22.44		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 4.6 A 4.6-10.7 B 10.7-19.2 C 19.2-32.2 D 32.2-64.3 E 64.3-70.1 F ≥ 70.1 G	70.8 G	< 7.8 A 7.8-12.6 B 12.6-19.5 C 19.5-30.0 D 30.0-36.9 E 36.9-45.4 F ≥ 45.4 G	23.0 D
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

Figura 25: Certificado de eficiencia energética (Página 4)

ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Aislamiento térmico de fachadas

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 19.2 A 19.2-33.1 B 33.1-54.0 C 54.0-84.8 D 84.8-184.3 E 184.3-200.9 F ≥ 200.9 G	126.1 E	< 4.4 A 4.4-7.7 B 7.7-12.5 C 12.5-19.7 D 19.7-44.1 E 44.1-48.1 F ≥ 48.1 G	22.9 E

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
< 4.6 A 4.6-10.7 B 10.7-19.2 C 19.2-32.2 D 32.2-64.3 E 64.3-70.1 F ≥ 70.1 G	56.0 E	< 7.8 A 7.8-12.6 B 12.6-19.5 C 19.5-30.0 D 30.0-36.9 E 36.9-45.4 F ≥ 45.4 G	17.6 C

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	61.66		21.0%	8.78		23.5%	5.88		0.0%	-		-%	76.32		20.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	101.90	E	21.0%	17.16	C	23.5%	7.06	D	0.0%	-	-	-%	126.11	E	20.4%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	18.49	E	21.0%	2.91	B	23.5%	1.49	C	0.0%	-	-	-%	22.89	E	20.2%
Demanda [kWh/m² año]	55.99	E	21.0%	17.56	C	23.5%									

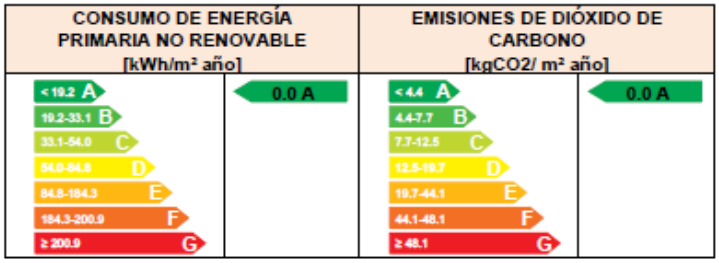
Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Capa de aislamiento térmico interior XPS expandido landa=0.025 W/mk Adición de aislamiento en persianas
Coste estimado de la medida -
Otros datos de interés

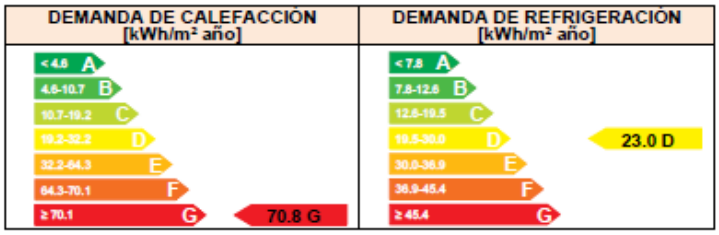
Figura 26: Certificado de eficiencia energética (Página 5)

Instalaciones

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	0.00		100.0%	0.00		100.0%	0.00		100.0%	-		-%	0.00		100.0%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	0.00	A	100.0%	0.00	A	100.0%	0.00	A	100.0%	-	-	-%	0.00	A	100.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	0.00	A	100.0%	0.00	A	100.0%	0.00	A	100.0%	-	-	-%	0.00	A	100.0%
Demanda [kWh/m² año]	70.84	G	0.0%	22.97	D	0.0%									

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
-ACS (solar térmica) -Calefacción (Suelo Radiante/refrescante) -Refrigeración (Suelo Radiante/refrescante)
Coste estimado de la medida
-
Otros datos de interés

Figura 27: Certificado de eficiencia energética (Página 6)

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	08/10/2018

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Figura 28: Certificado de eficiencia energética (Página 7)

3.2 Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos y permeabilidad del aire.

3.2.1 Condiciones exteriores para el cálculo de condensaciones

3.2.2. Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones

3.2.2.1. Condiciones interiores para condensaciones superficiales

3.2.2.2. Condiciones interiores para condensaciones intersticiales

3.2.3. Cálculo de la presión de saturación de vapor

3.2.4. Cálculo de la humedad relativa interior

3.2.5. Comprobación de la limitación de condensaciones superficiales e intersticiales. Informe eCondesa.

3.2.1. Condiciones exteriores para el cálculo de condensaciones

Para calcular las condensaciones tomaremos las temperaturas exteriores y las humedades relativas exteriores como los valores medios mensuales de la localidad en la que nos ubiquemos, tomaremos el mes con los datos más desfavorables

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Jaén	T_{med}	8,7	9,9	12,0	14,3	18,5	23,1	27,2	27,1	23,6	17,6	12,2	8,7
	HR_{med}	77	72	67	64	59	53	44	45	55	67	75	77

Tabla 26: Datos climáticos Jaén (Temperatura y Humedad relativa)

Al no disponer de datos exactos de la ubicación en concreto, la norma indica que será la de la capital minorada 1º por cada 100 m de diferencia, la humedad relativa se calcula suponiendo que la humedad absoluta es igual a la de su capital de provincia. En éste caso podríamos coger tanto Diciembre como Enero, ya que disponen de los mismos datos climáticos medios, puesto que nuestra ubicación se encuentra a 630 m y la capital de provincia (Jaén) a 430m, podemos aceptar sin ningún tipo de errores significativos en los resultados que la temperatura a tener en cuenta será de **T=6.7ºC y HR_{med}=77%.**

3.2.2. Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones

3.2.2.1. Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones superficiales

Tomaremos como temperatura del ambiente interior 20ºC para el mes de enero.

Actualmente, no disponemos de dato de humedad relativa interior ni de renovación de aire, por lo que se tendrá en cuenta la clase higrometría, en nuestro caso, clase 3

	Zona climática de invierno					
Categoría del espacio	**α**	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Clase de higrometría 5	0,70	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90
Clase de higrometría 4	0,56	0,66	0,66	0,69	0,75	0,78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,42	0,50	0,52	0,56	0,61	0,64

Tabla 27: Clases de higometrías.

3.2.2.2. Condiciones interiores para el cálculo de condensaciones intersticiales

En ausencia de datos precisos, como es nuestro caso, tomaremos para todos los meses del año una temperatura interior igual a T=20ºC y una humedad relativa en función de la clase de higrometría, en nuestro caso, higrometría clase 3, ya que ésta corresponde a espacios en los que no se prevee una alta producción de humedad, clase en la que van incluidos todos los espacios de uso residencial, marcando la normativa, para ésta clase higrometría una humedad relativa del ambiente interior de HR=55%

3.2.3. Cálculo de la presión de saturación de vapor

Al ser la temperatura de referencia (θ) mayor a 0ºC utilizamos la siguiente expresión:

$$P_{sat} = 610{,}5 \cdot e^{\frac{17{,}269 \cdot \theta}{237{,}3 + \theta}}$$

Ecuación 7: Presión de saturación

Dando la temperatura en grados centígrado y el resultado en pascales; obtenemos un resultado de **P_{sat}=1050.5 Pa**

3.2.4. Cálculo de la humedad relativa interior

La humedad relativa interior (φi %) para la localidad de ubicación del edificio y el mes de cálculo correspondiente puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$\varphi_i = \frac{100 \cdot P_i}{P_{sat}(\theta_{si})}$$

Ecuación 8: Humedad relativa interior

donde;

Psat(ϕ_{si}) es la presión de saturación calculada anteriormente [Pa]

P_i es la presión de vapor interior, obtenida con la ecuación siguiente [Pa]

$$P_i = P_e + \Delta p$$

Ecuación 9: Presión de vapor

donde;

P_e es la presión de vapor exterior calculada anteriormente [Pa]

Δp es el exceso de presión de vapor interior del local calculado como sigue [Pa]

$$\Delta p = \frac{\Delta v \cdot R_v \cdot (T_i + T_e)}{2}$$

Ecuación 10: Exceso de presión de vapor en interior del local

donde;

R_v es la constante de gas para el agua= 462 [Pa m^3/(K kg)]

T_i es la temperatura interior [K]

T_e es la tempera exterior pala la localidad y mes de cálculo [K]

Δv es el exceso de humedad interior obtenido mediante la expresión [kg/m^3]

$$\Delta v = \frac{G}{n \cdot V}$$

Ecuación 11: Exceso de humedad interior

donde;

G es el ritmo de producción de humedad interior [kg/h]

n es la tasa de renovación de aire [h^{-1}]

V es el volumen de aire del local [m^3]

3.2.5. Comprobación de las limitaciones de condensaciones superficiales e intersticiales. Informe eCondensa

No podemos obviar lo que en el CTE se refiere a condensaciones "*tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan merma significativa …..Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporización posible en el mismo periodo"* .De lo expuesto anteriormente, la importancia de comprobar nuestros cerramientos y cubierta.

Para la comprobación de las limitaciones de condensaciones superficiales e intersticiales usaremos el programa e-Condensa, aplicación gratuita que funciona conforme al CTE, ofreciendo éste la librería completa de materiales de la aplicación LIDER del CTE.

Tras la introducción de los datos correspondientes en el programa y parámetros calculados anteriormente en éste anexo, podemos comprobar el cumplimiento de condensaciones en el cerramiento exterior de la vivienda.[1]

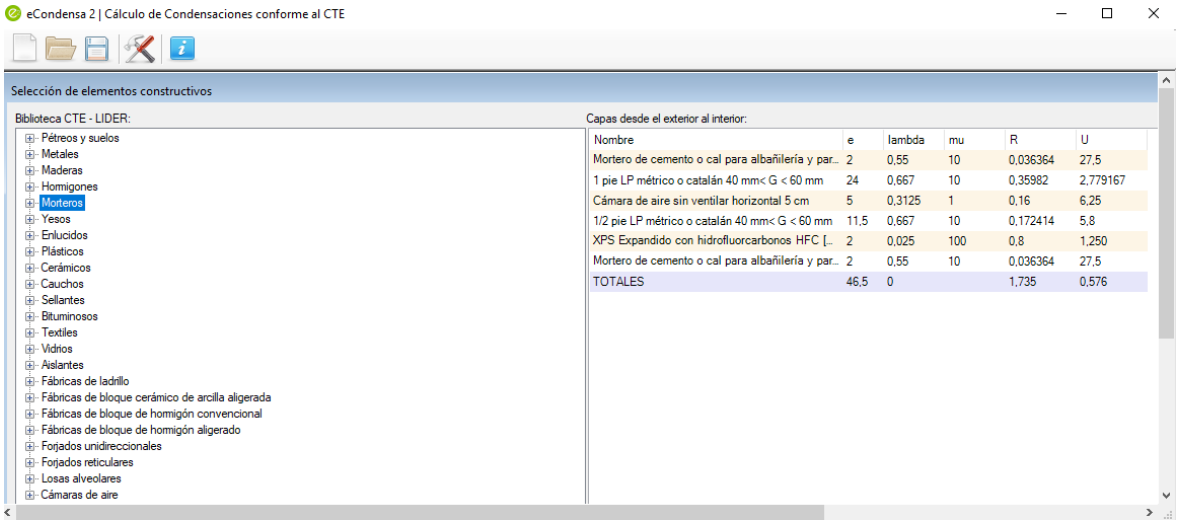


Figura 29: Datos introducidos en programa e-condesa

[1] La comprobación de las condensaciones superficiales están remarcadas en rojo, el resto son cálculos para las condensaciones intersticiales.

Informe de Condensaciones

Capital de provincia: Jaén
Condiciones exteriores para el mes de Enero: T = 8,7 ºC, HR = 77 %
Condiciones interiores: T = 25 ºC, HR = 55 %

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

Tipos	C. superficiales							
	fRsi>=fRsmin		**Pn<=Psat,n**	**Capa 1**	**Capa 2**	**Capa 3**	**Capa 4**	**Capa 5**	**Capa 6**
	fRsi	0,86	Psat,n (Pa)	1089,96	1294,01	1395,041	1511,6	2171,69	2206,911
	fRsimin	0,56	Pn (Pa)	875,63	1046,34	1047,048	1128,8	1271,1	1285,323

Nombre	**E (cm)**	**ro**	**mu**	**R (m_2K/W)**	**U (W/m^2K)**	**Pvap (Pa)**	**Psat (Pa)**	**Cond.Acum.**
Mortero de cemento para albañilería y revoco/enluc. 1000<d <1250	2	0,55	10	0,036	27,5	875,633	1089,961	0
1 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	24	0,67	10	0,36	2,7792	1046,34	1294,01	0
Cámara de aire sin ventilar horizontal 5 cm	5	0,31	1	0,16	6,25	1047,05	1395,041	0
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	11,5	0,67	10	0,17	5,8	1128,84	1511,606	0
XPS Expandido con HFC	2	0,025	100	0,8	1,25	1271,1	2171,688	0

[0.025 W/[mK]]								
Mortero de cemento para albañilería y revoco/enluc. 1000<d< 1250	2	0,55	10	0,036	27,5	1285,32	2206,911	0

Tabla 28: Informe de condensaciones cerramiento exterior

Como puede observare en la tabla arriba adjunta no existe condensación acumulada en ninguna capa de las que forman el cerramiento exterior, por lo tanto CUMPLE.

Para una visualización más gráfica muestro la gráfica correspondiente a las condensaciones en el cerramiento exterior, donde puede observarse que la presión de vapor en ningún momento supera la presión saturación, conclusión inequívoca de que no existen condensaciones en el cerramiento estudiado.

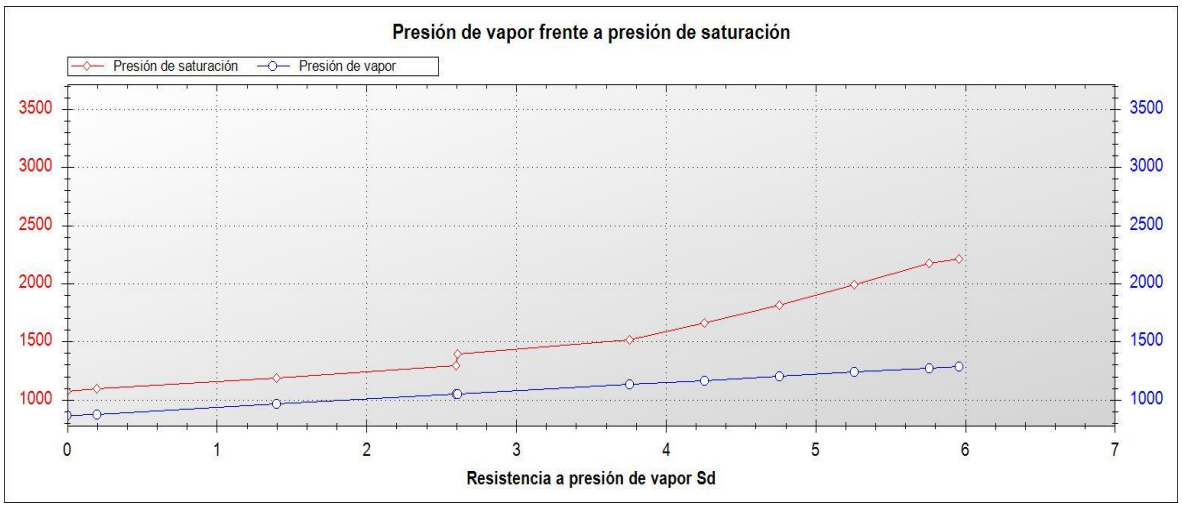


Figura 30: Presión vapor vs. presión de saturación.(Pa)

Al igual que hemos hecho con el cerramiento exterior, pasamos a examinar la cubierta, ya que se trata de otro cerramiento dentro de la envolvente de la vivienda.

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS

Tipos	C. superficiales						
	fRsi>=fRsmin		**Pn<=Psat,n**	**Capa 1**	**Capa 2**	**Capa 3**	**Capa 4**
	fRsi	0,932	Psat,n (Pa)	1064,992	1078,322	2168,64	2255,869
	fRsimin	0,56	Pn (Pa)	870,208	874,609	991,956	1285,323

Nombre	**E (cm)**	**ro**	**mu**	**R (m_2K/W)**	**U (W/m^2K)**	**Pvap (Pa)**	**Psat (Pa)**	**Cond.Acu**
Teja de arcilla cocida	2	1	30	0,02	50	870,208	1065	0
Mortero de cemento para albañilería y revoco/enluc. 1000<d< 1250	3	0,55	10	0,0545	18,3333	874,609	1078,32	0
XPS Expandido con HFC [0.025 W/[mK]]	8	0,025	100	3,2	0,3125	991,956	2168,64	0
Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	26	1,323	80	0,189	5,292	1285,32	2255,87	0

Tabla 29: Informe condensaciones en cubierta

Al igual que hemos procedido anteriormente, paso a mostrar un gráfico comparativo entre la presión de vapor y la presión de saturación, donde puede observare que la primera nunca llega a ser mayor que la segunda.

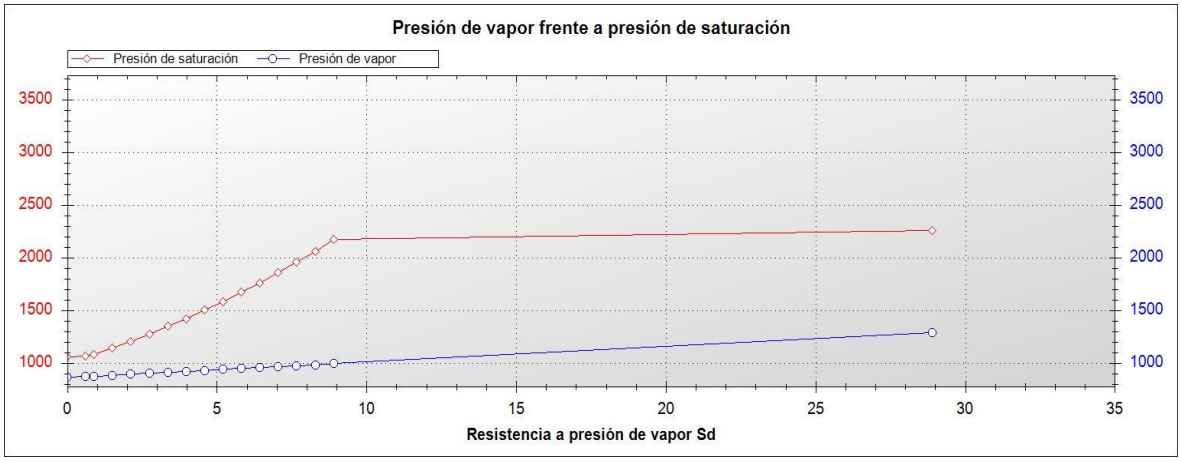


Figura 31: Presión vapor vs. presión saturación cubierta (Pa)

3.3 Cálculo de las necesidades energéticas de la vivienda.

3.3.1 Exigencia de la calidad térmica del ambiente: Condic. de diseño

3.3.1.1. Condiciones exteriores

3.3.1.2. Condiciones interiores

3.3.1.3. Condiciones de cálculo

3.3.2. Exigencia de calidad del aire interior

3.3.3. Cálculo de cargas térmicas

3.3.3.1. Cálculo de demanda energética de verano

3.3.3.2. Composición carga térmica de verano

3.3.3.3. Composición carga térmica de invierno

3.3.4. Contribución solar mínima de ACS

Apéndice 3A: Cálculo de iluminación en habitáculos

Apéndice 3B: Resumen de cargas térmicas

3.3.1. Exigencia de calidad térmica en el ambiente. Condiciones de diseño

3.3.1.1. Condiciones exteriores

Para aplicar correctamente los parámetros adecuados en lo que refiere a calidad térmica en el ambiente hay que ceñirse a lo establecido por el RITE, concretamente en su artículo 2, que cita, textualmente:

"Las instalaciones térmicas permitirán mantener los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios"

Para la obtención de los datos de temperatura operativa y humedad relativa hemos recurrido a la "Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto" sobre Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización. Obteniendo los siguientes valores

Provincia	Estación						Indicativo
Jaén	Jaén (Cerro de los Lirios)						5270B
UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
580	37°46'40"	03°48'27"W	16.724	14.322			
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)		OMA (°C)	
-7,8	0,8	2,6	7,5	74,7		35,2	
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
41,2	36,0	23,4	35,0	22,9	33,9	22,5	13,0
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)		TSC_2 (°C)	
23,9	23,9	23,2	23,2	22,4		22,4	

Tabla 30: Condiciones de temperatura y humedad

Para la correcta interpretación de la tabla anterior, tenemos que distinguir entre datos necesarios para:

-Calefacción

-Refrigeración

Para ello, utilizaremos el nivel percentil, esto es las horas que durante un año la temperatura es sobrepasada por un cierto valor, por ejemplo, un percentil 1 significa que durante un número de horas de (24*365*1)/100=87.6 horas la temperatura de la localidad estudiada está por encima del valor acordado

En lo que se refiere a condiciones de proyecto de calefacción, está acordado por norma que para viviendas unifamiliares, adoptemos un percentil 99, por lo tanto la **temperatura seca de la localidad será de 2.6ºC** y la **humedad relativa media será de 74.7%**, ésta se da a la vez que se tiene un percentil 99% en temperatura seca.

Para las condiciones de refrigeración, optamos por un percentil 2, ya que la temperatura en verano en la situación de la vivienda suele ser muy alta durante muchos días, por lo tanto la **temperatura seca será de 33.9ºC** y una **temperatura húmeda** coincidente (coincidente significa que se da a la misma vez que la temperatura seca es de 33.9ºC) **de 22.5ºC.**

3.3.1.2. Condiciones interiores

El ambiente térmico, podemos definirlo como el intercambio térmico del cuerpo humano con el ambiente en función de la actividad de cada persona y el aislamiento que proporcione la vestimenta.

Haciendo uso de las ecuaciones enunciadas en los comentarios a ITE 02.2.1 podemos calcular el VMP (voto medio previsto) y el PPI (porcentaje de personas insatisfechas, no obstante, y sin riesgo alguno de caer en error, podemos aceptar como buenos los siguientes valores aceptados por la norma, pudiendo variar las condiciones indicadas dependiendo del uso del local.

Estación	Temperatura operativa ºC	Velocidad media del aire (m/s)	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	0.18 a 0.24	45 a 60
Invierno	20 a 23	0.15 a 0.2	40 a 50

Tabla 31: Condiciones interiores de diseño

3.3.1.3. Condiciones de cálculo

Las condiciones de temperatura y humedad relativa tanto para condiciones exteriores como para condiciones interiores que van a ser tenidas en cuenta a la hora de realizar cualquier tipo de cálculo pertinente serán las siguientes:

Estación	Temperatura ºC	Humedad relativa %
Verano	33.9	33
Invierno	2.6	75

Tabla 32: Condiciones de cálculo exteriores

Estación	Temperatura ºC	Humedad relativa %
Verano	25	50
Invierno	22	50

Tabla 33: Condiciones de cálculo interiores

3.3.2. Exigencia de calidad del aire interior

En los edificios de viviendas y locales habitables en el interior, según RITE IT 1.1.4.2.1., se consideraran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del CTE, según ésta normativa, hay que cumplir dos condiciones inamovibles:

"El caudal de aire será el necesario para que en cada local l concentración media anual de CO2 sea menor de 900 ppm, pero también para que el acumulado anual de CO2 que exceda de 1600 ppm sea menor de 500.000 ppm.h."

"El caudal será el necesario para eliminar contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. La condición se satisface con un caudal mínimo de 1.5 l/s por local habitable en períodos de ocupación"

No obstante, las dos condiciones anteriores se satisfacen mediante la aplicación de la siguiente tabla (tabla 2.1 de la sección DB HS3)

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos (1) (2)			*Locales* húmedos (2)	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores (3)	Mínimo en total	Mínimo por *local*
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

Tabla 34: Caudal mínimo de ventilación

Mediante la aplicación de la tabla anterior obtenemos los siguientes resultados en lo que acomete al caudal mínimo qv (l/s) de ventilación en la vivienda:

Tipo local	Estancia	Qv (l/s)	Total
Locales secos	Salón	10	50 l/s
	Dormitorio 1	8	
	Dormitorio 2	8	
	Dormitorio 3	8	
	Dormitorio 4	8	
	Dormitorio 5	8	
Locales húmedos	Cocina	33	33 l/s
	Baño 1		
	Baño 2		
	Baño 3		

Tabla 35: Caudales de diseño de ventilación

El valor elegido tanto para extracción como para admisión será de 50 l/s.

Puesto que el volumen de nuestra vivienda es de 378 m^3, obtendremos un número de renovaciones por hora tal que:

n(número de renovaciones por hora):

n= Q(m^3/h)/V(m^3)=180 m^3/h/378m^3=**0.47renova./hora→0.5 renova./hora**

3.3.3. Cálculo de cargas térmicas

A groso modo y antes de introducirnos de lleno en éste apartado, podemos definir cargas térmicas como el valor de calor que entra o sale del local y que hay que contrarrestar, de lo contrario no podremos evitar que el local se caliente o se enfría fuera de los parámetros deseados y marcados por la norma correspondiente.

El calor que entra o sale del local es la suma de calor sensible y calor latente:

- *Calor sensible:* Calor que entra en la vivienda a climatizar por diferencia de temperatura.
- *Calor latente:* Calor que entra en la vivienda como consecuencia de la diferencia de humedades.

Antes de comenzar las cargas térmicas correspondientes a nuestra vivienda, indicar que como día y hora de referencia para cualquier cálculo, hemos elegido el día 23 de Julio a las 15:00 h; a continuación pasamos a definir las condiciones de proyecto necesarias para el cálculo de éstas, condiciones que han sido calculadas con anterioridad y son resumidas a continuación.

3.3.3.1. Cálculo de la demanda energética de verano

3.3.3.1.1. Condiciones exteriores de proyecto

- Temperatura exterior del proyecto y humedad relativa:

  Éstos datos han sido calculados anteriormente y expuestos en la Tabla___:re resultando ser la temperara T=33.9ºC y HR=33%

- Localidad

  La localidad es Andújar, la vivienda en cuestión está a una cota de 630 msobre el nivel del mar.

- Variación diaria de temperatura o excursión térmica

  En nuestro caso, la oscilación media diaria OMDR es de 13ºC como muestra la tabla correspondiente.

Puesto que tomamos como buena la hora solar (15 horas) a las que se refieren estas temperaturas, no hace falta hacer ningún tipo de corrección, en caso de querer estudiar la temperatura para otra hora distinta a ésta, habría que hacer lo siguiente, usando la tabla abajo expuesta:

ΔTª (diaria)	Tª exterior de cálculo (ºC)	Hora solar									
		8	10	12	14	15	16	18	20	22	24
5,0	Bulbo seco Bulbo húmedo	- 4,5 - 1,5	- 3,5 - 1,0	- 2,5 - 0,5	- 0,5 0	0	- 0,5 0	- 1,0 - 0,5	- 2,5 - 0,5	- 4,0 - 1,0	- 4,5 - 1,0
7,5	Bulbo seco Bulbo húmedo	- 6,5 - 1,5	- 5,0 - 1,0	- 3,0 - 0,5	- 0,5 0	0	- 0,5 0	- 1,0 - 0,5	- 3,5 - 0,5	- 5,0 - 1,5	- 7,0 - 2,0
10,0	Bulbo seco Bulbo húmedo	- 7,5 - 2,0	- 5,5 - 1,5	- 3,0 - 0,5	- 0,5 0	0	- 0,5 0	- 1,5 - 0,5	- 3,5 - 1,0	- 6,0 - 1,5	- 8,5 - 2,0
12,5	Bulbo seco Bulbo húmedo	- 8,5 - 2,0	- 5,5 - 1,5	- 3,0 - 0,5	- 0,5 0	0	- 0,5 0	- 1,5 - 0,5	- 4,0 - 1,0	- 6,5 - 2,0	- 9,0 - 2,5
15,0	Bulbo seco Bulbo húmedo	- 9,5 - 2,5	- 6,5 - 1,5	- 3,0 - 0,5	- 0,5 0	0	- 0,5 0	- 2,0 - 0,5	- 5,0 - 1,5	- 8,0 - 2,0	-10,5 - 3,0
17,5	Bulbo seco Bulbo húmedo	-10,5 - 3,0	- 7,0 - 2,0	- 3,5 - 1,0	- 0,5 0	0	- 0,5 0	- 2,5 - 0,5	- 6,0 - 2,0	- 9,0 - 2,5	-12,0 - 3,5
20,0	Bulbo seco Bulbo húmedo	-12,0 - 3,5	- 8,0 - 2,5	- 4,0 - 1,0	- 0,5 0	0	- 0,5 0	- 3,5 - 1,0	- 7,5 - 2,0	- 10,0 - 3,0	-14,0 - 4,0

Tabla 36: Correcciones (ºC) aplicada para distintas horas

Como ejemplo, si tenemos una temperatura exterior de 35ºC , una excursión térmica de 7.5ºC y la temperatura solar del proyecto es 20h, teniendo en cuenta la tabla anterior, obtenemos una corrección para la temperatura exterior del proyecto de -3.5ºC, por lo que la temperatura exterior a tener en cuenta sería 35ºC-3.5ºC=**31.5ºC.**

3.3.3.1.2. Condiciones interiores de proyecto

Las condiciones interiores de proyecto, han sido expuestas en el epígrafe **3.3.1.2** de éste mismo anexo, y son las siguientes:

Estación	Temperatura operativa ºC	Velocidad media del aire (m/s)	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	0.18 a 0.24	45 a 60
Invierno	20 a 23	0.15 a 0.2	40 a 50

Tabla 37: Condiciones interiores de diseño (2)

3.3.3.1.3. Otras condiciones a tener en cuenta

Hay otras condiciones que habrá que tener en cuenta, se irán desglosando y explicando aquellas que sean necesarias en nuestro proyecto y conforme vayan apareciendo a lo largo del trabajo, como son: salto térmico, diferencias de humedades absolutas, constitución y espesor de paredes, suelos y techos, características y dimensiones de cerramientos como puertas, ventanas, persianas, potencia den kW de iluminación y horarios de funcionamiento, potencia en kW de los equipos instalados o número medio de personas que ocupan la vivienda estudiada.

3.3.3.2. Composición carga térmica de verano.

Como hemos dicho anteriormente la carga térmica está formada por las aportaciones de calor sensible y calor latente del local a acondicionar.

PARTIDAS DE CALOR SENSIBLE

A1: Calor de radiación solar a través de vidrios, ventanas y lucernarios

El calor debido a la radiación viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_{SR}=S*R*f*F_{atenuación}\ (kcal/h)$$

Ecuación 12: Calor sensible debido a radiación

donde;

S: Superficie en m2 incluyendo los marcos de las ventanas o lucernarios

R: Transmisión a través de vidrios (kcal/hm2)

f: producto de los factores de corrección solares (calculado anteriormente)

$F_{atenuación}$: Factores que influyen en el cálculo debido a tipo de vidrio, marco metálico, altitud, punto de rocío…

Al tener nuestra vivienda una coordenada de Latitud Norte 39º 6’ 67’’ tomaremos como referencia en tablas latitud norte 40º, como muestra la siguiente tabla

40º Latitud Norte		Hora solar													40º Latitud sur	
Mes y día	Exposición	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Exposición	Mes y día
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86	S	22 Dicbre.
	NE	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16	SE	
	E	341	436	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	6	E	
	SE	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16	NE	
	S	16	27	32	51	94	119	146	119	94	51	32	27	16	N	
	SO	16	27	32	35	38	38	92	192	268	301	295	238	138	NO	
	O	16	27	32	35	38	38	38	119	257	385	439	436	341	O	
	NO	16	27	32	35	38	38	38	38	81	198	303	360	320	SO	
	Horiztl	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	Horiztl	
23 de Julio y 21de Mayo	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	S	21 de Enero y 21 de Novbr.
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	[illegible]	32	27	13	SE	
	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	E	
	SE	146	260	322	339	298	222	113	40	38	[illegible]	32	27	13	NE	
	S	13	27	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	N	
	SO	13	27	32	35	38	40	113	222	298	[illegible]	322	260	146	NO	
	O	13	27	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320	O	
	NO	13	27	32	35	38	38	38	38	70	[illegible]	284	344	287	SO	
	Horiztl	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	Horiztl.	

Tabla 38: Factor corrección solar por latitud

Como tenemos ventanas en fachadas con orientación Norte, Sur, Este y Oeste, hemos marcado el valor de transmitancia a través de los vidrios paredes para estas orientaciones y mayor facilidad a la hora de localizar los datos.

Los factores de atenuación ($F_{atenuación}$) que tenemos que tener en cuenta son:

-Marco metálico: Multiplicar por 1.17

-Altitud: Añadir el 0.7% por cada 300 metros de altitud sobre el nivel mar.

Tipos de vidrios: Tabla abajo adjunta

Tipo de vidrio	Sin Pantalla	Persiana interna con lamas horizontales a 45º (bajada) o persiana enrollable interna		
		Color claro	Color medio	Color oscuro
Vidrio ordinario simple	1	0,56	0,65	0,75
Vidrio de 6 mm.	0,94	0,56	0,65	0,74
Vidrio absorbente (% de absorción)				
40 - 48 %	0,8	0,56	0,62	0,72
48 - 56 %	0,73	0,53	0,59	0,62
56 - 70 %	0,62	0,51	0,54	0,56
Vidrio doble				
Ordinario	0,90	0,54	0,61	0,67
Exterior: absorbente 48 - 56 %	0,52	0,36	0,39	0,43
Interior: vidrio ordinario				
Vidrio triple ordinario	0,83	0,48	0,56	0,56
Vidrio pintado				
Color claro	0,28			
Color medio	0,39			
Color oscuro	0,50			
Vidrio de color				
Ámbar	0,70			
Rojo oscuro	0,56			
Azul oscuro	0,60			
Verde oscuro	0,32			
Verde grisáceo	0,46			
Opalescente claro	0,43			
Opalescente oscuro	0,37			

Tabla 39: Factor de corrección por vidrios de ventanas

A2: Calor de radiación y transmisión por paredes y techos opacos

El calor a tener en cuenta en ésta partida es el debido a la transmisión a través de muros y techos de la vivienda, debido a la concesión de calor a través de las citadas estructuras y por la diferencia de temperatura existente entre el aire interior y el exterior.

La variación de radiación y temperatura, hace que tomemos para el cálculo de calor una diferencia de temperaturas ficticia entre en interior y el exterior (DTE), que a su vez depende de:

-Tipo de construcción

-Posición geográfica del edificio (latitud)

-Hora del día

-Orientación del muro

La carga por transmisión a través de paredes y techos opacos viene dada por la siguiente expresión:

$$Q_{str}=0.864 * U*S*DTE\ (kcal/h)$$

Ecuación 13: Carga por transmisión a través de pares y techos opacos

donde;

Qstr: es la carga por transmisión de paredes y techos opacos (W)

U: Es la transmitancia térmica de la pared (W/m2K)

S: Superficie de la pared perpendicular al flujo térmico (m2)

Para el cálculo en fachadas, aprovechamos la siguiente tabla para calcular el DTE correspondiente, teniendo en cuenta las siguientes premisas:

-al densidad por espesar de todos los muros exteriores es de 468.9 kg/m2

-la siguiente tabla es válida para muros oscuros solamente, los muros de la vivienda estudiada son de color blanco, por lo que habrá que hacer una correlación tabulada en una tabla posterior.

Orientación (Pared)	Densidad por espesor (kg/m²)	Hora solar												
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nordeste	100	2,5	8,1	11,9	12,5	13,1	10,2	7,4	6,9	6,4	6,9	7,4	7,4	7,4
	300	-0,8	-1,4	-1,4	2,5	13,1	11,9	10,8	8,1	5,3	5,8	6,4	6,9	7,4
	500	1,9	1,3	1,9	1,9	1,9	5,3	8,5	8,1	7,4	6,4	5,3	5,8	6,4
	700	2,5	2,5	3	3	3	3	3	5,3	7,4	8,5	7,4	6,4	5,3
Este	100	0,2	9,2	16,4	18,1	19,7	10,2	17,4	10,8	6,4	6,9	7,4	7,4	7,4
	300	-0,8	-0,8	-0,3	11,3	16,4	16,9	16,9	10,2	7,4	6,9	6,4	6,9	7,4
	500	2,5	2,5	3	4,2	7,4	10,8	13,1	13,6	13,1	10,8	9,7	8,5	7,4
	700	5,8	5,3	5,3	4,7	4,2	4,7	5,3	8,1	9,7	[illegible]	9,7	9,2	8,5
Sudeste	100	5,3	3	6,9	10,2	14,1	14,7	15,2	14,1	13,1	10,2	8,5	8,1	7,4
	300	0,2	0,2	-0,3	6,9	10,8	13,1	15,2	14,1	13,6	11,3	9,7	8,1	7,4
	500	3,6	3,6	3	3	3	5,8	8,5	9,2	9,7	10,2	9,7	8,5	7,4
	700	4,7	4,2	4,2	4,2	4,2	3,6	3	5,8	7,4	8,1	8,5	9,7	8,5
Sur	100	-0,8	-1,4	-2,5	0,2	1,9	7,4	11,9	14,7	16,4	[illegible]	14,1	10,8	8,5
	300	-0,8	-1,9	-2,5	-1,9	-1,4	3,6	6,4	10,8	13,1	13,6	14,1	12,5	10,8
	500	1,9	1,9	0,8	0,8	0,8	1,3	1,9	4,1	6,4	8,1	8,5	9,7	9,7
	700	3,6	3	3	2,5	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	[illegible]	5,3	6,9	7,4
Suroeste	100	-1,4	-2,5	-2,5	-1,4	-0,3	1,9	3	10,2	14,1	18,6	21,9	22,5	23,1
	300	0,8	0,2	-0,3	-0,3	-0,3	0,2	0,8	4,2	6,4	13,1	17,5	19,2	19,7
	500	3,6	2,5	3	2,5	1,9	2,5	3	3,6	4,2	6,4	7,4	10,2	11,9
	700	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	3,6	3	3	3	3,6	4,2	4,7	5,3
Oeste	100	-1,4	-1,9	-2,5	-1,4	-0,3	1,3	3	7,4	10,8	[illegible]	21,9	24,7	26,3
	300	0,8	0,2	-0,3	-0,3	-0,3	0,8	1,9	3,6	5,3	10,2	14,1	18,6	21,9
	500	3,6	3,6	3	3	3	3	3	3,6	4,2	5,3	6,4	9,2	10,8
	700	6,4	5,8	5,3	4,7	4,2	4,2	4,2	4,7	5,3	[illegible]	5,3	5,8	6,4
Noroeste	100	-1,9	-2,5	-2,5	-1,4	-0,3	1,3	3	5,3	6,4	10,2	13,1	18,1	21,9
	300	-1,4	-1,9	-2,5	-1,9	-1,4	-0,3	0,8	3	4,2	5,3	6,4	11,3	16,4
	500	2,5	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,5	3	4,7	6,4
	700	4,2	3,6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,6	4,2
Norte (o en sombra)	100	-1,9	-1,9	-2,5	-1,9	-1,4	0,2	1,9	4,2	5,3	[illegible]	7,4	6,9	6,4
	300	-1,9	-1,9	-2,5	-1,9	-1,4	-0,8	-0,3	1,3	3	4,2	5,3	5,8	6,4
	500	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0,2	0,8	1,3	1,9	2,5	2,5
	700	0,2	0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0,2	0,8	1,3	1,0

Tabla 40: Valor de DTE a través de muros

Al no venir la densidad por espesor tabulada, hay que interpolar los datos para posteriormente aplicarle la corrección correspondiente.

Variación térmica diaria (°C)	Temperatura exterior máxima menos temperatura ambiente (Valores de proyecto) (°C)															
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5
5	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5
7	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5
9	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5
11	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	-5,5	-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
13	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	-6,5	-5,5	-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
15	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
16	-7,5	-6,5	-5,5	-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
17	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
18	-8,5	-7,5	-6,5	-5,5	-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
19	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
20	-9,5	-8,5	-7,5	-6,5	-5,5	-4,5	-3,5	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5

Tabla 41: Corrección de DTE a las diferencias de temperaturas equivalentes

Igual que anteriormente, habrá que interpolar entre los dos datos reseñados con rojo, ya que el valor de la temperatura exterior menos la temperatura ambiente es de 41.2-27.6=**13.6**

La variación térmica diaria y la tempera ambiente media durante el mes de julio, se han obtenido de la "Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto"

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
41,2	36,0	23,4	35,0	22,9	33,9	22,5	13,0

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	8,4	9,7	56	100	0		
Febrero	10,0	11,0	28	55	0		
Marzo	13,0	13,5	18	43	1		
Abril	14,6	15,2	11	32	2		
Mayo	19,1	19,7	4	16	11		
Junio	25,4	25,8	0	2	29		
Julio	27,6	28,3	0	1	42		
Agosto	27,2	27,7	0	1	40		
Septiembre	22,8	23,4	0	4	19		
Octubre	17,7	18,9	3	17	4		
Noviembre	11,7	13,8	19	44	0		
Diciembre	9,3	10,8	32	60	0		

Tabla 42: Variación térmica diaria y temperatura ambiental media

Para el cálculo de las cargas térmicas en techos, usaremos la siguiente tabla, el procedimiento y la formulación para la obtención final de la carga es el mismo que en el caso de los cerramientos exteriores, solo teniendo en cuenta que para techos inclinados, como es nuestro caso, tomaremos como superficie para el cálculo la de su proyección con el plano horizontal:

Techo	Peso del techo (kg/m²)	Hora solar											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Soleado	50	-2,5	-3,6	-4,1	-3,1	-0,8	3,6	8,1	13,1	17,5	20,8	23,6	25,2
	100	-0,3	-0,8	-1,4	-0,8	0,8	4,7	8,5	12,5	16,4	19,7	22,5	23,6
	200	1,9	1,3	-0,8	1,3	3	5,3	8,5	12,5	15,2	18,1	20,8	21,9
	300	4,7	4,2	3	3,6	4,2	5,8	8,5	11,9	14,7	16,9	19,2	20,8
	400	6,9	6,4	5,8	5,8	6,4	6,9	8,5	11,9	14,1	15,2	17,5	19,2
Cubierto de agua	100	-3,1	-1,4	-0,3	0,8	1,9	5,3	8,5	10,2	11,9	10,8	9,7	8,5
	200	-1,9	-1,4	-0,8	-0,8	-0,3	2,5	5,3	6,9	8,1	8,1	8,5	8,1
	300	-0,8	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	0,8	2,5	3,6	5,3	6,4	7,4	8,1
Rociado de agua	100	-2,5	-1,4	-0,3	0,8	1,9	4,2	6,4	8,1	9,7	9,2	8,5	8,1
	200	-1,4	-1,4	-0,8	-0,8	-0,3	0,8	2,5	4,7	6,9	7,4	7,4	7,4
	300	-0,8	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-0,3	0,8	2,5	4,2	5,3	6,4	6,9
En sombra	100	-3,1	-3,1	-2,5	-1,4	-0,3	0,8	3	4,7	6,4	6,9	7,4	6,9
	200	-3,1	-3,1	-2,5	-1,9	-1,4	-0,3	0,8	2,5	4,2	5,3	6,4	6,9
	300	-1,9	-1,9	-1,4	-1,4	-1,4	-0,8	-0,3	0,8	1,9	3	4,2	4,7

Tabla 43: DTE para techos en vivienda

Al igual que antes, habrá que interpolar, ya que el peso del techo es de 331.83 kg/m2, al no venir exactamente en tablas procederemos interpolando entre los dos valores remarcados.

A3: Calor sensible a través de paredes y techos no exteriores

En éste apartado consideraremos:

-Paredes y techos interiores

-Suelos

-Superficies vidriadas (refiriéndonos en este caso a transmisión, no a radiación como anteriormente)

La expresión para calcular el calor sensible a través de paredes y techos interiores, viene dada por:

$$Q_{st} = 0.864 * U * S * \Delta t$$

Ecuación 14: Calor sensible a través de paredes y techos interiores

Donde:

-S: Superficie del elemento (m^2)

-U: Transmitancia del cerramiento (W/m^2k)

Δt: Salto térmico en ºC

A4: Calor sensible debido al aire de filtración

Las infiltraciones no solo son debidas a fisuras o rendijas, en la mayoría de los casos se producen al abrir o cerrar puertas, pero tienen que ser tenida en cuenta a la hora de calcular las cargas térmicas de una vivienda o local.

$Qsi=0.29*V*\Delta t$

Ecuación 15: Calor sensible debido al aire de filtración

Donde:

Δt: Salto térmico entre interior y exterior

V: volumen de la infiltración en m3/h

Para el cálculo del volumen de infiltración tenemos que calcular previamente el número de renovaciones por aire, dato que fue calculado en el Anexo 1.

El incremento de temperatura viene dada por la diferencia entre la temperatura exterior de diseño 33.9ºC – 25ºC que es la temperatura de diseño interior.

A5: Calor sensible generado por personas que ocupan el local

Las personas que ocupan el local tienen una temperatura media de 36.5 ºC, siendo ésta superior a la del local, por lo tanto desprende calor que hay que tener en cuenta:

$Q_{sp}=q_{sp}*n$ *(kcal/h)*

Ecuación 16: Calor sensible generado por personas que ocupan el local

Donde:

-qsp: calor sensible por persona

-n: nº de personas del local (valor medio)

Como valor medio de personas en el local tomaremos 6 de las cuales 4 estarán sentadas en reposo y 2 de pie, de nuevo, los valores exaxtos que necesitamos no vienen tabulados en tablas, ya que la temperatura interior de diseño la hemos tomado 25ºC, habrá que interpolar como en casos anteriores de la siguiente tabla:

Cuadro de actividad	28ºC		27ºC		26ºC		24ºC	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista actv. moderada	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pié	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero de taller	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso	115	250	120	250	125	245	130	230

Tabla 44: Calor emitido por personas

A6: Calor sensible debido a la iluminación del local

Una vez calculadas todas las lámparas y correspondientes potencias (Apéndice A del presente Anexo) en todas las particiones de la vivienda, obtenemos el valor del calor desprendido por cada una de ellas.

A7: Calor sensible procedente del aire de ventilación

El aire de ventilación se mezcla previamente con el recirculado y juntos, pasan a la UAA para ser tratados, si estuviéramos en el caso de que la UAA tuviera un rendimiento óptimo del 100%, el aire, saldría en condiciones ideales termo-higrométricas, pero esto nunca sucede así.

Se puede entender éste fenómeno como si parte del aire tratado pasara por la UAA y parte por el bypass, cuando de nuevo se vuelven a juntar ambas tomas de aire antes de entrar al local es cuando alcanzan condiciones reales de impulsión que son evidentemente, diferentes a las ideales. Podemos usar el factor de by-pass como una medida de "rendimiento" de la UAA.

Por todo lo dicho anteriormente, tenemos un aporte de calor sensible (A8) dado por la siguiente expresión:

$$Q_{sv}=0.29*f*V_v*\Delta t$$

Ecuación 17: Calor sensible por aire de ventilación

donde;

f: coeficiente de by-pass dependiendo de la UAA

V_v: Caudal volumétrico de ventilación (m3/h)

Δt: Salto térmico en ºC

El factor by-pass es característica única de la máquina, en la siguiente tabla se exponen los valores aconsejables a utilizar.

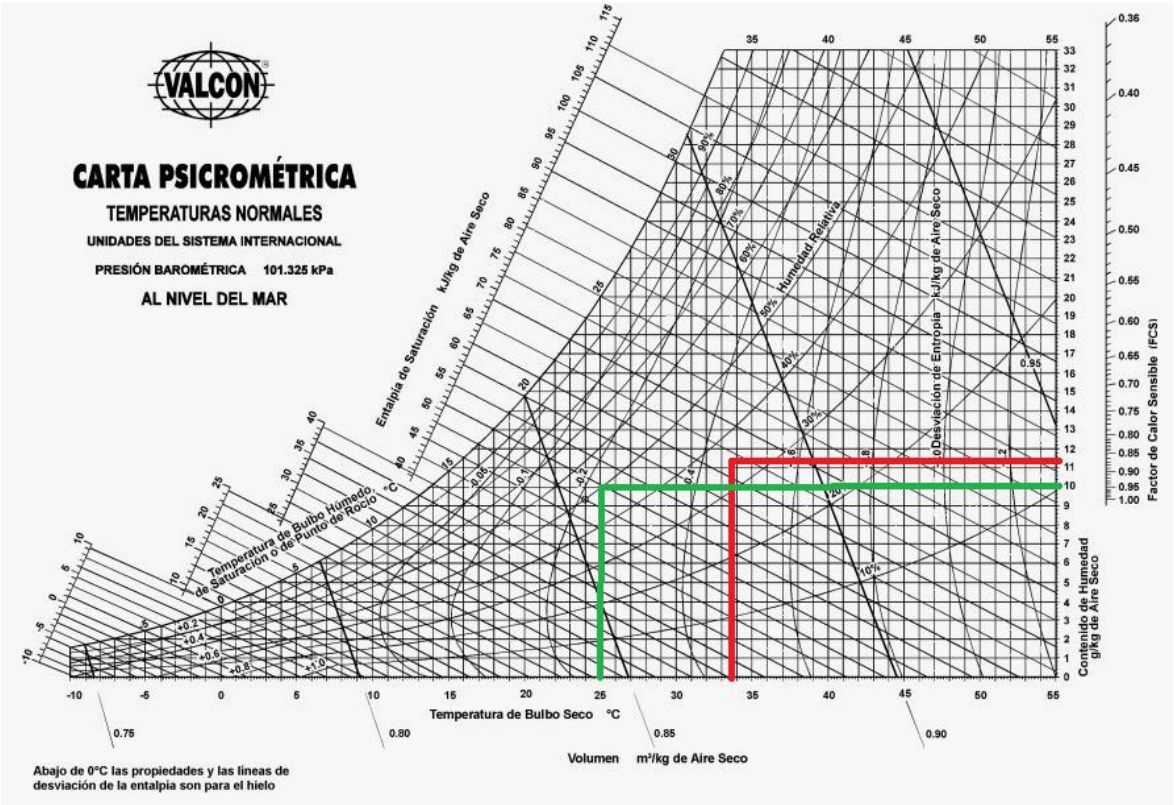
Factor de by-pass	Tipo de aplicación	Ejemplo
0,3 - 0,8	Balance térmico pequeño o medio con pequeñas ganancias térmicas latentes	Apartamentos
0,2 - 0,3	Acondicionamiento de confort clásico con balance térmico pequeño	Tiendas pequeñas, Fabrica
0,1 - 0,2	Acondicionamiento de confort clásico	Tiendas grandes, Bancos, Fabricas
0,05 - 0,1	Ganancias sensibles grandes o caudal de aire exterior grande	Tienda grande, Restaurante
0 - 0,10	Funcionamiento con aire fresco total	Hospital, quirófano

Tabla 45: Valores de by-pass aconsejables

PARTIDAS DE CALOR LATENTE

B1: Calor latente por el vapor introducido debido al aire de las infiltraciones.

Mediante la carta psicométrica podemos hallar el incremento de humedad absoluta entre la temperatura exterior de 33.9ºC con una humedad relativa del 33% y la temperatura interior con una temperatura de 25º y humedad relativa del 50%.



Usando la siguiente expresión podemos obtener el calor latente de la vivienda correspondiente a ésta partida:

$$Q_{LV}=0.72*f*V_v*\Delta w$$

Ecuación 18: Calor latente debido al aire de infiltraciones

donde;

f: coeficiente de by-pass dependiendo de la UAA

V_v: Caudal volumétrico de ventilación (m3/h)

Δw: Incremento de humedad absoluta en g/kg

El factor by-pass es característica única de la máquina, de la misma manera que se ha hecho anteriormente.

B2. Carga latente introducido por las personas en el local.

Esta partida se calcula de la misma manera que en calor sensible sólo modificando la carga unitaria por persona que varía de calor sensible a latente.

B2: Carga latente introducido por las personas en el local

Esta partida se calcula de la misma manera que en calor sensible sólo modificando la carga unitaria por persona que varía de calor sensible a latente.

B3: Carga latente procedente del aire de ventilación

La carga latente procedente del aire de ventilación se calcula de igual forma que en cargas sensibles, solo teniendo en cuenta que al tratarse de una partida de calor latente tendremos que tener en cuenta el incremento de humedad no el incremento de temperatura.

3.3.3.3. Composición cargas térmicas de invierno.

OPCIÓN SIMPLIFICADA. JUSTIFICACIÓN DE SU USO

Para la realización del cálculo de cargas térmicas nos vamos a ceñir a la norma UNE-EN-12831 "Sistemas de calefacción en edificios. Método para el cálculo de la carga térmica de diseño". Esta norma nos ofrece dos opciones de resolución, una más compleja y otra más simplificada, en nuestro caso nos hemos decantado por la opción simplificada ya que además de menguar en cálculos, cumplimos con los requisitos exigidos por la norma y que describimos a continuación.

"…*Cuando no se dispone de dicha información nacional, se puede utilizar el método simplificado para edificios residenciales en los que el índice de renovación de aire, resultante de una diferencia de presión de 50 Pa entre el interior y el exterior del edificio* n_{50}*, sea menor de 3* h^{-1}*"*

Para la obtención del índice de renovación de aire para una diferencia de 50 Pa entre interior y exterior de la vivienda acudimos a la Tabla D.7 "Índice de renovación de aire para el edificio total, n_{50}", llegando al a conclusión que éste índice está por debajo de 3 h^{-1}, ya que no se trata de una vivienda unifamiliar exclusiva, puesto que será usada más en ciertas épocas del año, puede asemejarse más a una vivienda rural, además las ventanas están provistas de sistemas de aislamiento de mucha calidad, por lo que dicho índice podrá considerarse sin ningún temor a error < 3 h^{-1}, por lo que podremos aplicar el método simplificado marcado en la norma .

Tabla D.7
Índice de renovación de aire para el edificio total, n_{50}

Tipo de construcción	n_{50} h^{-1}		
	Grado de estanquidad al aire de la envolvente del edificio (calidad del aislamiento de las ventanas)		
	alto (alta calidad del aislamiento de puertas y ventanas)	medio (doble cristal en ventanas, aislamiento normal)	bajo (cristal sencillo en ventanas, sin aislante)
vivienda unifamiliar	< 4	4 – 10	> 10
otras viviendas o edificios	< 2	2 – 5	> 5

Tabla 46: Indice de renovación de aire para el edificio total

A continuación expongo un cuadro-resumen de las cargas térmicas calculadas, para mayor información consultar Apéndice B: Cargas térmicas, donde puede observarse con más detalle todos los cálculos detallados.

CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN			
Habitáculo	Potencia térmica máxima (W)	Potencia térmica por superficie (W/m2)	Potencia térmica máxima simultanea (W)
Salón	2060,50	63,00	1751,43
Cocina	1296,18	83,15	1101,75
Distribuidor	203,17	16,93	172,69
Dormitorio 1	757,06	78,48	643,50
Dormitorio 2	785,81	65,16	667,94
Dormitorio 3	751,51	62,32	638,78
Dormitorio 4	1022,89	45,17	869,46
Dormitorio 5	1093,46	48,28	929,44
		TOTAL:	**6774,99**[2]

Tabla 47: Resumen cargas térmicas de refrigeración

CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN			
Habitáculo	Potencia térmica máxima (W)	Potencia térmica por superficie (W/m^2)	Potencia térmica máxima simultanea (W)
Salón	1770,12	63,67	1770,12
Cocina	1039,82	78,48	1039,82
Distribuidor	254,8	24,98	254,80
Dormitorio 1	410,92	50,11	410,92
Dormitorio 2	531,83	51,89	531,83
Dormitorio 3	531,28	51,83	531,28
Dormitorio 4	1104,66	57,38	1104,66
Dormitorio 5	1105,63	57,44	1105,63
Baño 1	283,42	44,99	283,42
Baño 2	283,42	42,94	283,42
Baño 3	294.86	46.07	294.86
		TOTAL:	**7610.76**[3]

Tabla 48: Resumen cargas térmicas de calefacción

[2] Se ha utilizado un factor de simultaneidad de 0.85, suficiente para obtener una distribución de cargas adecuadas sin un sobredimensionamiento excesivo.

[3] En el caso de la calefacción no se ha usado ningún factor de simultaneidad, ya que consideramos que en condiciones extremas queremos calefactar todos los habitáculos de la vivienda simultáneamente.

3.3.4. Contribución solar mínima de ACS

Ésta parte del documento se justifica en base al Documento Básico de Ahorro de Energía en su sección cuatro (HE4) que exige el cumplimiento de la misma al tratarse de un edificio existente en el que existe una demanda de agua caliente sanitaria.

Para la aplicación de ésta norma, hay que seguir las siguientes pautas:

a) Obtención de la contribución solar mínima.
b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado
c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento

3.3.4.1. Datos previos: Demanda de ACS

Aplicando el Documento básico de ahorro energético citado anteriormente (DB-HE4), considerando una temperatura de referencia de 60ºC, se ha obtenido la siguiente demanda de ACS por persona:

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 49: Demanda de ACS por persona (l/dia)

No obstante, en nuestro caso consideramos una temperatura de uso de ACS de 45ºC, ya que consideramos que ese temperatura es suficiente para satisfacer las necesidades de la vivienda, por lo tanto habrá que recalcular el consumo a esa temperatura, esto se va a realizar en base a la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum_{1}^{12} D_i(T)$$

$$D_i(T) = D_i(60\ ^\circ C) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

Ecuación 19: Cálculo consumo ACS a 45ºC

Donde;

D(T): Demanda de ACS anual a la temperatura “T” elegida

Di(T): Demanda de agua ACS para el mes “i” a la temperatura “T” elegida

Di(60ºC): Demanda de ACS para el mes “i” a la temperatura de “T” de 60ºC

T: Temperatura del acumulador final

Ti: Temperatura media del agua fría del mes “i”

La temperatura mínima media del agua en la red en ºC la obtenemos a partir del Apéndice B del documento básico seguido hasta el momento (HE4)

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9

Tabla 50: Temperatura agua red

El número de personas mínimo exigido por la norma para el cálculo viene reflejado en la siguiente tabla:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 51: Número de personas mínimo a tener en cuenta según dormitorios

A continuación y sin más dilatación aplicamos las fórmulas expuestas para calcular el consumo de ACS por persona y día.

D (45ºC)= 28*((60-14.58)/(45-14.58)=**41.8 litros por persona**

Para cinco dormitorios, según la tabla anteriormente expuesta, y a efectos de cálculo, tomamos 6 personas ya que son las mínima exigidas por la normativa, por lo tanto tendremos un consumo total al día de 41.8 litros por persona por 6 personas, obtenemos **250.8 litros a una temperatura de 45ºC**

3.3.4.2. Datos previos: Demanda energética de ACS

Para el cálculo de la demanda energética voy a utilizar la siguiente expresión, lo haremos par cada mes del año expresando el resultado en Kwh/mes

$$DE_{mes} = Q_{día} \cdot N \cdot (T_{ACS} - T_{AF}) \cdot 1{,}16 \cdot 10^{-3}$$

Ecuación 20: Demanda energética de ACS

Donde;

DE_{mes}: Es la demanda energética, lo que buscamos. [kwh/mes]

Q_{dia}: Consumo diario de ACS por día para la temperatura de referencia de 45ºC [306.6 l]

N: número de días del mes

T_{ACS}: Temperatura de referencia [45ºC]

T_{AF}: Temperatura del agua fría de la red en ºC

Hay que tener en cuenta la equivalencia entre Kcal y Kwh (1 Kcal=1000*4.186 Jh/3600s=1.16*10^{-3} Kwh)

Desarrollando lo anterior, obtenemos la siguiente tabla:

Mes	N (número de días del mes)	Tacs (ºC)	Taf (ºC)	DEmes (kwh/mes)
Enero	31	45	9	310
Febrero	28	45	10	272.22
Marzo	31	45	11	292.78
Abril	30	45	13	266.67
Mayo	31	45	16	249.72
Junio	30	45	19	216.67
Julio	31	45	21	206.67
Agosto	31	45	21	206.67
Septiembre	30	45	19	216.67
Octubre	31	45	15	258.33
Noviembre	30	45	12	275
Diciembre	31	45	9	310

Tabla 52: Demanda energética por meses (kwh/mes)

3.3.4.3. Datos previos: Zona climática

El conocimiento de la zona climática donde vamos a ubicar nuestro proyecto es fundamentalmente, ya que dependiendo de la posición obtendremos más o menos aporte solar a nuestras instalaciones.

La energía incipiente (MJ/m^2) en Jaén es de 18.63 (consultar Hoja "Datos Provinciales" de libro "ACS_Captador solar_Comprobación HE4.xls"), por lo tanto y en base a la siguiente tabla adjunta en documento DB-HE-4 nuestra localización se sitúa en zona climática V

Zona climática	MJ/m^2	kWh/m^2
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Tabla 53: Zona climática

3.3.4.4. Contribución solar mínima de ACS

"Las contribuciones solares que se recogen a continuación tienen el carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes"

En el caso que nos ocupa y como hemos calculado anteriormente, tenemos un consumo de ACS de 250.8 l/dia y nuestra vivienda está situada en zona climática V, además se trata de un caso "general" ya que la fuente energética de apoyo no va a ser electricidad mediante efecto Joule, por lo tanto obtenemos una contribución solar mínima del 60% como muestra la siguiente tabla:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 54: Contribución solar mínima de ACS

APÉNDICE 3A: CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN HABITÁCULOS

Al tratarse del interior de una vivienda, el CTE, en su sección HE3 es muy claro, se excluye del ámbito de aplicación, por lo tanto, nos limitaremos a calcular la nueva iluminación con el único de objetivo de mayor ahorro energético y que las condiciones de confort sean las idóneas.

Sección HE 3
Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación

1 Ámbito de aplicación

1 Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:

a) edificios de nueva construcción;

b) intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m^2, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada;

c) otras intervenciones en edificios existentes en las que se renueve o amplíe una parte de la instalación, en cuyo caso se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad y, cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de *sistemas de control o regulación*, se dispondrán estos sistemas;

d) cambios de uso característico del edificio;

e) cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del *Valor de Eficiencia Energética de la Instalación* límite, respecto al de la actividad inicial, en cuyo caso se adecuará la instalación de dicha zona.

2 Se excluyen del ámbito de aplicación:

a) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;

b) edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;

c) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m^2;

d) interiores de viviendas.

e) los edificios históricos protegidos cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.

3 En los casos excluidos en el punto anterior, en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.

4 Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los *alumbrados de emergencia*.

Utilizaremos la siguiente tabla como guía de la cantidad de lux recomendada para nuestra vivienda:

LUGAR O FAENA	ILUMINACION
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

Tabla 55: Lux recomendados para vivienda

A continuación expongo los resultados dados por programa de cálculo Dialux 4.1, resultados que han sido optimizados para estar en condiciones de confort exigibles y a la vez usando tanto lámparas como dispositivos que proporcionan el mayor ahorro energético.

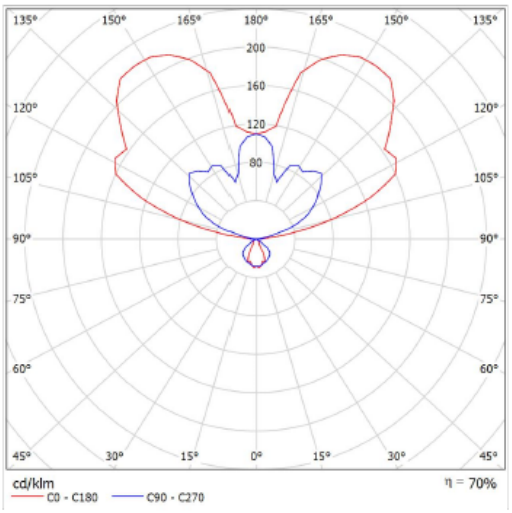
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

DIAL 9 Wave, 1 T16 54W, EVG / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según DIN: E63
Código CIE Flux: 73 95 99 06 70

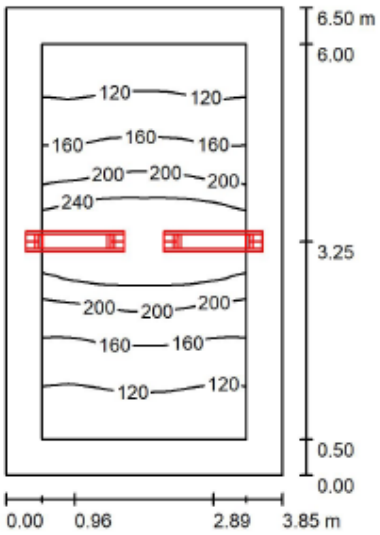
Esta luminaria no admite una representación en diagrama UGR.

Wave, Pendelleuchte, Dark-Raster unten, T16 54W, elektr. Vorschaltgerät eingebaut, IP 20, Gehäuse aus Aluminium-Druckguß, L 1375 / B 285 / H 68, 0.22829.00

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Salón/Comedor / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:84

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	173	99	282	0.572
Suelo	19	128	82	185	0.643
Techo	78	245	49	1439	0.200
Paredes (4)	78	95	55	511	/

Plano útil:
Altura: 1.000 m
Trama: 32 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.604, Techo / Plano útil: 1.417.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	DIAL 9 Wave, 1 T16 54W, EVG (1.000)	3256	4650	56.0
			Total: 6513	Total: 9300	112.0

Valor de eficiencia energética: 4.48 W/m² = 2.59 W/m²/100 lx (Base: 25.03 m²)

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

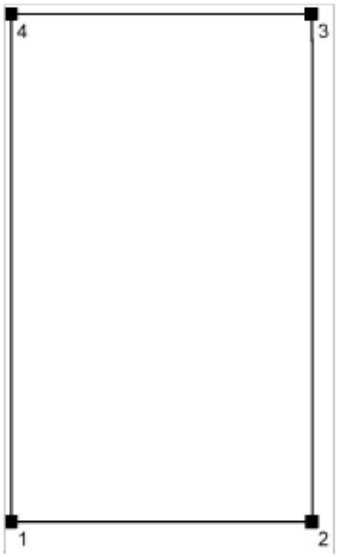
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Salón/Comedor / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 1.000 m
Zona marginal: 0.500 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 25.03 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	19	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	78	(0.000 | 0.000)	(3.850 | 0.000)	3.850
Pared 2	78	(3.850 | 0.000)	(3.850 | 6.500)	6.500
Pared 3	78	(3.850 | 6.500)	(0.000 | 6.500)	3.850
Pared 4	78	(0.000 | 6.500)	(0.000 | 0.000)	6.500

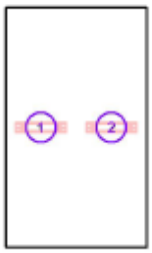
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Salón/Comedor / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 9 Wave, 1 T16 54W, EVG

3256 lm, 56.0 W, 1 x 1 x T16 54W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.960	3.250	3.000	0.0	0.0	90.0
2	2.890	3.250	3.000	0.0	0.0	90.0

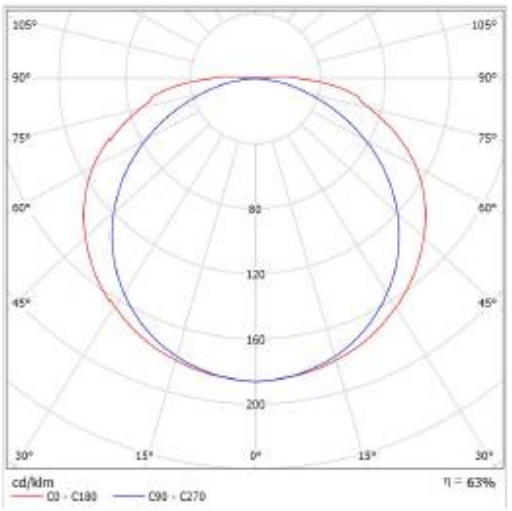
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



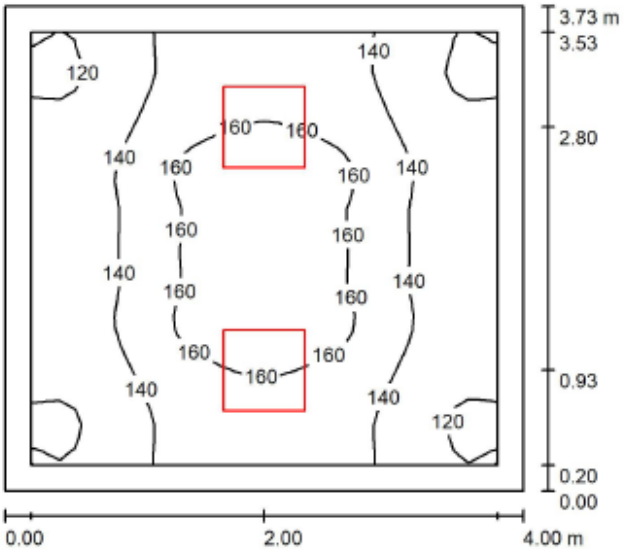
Clasificación luminarias según DIN: A30
Código CIE Flux: 41 72 91 99 63

SEKOLUX-E PL-L 136 EVG
Einbauleuchte mit Sekundäroptik
1xPL-L 36W elektronisches Vorschaltgerät, EVG
indirekt / direkt- strahlend,
Schutzart IP20, Schutzklasse I, F-Zeichen im Dreieck und ENEC-Zeichen.
Primärreflektor aus perforiertem Stahlblech
mit hinterlegter Streufolie zur Vermeidung zu großer
Leuchtdichteunterschiede.
Sekundärreflektor aus zwei selbstrastenden Aluminium-Reflektorschalen mit
matt-weißer Oberfläche in RAL
9016 für gleichmäßige Leuchtdichteverteilung.
Stahlblechgehäuse mit schräg gegen die Decke laufende Längskanten mit
aus der Decke hervortretenden
Formteil-Stirnwänden, mit 5-poliger Anschlußklemme 2,5qmm zur
Weiterverdrahtung.
Universell einsetzbar in geschnittenen Decken sowie in Systemdecken mit
sichtbaren oder verdeckten
Tragprofilen im Modul 600 oder 625.

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Cocina / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.089 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:48

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	144	116	169	0.809
Suelo	20	124	95	146	0.766
Techo	78	74	59	124	0.798
Paredes (4)	86	101	64	253	/

Plano útil:

Altura:	0.500 m
Trama:	32 x 32 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.733, Techo / Plano útil: 0.515.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 2972	Total: 4700	72.0

Valor de eficiencia energética: 4.83 W/m² = 3.36 W/m²/100 lx (Base: 14.92 m²)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

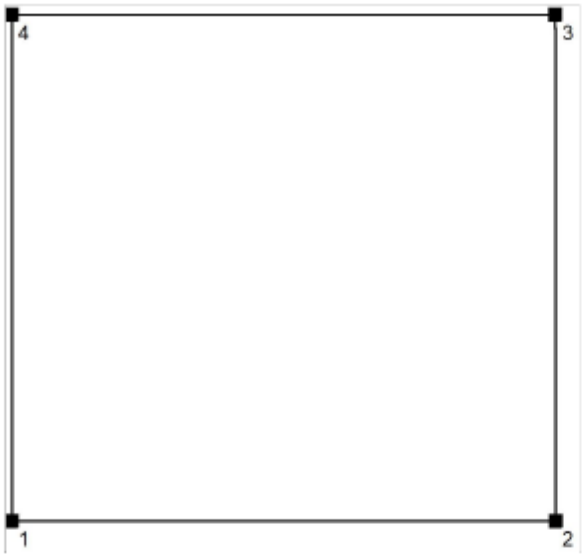
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Cocina / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.500 m
Zona marginal: 0.200 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 14.92 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	86	(0.000 | 0.000)	(4.000 | 0.000)	4.000
Pared 2	86	(4.000 | 0.000)	(4.000 | 3.730)	3.730
Pared 3	86	(4.000 | 3.730)	(0.000 | 3.730)	4.000
Pared 4	86	(0.000 | 3.730)	(0.000 | 0.000)	3.730

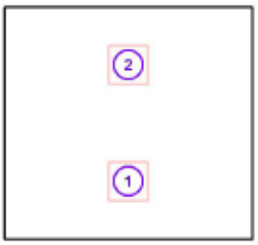
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Cocina / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG

1486 lm, 36.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	2.000	0.930	3.089	0.0	0.0	90.0
2	2.000	2.800	3.089	0.0	0.0	90.0

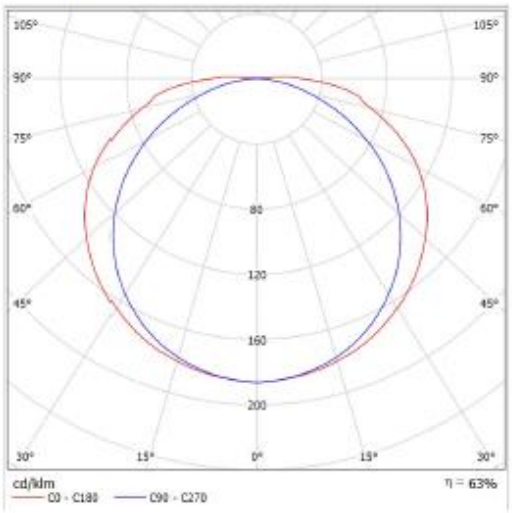
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



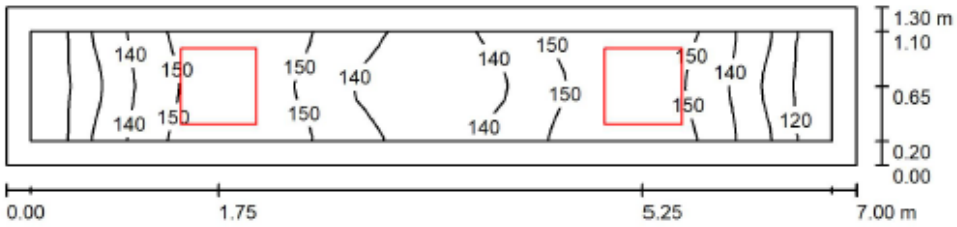
Clasificación luminarias según DIN: A30
Código CIE Flux: 41 72 91 99 63

SEKOLUX-E PL-L 136 EVG
Einbauleuchte mit Sekundäroptik
1xPL-L 36W elektronisches Vorschaltgerät, EVG
Indirekt / direkt- strahlend,
Schutzart IP20, Schutzklasse I, F-Zeichen im Dreieck und ENEC-Zeichen.
Primärreflektor aus perforiertem Stahlblech
mit hinterlegter Streufolie zur Vermeidung zu großer
Leuchtdichteunterschiede.
Sekundärreflektor aus zwei selbstrastenden Aluminium-Reflektorschalen mit
matt-weißer Oberfläche in RAL
9016 für gleichmäßige Leuchtdichteverteilung.
Stahlblechgehäuse mit schräg gegen die Decke laufende Längskanten mit
aus der Decke hervortretenden
Formteil-Stirnwänden, mit 5-poliger Anschlußklemme 2,5qmm zur
Weiterverdrahtung.
Universell einsetzbar in geschnittenen Decken sowie in Systemdecken mit
sichtbaren oder verdeckten
Tragprofilen im Modul 600 oder 625.

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Distribuidor / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.089 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	142	115	157	0.814
Suelo	19	114	87	127	0.761
Techo	78	104	64	192	0.616
Paredes (4)	78	122	51	468	/

Plano útil:

Altura:	0.500 m
Trama:	64 x 8 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.941, Techo / Plano útil: 0.734.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 2972	Total: 4700	72.0

Valor de eficiencia energética: 7.91 W/m² = 5.59 W/m²/100 lx (Base: 9.10 m²)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Distribuidor / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.500 m
Zona marginal: 0.200 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 9.10 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	19	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	78	(0.000 | 0.000)	(7.000 | 0.000)	7.000
Pared 2	78	(7.000 | 0.000)	(7.000 | 1.300)	1.300
Pared 3	78	(7.000 | 1.300)	(0.000 | 1.300)	7.000
Pared 4	78	(0.000 | 1.300)	(0.000 | 0.000)	1.300

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Distribuidor / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG

1486 lm, 36.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.750	0.650	3.089	0.0	0.0	90.0
2	5.250	0.650	3.089	0.0	0.0	90.0

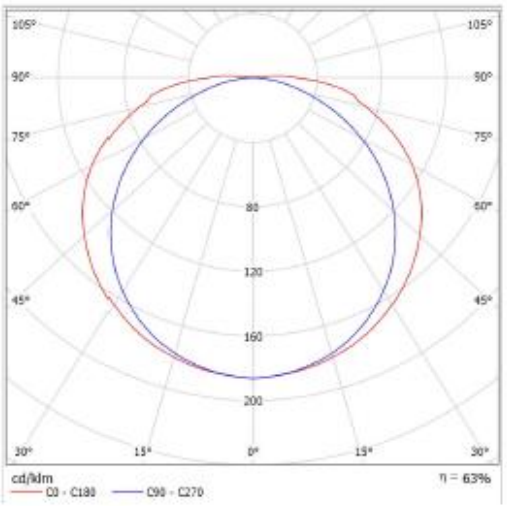
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



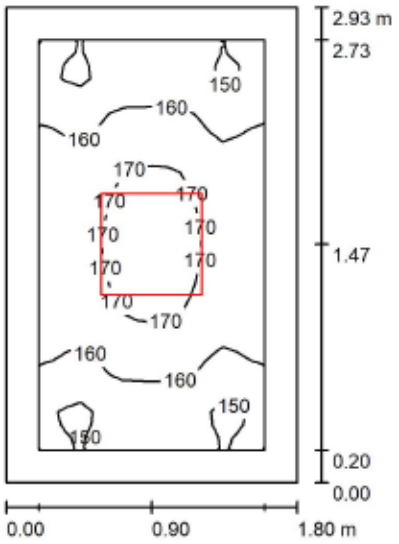
Clasificación luminarias según DIN: A30
Código CIE Flux: 41 72 91 99 63

SEKOLUX-E PL-L 136 EVG
Einbauleuchte mit Sekundäroptik
1xPL-L 36W elektronisches Vorschaltgerät, EVG
indirekt / direkt- strahlend,
Schutzart IP20, Schutzklasse I, F-Zeichen im Dreieck und ENEC-Zeichen.
Primärreflektor aus perforiertem Stahlblech
mit hinterlegter Streufolie zur Vermeidung zu großer
Leuchtdichteunterschiede.
Sekundärreflektor aus zwei selbstrastenden Aluminium-Reflektorschalen mit
matt-weißer Oberfläche in RAL
9016 für gleichmäßige Leuchtdichteverteilung.
Stahlblechgehäuse mit schräg gegen die Decke laufende Längskanten mit
aus der Decke hervortretenden
Formteil-Stirnwänden, mit 5-poliger Anschlußklemme 2,5qmm zur
Weiterverdrahtung.
Universell einsetzbar in geschnittenen Decken sowie in Systemdecken mit
sichtbaren oder verdeckten
Tragprofilen im Modul 600 oder 625.

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Baño 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.089 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	162	145	174	0.896
Suelo	86	141	122	155	0.866
Techo	78	124	101	143	0.812
Paredes (4)	78	150	107	244	/

Plano útil:
Altura: 0.500 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.957, Techo / Plano útil: 0.767.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 1486	Total: 2350	36.0

Valor de eficiencia energética: 6.83 W/m² = 4.21 W/m²/100 lx (Base: 5.27 m²)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

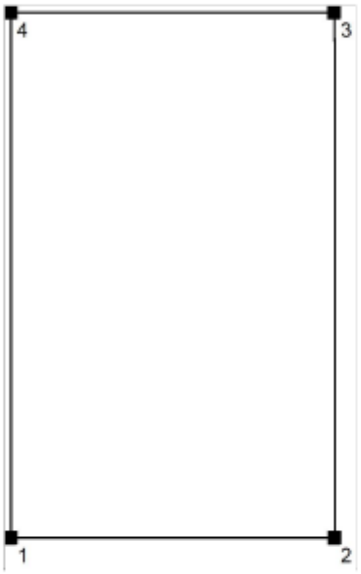
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Baño 1 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.500 m
Zona marginal: 0.200 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 5.27 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	86	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	78	(0.000 | 0.000)	(1.800 | 0.000)	1.800
Pared 2	78	(1.800 | 0.000)	(1.800 | 2.930)	2.930
Pared 3	78	(1.800 | 2.930)	(0.000 | 2.930)	1.800
Pared 4	78	(0.000 | 2.930)	(0.000 | 0.000)	2.930

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Baño 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG

1486 lm, 36.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.900	1.470	3.089	0.0	0.0	90.0

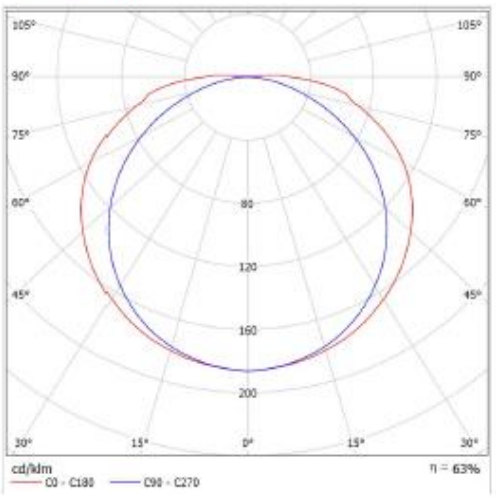
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



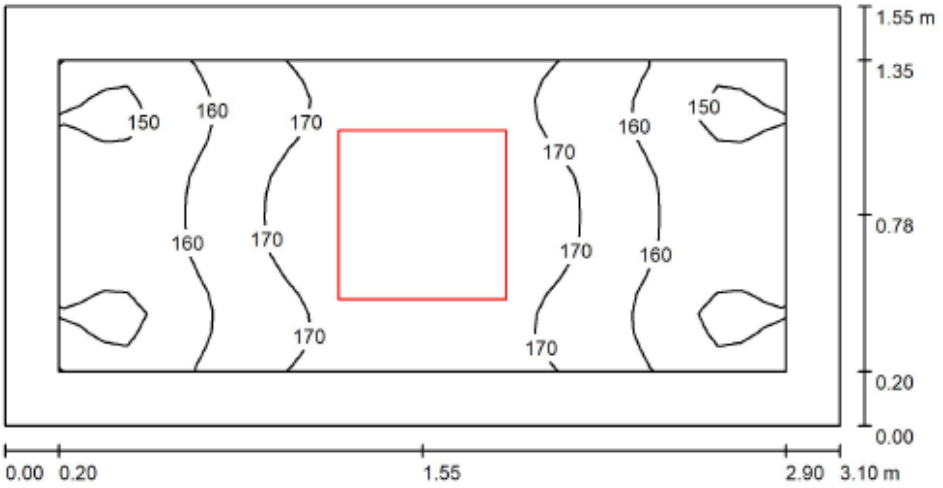
Clasificación luminarias según DIN: A30
Código CIE Flux: 41 72 91 99 63

SEKOLUX-E PL-L 136 EVG
Einbauleuchte mit Sekundäroptik
1xPL-L 36W elektronisches Vorschaltgerät, EVG
indirekt / direkt- strahlend,
Schutzart IP20, Schutzklasse I, F-Zeichen im Dreieck und ENEC-Zeichen.
Primärreflektor aus perforiertem Stahlblech
mit hinterlegter Streufolie zur Vermeidung zu großer
Leuchtdichteunterschiede.
Sekundärreflektor aus zwei selbstrastenden Aluminium-Reflektorschalen mit
matt-weißer Oberfläche in RAL
9016 für gleichmäßige Leuchtdichteverteilung.
Stahlblechgehäuse mit schräg gegen die Decke laufende Längskanten mit
aus der Decke hervortretenden
Formteil-Stirnwänden, mit 5-poliger Anschlußklemme 2,5qmm zur
Weiterverdrahtung.
Universell einsetzbar in geschnittenen Decken sowie in Systemdecken mit
sichtbaren oder verdeckten
Tragprofilen im Modul 600 oder 625.

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Baño 2 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.089 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:23

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	164	145	179	0.884
Suelo	86	141	120	160	0.852
Techo	78	132	97	171	0.734
Paredes (4)	78	155	103	378	/

Plano útil:

Altura:	0.500 m
Trama:	32 x 16 Puntos
Zona marginal:	0.200 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.972, Techo / Plano útil: 0.803.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 1486	Total: 2350	36.0

Valor de eficiencia energética: 7.49 W/m² = 4.57 W/m²/100 lx (Base: 4.81 m²)

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Baño 2 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.500 m
Zona marginal: 0.200 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 4.81 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	86	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	78	(0.000 | 0.000)	(3.100 | 0.000)	3.100
Pared 2	78	(3.100 | 0.000)	(3.100 | 1.550)	1.550
Pared 3	78	(3.100 | 1.550)	(0.000 | 1.550)	3.100
Pared 4	78	(0.000 | 1.550)	(0.000 | 0.000)	1.550

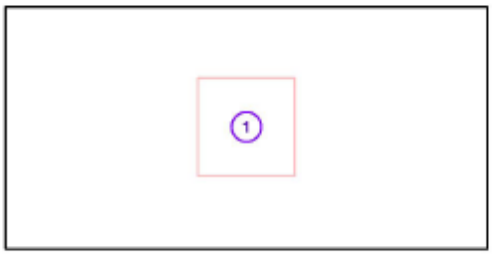
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Baño 2 / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG

1486 lm, 36.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.550	0.780	3.089	0.0	0.0	90.0

[1] Tanto el Baño 2 como el Baño 3 tienen misma dimensiones, orientación y estructura.

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

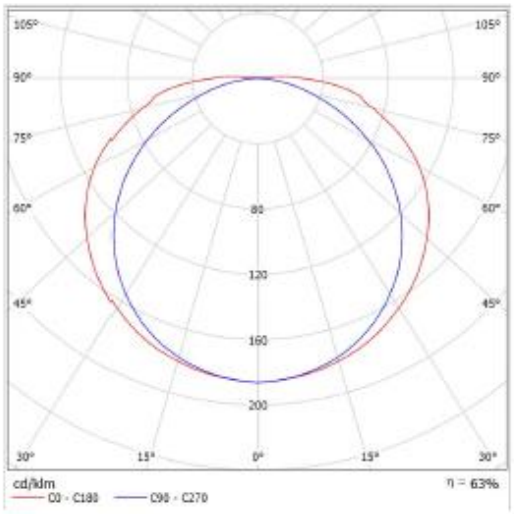
DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 99
Código CIE Flux: 41 72 91 99 63

SEKOLUX-E PL-L 136 EVG
Einbauleuchte mit Sekundäroptik
1xPL-L 36W elektronisches Vorschaltgerät, EVG
indirekt / direkt- strahlend,
Schutzart IP20, Schutzklasse I, F-Zeichen im Dreieck und ENEC-Zeichen.
Primärreflektor aus perforiertem Stahlblech
mit hinterlegter Streufolie zur Vermeidung zu großer
Leuchtdichteunterschiede.
Sekundärreflektor aus zwei selbstrastenden Aluminium-Reflektorschalen mit
matt-weißer Oberfläche in RAL
9016 für gleichmäßige Leuchtdichteverteilung.
Stahlblechgehäuse mit schräg gegen die Decke laufende Längskanten mit
aus der Decke hervortretenden
Formteil-Stirnwänden, mit 5-poliger Anschlußklemme 2,5qmm zur
Weiterverdrahtung.
Universell einsetzbar in geschnittenen Decken sowie in Systemdecken mit
sichtbaren oder verdeckten
Tragprofilen im Modul 600 oder 625.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	12.3	13.7	12.7	14.0	14.3	12.1	13.6	12.5	13.8	14.1
	3H	14.1	15.4	14.5	15.7	16.0	13.8	14.9	13.9	15.2	15.5
	4H	14.8	16.1	15.3	16.5	16.8	14.1	15.4	14.5	15.7	16.0
	6H	15.7	16.8	16.0	17.1	17.5	14.5	15.7	14.9	16.0	16.4
	8H	16.0	17.1	16.4	17.4	17.8	14.7	15.8	15.1	16.1	16.5
	12H	16.3	17.3	16.7	17.7	18.0	14.7	15.9	15.1	16.1	16.5
4H	2H	13.0	14.2	13.4	14.5	14.9	12.9	14.1	13.2	14.4	14.7
	3H	15.0	16.0	15.4	16.4	16.8	14.5	15.5	14.9	15.9	16.3
	4H	15.9	16.9	16.4	17.3	17.7	15.1	16.1	15.6	16.5	16.9
	6H	16.8	17.7	17.3	18.1	18.5	15.6	16.5	16.1	16.9	17.3
	8H	17.3	18.0	17.7	18.5	18.9	15.8	16.6	16.2	17.0	17.4
	12H	17.6	18.3	18.1	18.8	19.2	15.9	16.6	16.4	17.0	17.5
8H	4H	16.2	17.0	16.7	17.4	17.9	15.5	16.3	16.0	16.7	17.2
	6H	17.3	18.0	17.8	18.4	18.9	16.2	16.8	16.7	17.3	17.8
	8H	17.9	18.5	18.4	18.9	19.4	16.4	17.0	16.9	17.5	18.0
	12H	18.4	18.9	18.9	19.4	19.9	16.6	17.1	17.1	17.5	18.1
12H	4H	16.3	17.0	16.7	17.4	17.9	15.6	16.3	16.1	16.7	17.2
	6H	17.4	18.0	17.9	18.5	19.0	16.3	16.9	16.8	17.4	17.9
	8H	18.0	18.5	18.5	19.0	19.5	16.6	17.1	17.1	17.6	18.1

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarios

S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.5H	+0.2 / -0.3	+0.2 / -0.2
S = 2.0H	+0.3 / -0.5	+0.4 / -0.4

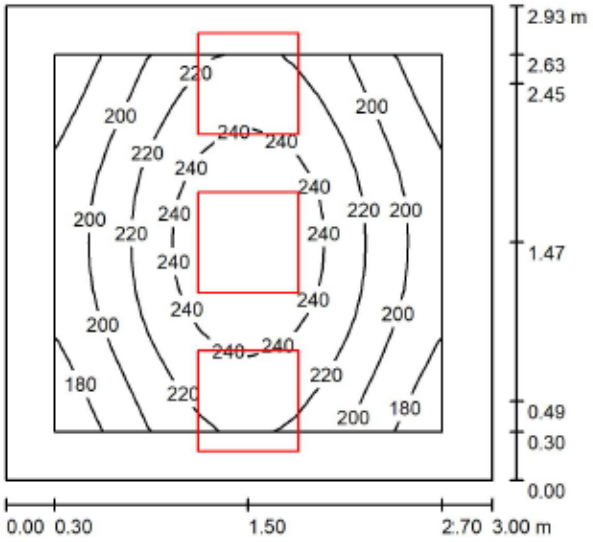
Tabla exterior	8X38	8X05
Sumando de corrección	-0.3	-2.7

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2000lm Hoja luminosa total

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 1 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.089 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	216	166	258	0.765
Suelo	20	141	107	166	0.759
Techo	70	69	45	164	0.655
Paredes (4)	50	134	64	757	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	16 x 16 Puntos
Zona marginal:	0.300 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 4457	Total: 7050	108.0

Valor de eficiencia energética: 12.29 W/m² = 5.68 W/m²/100 lx (Base: 8.79 m²)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

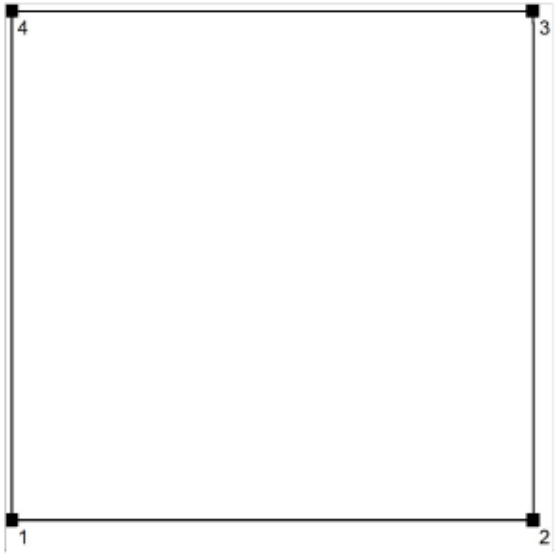
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 1 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.850 m
Zona marginal: 0.300 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 8.79 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	20	/	/	/
Techo	70	/	/	/
Pared 1	50	(0.000 | 0.000)	(3.000 | 0.000)	3.000
Pared 2	50	(3.000 | 0.000)	(3.000 | 2.930)	2.930
Pared 3	50	(3.000 | 2.930)	(0.000 | 2.930)	3.000
Pared 4	50	(0.000 | 2.930)	(0.000 | 0.000)	2.930

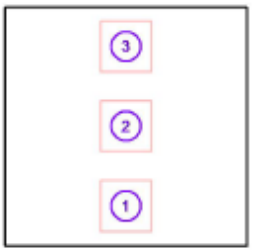
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG

1486 lm, 36.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.500	0.490	3.089	0.0	0.0	90.0
2	1.500	1.470	3.089	0.0	0.0	90.0
3	1.500	2.450	3.089	0.0	0.0	90.0

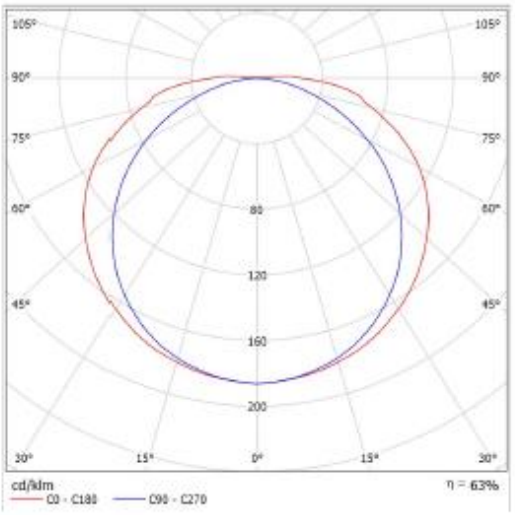
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



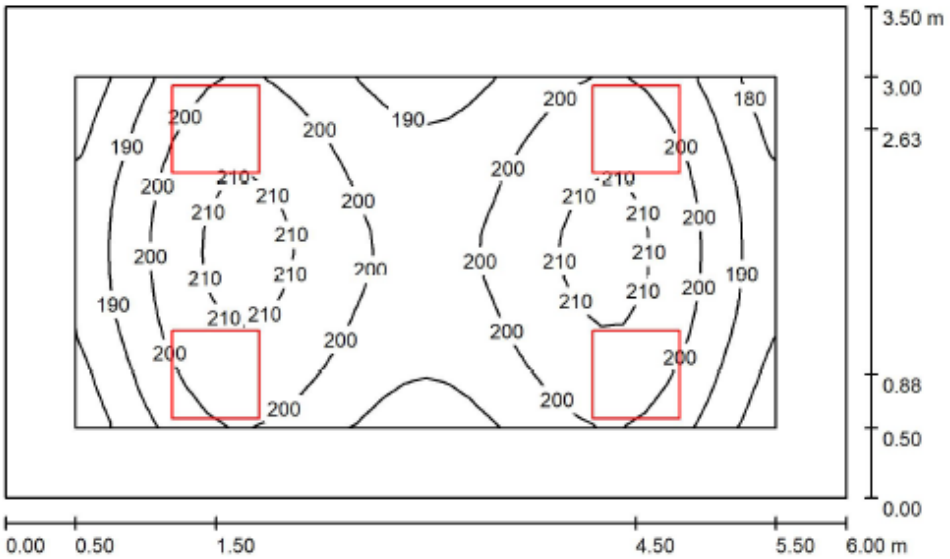
Clasificación luminarias según DIN: A30
Código CIE Flux: 41 72 91 99 63

SEKOLUX-E PL-L 136 EVG
Einbauleuchte mit Sekundäroptik
1xPL-L 36W elektronisches Vorschaltgerät, EVG
indirekt / direkt- strahlend,
Schutzart IP20, Schutzklasse I, F-Zeichen im Dreieck und ENEC-Zeichen.
Primärreflektor aus perforiertem Stahlblech
mit hinterlegter Streufolie zur Vermeidung zu großer
Leuchtdichteunterschiede.
Sekundärreflektor aus zwei selbstrastenden Aluminium-Reflektorschalen mit
matt-weißer Oberfläche in RAL
9016 für gleichmäßige Leuchtdichteverteilung.
Stahlblechgehäuse mit schräg gegen die Decke laufende Längskanten mit
aus der Decke hervortretenden
Formteil-Stirnwänden, mit 5-poliger Anschlußklemme 2,5qmm zur
Weiterverdrahtung.
Universell einsetzbar in geschnittenen Decken sowie in Systemdecken mit
sichtbaren oder verdeckten
Tragprofilen im Modul 600 oder 625.

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 2 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.089 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:45

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	199	173	214	0.870
Suelo	19	160	122	180	0.763
Techo	78	86	70	134	0.816
Paredes (4)	78	133	84	287	/

Plano útil:

Altura:	0.700 m
Trama:	32 x 16 Puntos
Zona marginal:	0.500 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.713, Techo / Plano útil: 0.434.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 5943	Total: 9400	144.0

Valor de eficiencia energética: 6.86 W/m² = 3.45 W/m²/100 lx (Base: 21.00 m²)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 2 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.700 m
Zona marginal: 0.500 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 21.00 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	19	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	78	(0.000 | 0.000)	(6.000 | 0.000)	6.000
Pared 2	78	(6.000 | 0.000)	(6.000 | 3.500)	3.500
Pared 3	78	(6.000 | 3.500)	(0.000 | 3.500)	6.000
Pared 4	78	(0.000 | 3.500)	(0.000 | 0.000)	3.500

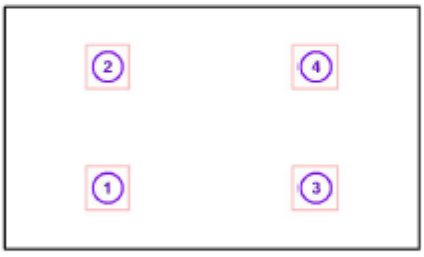
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 2 / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG

1486 lm, 36.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.500	0.880	3.089	0.0	0.0	90.0
2	1.500	2.630	3.089	0.0	0.0	90.0
3	4.500	0.880	3.089	0.0	0.0	90.0
4	4.500	2.630	3.089	0.0	0.0	90.0

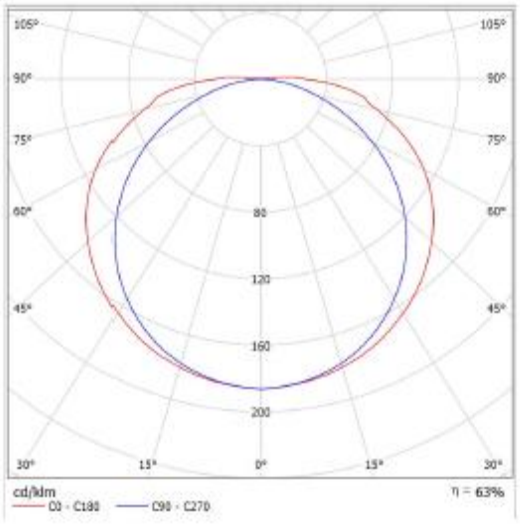
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



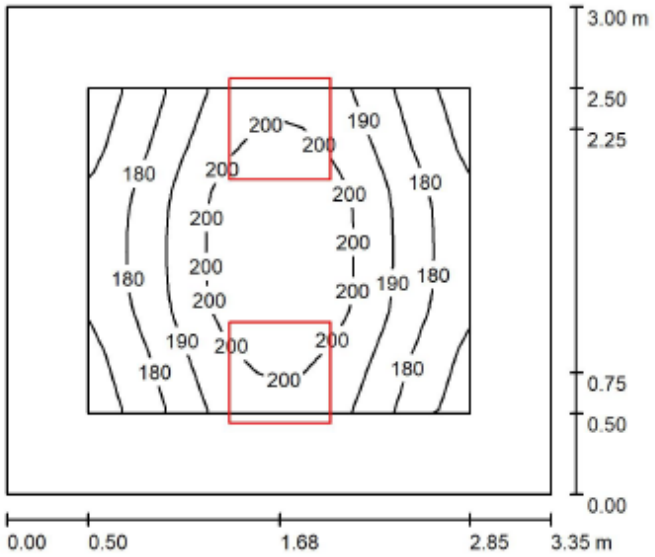
Clasificación luminarias según DIN: A30
Código CIE Flux: 41 72 91 99 63

SEKOLUX-E PL-L 136 EVG
Einbauleuchte mit Sekundäroptik
1xPL-L 36W elektronisches Vorschaltgerät, EVG
Indirekt / direkt- strahlend,
Schutzart IP20, Schutzklasse I, F-Zeichen im Dreieck und ENEC-Zeichen.
Primärreflektor aus perforiertem Stahlblech
mit hinterlegter Streufolie zur Vermeidung zu großer
Leuchtdichteunterschiede.
Sekundärreflektor aus zwei selbstrastenden Aluminium-Reflektorschalen mit
matt-weißer Oberfläche in RAL
9016 für gleichmäßige Leuchtdichteverteilung.
Stahlblechgehäuse mit schräg gegen die Decke laufende Längskanten mit
aus der Decke hervortretenden
Formteil-Stirnwänden, mit 5-poliger Anschlußklemme 2,5qmm zur
Weiterverdrahtung.
Universell einsetzbar in geschnittenen Decken sowie in Systemdecken mit
sichtbaren oder verdeckten
Tragprofilen im Modul 600 oder 625.

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 4 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.089 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	190	164	209	0.866
Suelo	19	140	104	161	0.746
Techo	78	90	63	131	0.704
Paredes (4)	78	125	73	366	/

Plano útil:

Altura:	0.700 m
Trama:	16 x 16 Puntos
Zona marginal:	0.500 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.713, Techo / Plano útil: 0.475.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 2972	Total: 4700	72.0

Valor de eficiencia energética: 7.16 W/m² = 3.78 W/m²/100 lx (Base: 10.05 m²)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

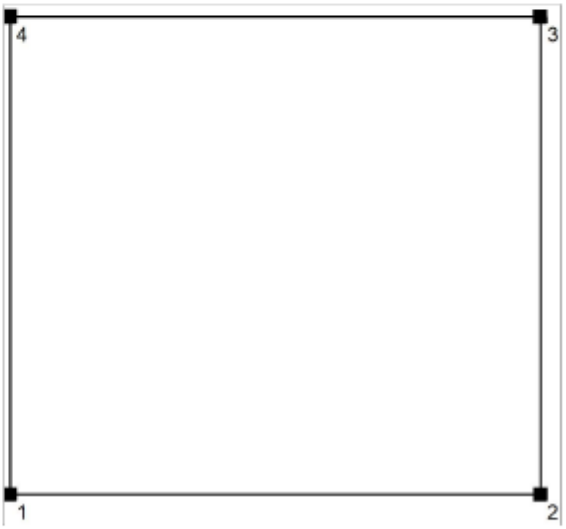
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 4 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.700 m
Zona marginal: 0.500 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 10.05 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	19	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	78	(0.000 | 0.000)	(3.350 | 0.000)	3.350
Pared 2	78	(3.350 | 0.000)	(3.350 | 3.000)	3.000
Pared 3	78	(3.350 | 3.000)	(0.000 | 3.000)	3.350
Pared 4	78	(0.000 | 3.000)	(0.000 | 0.000)	3.000

15.10.2018

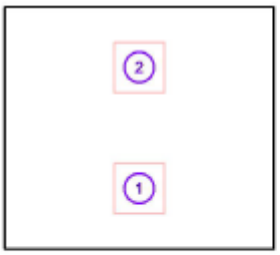
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 4 / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG

1486 lm, 36.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.680	0.750	3.089	0.0	0.0	90.0
2	1.680	2.250	3.089	0.0	0.0	90.0

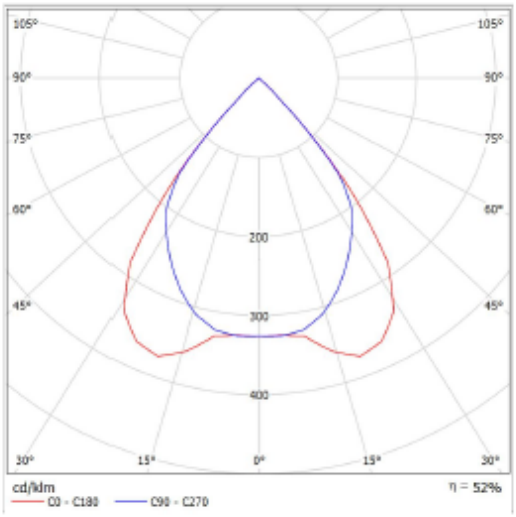
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

DIAL 3 BS 900-Leuchte / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



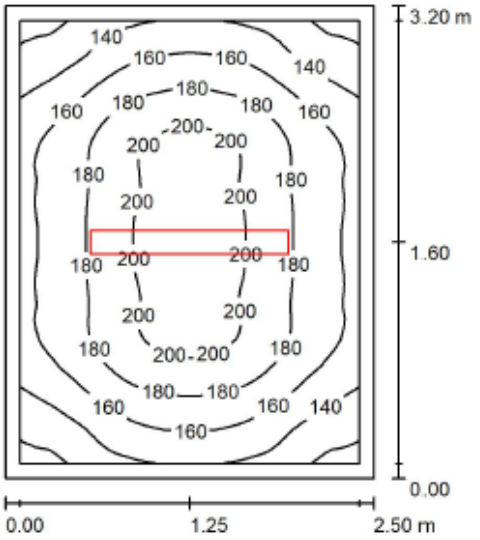
Clasificación luminarias según DIN: A60
Código CIE Flux: 86 100 100 100 52

BS 900-Leuchte - mit BAP-Spiegelraster - direktstrahlend - hochglanz eloxiert - Lampe L36W/21

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 5 / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:42

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	171	113	209	0.663
Suelo	19	134	109	149	0.814
Techo	78	38	31	46	0.810
Paredes (4)	78	63	30	103	/

Plano útil:
Altura: 0.700 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.100 m

Proporción de intensidad lumínica (según LG7): Paredes / Plano útil: 0.335, Techo / Plano útil: 0.224.
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	DIAL 3 BS 900-Leuchte (1.000)	1749	3350	43.0
			Total: 1749	Total: 3350	43.0

Valor de eficiencia energética: 5.38 W/m² = 3.15 W/m²/100 lx (Base: 8.00 m²)

Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

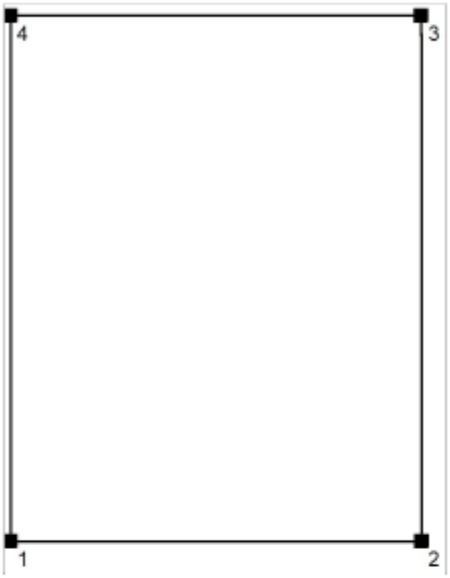
Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 5 / Protocolo de entrada

Altura del plano útil: 0.700 m
Zona marginal: 0.100 m

Factor mantenimiento: 0.80

Altura del local: 3.000 m
Base: 8.00 m²



Superficie	Rho [%]	desde ([m] | [m])	hacia ([m] | [m])	Longitud [m]
Suelo	19	/	/	/
Techo	78	/	/	/
Pared 1	78	(0.000 | 0.000)	(2.500 | 0.000)	2.500
Pared 2	78	(2.500 | 0.000)	(2.500 | 3.200)	3.200
Pared 3	78	(2.500 | 3.200)	(0.000 | 3.200)	2.500
Pared 4	78	(0.000 | 3.200)	(0.000 | 0.000)	3.200

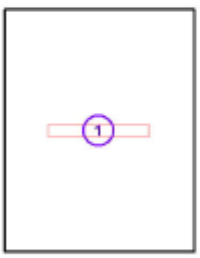
Proyecto elaborado por Antonio Mario Carmona Cazalilla
Teléfono 635914798
Fax
e-Mail antoniomariocarmona@gmail.com

Maestro Sapena, 21 Andújar (Jaén)

Dormitorio 5 / Luminarias (lista de coordenadas)

DIAL 3 BS 900-Leuchte

1749 lm, 43.0 W, 1 x 1 x T26 36W (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	1.250	1.600	3.000	0.0	0.0	90.0

APÉNDICE 3B: CARGAS TÉRMICAS

CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Sala de estar
Superficie:	27,8		
Temperatura exterior:	33,9	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	11,5
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN SOLAR

	Superficie (m2)	**Radiación unitaria (kcal/hm2)**	**Fac. de corrección**	**Fac. atenuación**	**Kcal/h**
Ventana 1:	3,4	70	0,1175	0,4212	11,95
Ventana 2:	2,7	390	0,1872	0,4212	84,25
				TOTAL:	***96,20***

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia (kcal/h.m2ºC)**	**DTE ºC**	**Kcal/h**
Muro Norte	3,5	0,58	6,3	11,05
Muro Sur	8	0,58	13,47	54,00
Muro Este	3,6	0,58	14,85	26,79
Muro Oeste	21	0,58	10,58	111,34

Cubierta	27.8	0.28	16,5	0,00
			TOTAL:	***317.74***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**∆t**	**TOTAL (kcal/h)**
Ventana 1	2,7	2,82	8,9	58,55
Ventana 2	2,7	2,16	8,9	44,85
Suelo	0,39	27,8	6	56,20
Techo	0,28	28,7	6	41,66
			TOTAL:	***201,26***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	4	230,00
De pié	60	2	120,00
Luces			96,32
	Nº equipos	**Potencia unitaria**	**Carga**
Equipo 1	1	85	85,00
Equipo 2	1	120	120,00
Equipo 3			
	TOTAL:	***488,49***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Caudal (m3/h)**	**∆t (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Sala de estar	37,53	8,9	0,29	96,86
			SUBTOTAL:	***1260.58***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	ΔT (ºC)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Sala de estar	75,06	0,5	0,80	37,53	8,90	0,29	77,49
			TOTAL:	**77,49**	**kcal/h**		
				CALOR SENSIBLE:			***1338.07***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	Nº de personas	kcal/h
Sentado	30	4	120,00
De pié	60	2	120,00
Luces			75,71
		TOTAL:	***315,71***

INFILTRACIONES

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N(reno/hor)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	Δw (g/kg)	cte	TOTAL (kcal/h)
Sala de estar	75,06	0,5	1,00	37,53	1,50	0,72	40,53
					SUBTOTAL:		***374,05***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	Δw (g/kg)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Sala de estar	75,06	0,5	0,80	37,53	1,50	0,72	32,42
					CALOR LATENTE EF:		***406,48***

CALOR DE AIRE EXTERIOR

	Caudal (m3/h)	Δt ºC o Δw(g/kg)	(1-BF) * cte	Total Kcal/h
Qsensi. Ext:	37,53	8,9	0,06	19,37
Q.late. Ext	37,53	1,5	0,14	8,11

CALOR SENSIBLE TOTAL:	1357.45	Kcal/h	1578.43	W
CALOR LATENTE TOTAL:	414,59	Kcal/h	482,08	W
CALOR TOTAL:	1772.03	Kcal/h	**2060.5**	W

Tabla 56: Carga térmica refrigeración Salón

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Cocina
Superficie:	13.25		
Temperatura exterior:	33,9	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	11,5
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN SOLAR

	Superficie (m2)	**Radiación unitaria (kcal/hm2)**	**Fac. de corrección**	**Fac. atenuación**	**Kcal/h**
Ventana 1:	1.6	390	0.1564	0,4212	41.71
Ventana 2:	1.6	35	0.57	0,4212	13.64
				TOTAL:	***55.35***

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia**	**DTE ºC**	**Kcal/h**

		(kcal/h.m2ºC)		
Muro Norte	7.5	0,58	6,3	23.68
Muro Sur				
Muro Este	1.7	0,58	14,85	12.65
Muro Oeste	8.8	0,58	10,58	46.66
Cubierta	13.25	0.28	16,5	52.89
			TOTAL:	***135.87***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**Δt**	**TOTAL (kcal/h)**
Ventana 1	2,7	1.16	8,9	24.08
Ventana 2	2,7	1.16	8,9	24.08
Suelo	0,39	13.25	6	26.79
Techo	0,28	13.25	6	19.23
			TOTAL:	***94.19***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	0	0
De pié	60	2	120,00
Luces			61.92

	Nº equipos	**Potencia unitaria**	**Carga**
Equipo 1	1	300	300
Equipo 2	1	200	200
Equipo 3	1	300	300
	TOTAL:	***736.44***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	Caudal (m3/h)	∆t (ºC)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Cocina	17.89	8,9	0,29	46.17
			SUBTOTAL:	***1121.42***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	∆T (ºC)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Cocina	35.77	0,5	0,80	17.89	8,90	0,29	36.93
			TOTAL:	**36.93**	**kcal/h**		
					CALOR SENSIBLE:		***1158.35***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	Nº de personas	kcal/h
Sentado	30	0	0
De pié	60	2	120,00
Luces			61.92
		TOTAL:	***181.92***

INFILTRACIONES

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N(reno/hor)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	∆w (g/kg)	cte	TOTAL (kcal/h)
Cocina	35.77	0,5	1,00	17.89	1,50	0,72	19.31
						SUBTOTAL:	***211.3***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	∆w (g/kg)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Cocina	35.77	0,5	0,80	17.89	1,50	0,72	15.45

CALOR LATENTE EF: 226.76

CALOR DE AIRE EXTERIOR				
	Caudal (m3/h)	**∆t ºC o ∆w(g/kg)**	**(1-BF) * cte**	**Total Kcal/h**
Qsensi. Ext:	17.89	8,9	0,06	9.23
Q.late. Ext	17.89	1,5	0,14	3.86

CALOR SENSIBLE TOTAL:	1158.35	Kcal/h	1346.92	W
CALOR LATENTE TOTAL:	230.62	Kcal/h	268.16	W
CALOR TOTAL:	1388.97	Kcal/h	**1615.08**	W

Tabla 57: Carga térmica refrigeración Cocina

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Distribuidor
Superficie:	10.2		
Temperatura exterior:	25	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	10
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia (kcal/h.m2ºC)**	**DTE ºC**	**Kcal/h**
Cubierta	10.2	0.28	16,5	40.72
			TOTAL:	***40.72***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**∆t**	**TOTAL (kcal/h)**
Suelo	0,39	10.2	6	20.62
Techo	0,28	10.2	6	14.81
			TOTAL:	***35.43***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	0	0
De pié	60	0	0
Luces			30.15

	Nº equipos	Potencia unitaria	Carga
Equipo 1	1	50	50
	TOTAL:	***60.11***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	Caudal (m3/h)	∆t (ºC)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Distribuidor	13.77	0	0,29	0
		SUBTOTAL:		***143.07***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	∆T (ºC)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Distribuidor	27.54	0,5	0,80	13.77	0	0,29	36.93
			TOTAL:	**36.93**	**kcal/h**		
				CALOR SENSIBLE:			***143.07***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	Nº de personas	kcal/h
Sentado	30	0	0
De pié	60	0	30.15
Luces			30.15
		TOTAL:	***30.15***

INFILTRACIONES

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N(reno/hor)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	∆w (g/kg)	cte	TOTAL (kcal/h)
Distribuidor	27.54	0,5	1,00	17.89	0	0,72	0
					SUBTOTAL:		***31.66***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	Δw (g/kg)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Distribuidor	27.54	0,5	0,80	13.77	0	0,72	0

CALOR LATENTE EF: 31.66

CALOR DE AIRE EXTERIOR

	Caudal (m3/h)	Δt ºC o Δw(g/kg)	(1-BF) * cte	Total Kcal/h
Qsensi. Ext:	13.77	0	0,06	0
Q.late. Ext	13.77	0	0,14	36.81

CALOR SENSIBLE TOTAL:	143.07	Kcal/h	166.36	W
CALOR LATENTE TOTAL:	31.66	Kcal/h	36.81	W
CALOR TOTAL:	174.73	Kcal/h	**203.17**	W

Tabla 58: Carga térmica refrigeración distribuidor

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Habitación 1
Superficie:	8.2		
Temperatura exterior:	33,9	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	11,5
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN SOLAR

	Superficie (m2)	**Radiación unitaria (kcal/hm2)**	**Fac. de corrección**	**Fac. atenuación**	**Kcal/h**
Ventana 1:	1.6	70	0.0874	0,4212	4.18
				TOTAL:	***4.18***

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia (kcal/h.m2ºC)**	**DTE ºC**	**Kcal/h**
Muro Sur	4.6	0,58	13,47	31.05
Muro Este	1.5	0,58	14,85	11.16
Cubierta	8.2	0.28	16,5	32.73
			TOTAL:	***74.94***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**Δt**	**TOTAL (kcal/h)**
Ventana 1	2.7	1.16	8,9	24.08

Suelo	0,39	8.2	6	16.58
Techo	0,28	8.2	6	11.9
			TOTAL:	***52.56***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	2	115
De pié	60	0	0
Luces			86

	Nº equipos	**Potencia unitaria**	**Carga**
Equipo 1	1	50	50
Equipo 2	1	100	100
	TOTAL:	***263.25***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Caudal (m3/h)**	**∆t (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 1	11.07	8,9	0,29	28.57
			SUBTOTAL:	***444.69***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N (renov/hora)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆T (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 1	22.14	0,5	0,80	11.07	8,90	0,29	22.86
			TOTAL:	**77,49**	**kcal/h**		
				CALOR SENSIBLE:			***467.55***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	Nº de personas	kcal/h
Sentado	30	2	60
De pié	60	0	0
Luces			86
		TOTAL:	***146***

INFILTRACIONES

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N(reno/hor)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	∆w (g/kg)	cte	TOTAL (kcal/h)
Habitación 1	22.14	0,5	1,00	11.07	1,50	0,72	11.95
					SUBTOTAL:		***165.85***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	∆w (g/kg)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Habitación 1	22.14	0,5	0,80	11.07	1,50	0,72	9.56
					CALOR LATENTE EF:		***175.42***

CALOR DE AIRE EXTERIOR

	Caudal (m3/h)	∆t ºC o ∆w(g/kg)	(1-BF) * cte	Total Kcal/h
Qsensi. Ext:	11.07	8,9	0,06	5.71
Q.late. Ext	11.07	1.5	0,14	2.39

CALOR SENSIBLE TOTAL:	473.26	Kcal/h	550.3	W
CALOR LATENTE TOTAL:	177.81	Kcal/h	206.75	W
CALOR TOTAL:	651.07	Kcal/h	**757.06**	W

Tabla 59: Carga térmica refrigeración habitación 1

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Habitación 2
Superficie:	10.25		
Temperatura exterior:	33,9	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	11,5
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN SOLAR

	Superficie (m2)	**Radiación unitaria (kcal/hm2)**	**Fac. de corrección**	**Fac. atenuación**	**Kcal/h**
Ventana 1:	1.6	70	0.0874	0,4212	4.18
				TOTAL:	***4.18***

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia (kcal/h.m2ºC)**	**DTE ºC**	**Kcal/h**
Muro Sur	10.1	0,58	13,47	68.18
Cubierta	10.25	0.28	16,5	40.91
			TOTAL:	***109.09***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**∆t**	**TOTAL (kcal/h)**
Ventana 1	2.7	1.16	8,9	24.08
Suelo	0,39	10.25	6	20.72

Techo	0,28	10.25	6	14.88
			TOTAL:	***59.68***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	2	115
De pié	60	0	0
Luces			86

	Nº equipos	**Potencia unitaria**	**Carga**
Equipo 1	1	50	50
Equipo 2	1	50	50
	TOTAL:	***225.75***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Caudal (m3/h)**	**∆t (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 2	13.83	8,9	0,29	35.71
			SUBTOTAL:	***456.14***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N (renov/hora)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆T (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 2	27.67	0,5	0,80	13.84	8,90	0,29	28.57
			TOTAL:	**28.57**	**kcal/h**		
				CALOR SENSIBLE:			***484.72***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**

Sentado	30	2	60
De pié	60	0	0
Luces			86
		TOTAL:	***146***

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N(reno/hor)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆w (g/kg)**	**cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 2	27.67	0,5	1,00	13.84	1,50	0,72	14.95
					SUBTOTAL:		***168.99***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N (renov/hora)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆w (g/kg)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 2	27.67	0,5	0,80	13.84	1,50	0,72	11.96
					CALOR LATENTE EF:		180.95

CALOR DE AIRE EXTERIOR

	Caudal (m3/h)	**∆t ºC o ∆w(g/kg)**	**(1-BF) * cte**	**Total Kcal/h**
Qsensi. Ext:	13.84	8,9	0,06	7.14
Q.late. Ext	13.84	1.5	0,14	2.99

CALOR SENSIBLE TOTAL:	491.86	Kcal/h	571.93	W
CALOR LATENTE TOTAL:	183.94	Kcal/h	213.88	W
CALOR TOTAL:	675.8	Kcal/h	**785.81**	W

Tabla 60: Carga térmica refrigeración habitación 2

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Habitación 3
Superficie:	10.25		
Temperatura exterior:	33,9	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	11,5
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN SOLAR

	Superficie (m2)	**Radiación unitaria (kcal/hm2)**	**Fac. de corrección**	**Fac. atenuación**	**Kcal/h**
Ventana 1:	1.6	35	0.57	0,4212	13.64
				TOTAL:	***13.64***

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia (kcal/h.m2ºC)**	**DTE ºC**	**Kcal/h**
Muro Norte	9.7	0,58	6.3	30.62
Cubierta	10.25	0.28	16,5	40.91
			TOTAL:	***71.54***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**∆t**	**TOTAL (kcal/h)**
Ventana 1	2.7	1.16	8,9	24.08
Suelo	0,39	10.25	6	20.72

Techo	0,28	10.25	6	14.88
			TOTAL:	***59.68***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	2	115
De pié	60	0	0
Luces			86

	Nº equipos	**Potencia unitaria**	**Carga**
Equipo 1	1	50	50
Equipo 2	1	50	50
	TOTAL:	***225.75***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Caudal (m3/h)**	**∆t (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 3	13.83	8,9	0,29	35.71
			SUBTOTAL:	***426.65***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N (renov/hora)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆T (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 3	27.67	0,5	0,80	13.84	8,90	0,29	28.57
			TOTAL:	**28.57**	**kcal/h**		
				CALOR SENSIBLE:			***455.22***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**

Sentado	30	2	60
De pié	60	0	0
Luces			86
		TOTAL:	***146***

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N(reno/hor)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆w (g/kg)**	**cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 3	27.67	0,5	1,00	13.84	1,50	0,72	14.95
					SUBTOTAL:		***168.99***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N (renov/hora)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆w (g/kg)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 3	27.67	0,5	0,80	13.84	1,50	0,72	11.96
					CALOR LATENTE EF:		**180.95**

CALOR DE AIRE EXTERIOR

	Caudal (m3/h)	**∆t ºC o ∆w(g/kg)**	**(1-BF) * cte**	**Total Kcal/h**
Qsensi. Ext:	13.84	8,9	0,06	7.14
Q.late. Ext	13.84	1.5	0,14	2.99

CALOR SENSIBLE TOTAL:	462.36	Kcal/h	537.63	W
CALOR LATENTE TOTAL:	183.94	Kcal/h	213.88	W
CALOR TOTAL:	646.3	Kcal/h	**751.51**	W

Tabla 61: Carga térmica refrigeración habitación 3

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Habitación 4
Superficie:	19.25		
Temperatura exterior:	33,9	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	11,5
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN SOLAR

	Superficie (m2)	**Radiación unitaria (kcal/hm2)**	**Fac. de corrección**	**Fac. atenuación**	**Kcal/h**
Ventana 1:	1.6	35	0.46	0,4212	11.01
				TOTAL:	***11.01***

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia (kcal/h.m2ºC)**	**DTE ºC**	**Kcal/h**
Muro Norte	16	0,58	6.3	30.62
Muro Este	8.4	0.58	14.85	62.51
Muro Oeste	4.9	0.58	10.58	25.98
Cubierta	19.25	0.28	16,5	76.84
			TOTAL:	***215.84***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**Δt**	**TOTAL (kcal/h)**

Ventana 1	2.7	1.16	8,9	24.08
Suelo	0,39	19.25	6	38.92
Techo	0,28	19.25	6	27.94
			TOTAL:	***90.94***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	2	115
De pié	60	0	0
Luces			86
	Nº equipos	**Potencia unitaria**	**Carga**
Equipo 1	1	50	50
	TOTAL:	***188.25***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Caudal (m3/h)**	**∆t (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 4	25.98	8,9	0,29	67.07
			SUBTOTAL:	***601.78***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N (renov/hora)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆T (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 4	51.98	0,5	0,80	25.99	8,90	0,29	53.66
			TOTAL:	**53.66**	**kcal/h**		
				CALOR SENSIBLE:			***655.43***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	Nº de personas	kcal/h
Sentado	30	2	60
De pié	60	0	0
Luces			86
		TOTAL:	***146***

INFILTRACIONES

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N(reno/hor)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	Δw (g/kg)	cte	TOTAL (kcal/h)
Habitación 4	51.98	0,5	1,00	25.99	1,50	0,72	28.06
					SUBTOTAL:		***182.77***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	Δw (g/kg)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Habitación 4	51.98	0,5	0,80	25.99	1,50	0,72	22.45
					CALOR LATENTE EF:		***205.22***

CALOR DE AIRE EXTERIOR

	Caudal (m3/h)	Δt ºC o Δw(g/kg)	(1-BF) * cte	Total Kcal/h
Qsensi. Ext:	25.99	8,9	0,06	13.41
Q.late. Ext	25.99	1.5	0,14	5.61

CALOR SENSIBLE TOTAL:	668.85	Kcal/h	777.73	W
CALOR LATENTE TOTAL:	210.84	Kcal/h	245.16	W
CALOR TOTAL:	879.69	Kcal/h	**1022.89**	W

Tabla 62: Carga térmica refrigeración habitación 4

DATOS GENERALES	ESTANCIA:		Habitación 5
Superficie:	19.25		
Temperatura exterior:	33,9	**Temperatura interior:**	25
Humedad relativa ext:	33	**Humedad absoluta ext:**	11,5
Humedad relativa int:	50	**Humedad absoluta int:**	10
Diferencia de temper:	8,9	**Diferencia de humedad:**	1,5
Mes de cálculo:	Julio	**Hora solar de cálculo:**	15
Localidad:	Andújar	**Excursión térmica:**	13
Iluminación:	LED	**Altura neta**	2,7
		n(renov/hora)	0,5

CARGAS SENSIBLES

RADIACIÓN SOLAR

	Superficie (m2)	**Radiación unitaria (kcal/hm2)**	**Fac. de corrección**	**Fac. atenuación**	**Kcal/h**
Ventana 1:	1.6	35	0.46	0,4212	11.01
				TOTAL:	***11.01***

RADIACIÓN Y TRANSMISIÓN (Paredes y techo)

	Superficie (m2)	**Transmitancia (kcal/h.m2ºC)**	**DTE ºC**	**Kcal/h**
Muro Sur	15.7	0,58	13.47	105.98
Muro Este	8.5	0.58	14.85	63.25
Muro Oeste	5.2	0.58	10.58	27.57
Cubierta	19.25	0.28	16,5	76.84
			TOTAL:	***273.64***

TRANSMISIÓN (Ventanas, Pared inte. y suelo)

	U(W/m2k)	**S(m2)**	**Δt**	**TOTAL (kcal/h)**

Ventana 1	2.7	1.16	8,9	24.08
Suelo	0,39	19.25	6	38.92
Techo	0,28	19.25	6	27.94
			TOTAL:	***90.94***

CALOR INTERNO

	Carga por persona	**Nº de personas**	**kcal/h**
Sentado	57,5	2	115
De pié	60	0	0
Luces			86
	Nº equipos	**Potencia unitaria**	**Carga**
Equipo 1	1	50	50
	TOTAL:	***188.25***	

INFILTRACIONES

Habitáculo	**Caudal (m3/h)**	**∆t (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 5	25.98	8,9	0,29	67.07
			SUBTOTAL:	***662.46***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	**Volumen recinto (m3)**	**N (renov/hora)**	**f**	**Volumen infiltrac. (m3/h)**	**∆T (ºC)**	**Cte**	**TOTAL (kcal/h)**
Habitación 5	51.98	0,5	0,80	25.99	8,90	0,29	53.66
			TOTAL:	**53.66**	**kcal/h**		
				CALOR SENSIBLE:			***716.12***

CARGAS LATENTES

CALOR INTERNO

	Carga por persona	Nº de personas	kcal/h
Sentado	30	2	60
De pié	60	0	0
Luces			86
		TOTAL:	***146***

INFILTRACIONES

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N(reno/hor)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	Δw (g/kg)	cte	TOTAL (kcal/h)
Habitación 4	51.98	0,5	1,00	25.99	1,50	0,72	28.06
					SUBTOTAL:		***182.77***

AIRE EXTERIOR

Habitáculo	Volumen recinto (m3)	N (renov/hora)	f	Volumen infiltrac. (m3/h)	Δw (g/kg)	Cte	TOTAL (kcal/h)
Habitación 4	51.98	0,5	0,80	25.99	1,50	0,72	22.45
					CALOR LATENTE EF:		***205.22***

CALOR DE AIRE EXTERIOR

	Caudal (m3/h)	Δt ºC o Δw(g/kg)	(1-BF) * cte	Total Kcal/h
Qsensi. Ext:	25.99	8,9	0,06	13.41
Q.late. Ext	25.99	1.5	0,14	5.61

CALOR SENSIBLE TOTAL:	729.54	Kcal/h	848.3	W
CALOR LATENTE TOTAL:	210.84	Kcal/h	245.16	W
CALOR TOTAL:	940.37	Kcal/h	**1093.46**	W

Tabla 63: Carga térmica refrigeración Habitación 5

CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO

DATOS DE TEMPERATURA	Salón		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{int}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**
Muro exterior (Norte):	1,4	3,5	0,58	2,84
Muro exterior (Sur):	1,4	8	0,58	6,50
Muro exterior (Este):	1,4	3,6	0,58	2,92
Muro exterior (Oeste):	1,4	21	0,58	17,05
Ventanas:				16,71
Puertas:				5,10
Suelo:	0,9	27,8	0,39	9,76
Techo:	1,12	28,7	0,28	9,00
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,I}$=**	**69,89** **W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**1355,78** **W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	75,06		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**12,7602**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**247,54788**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**1603,32**	**W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**f∆Φ**	**p.u.**	1		
Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:				**1603,32**	**W**
CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:					
Superficie del suelo:	**A_i**	**m^2**	27,8		
Factor de recalentamiento	**f_{rh}**	**W/m^2**	6		
Capacidad de calentamiento total:			**$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$**	**166,80**	**W**
CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:				**1770.12**	**W**

Tabla 64: Carga térmica calefacción salón

DATOS DE TEMPERATURA	Habitac. 1		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Sur):	1.4	4.6	0.58	3.74	
Muro exterior (Este):	1.4	1.5	0.58	1.22	
Ventanas:				4.42	
Suelo:	0.9	8.2	0.39	2.88	
Techo:	1.12	8.4	0.282.63		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,i}$=**	**14.88**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**288.70**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	22.14		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**3.76**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**73.02**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**361.72**	**W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**$f\Delta\Phi$**	**p.u.**	1

Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:				**361.72**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:

Superficie del suelo:	A_i	m^2	8.2		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	**49.2**	**W**

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	**410.92**	**W**

Tabla 65: Carga térmica de calefacción habitación 1

DATOS DE TEMPERATURA	Habutac, 2		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Sur):	1,4	10.1	0,58	8.2	
Ventanas:				4.42	
Suelo:	0,9	10.25	0,39	3.6	
Techo:	1,12	10.6	0,28	3.32	
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,I}$=**	**19.54**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**379.06**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	27.67		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**4.7**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**91.27**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**470.33**	**W**
FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:		**f$\Delta\Phi$**	**p.u.**	1	
Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:				**470.33**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:					
Superficie del suelo:	A_i	m^2	10.25		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	61.5	W

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	531.83	W

Tabla 66: Carga térmica de calefacción Habitación 2

DATOS DE TEMPERATURA	Habitac. 3		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Norte):	1,4	9.7	0,58	7.88	
Ventanas:				4.42	
Suelo:	0,9	10.5	0,39	3.69	
Techo:	1,12	10.9	0,28	3.42	
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,I}$=**	**19.4**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**376.29**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	28.35		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**4.82**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**93.5**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**469.78**	**W**
FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:		**$f\Delta\Phi$**	**p.u.**	1	
Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:				**469.78**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:					
Superficie del suelo:	A_i	m^2	10.25		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	61.5	W

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	531.28	W

Tabla 67: Carga térmica de calefacción habitación 3

.

DATOS DE TEMPERATURA	Habitac. 4		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Norte):	1,4	16	0.58	12.99	
Muro exterior (Este):	1,4	8.4	0.58	6.82	
Muro exterior (Oeste):	1,4	4.9	0.58	3.98	
Ventanas:				4.42	
Puertas:					
Suelo:	0,9	19.9	0.39	6.98	
Techo:	1,12	20.6	0.28	6.46	
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,i}$=**	**41.65**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**808.06**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	53.73		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**9.14**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**177.2**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**985.26**	**W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**$f\Delta\Phi$**	**p.u.**	1

Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:				**985.26**	**W**
CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:					
Superficie del suelo:	A_i	m^2	19.9		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	**119.40**	**W**
CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:				**1104.66**	**W**

Tabla 68: Carga térmica de calefacción habitación 4

DATOS DE TEMPERATURA	Habitac. 5		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Sur):	1,4	15.7	0.58	12.75	
Muro exterior (Este):	1,4	8.5	0.58	6.9	
Muro exterior (Oeste):	1,4	5.2	0.58	4.22	
Ventanas:				4.42	
Suelo:	0,9	19.9	0.39	6.98	
Techo:	1,12	20.5	0.28	6.43	
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,I}$=**	**41.7**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**809.03**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN						
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	53.73			
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5			
Coeficiente de pérdida térmica:				**$H_{v,i}$=**	**9.14**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**		**177.2**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:				**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**986.23**	**W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**$f\Delta\Phi$**	**p.u.**	1

Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:				**986.23**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:

Superficie del suelo:	A_i	m^2	19.9		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	**119.4**	**W**

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	**1105.63**	**W**

Tabla 69: Carga térmica de calefacción habitación 5

DATOS DE TEMPERATURA	Cocina		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**
Muro exterior (Norte):	1,4	7.5	0.58	6.09
Muro exterior (Este):	1,4	1.7	0.58	1.38
Muro exterior (Oeste):	1,4	8.8	0.58	7.15
Muros interiores				9.02
Ventanas:				8.83
Puertas:				5.1
Suelo:	0,9	11.1	0.39	3.9
Techo:	1,12	11.5	0.28	3.61
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,I}$=**	**45.07** **W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**874.38** **W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	29.97		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:				**$H_{v,i}$=**	**5.09** **W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:				**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**98.84** **W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:				**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**973.22** **W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**f∆Φ**	**p.u.**	1	

Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:		**973.22**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:					
Superficie del suelo:	A_i	m^2	11.1		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	**66.6**	**W**

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	**1039.82**	**W**

Tabla 70: Carga térmica calefacción cocina

DATOS DE TEMPERATURA	Baño 1		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Este):	1,4	3.5	0.58	2.84	
Ventanas:				2.22	
Suelo:	0,9	6.6	0.39	2.32	
Techo:	1,12	6.9	0.28	2.16	
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,I}$=**	**9.54**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**185.05**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	17.82		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**3.03**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**58.77**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**243.82**	**W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**$f\Delta\Phi$**	**p.u.**	1

Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:	**243.82**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:					
Superficie del suelo:	A_i	m^2	6.6		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	**39.6**	**W**

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	**283.42**	**W**

Tabla 71: Carga térmica de calefacción Baño 1

DATOS DE TEMPERATURA	Baño 2		
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	f_k	A_k	U_k	$f_k*A_k*U_k$	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Este):	1,4	3.5	0.58	2.84	
Ventanas:				2.22	
Suelo:	0,9	6.6	0.39	2.32	
Techo:	1,12	6.9	0.28	2.16	
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,I}$=**	**9.54**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**185.05**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	17.82		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**3.03**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**58.77**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**243.82**	**W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**$f\Delta\Phi$**	**p.u.**	1

Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:	**243.82**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:					
Superficie del suelo:	A_i	m^2	6.6		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	**39.6**	**W**

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	**283.42**	**W**

Tabla 72: Carga térmica de calefacción Baño 2

DATOS DE TEMPERATURA	Baño 3			
Temperatura exterior de diseño:	Φ_e	ºC	2,6	
Temperatura interior de diseño:	$\Phi_{in}t_{,i}$	ºC	22	
Diferencia de Temperatura de diseño:	$\Phi_{int,i} - \Phi_e$	ºC	**19,4**	

PERDIDAS TÉRMICAS POR TRANSMISIÓN	**f_k**	**A_k**	**U_k**	**$f_k*A_k*U_k$**	
	p.u.	**m^2**	**W/m^2K**	**W/K**	
Muro exterior (Norte):	1,4	4.5	0.58	3.65	
Ventanas:				2.22	
Suelo:	0,9	6.4	0.39	2.25	
Techo:	1,12	6.6	0.28	2.07	
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{T,i}$=**	**24.7**	**W/K**
Pérdida térmica por transmisión total:			**$\Phi_{T,i}=H_{T,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**478.93**	**W**

PERDIDAS TÉRMICAS POR VENTILACIÓN					
Volumen interior	**V_i**	**m^3**	17.82		
Índice de renovación mínima de aire	**n_m**	**h^{-1}**	0,5		
Coeficiente de pérdida térmica:			**$H_{v,i}$=**	**2.94**	**W/K**
Pérdida térmica por ventilación total:			**$\Phi_{v,i}=H_{v,i}*(\Phi_{int,i} - \Phi_e)$=**	**56.9**	**W**
Pérdida térmica por transmisión y ventilación total:			**$\Phi_{T,i}+\Phi_{v,i}$ =**	**535.92**	**W**

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA MAS ALTA:	**$f\Delta\Phi$**	**p.u.**	1

Pérdida térmica de diseño por transmisión y ventilación:	**535.92**	**W**

CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO:

Superficie del suelo:	A_i	m^2	6.4		
Factor de recalentamiento	f_{rh}	W/m^2	6		
Capacidad de calentamiento total:			$\Phi_{rh,i}=A_i*f_{rh}=$	**38.4**	**W**

CARGA TERMICA TOTAL DE DISEÑO:	**294.86**	**W**

Tabla 73: Carga térmica de calefacción Baño 3

3.4. Cálculo y diseño del sistema de ventilación en vivienda.

3.4.1. Sistema de ventilación

3.4.2. Caudal de ventilación mínimo exigido

3.4.3. Diseño

3.4.3.1. Sistema de ventilación de vivienda

3.4.3.2. Dimensionado de aberturas

3.4.3.3. Dimensionado conductos de extracción

3.4.3.4. Condiciones particulares de los elementos

Apéndice 3C: Sistema de ventilación

3.4.1. Sistema de ventilación

La vivienda que estamos estudiando, dispondrá de medios para que esté correctamente ventilada y pueda eliminar los agentes contaminantes que se producen de forma habitual durante el uso del edificio. Este sistema de ventilación tiene que aportar un caudal suficiente de aire exterior ("limpio" de contaminantes) y garantizar la extracción del aire contaminado.

3.4.2. Caudal de ventilación mínimo exigido

El caudal de ventilación necesario tanto para admisión como para extracción ha sido obtenido mediante la tabla 2.1 del DB HS3, obteniendo un valor de 83 l/s , éste valor está verificado en el epígrafe 2 del Anexo III "Exigencia de calidad del aire interior", resultado aceptable como veremos a continuación, verificándolo con la siguiente tabla:

Tipo local	Estancia	Qv (l/s)	Total
Locales secos	Salón	10	50 l/s
	Dormitorio 1	8	
	Dormitorio 2	8	
	Dormitorio 3	8	
	Dormitorio 4	8	
	Dormitorio 5	8	
Locales húmedos	Cocina	33	33 l/s
	Baño 1		
	Baño 2		
	Baño 3		

Tabla 74: Caudal de ventilación necesario

3.4.3. Diseño

3.4.3.1. Sistema de ventilación de la vivienda

El ámbito de aplicación del documento DB HS3 del CTE nos exige un sistema de ventilación adecuado para la vivienda que esta siendo estudiada. De acuerdo a ésta normativa, al tratarse de una vivienda unifamiliar tenemos dos posibilidades en cuanto a ventilación se refiere:

-Ventilación híbrida

-Ventilación mecánica

La diferencia principal reside en que en ventilación híbrida funciona como ventilación natural cuando las condiciones meteorológicas son favorables y como un sistema de ventilación mecánica (se fuerza la ventilación por métodos mecánicos) cuando las condiciones climatológicas son desfavorables. En viviendas como la que esta siendo estudiada solo podemos elegir, según norma, entre ventilación híbrida o mecánica no contemplando la posibilidad del uso de ventilación natural exclusivamente.

En nuestro caso nos vamos a decantar por un sistema de ventilación mecánico, ya que es menos costoso que un sistema híbrido, las secciones de conductos de extracción exigidos son menores que en un sistema híbrido y finalmente está el factor estético, ya que para un sistema híbrido lo conductos tienen que ser totalmente verticales y las salidas al exterior tienen que tener al menos 1 metro de altura cada una, quedando la cubierta con numerosos obstáculos y no siendo agradable a la vista ni acorde con el entorno.

Para obtener un consumo eléctrico controlado, todos los extractores instalados en la vivienda en baños y cocina irán conectados eléctricamente al interruptor de la luz en la habitación, de modo que sólo al dar la luz comienza a funcionar el extractor, evitando de ésta manera el uso innecesario de dicho elemento, encendiendo igualmente dichos extractores independientemente de encender o no la luz mediante el uso de otro interruptor instalado para tal caso.

Este tipo de ventilación debe cumplir las siguientes condiciones:

1. *El aire tiene que circular desde los habitáculos secos como son dormitorios y salón principal a los húmedos que son la cocina y los cuartos de baño*.

2. *"Hay que disponer aperturas de admisión en dormitorios y salón y aperturas de extracción en cocina y cuartos de baño. Las aberturas de admisión comunicarán directamente con el exterior"*

3. *"Para las aberturas de admisión se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería con permeabilidad del aire según UNE-EN-12207:2000 en la posición de apertura de clase 1.:"* La carpintería exterior, según fabricante, está catalogada como tipo C4 (la más estanca), suponiendo esto la incorporación de un sistema aireador es exigida por la norma.. Para la solución a éste problema se ha propuesto la alternativa para la microventilación aprobada por el Ministerio de Vivienda el 23 de Abril de 2009 (BOE, núm. 99 del 23-04-2009) para el cumplimiento del documento básico de salubridad, provocando la microventilación a través de la propia ventana, concretamente de su carpintería

exterior, llevando ésta incorporado un conjunto de herrajes que permiten que la hoja de la ventana se incline, dejando un paso de aire de 4-5 mm sobre la parte fija, permitiendo de ésta manera la aireación controlada y cumpliendo así con el CTE, o bien, incorporando un sencillo sistema estéticamente acorde con la carpintería instalada que permite la fácil regulación del caudal de ventilación, pudiéndose incorporar éste último a cualquier tipo de ventana ya instalada.

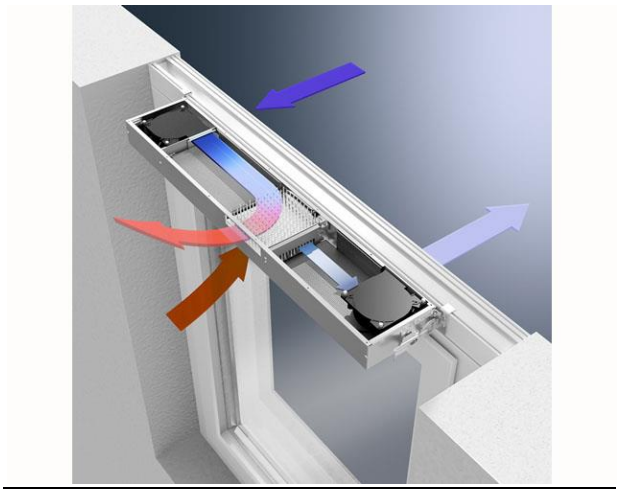


Figura 32: Aireadores de ventana

4. *"Los aireadores disponerse a una distancia del suelo mayor de 1.8 metros.":* Esta parte de la norma es cumplida sobradamente, ya que las aberturas de ventilación se producen en la parte superior de la ventana, a una altura superior a 1,8 metros y en las puertas los dinteles se encuentran a una altura aproximada de 2.2 m.

5. *"Cuando la cocina o cuartos de baño este compartimentado con otro local tienen que disponerse aberturas de paso del compartimento más contaminado al menos, en el caso de los cuartos de baño, el más contaminado es en el que está el inodoro y en el caso de la cocina donde este situada la zona de cocción":* En la vivienda que está siendo estudiada, no hay ningún baño ni cocina que esté compartimentada con otro habitáculo de la misma..
6. *"Las aberturas de extracción tienen que conectarse a conductos de extracción a una distancia del techo menor a 200 mm y a una distancia de cualquier rincón o esquina mayor a 100 mm".*: Los conductos de ésta vivienda, irían por el espacio entre el forjado y el falso techo, que aún siendo reducido, es suficiente para albergar los conductos, estando las bocas de ventilación de todos los habitáculos empotradas en dicho falso techo
7. *"Un mismo conducto de extracción puede ser compartido por aseos, baños, cocinas y trasteros":*.

8. *"La cocina, salón y dormitorios tienen que disponer de un sistema de ventilación natural, disponiendo para ello de una ventana o puerta exterior":* Todos los habitáculos de la vivienda tienen ventanas y/o puertas que dan directamente al exterior.
9. *"Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de cocción":* A tal efecto, se instalará un sistema de extracción mecánico cuyo circuito para extraer vapores será independiente del de ventilación de la vivienda
10. *Las aberturas de extracción deben conectarse a conductos de extracción*
11. *Los conductos de extracción no pueden compartirse con locales de otro uso.*

Para el correcto diseño y ejecución de nuestro sistema de ventilación, tenemos que seguir y cumplir, según la normativa, las siguientes pautas:

1. Determinación del caudal de ventilación→ Calculado en epígrafe anterior.
2. Elegir un sistema de ventilación→ Nos hemos decantado por sistema mecánico
3. Dimensionamiento de aberturas, tanto de admisión, extracción y paso.
4. Dimensionamiento de conductos
5. Especificación de materiales empleados en todo lo anterior.

3.4.3.2. Dimensionado de aberturas

ABERTURAS DE VENTILACIÓN

Al ser las carpinterías metálicas de nuestros cerramientos de Clase 4 (comprobado a través de norma UNE EN12207:2000), conforme al art. 3.1.1 del CTE DB HS3 deben utilizarse como aberturas de admisión aquellas que estén dotadas de aireadores.

El área efectiva total de las aberturas de ventilación de cada local tiene que ser como mínimo la mayor de las que se obtienen de la siguiente tabla:

Aberturas de ventilación		
	Aberturas de admisión	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{va}$
	Aberturas de extracción	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{ve}$
	Aberturas de paso	70 cm^2 ó $8 \cdot q_{vp}$
	Aberturas mixtas (1)	$8 \cdot q_v$

Tabla 75: Aberturas de ventilación normalizada

Donde;

q_v: caudal mínimo de ventilación (l/s) exigido al local→50 l/s obtenido con anterioridad.

q_{va}: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de admisión del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con hipótesis de circulación del aire según la distribución de los habitáculos (l/s)

q_{ve}:caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de extracción del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con hipótesis de circulación del aire según la distribución de los habitáculos (l/s)

q_{vp}: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de paso del local calculado por procedimiento equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los habitáculos (l/s)

El motivo del equilibrado de caudales es que el CTE exige mismo caudal de admisión que de extracción, hay que aumentar la admisión o la extracción para igualarla al mayor, en nuestro caso, tenemos un caudal de admisión de 50 l/s y un caudal de extracción de 33 l/s, tenemos una diferencia de 17 l/s.

Habitáculo	qv(l/s)	Admisión (l/s)	Extracción (l/s)
Salón	10	**50**	
Dormitorio 1	8		
Dormitorio 2	8		
Dormitorio 3	8		
Dormitorio 4	8		
Dormitorio 5	8		
Cocina	20		**50**
Baño 1	10		
Baño 2	10		
Baño 3	10		

Tabla 76: Equilibrado caudales de ventilación

Atendiendo a los caudales calculados y ya equilibrados[4], se muestran las secciones mínimas necesarias para las aberturas de admisión, extracción y de paso

Habitáculo	Caudal mínimo (l/s)	Caudal equilibrado (l/s)	4*qva (cm2) Admisión	4*qve (cm2) Extracción	8*qvp (cm2) Paso
Salón	10	10	40		70
Habitación 1	8	8	32		70
Habitación 2	8	8	32		70
Habitación 3	8	8	32		70
Habitación 4	8	8	32		70
Habitación 5	8	8	32		70
Cocina	8	20		80	70
Baño 1	8	10		40	70
Baño 2	8	10		40	70
Baño 3	8	10		40	70

Tabla 77: Secciones mínimas para admisión, extracción y paso

[4] He aumentado el caudal de extracción de la cocina en detrimento de los baños bajo mi criterio, al considerar innecesario un caudal tan grande para los baños y considerar que en la cocina haría falta más poder de extracción.

3.4.3.3. Conductos de extracción

"*Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable,….., la sección nominal de cada tramo de conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula:*

$$S>=2.5 * qvt$$

Ecuación 21: Sección conducto de extracción

Donde;

S: Sección del conducto en cm^2

q_{vt}= caudal de aire en el tramo del conducto [l/s], que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

De ésta manera tenemos las siguientes secciones por habitáculo:

Estancia	qvt (l/s)	Sección calculada (cm^2)	Sección instalada (cm^2)
Cocina	20	80	**122.72 (ϕ=125 mm)**
Baño 1	10	40	**50.26 (ϕ=80 mm)**
Baño 2	10	40	**50.26 (ϕ=80 mm)**
Baño 3	10	40	**50.26 (ϕ=80 mm)**

Tabla 78: Secciones de conductos en baños y cocina

3.4.3.4. Condiciones particulares de los elementos

1.- ABERTURAS Y BOCAS DE VENTILACIÓN

Utilizaremos como abertura de paso aireadores situados en la parte inferior de las puertas. Las aberturas de ventilación en contacto con el exterior tienen que tener los medios suficientes para evitar la entrada de polvo, lluvia o insectos a través de ellos.

La boca de expulsión se situará en la cubierta de la vivienda separada 3 m como mínimo de cualquier elemento de entrada de ventilación y de espacios donde pueda haber personas de forma habitual.

2. CONDUCTOS DE ADMISIÓN

Los conductos tienen que tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido, así como tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

3.- CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN

Cada conducto de extracción tiene que disponer de un aspirador mecánico situado después de la última abertura de extracción en el sentido del flujo del aire, pudiendo varios conductos compartir un mismo aspirador.

La sección de los tramos tiene que ser uniforme.

Deben tener acabado que dificulten el ensuciamiento y ser practicables para su registro.

Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío, éstos deben aislarse térmicamente para evitar condensaciones. En nuestro caso aislaremos todos los conductos al no ser numerosos y no producir un alto coste, de ésta manera evitamos que en un cambio brusco de temperaturas o humedad puedan producirse condensaciones.

3.- EXTRACTORES

En los extractores de la cocina deben de disponerse una serie de filtros de grasas y aceites para que estos componentes no salgan a la atmósfera ni a los conductos de ventilación, deben dimensionarse de acuerdo al caudal mínimo de ventilación en la cocina. La salida de humos al exterior se hará independiente del resto de sistema de ventilación e irá directamente al exterior precio paso por los filtros de grasas y aceites citados anteriormente.

Un punto importante es imponer un sistema (normalmente eléctrico) que impida la inversión del sentido del aire a lo largo del circuito.

En el apéndice A del presente Anexo puede consultarse los productos instalados finalmente en nuestra vivienda , así como sus características técnicas, comprobando de ésta manera que cumplen todo lo demostrado con anterioridad, no obstante, en los planos correspondientes puede apreciarse toda la instalación detallada

APÉNDICE 3C: Sistema de ventilación

AIREADORES DE ADMISIÓN

Para los aireadores de admisión, se instalará en cada una de las ventanas el siguiente modelo de la empresa “Eunavent CTE”, entidad fabricante de productos patentados para instalación en viviendas y garantizar la calidad del aire interior según DB-HS-3 del CTE

Habitáculo	$q_{vmínimo}$ (l/s)	Área efectiva (cm2)	Modelo elegido	Caudal admisión (l/s)	Área efectiva modelo
Salón V1	10	40	AAL-P(40)	10	60
Habitación 1	8	32	AAL-P(40)	8	40
Habitación 2	8	32	AAL-P(40)	8	40
Habitación 3	8	32	AAL-P(40)	8	40
Habitación 4	8	32	AAL-P(40)	8	40
Habitación 5	8	32	AAL-P(40)	8	40

Tabla 79: Aireadores de admisión

A continuación adjunto ficha técnica con todas las características y el tipo de montaje necesario.

Eunavent
CTE

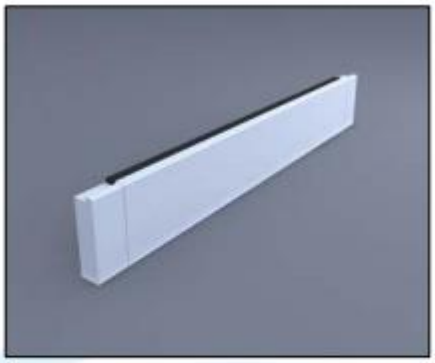
AAL-P

Aireador de Admisión
Lineal de Persiana Visto

Aireador	AAL-P(40-50-60)	Área efectiva máx.	40-50-60 cm²	Color final	RAL
Caudal (30Pa)	10,0-12,5-15,0 l/s	Material	Aluminio Anodizado	Filtro UNE-EN-779	G2

Caracteristicas generales

Aireador de Admisión: elemento que se dispone en las aberturas de admisión para dirigir adecuadamente el flujo de aire e impedir la entrada de agua y de insectos o pájaros.



Aireador para ventilación tanto mecánica como híbrida.

Dispone de elementos adicionales para obtener una atenuación acústica adecuada y filtrado del aire exterior.

Nota: Conforme al art. 3.1.1.c del CTE DB-HS3, cuando las carpinterías exteriores sean clase 2, 3 ó 4 según norma UNE EN12207:2000, deben utilizarse como aberturas de admisión, aberturas dotadas de aireadores.

Montaje

El aireador debe colocarse sobre la caja de persiana, con objeto de que quede a una altura superior a 1,80 m, según exige el DB-HS3 en el art. 3.1.1.e.



Se deben practicar taladros de Ø 32 mm, cada 100 mm, con objeto de garantizas la superficie mínima de la abertura de admisión exigida por el CTE. De este modo, por cada 100 mm. lineales de aireador se obtiene un caudal de admisión de 2,5 l/s.

Marcado CE

Los aireadores de admisión para ventilación no disponen de directiva para su marcado CE.

EUNAVENT CTE, S.L. CIF:B-11.853.215 Inscrita en el Registro Mercantil de Cádiz - Tomo 1.838, Hoja CA 34389 Inscripción 1ª, Folio 25

AVDA. ALCALDE ALVARO DOMECQ - ESQ. C/ GIBRALTAR - EDF. YEGUADA 1, PTA 1ª - 11405 - JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)
TLF: 956.181.867 - 956.181.987 FAX: 956.184.564 eunavent@arconet.es

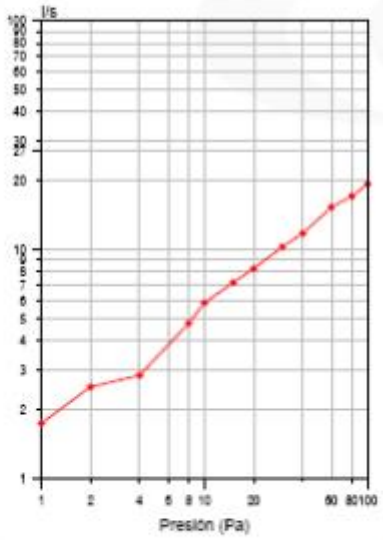
Figura 33: Aireadores de admisión en catálogo

Eunavent
CTE

Características técnicas.

Caudal

Los aireadores de admisión comercializados modelos AAL-P, ha sido ensayado conforme a norma UNE-EN 13141-1-2004, para la obtención de la relación de caudal/presión.
Valores del Ensayo AAL-P(40)



Diferencia de presión (Pa)	$q_{v\,ver}$ (l/s)
1	1,75
2	2,52
4	2,83
8	4,78
10	5,87
15	7,19
20	8,26
30	10,30
40	11,79
60	15,34
80	17,15
100	19,37

Se considera presión óptima de diseño 30 Pa. Se presenta caudales de diseño de los modelos estandarizados:

Aireador	Presion Dif.	Caudal
AAL-P (40)	30 Pa	10,0 l/s
AAL-P (50)	30 Pa	12,5 l/s
AAL-P (60)	30 Pa	15,0 l/s

Filtro

Los aireadores de admisión EUNAVENT AAL-P cuentan con un filtro TERNOPOR PPI-10 que confiere nivel de filtrado clase G2 conforme a la norma UNE-EN 779 que garantiza el filtrado del 85% de las partículas que provienen del exterior. Se recomienda cambiar el filtro al menos una vez al año.

Aislamiento acústico

Los aireadores de admisión EUNAVENT AAL-P, cuentan con atenuadores acústicos ensayados conforme norma UNE 20140-10 para determinación del aislamiento acústico de elementos de construcción pequeños, obteniendo una diferencia de niveles normalizada ponderada de **37 dB(A)**.

EUNAVENT CTE, S.L. CIF B-11.853.215 Inscrita en el Registro Mercantil de Cádiz - Tomo 1.838, Hoja CA 34389 Inscripción 1ª, Folio 25

AVDA. ALCALDE ALVARO DOMECQ - ESQ. C/ GIBRALTAR - EDF. YEGUADA 1, PTA 1ª - 11405 - JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)
TLF: 956.181.867 - 956.181.987 FAX: 956.184.564 eunavent@arconet.es

ABERTURAS DE PASO

Según el punto 2 del epígrafe 3.2.1 del DB HS-3 "*Pueden utilizarse como abertura de paso un aireador o la holgura existente entre las hojas de las puertas y el suelo".* Hemos optado por no instalar ningún tipo de aireador ya que se considera que la holgura existente entre puertas y cerramientos es suficiente para que exista una correcta ventilación de paso entre estancia.

ABERTURAS DE EXTRACCIÓN

Para las aberturas de extracción, se instalará en cada uno en cada uno de los habitáculos que los requiere una boca de extracción circular de techo, modelo de la empresa "Eunavent CTE", entidad fabricante de productos patentados para instalación en viviendas y garantizar la calidad del aire interior según DB-HS-3 del CTE.

Éste tipo de boca de extracción tienen la gran ventaja que pueden regularse, tanto en área efectiva como en caudal de extracción, teniendo la posibilidad de aumentar el caudal si en una situación concreta se precisa (más vapor cocinando, vapores en los baños, etc..).

Habitáculo	$q_{vmínimo}$ (l/s)	Área efectiva (cm2)	Modelo elegido	Caudal admisión (l/s)	Área efectiva modelo
Cocina	20	80	**BCT-15/35**	10 – 35	Variable
Baño 1	10	40	**BCT-15/35**	10 – 35	Variable
Baño 2	10	40	**BCT-15/35**	10 – 35	Variable
Baño 3	10	40	**BCT-15/35**	10 - 35	Variable

Tabla 80: Aberturas de extracción

Teniendo en cuenta lo anterior y como podremos comprobar en la siguiente ficha técnica adjunta, para la cocina posicionaríamos el extractor en **Posición 00** y para los baños en **Posición T1**, siempre partiendo de una diferencia de presión de 30 Pa como referencia, para otra diferencia de presión distinta a la anterior bastaría con la correcta interpretación de la tabla adjunta en las características para obtener la posición del extractor.

Eunavent
CTE

BCT-15/35

Boca de Extracción Circular de Techo Regulable

Modelo	BC-100/150	Área efectiva máx.	variable	Color final	Blanco
Caudal	15,0 a 35,0 l/s	Material	ABS	Regulable	Si

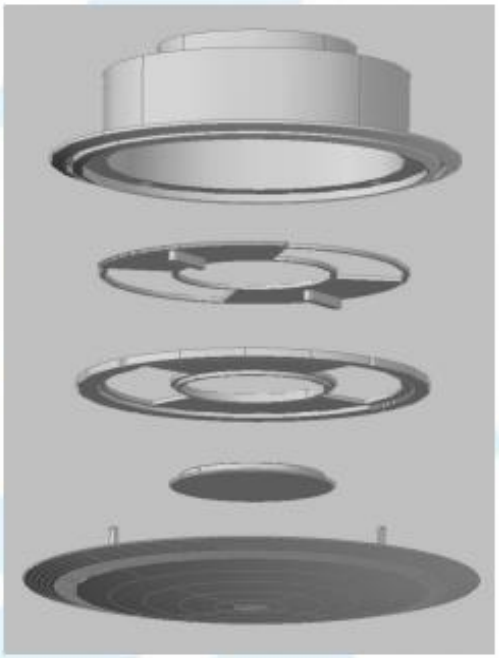
Caracteristicas generales

Boca de Extracción de Aire Regulable: abertura de ventilación que sirve para la extracción, comunicando el local con el exterior, directamente o a través de un conducto de extracción.

Boca de extracción para ventilación tanto mecánica como híbrida.

Dispone de elementos adicionales para obtener una atenuación acústica adecuada.





Montaje

La boca se coloca en falso techo (madera, yeso o escayola) fijada mediante cuatro tornillo tirafondos Ø6 de yeso de 25 mm.

Situar la boca sobre la zona más contaminante de la estancia (inodoro o cocina), separada mínimo 10 cm de esquinas.

Taladro de 15 cm en falso techo.

Se suministra con adaptador de acople a conducto flexible de Ø100 mm y Ø150 mm con agarre mediante brida.

Marcado CE

Los dispositivos para ventilación, como aireadores y bocas de extracción, no disponen de directiva para su marcado CE.

EUNAVENT CTE, S.L. CIF:B-11.853.215 Inscrita en el Registro Mercantil de Cádiz - Tomo 1.838, Hoja CA 34389,Inscripción 1ª, Folio 25

AVDA. ALCALDE ALVARO DOMECQ - ESQ. C/ GIBRALTAR - EDF. YEGUADA 1, PTA 1ª - 11405 - JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)
TLF: 956.181.867 - 956.181.987 FAX: 956.184.564 eunavent@arconet.es

Figura 34: Sistema de extracció en catálogo

Eunavent
CTE

Características técnicas.

Regulación

Las Bocas de Extracción BCT-15/35 cuentan con un regulador de caudal / presión, para fijar el caudal de extracción deseado en función de la presión diferencial disponible en la boca.

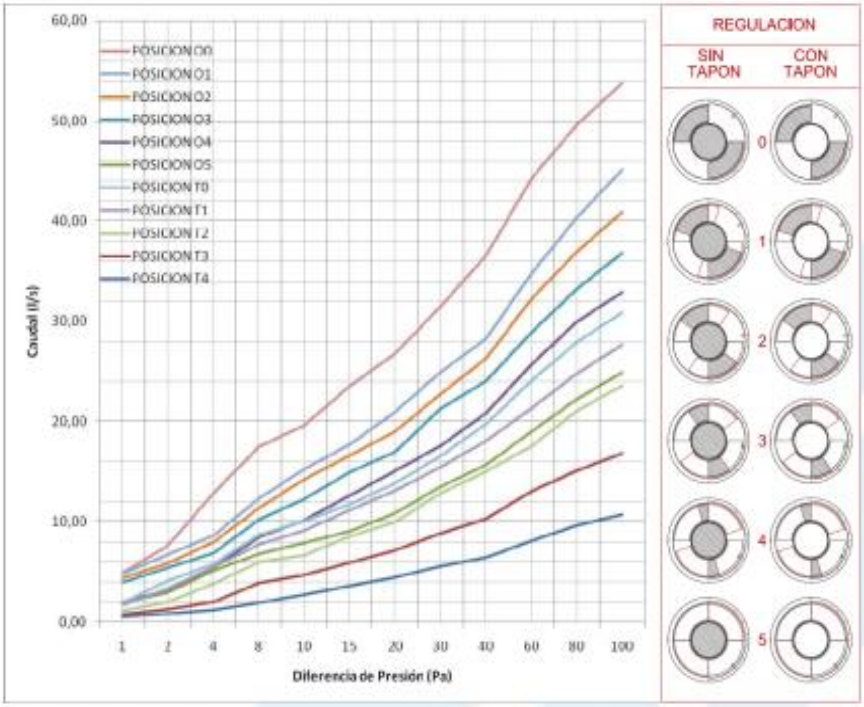
El regulación cuenta con 6 posiciones principales (0 totalmente abierto a 5 totalmente cerrado), un obturador central y 3 posiciones intermedias (A, B, C) de cada posición principal, lo que confiere un total de 36 posiciones.

Se recomienda un rango de trabajo de 15 a 35 l/s con presiones diferenciales de 20 a 60 Pa.

Caudal

Las Bocas de Extracción BCT-15/35, ha sido ensayado conforme a norma UNE-EN 13141-1-2004, para la obtención de la relación de caudal/presión en cada una de las posiciones de regulación.

Valores del Ensayo y regulación BEC-15/35

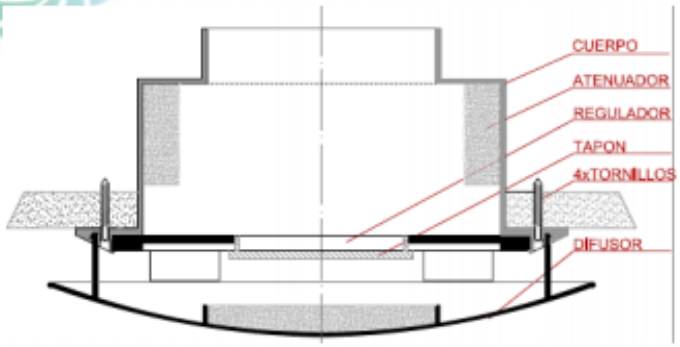


EUNAVENT CTE, S.L. CIF:B-11.853.215 Inscrita en el Registro Mercantil de Cádiz - Tomo 1.838, Hoja CA-34389 Inscripción 1ª, Folio 25

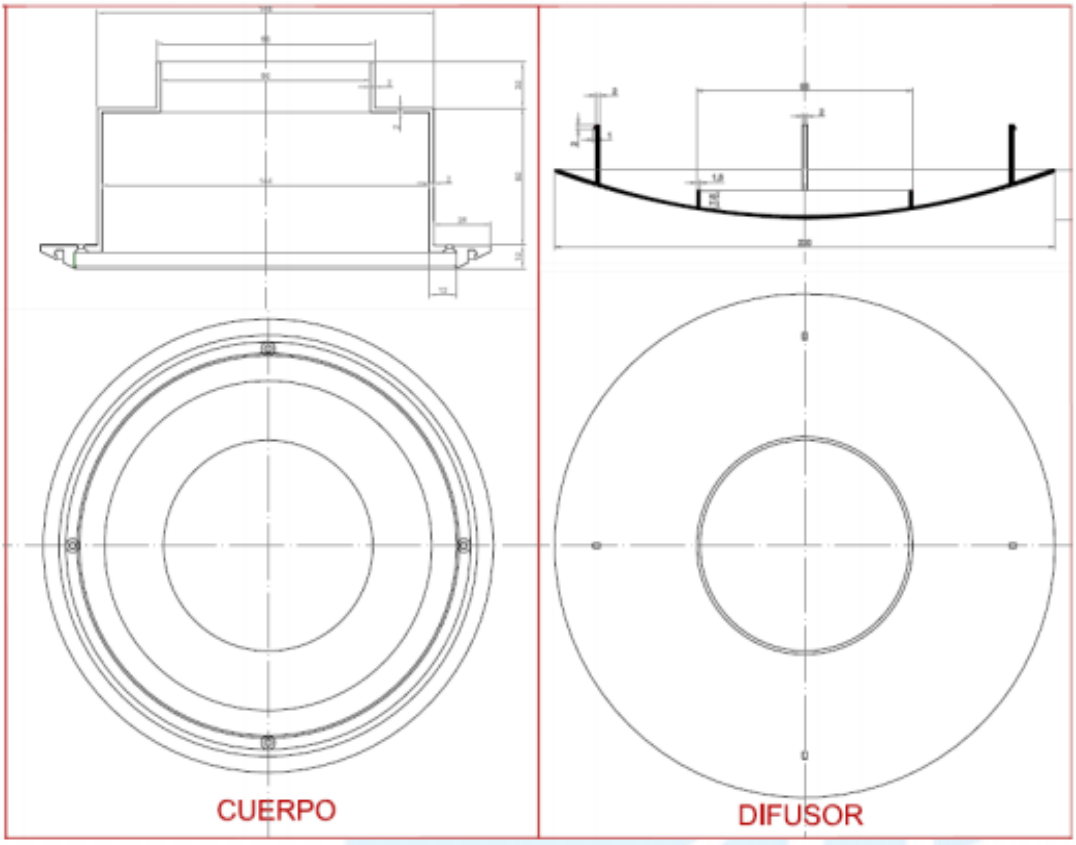
AVDA. ALCALDE ALVARO DOMECQ - ESQ. C/ GIBRALTAR - EDF. YEGUADA 1, PTA 1ª - 11405 - JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)
TLF: 956.181.867 - 956.181.987 FAX: 956.184.564 eunavent@arconet.es

BCT-15/35

Eunavent
CTE



Dimensiones



- Cotas en mm

EUNAVENT CTE, S.L. CIF:B-11.853.215 Inscrita en el Registro Mercantil de Cádiz - Tomo 1.838, Hoja CA 34389 Inscripción 1ª, Folio 25

AVDA. ALCALDE ALVARO DOMECQ - ESQ. C/ GIBRALTAR - EDF. YEGUADA 1, PTA 1º - 11405 - JEREZ DE LA FRONTERA (CÁDIZ)
TLF: 956.181.867 - 956.181.987 FAX: 956.184.564 eunavent@arconet.es

CAMPANA EXTRACTORA DE COCINA

En ésta ocasión nos hemos decantado por un modelo de la famosa marca “Zanussi” por acercarse lo máximo posible a nuestros requisitos técnicos.

ZANUSSI

ZHP60260SA Campana de extracción



Ahora la ves, ahora ya no

Esta ingeniosa campana extraíble que sale en tu ayuda cada vez que la necesitas y se esconde de nuevo cuando ya no hace falta es la solución perfecta para espacios de cocina donde la falta de espacio es nuestra principal limitación.

Te garantiza que el aire de tu cocina !siempre estará fresco y limpio!

Los tres niveles de potencia te ofrecen la potencia de extracción precisa para cada situación: máxima para freír y mínima para cuando sólo quieres renovar el aire de la cocina.

1 2 3

Porque en la cocina no siempre hay que hacer las cosas ¡«de una en una»!

El panel de control frontal de esta campana extractora te ofrece un acceso rápido y fácil para seleccionar los ajustes precisos con una sola mano, ¡incluso si tienes la otra mano ocupada con otras cosas!

Más beneficios :

• Filtros de fácil limpieza y mínimo mantenimiento.

Características :

- Tipo de campana: Extraíble de 60 cm
- Niveles de Potencia: 3
- Capacidad de extracción de aire (Máx/Min): 300 / 190 m³/h
- Extracción de aire o recirculación, si se instala un filtro de carbono opcional
- Tipo y Nº de lámparas de iluminación: 2 LED
- Tipo y número de filtros: 1 de Cartuchos lavables de aluminio

Datos técnicos :

- Tipo : Extraíble
- Tamaño (cm) : 60
- Nº de velocidades : 3
- Extracción máxima de aire (m3/h) : 280 m3/h
- Extracción mínima de aire (m3/h) : 160
- Clasificación Energética : D
- Potencia sonora máxima en dB(A) : 61
- Potencia sonora mínima en dB(A) : 49
- Tipo de filtro de carbón : ECFB03
- Alto Máx. : 179
- Alto (mm) : 179
- Ancho (mm) : 598
- Fondo tapa (mm) : 284
- Nº de motores : 1
- Recirculación baja : 130
- Recirculación alta : 220
- Potencia motor (W) : 125
- Voltaje (V): : 220-240
- Frecuencia (Hz) : 50
- Color : Plateado
- ColorEnglish : Silver
- Color : Silver
- Nombre del Producto : Campana extraíble de 60 cm 280 m3/h y 61 dB
- Marca : Zanussi
- Modelo : ZHP60260SA
- Product Partner Code : All Open

Descripción del

Campana extraíble Versa de 60 cm con tres niveles de potencia, potencia máxima 280 m3/h y salida de aire de 120 mm, iluminación LED, INOX, Clase D

ZANUSSI

ZHP60260SA Campana de extracción

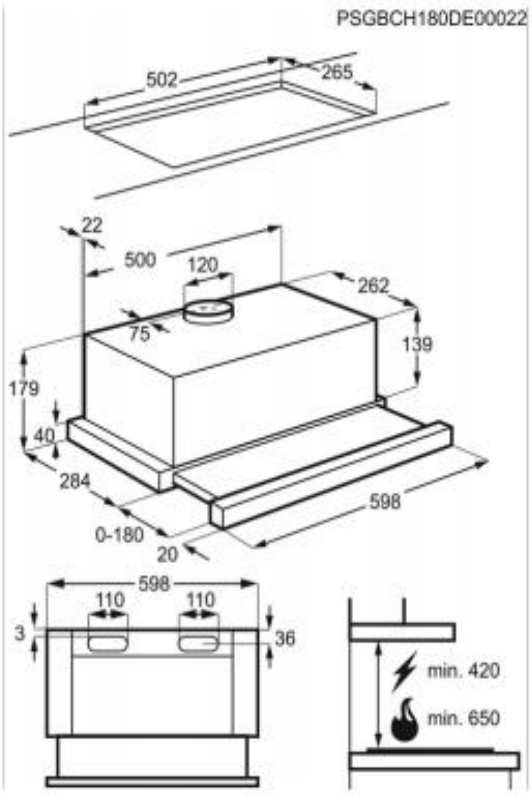


Figura 35: Campana extractora en catálogo

EXTRACTOR MECÁNICO DE VENTILACIÓN

Hemos optado por un grupo higrorregulable de VMC de la marca Soler y Palau modelo “Serie OZEO FLAT H ECOWATT de bajo consumo con tres entradas de 80 mm de diámetro y otra de 125 mm para la salida de extracción de la cocina

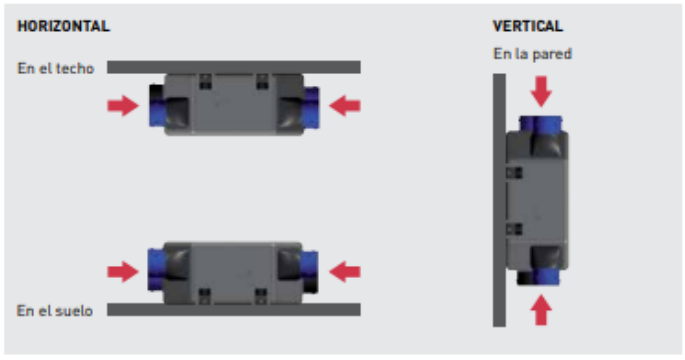


OZEO FLAT H ECOWATT

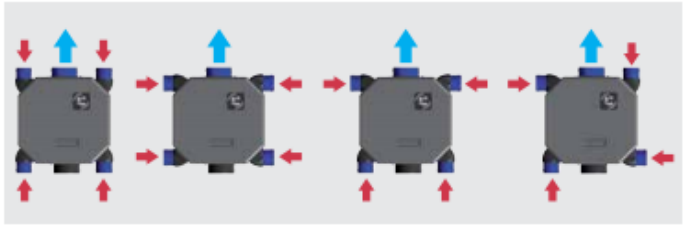
Grupo higrorregulable de VMC, Ventilación Mecánica Controlada, de bajo perfil y bajo nivel sonoro, que asegura la renovación permanente de aire en viviendas, tanto unifamiliares como en edificios colectivos.
Garantiza los requisitos establecidos en el Código Técnico de la Edificación.
La unidad se complementa con entradas de aire higrorregulables en las habitaciones principales (salón y dormitorios) y con bocas de extracción higrorregulables en las zonas húmedas (baños y cocina). Este sistema contribuye a mejorar las prestaciones energéticas de la vivienda reduciendo el consumo de calefacción y a mejorar el confort del usuario.

Versiones
- OZEO FLAT H ECOWATT: motor EC, de bajo consumo, con sistema antivibratorio y velocidad ajustable. Presión regulable mediante potenciómetro interno.
- OZEO FLAT H 2: motor AC, de curva plana.

Características
- Cuerpo de bajo perfil (<19 cm) de polipropileno expandido (EPP), lo que le confiere un muy bajo nivel sonoro y un peso mínimo (3 kg).
- Aspiración: 4 embocaduras Ø 80 pivotantes a 90° y 1 embocadura de Ø 125.
- Descarga: 1 embocadura de Ø 125, con adaptador para Ø 160.
- 4 tapones para obturar las embocaduras no utilizadas.
- Fijación para facilitar su montaje en falso techo.



Alternativas de montaje



Flexibilidad

Aplicaciones específicas

VMC viviendas unifamiliares

VMC viviendas colectivas



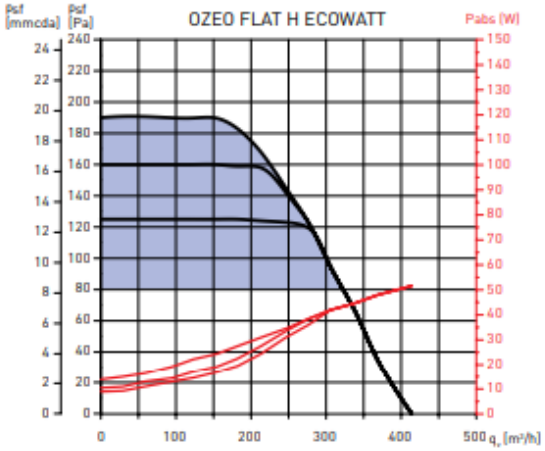
Soporte de sujeción

VMC VIVIENDAS UNIFAMILIARES Y COLECTIVAS – GRUPOS DE VENTILACIÓN HIGRORREGULABLES
Serie OZEO FLAT H 2 / OZEO FLAT H ECOWATT

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Motor	Tensión (V)	Potencia absorbida máxima (W)	Potencia absorbida media (W)	Intensidad absorbida máxima (A)	Presión sonora a 3 m Lp [dB(A)] a 120 m³/h y 140 Pa
OZEO FLAT H 2	AC	230	38	15	0,2	32
OZEO FLAT H ECOWATT	EC	230	54	15	0,4	33

CURVAS CARACTERÍSTICAS



DIMENSIONES (mm)

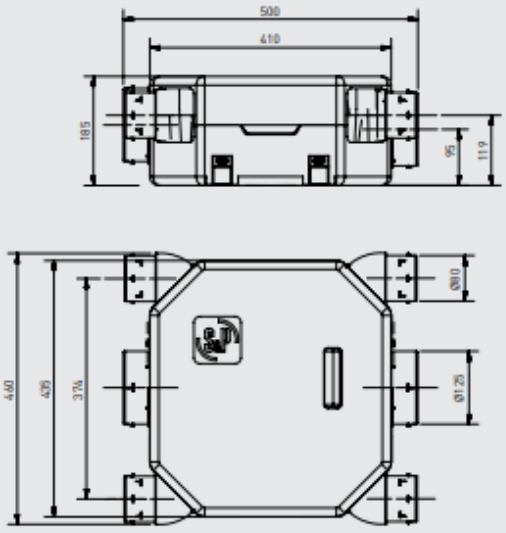


Figura 36: Extractor mecánico de ventilación

OTROS ACCESORIOS

CONEXIONES ACUSTICAS

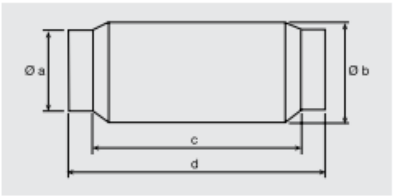
Conexiones para minorar lo máximo posible el ruido producido por el fluido a través de los conductos de ventilación, éstos aparatos se intercalan en medio, atenuando en gran medida el ruido producido.



LA

Conexiones acústicas.
Consiguen una atenuación de 7 dB para una red con un Ø80 ó Ø125 mm.

Modelo	Øa (mm)	Øb (mm)	c (mm)	d (mm)
LA 80	80	110	280	320
LA 125	125	155	260	320



CONDUCTOS GP-ISO

Conductos flexibles aislados de PVC gris protegidos por una capa aislante de fibra de vidrio y recubiertos por una capa de polietileno.

Serial GPISO

GP ISO

Conductos flexibles aislados de PVC gris protegidos por una capa aislante de fibra de vidrio y recubiertos por una capa de polietileno. Se utilizan en instalaciones de VMC individual (higrorregulable o doble flujo) para conectar el grupo ventilador c...



SOMBRERO DE TEJADO CT

Sombrero de tejado diseñado para la extracción de aire a través de tejados garantizando la estanqueidad y fácil accesibilidad para limpieza y mantenimiento.

Serial CT

CT-150 TEJA

Sombreros de tejado metálicos diseñados para la extracción o impulsión de aire a través de tejados. Para utilizar únicamente en instalaciones de funcionamiento permanente. Se adaptan a todos los tipos de cubierta.



Figura 37: Accesorios de ventilación

3.5. Cálculo y diseño de instalación por suelo radiante.

3.5.1. Suelo radiante. Principio de funcionamiento

3.5.2. Sistema de suelo radiante dependiendo del tipo de obra

3.5.2.1. Sistema por renovación o reforma

3.5.3. Fuentes de generación

3.5.3.1. Energía solar térmica

3.5.3.2. Caldera de biomasa

3.5.4. Morteros usados en obra

3.5.4.1. Mortero autonivelante con base anhidrita

3.5.5. Tipología de pavimentos

3.5.6. Juntas de dilatación

3.5.7. Cálculo del sistema de suelo radiante según UNE-EN-1264

3.5.7.1. Características de la vivienda

3.5.7.2. Cargas térmicas

3.5.7.3. Condiciones iniciales

3.5.7.4. Determinación del flujo de calor máximo

3.5.7.5. Cálculo de curvas características

3.5.7.6. Cálculo de curvas límites

3.5.7.7. Determinación del paso de tubo y de la temperatura de flujo

3.5.7.8. Obtención del salto térmico y paso en resto de estancias

3.5.7.9. Cálculo del caudal de agua

3.5.7.10. Cálculo de longitud de tubos

3.5.7.11. Diseño de circuitos

3.5.8. Pérdidas de carga

3.5.8.1. Pérdidas de carga en circuito

3.5.8.2. Pérdidas de carga en accesorios

3.5.8.3. Pérdidas de carga en caldera

3.5.8.4. Pérdidas de carga en colector

3.5.8.5. Pérdidas de carga debido a la altura

3.5.9. Determinación el grupo de impulsión

3.5.10. Sistema de regulación y control

Apéndice 3D: Curvas características y curvas límites para distintos pasos y q(máxima de cálculo)=78.48 [W/m^{2}K]

3.5.1. Suelo radiante. Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento de una instalación de suelo radiante, sus partes fundamentales y principales características han sido descritas minuciosamente en el epígrafe 2.2.1. del presente texto.

3.5.2. Sistema de suelo radiante dependiendo del tipo de obra

Dependiendo del tipo de obra que se vaya a realizar en la vivienda adoptaremos una tipología y componentes del suelo radiante a instalar, existen tres tipologías básicas:

-Obra nueva y sector residencial

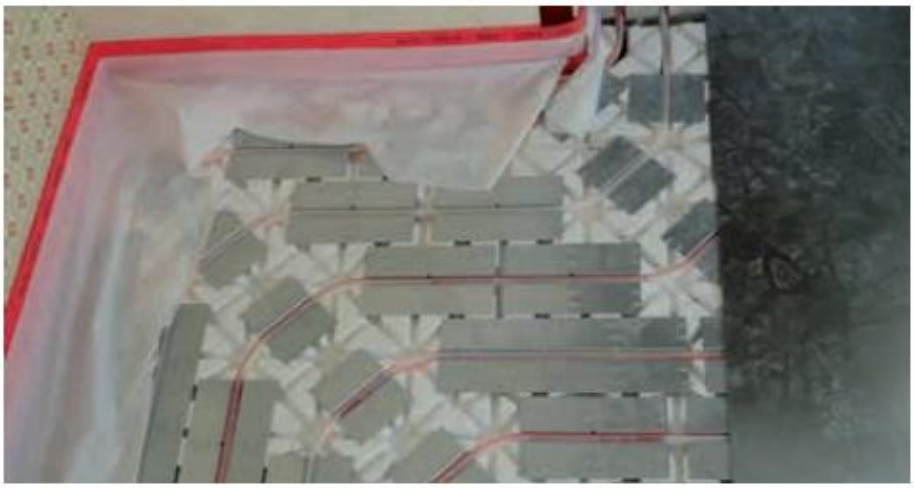
-Industriales y específicos

-Renovación o reformas

Es evidente que en el caso que nos ocupa adoptaremos el modelo “Renovación o reformas”, cuyas características pasamos a describir a continuación.

3.5.2.1. Sistema por renovación o reforma

El primer problema que nos encontramos al tratarse de éste tipo de configuración es el espesor que ocupa la instalación de suelo radiante, ya que tenemos que reducir el espesor que ocuparía una instalación de suelo radiante en obra nueva, para resolver este inconveniente existen varios métodos, el más extendido es el denominado por muchas marcas como suelo seco o suelo sin mortero, donde sustituimos el mortero por planchas de acero o fibra de yeso, estas planchas llevan internamente difusores de acero que soportan el tubo, de ésta manera no sobresale la plancha. Encima de todo lo anterior se colocan planchas de acero o placas de fibra de yeso. Procediendo de ésta manera, además de reducir el espesor del suelo radiante, aligeramos mucho el peso de la instalación, pudiendo realizar éste tipo de instalación sobre forjados formados por vigas de madera.



No obstante, en nuestro caso nos vamos a decantar por **morteros especiales autonivelantes** que ofrecen propiedades para trabajar con espesores de tan solo 15 mm por encima de los tubos, mientras que con morteros tradicionales la norma exige un espesor mínimo de 45 mm por encima del tubo

3.5.3. Fuentes de generación

Como ya se sabe, el sistema de calefacción por suelo radiante está basado en el clásico sistema de calefacción por circuito cerrado de agua, en poco se diferencia una instalación de éste tipo de otra tradicional de radiadores, aunque centrándonos en la instalación que nos ocupa tenemos que analizar dos parámetros muy importantes y que si varían:

-Temperatura del circuito de agua

Al trabajar éste tipo de sistema a baja temperatura, el salto térmico (temperatura a la que sale el agua del generador menos temperatura a la que regresa al circuito) oscila entre los 5 y 10 grados, mientras que en un sistema de calefacción convencional está entre 15 y 20 grados, éste razonamiento nos lleva a estudiar el segundo parámetro importante que se explica a continuación.

-Caudal de la instalación

El caudal de la instalación se calcula teniendo en cuenta la siguiente ecuación

$$Q(l/h)=\frac{P(\frac{kcal}{h})}{\Delta T}$$

Ecuación 22: Caudal instalación suelo radiante

Puesto que la potencia requerida depende de la demandada por el edificio, ésta es igual para cualquier sistema de calefacción, por lo tanto podemos decir que el caudal de la instalación depende exclusivamente del salto térmico, al ser éste menor en una instalación de suelo radiante que en una de radiadores tradicional el caudal necesario aumentará considerablemente, como ejemplo para una instalación de 10000 W , para una instalación tradicional (con salto térmico de 15 grados) necesitaríamos un caudal de 573 l/h y para una instalación de suelo radiante (con salto térmico de 7 grados) obtendríamos un caudal de instalación de 1228 l/h.

Los dos parámetros indicados anteriormente van a incidir considerablemente a la hora de analizar los distintos tipos de generadores de calor a elegir para nuestra instalación.

3.5.3.1. Energía solar térmica

En el caso de usar energía solar térmica para la generación de energía partimos de la ventaja que al no existir combustión en la producción de energía no tenemos que tener en cuenta las posibles condensaciones que se pueden formar en la instalación, no obstante habrá que prestar interés especial a los siguientes aspectos:

-la energía solar térmica puede producir energía cuando hay sol, por lo tanto habrá que instalar un sistema que complemente a éste.

-La temperatura a la que se genera el calor depende de las condiciones solares, por lo tanto, en invierno, que es cuando existe más demanda de calefacción las temperaturas son más bajas.

-Al no coincidir la demanda de energía con la generación de calor tendremos que trabajar siempre con acumulación.

Al ser el verano la estación del año de mayor producción y coincidir con la época donde menor demanda de calefacción existe nos “obliga” a usar éste tipo de instalación paralelamente con la producción de ACS. Actualmente se usan depósitos combinados, son depósitos de inercia donde introducimos toda la energía producida, extrayendo directamente de éste la energía para el apoyo a la calefacción y para el uso de ACS.

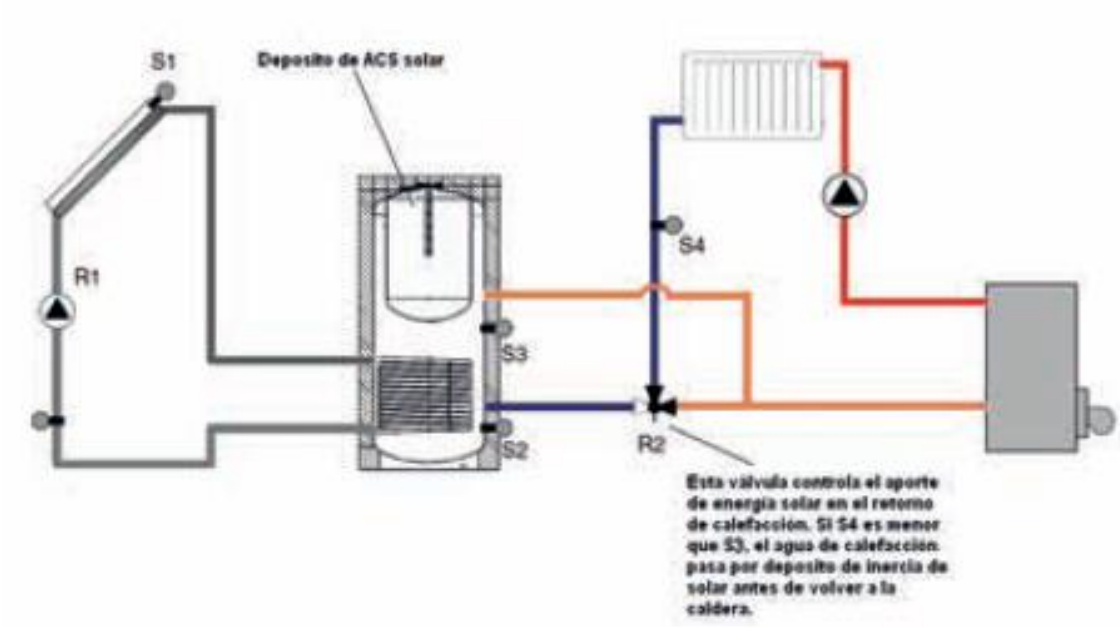


Figura 38: Esquema simplificado ACS + Biomasa

-El apoyo a la calefacción se hace mediante precalentamiento del agua en su retorno.

-S4: Mide la temperatura del retorno de la calefacción

-S3: Sensor que compara la temperatura en S4 con la de la zona intermedia S3

-Si la temperatura de retorno es más baja que la del depósito, se abre la válvula R2 haciendo que el agua de retorno de calefacción pase a través del depósito justo antes de introducirse en la caldera, aumentando su temperatura y haciendo que la caldera aporte menos temperatura para volver a mandar el agua hacia el circuito de calefacción. Si la temperatura de retorno es más alta o igual a la del depósito va directa a la caldera, evitando de ésta manera la acumulación solar en la caldera.

3.5.3.2. Caldera de biomasa

Al contrario que la energía solar térmica, la generación de energía por medio de biomasa tiene algunos inconvenientes que citamos a continuación, así como las soluciones a los mismos:

-Sea cuál sea el combustible utilizado en éste tipo de calderas la temperatura de combustión es muy alta, por lo que habrá que tener cuidado con el punto de rocío y la formación de condensaciones→Para hacer viable el uso de caldera de biomasa con la instalación de suelo radiante hay que instalar sistemas para combatir las condensaciones recalentando el retorno del agua a la instalación antes de volver a la caldera.

-En éste tipo de calderas es muy difícil, a pesar de los avances en éste campo, controlar la potencia de la combustión.

Para controlar todo lo anteriormente expuesto tenemos la necesidad de instalar depósitos de inercia entre la caldera y la instalación de calefacción por suelo radiante, dependiendo el volumen de éste de la instalación y más aún del tipo de combustible utilizado.

Para el caso que nos ocupa, donde pretendemos instalar caldera de pellets, es más fácil controlar la potencia de la combustión y por tanto el volumen de los depósitos de inercia suelen oscilar entre los 100 y 200 litros.

3.5.4. Morteros usados en obra

Dependiendo del tipo de mortero utilizado en obra obtendremos un rendimiento u otro lo que hace que la correcta elección de éste sea acorde con las necesidades acordadas.

El mortero utilizado cubre dos necesidades, por un lado constituye la base estructural que soporta el pavimento y las cargas debidas al uso del mismo y por otro es el elemento transmisor de calor entre el fluido y el pavimento.

El parámetro técnico en el que tenemos que fijarnos es la conductividad térmica, estableciendo éste la cantidad de calor que puede llegar a atravesar el mortero, medido en "W/mK". Según la noma UNE EN-1264 tenemos la siguiente clasificación:

Tipo de mortero	Conductividad térmica (W/mK)
Difusores de aluminio	200
Difusores de acero	52
Losa de mortero de cemento	1.2
Losa de anhidrita	1.2
Losa de hormigón	1.9
Losa de yeso	0.25

Tabla 81: Conductividad térmica de elementos suelo radiante

3.5.4.1. Mortero autonivelante con base anhidrita

Al tratarse de una reforma hemos llegado a la conclusión que éste tipo de mortero es el más adecuado debido a que disminuimos el espesor del conjunto por un lado y ayudamos a la conductividad térmica del fluido a través del pavimento.

La anhidrita tiene, entre otras, la propiedad de su baja retracción, lo que nos permite utilizar éste tipo de morteros para superficies de hasta 1000 m^2 sin necesidad de juntas. Otro aspecto importante es la conductividad de éste tipo de mortero que podemos considerar de 2 W/mK sin temor a error alguno en el dato.

Con éste tipo de mortero la temperatura de impulsión del agua está entre 35º y 40ºC, éste dato es usando pavimentos cerámicos y espesores de mortero de 30 mm provocando esto unas emisiones aproximadas de 80 W/m^2.

Aparte de lo anterior, hay que prestar especial atención a los siguientes aspectos a la hora del vertido:

-Deben de vertirse en ambientes completamente cerrados para asegurar el correcto fraguado, esto conlleva que tanto ventanas como puertas estén ya instaladas.

-Debemos consultar con el fabricante las necesidades del tipo de mortero usado respecto a la base de imprimación previa a la instalación del pavimento.

3.5.5. Tipología de pavimentos

Según la norma UNE EN 1264 la temperatura superficial del suelo de la vivienda está limitada a 29ºC, llegando a conseguir una emisión térmica de hasta 100 W/m^2 en

habitáculos con temperatura media de 21ºC. Según la norma anteriormente citada tenemos las siguientes resistencias térmicas en función del material del pavimento:

Pavimento	Resistencia térmica (m^2K/W)
Cerámicos o piedra	0.02 – 0.05 [m^2K/W]
Sintéticos	0.10 – 0.2 [m^2K/W]
Maderas	0.15 – 0.2 [m^2K/W]

Tabla 82: Resistencia térmica de pavimentos

Para usar como pavimento de nuestra vivienda podemos usar cualquier tipo de pavimento (cerámicos, madera,…), lo único que hay que hacer es calcular la temperatura de impulsión del agua para cada tipo de pavimento, no obstante, en nuestro caso, interesa usar **pavimentos cerámicos con baja resistencia térmica** para así evitar el riesgo de condensaciones, ya que, técnicamente no podemos disminuir la temperatura del agua. Siempre es conveniente tener en cuenta las especificaciones del fabricante a la hora de elegir el tipo de pavimento.

3.5.6. Juntas de dilatación

Según la normativa existente, "*la losa de mortero para suelo radiante destinada a ser recubierta por pavimentos de piedra o cerámicos, debe estar formada por piezas de hasta 40 m^2 con una longitud máxima de 8 m"* Si existe un área irregular, ésta tiene que tener uniones con el fin de que formen áreas rectangulares con las anteriores, dichas uniones o juntas tienen que prepararse antes del vertido y siempre estarán formadas por material elástico.

Las juntas de dilatación anteriores, así como las juntas de dilatación perimetral sólo pueden estar atravesadas por tuberías de retorno e ida, e irán cubiertas por una vaina corrugada de 30 cm, evitando así el contacto de dichas tuberías con la junta, 15 cm a cada lado de la misma.

3.5.7. Cálculo del sistema de suelo radiante según UNE-EN-1264

3.5.7.1. Características de la vivienda

La vivienda que está siendo estudiada se encuentra en zona climática tipo C4

Tomaremos como referencia una temperatura interior de 26ºC con humedad relativa HR=50% →Obteniendo con éstos datos una humedad específica del aire de 0.01 (kg vapor/kg aire húmedo), éste valor será tenido en cuenta a efectos de cálculo del punto de rocío.

Nuestra vivienda consta de una sola planta formada por las siguientes estancias

ESTANCIA	SUPERFICIE	
Salón:	27.8	m^2
Cocina:	13.25	m^2
Distribuidor	10.2	m^2
Baño 1:	6.3	m^2
Baño 2:	6.6	m^2
Baño 3:	6.6	m^2
Habitación 1:	8.2	m^2
Habitación 2:	10.25	m^2
Habitación 3:	10.25	m^2
Habitación 4:	19.25	m^2
Habitación 5:	19.25	m^2

3.5.7.2. Cargas térmicas

El cálculo de cargas térmicas ya se realizó minuciosamente en el Anexo 3 mediante la aplicación de la norma UNE EN 12831 “Sistemas de calefacción en edificios”, no obstante muestro cuadro resumen con los resultados obtenidos y a tener en cuenta para el dimensionado del suelo radiante:

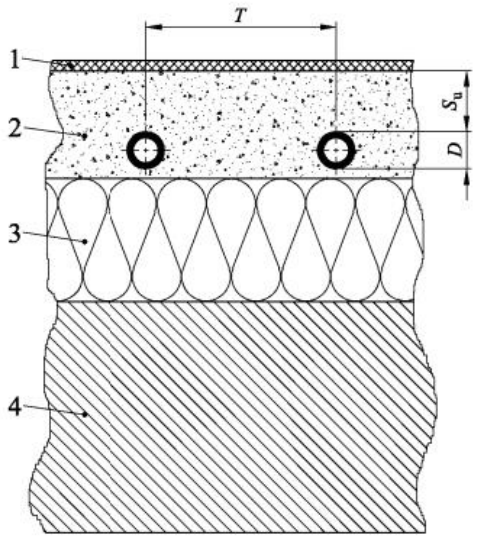
		Calefacción		Refrigeración	
Estancia	**Superficie (m^2)**	**q_{st} [W]**	**q [W/m^2]**	**q_{st} [W]**	**q [W/m^2]**
Salón	27.8	1770,12	63,67	1751,43	63,00
Cocina	13.25	1039,82	78,62	1101,75	83,15
Distribuidor	10.2	254,80	24,98	172,69	16,93
Habitación 1	8.2	410,92	50,11	643,50	78,48
Habitación 2	10.25	531,83	51,89	667,94	65,16
Habitación 3	10.25	531,28	51,83	638,78	62,32
Habitación 4	19.25	1104,66	57,38	869,46	45,17
Habitación 5	19.25	1105,63	57,44	929,44	48,28
Baño 1	6.3	283,42	44,99		
Baño 2	6.6	283,42	42,94		
Baño 3	6.6	574,32	87,02		

Tabla 83: Resumen cargas térmicas para suelo radiante

3.5.7.3. Condiciones iniciales

En éste punto se describe la composición por partes del suelo radiante a instalar

- Instalaremos un sistema tipo A (según norma) cuyo esquema se muestra a continuación



Leyenda

1 Revestimiento del suelo $R_{\lambda,B}$

2 Capa de soporte de la carga y de difusión térmica λ_E (revestimiento de cemento, anhidrita, asfalto). El espesor entre los tubos y la capa aislante se encuentra en un intervalo de 0 mm a 10 mm

3 Capa de aislamiento

4 Base estructural

Figura 39: Sistema tipo A según norma para suelo radiante

- Usaremos tubería PEX con diámetro 16 mm (es la más usada junto a la de 20 mm) y espesor de 2 mm, obteniendo una conductividad térmica de 0.350 W/mK
- Capa de mortero de 45 mm con conductividad térmica de 1.2 W/mK
- Revestimiento cerámico con resistencia térmica de 0.01 m2K/W
- Fijaremos una temepratura de diseño de 20º para invierno y 24º para el verano.

3.5.7.4. Determinación del flujo de calor máximo

En ésta sección determinaremos el flujo de calor máximo, considerando éste como el flujo máximo de calor cedido por nuestro sistema y que en ningún caso podremos sobrepasar, para ello tenemos que establecer una serie de temperaturas debiendo estar estas dentro de los márgenes establecidos por la norma. Nuestras condiciones de temperatura límites son las siguientes:

- Temperatura de diseño (ambiente): 20ºC para las zonas ocupadas y zonas periféricas y 24ºC para los baños.

- Temperatura máxima en la superficie del pavimento: 29ºC para las áreas ocupadas, 33ºC para baños y 35ºC para las zonas periféricas.

Una vez establecidas las temperaturas anteriores aplicamos la curva característica para cualquier instalación de suelo radiante (**$q=8.92 * (\vartheta_{F.m} - \vartheta_i)^{1.1}$** se puede consultar la gráfica correspondiente en norma UNE EN 1264-2:2008+A1:2012), obteniendo los siguientes resultados:

ESPACIO	$\vartheta_{F.m}$ [ºC]	ϑ_i [ºC]	q_G [W/m^2]
Zona ocupada	29	20	100
Baño	33	24	100
Zona periférica	35	20	175

Tabla 84: Resultados aplicación expresión curva característica para suelo radiante

3.5.7.5. Cálculo de curvas características

Nos referimos a curva característica a la relación que existe entre la emisión térmica de nuestro sistema (q) y la diferencia de temperatura solicitada entre el recinto estudiado y el fluido que circula por la tubería, viene dada por la siguiente expresión:

$$q = K_H * \Delta\vartheta_H$$

Ecuación 23: Curva característica suelo radiante

donde K_H corresponde al producto de los siguientes términos:

$$K_H = B * a_B * a_T mT * a_u^{mU} - a_D^{mD}$$

Siendo éstos justificados y calculados a continuación:

-Coeficiente característico B [W/m^{2}K]

Este coeficiente es dependiente directo del grosor de la capa de mortero y cuyo valor es s_u=0.045 m, de la conductividad térmica del tubo utilizado (dada por norma) cuyo valor es λ_E = 0.35 W/mK y del paso T de tuberías, para un diámetro de 16 mm de tubo la norma da un valor concreto para éste coeficiente de **6.7 W/m^2 * K**

-Coeficiente de revestimiento del suelo: Se da mediante la siguiente ecuación:

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_{u,o}}{\lambda_{u,o}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{s_{u,o}}{\lambda_E} + R_{\lambda,B}}$$

Ecuación 24: Coeficiente revestimiento del suelo

Donde;

α $= 10{,}8\ \mathrm{W/(m^2 \cdot K)}$;

$\lambda_{u,0}$ $= 1\ \mathrm{W/(m \cdot K)}$;

$s_{u,0}$ $= 0{,}045\ \mathrm{m}$;

$R_{\lambda,B}$ es la resistencia térmica del revestimiento del suelo en $\mathrm{m^2 \cdot K/W}$;

λ_E es la conductividad térmica de la placa, en $\mathrm{W/(m \cdot K)}$;

Los valores marcados anteriormente vienen establecidos en UNE-EN 1264-2:2008+A1:2012, Obteniendo un valor de **a_B = 0.982**

-Coeficiente de factor de paso: Tabulado de acuerdo a la tabla A.1 de UNE-EN 1264-2:2008+A1:2012; teniendo que interpolar para un valor de la resistencia del revestimiento del suelo de 0.01 m2K/W, obteniendo un valor de **a_T=1.2216**

Tabla A.1 – Factor de paso a_T para los sistemas de tipo A y tipo C

$R_{\lambda,B}$ $\mathrm{m^2 \cdot K/W}$	0	0,05	0,10	0,15
a_T	1,23	1,188	1,156	1,134

Tabla 85: Coeficiente factor de paso

-Coeficiente de factor de recubrimiento: Tabulado de acuerdo a la tabla A.2. de de UNE-EN 1264-2:2008+A1:2012; teniendo que interpolar para un valor de la resistencia del revestimiento del suelo de 0.01 m2K/W

Tabla A.2 – Factor de revestimiento de suelo a_u en función del paso de tubo T y de la resistencia térmica $R_{\lambda,B}$ del revestimiento de suelo para los sistemas de tipo A y tipo C

$R_{\lambda,B}$ $\mathrm{m^2 \cdot K/W}$	0	0,05	0,10	0,15
T (m)	a_u			
0,05	1,069	1,056	1,043	1,037
0,075	1,066	1,053	1,041	1,035
0,1	1,063	1,05	1,039	1,033 5
0,15	1,057	1,046	1,035	1,030 5
0,2	1,051	1,041	1,031 5	1,027 5
0,225	1,048	1,038	1,029 5	1,026
0,3	1,039 5	1,031	1,024	1,021
0,375	1,03	1,022 1	1,018 1	1,015

Tabla 86: Coeficiente factor de recubrimiento

Iterando para una resistencia del revestimiento de 0.01 m2K/W obtenemos siguientes valores de a_u

T(m)	a_u para $R_{\lambda,B}$ = 0.01 m^2K/W
0.05	1.0664
0.075	1.0634
0.1	1.0604
0.15	1.0548
0.2	1.049
0.225	1.046
0.3	1.0378
0.375	1.02842

Tabla 87: Resultados coeficiente factor de recubrimiento

-Coeficiente de factor de diámetro exterior del tubo: Tabulado de acuerdo a la tabla A.3. de UNE-EN 1264-2:2008+A1:2012; teniendo que interpolar para un valor de la resistencia del revestimiento del suelo de 0.01 m2K/W

Tabla A.3 – Factor del día metro exterior del tubo dependiendo de las resistencia a la conducción térmica $R_{\lambda,B}$ del recubrimiento del suelo y del paso T para sistemas de tipo A y C

$R_{\lambda,B}$ $m^2 \cdot K/W$	0	0,05	0,10	0,15
T (m)	a_D			
0,05	1,013	1,013	1,012	1,011
0,075	1,021	1,019	1,016	1,014
0,1	1,029	1,025	1,022	1,018
0,15	1,04	1,034	1,029	1,024
0,2	1,046	1,04	1,035	1,03
0,225	1,049	1,043	1,038	1,033
0,3	1,053	1,049	1,044	1,039
0,375	1,056	1,051	1,046	1,042

Tabla 88: Coeficiente factor diametro exterior de tubo

Iterando para una resistencia del revestimiento de 0.01 m2K/W obtenemos siguientes valores de a_D

T(m)	a_D para $R_{\lambda,B}$ = 0.01 m^2K/W
0.05	1.013
0.075	1.0206
0.1	1.0282
0.15	1.0388
0.2	1.0448
0.225	1.0478
0.3	1.0522
0.375	1.055

Tabla 89:Resultados Coeficiente factor diámetro exterior de tubo

Los valores han sido interpolados mediante una función Spline cubica natural en Matlab. (s=spline(x,y,xq) devuelve un vector de valores interpolados “s” correspondiente a los puntos de consulta “xq”. Los valores s se determinan mediante la interpolación spline cúbico de “x” e “y”

-Coeficiente m_T: Obtenido mediante la siguiente expresión m_T=1-(T/0.075) de UNE-EN 1264-2:2008+A1:2012; éste término sólo se tiene en cuenta cuando 0.05<T<0.0375, estando nuestro termino T en éste intervalo

T(m)	m_T
0.05	0.33
0.075	0
0.1	-0.3
0.15	-1
0.2	-1.6
0.225	-2
0.3	-3
0.375	-4

Tabla 90: Coeficiente mt

-Coeficiente mu: Obtenido mediante la siguiente expresión mu=100*(0.045-s_u) de UNE-EN 1264-2:2008+A1:2012; éste término sólo se tiene en cuenta cuando s_u>0.010m, refiriéndose éste término al espesor por encima del tubo, siendo en nuestro caso de 0.025 m. De ésta manera se obtiene un valor de **mu=2**

-Coeficiente m_D: Obtenido mediante la siguiente expresión m_D=250*(D-0.020) de UNE-EN 1264-2:2008+A1:2012; éste término sólo se tiene en cuenta cuando 0.008<D<0.030, refiriéndose éste término al espesor por encima del tubo, siendo en nuestro caso de 0.016 m. De ésta manera se obtiene un valor de **m_D=-1**

T(m)	q
0.05	q=7.89 * $\Delta\vartheta_H$
0.075	q=7.29 * $\Delta\vartheta_H$
0.1	q=6.78 * $\Delta\vartheta_H$
0.15	q=5.77 * $\Delta\vartheta_H$
0.2	q=5.03 * $\Delta\vartheta_H$
0.225	q=4.6 * $\Delta\vartheta_H$
0.3	q=3.69 * $\Delta\vartheta_H$
0.375	q=2.96 * $\Delta\vartheta_H$

3.5.7.6. Cálculo de curvas límites

"La curva límite da la relación entre la densidad de flujo térmico y la diferencia de temperaturas entre el medio de calentamiento y la estancia para casos en donde se alcanza la diferencia máxima admisible ente la temperatura de la superficie y la temperatura interior de la estancia (9K o 15K respectivamente)"

La curva límite se calcula mediante la siguiente expresión para cada paso de tubería:

$$q_G = \varphi \cdot B_G \cdot \left[\frac{\Delta\theta_H}{\varphi}\right]^{n_G}$$

Ecuación 25: Ecuación cálculo curvas límite

Donde:

B_G →coeficiente, de acuerdo a la tabla A.4a, ya que s_u/λ_e<0.0792 y estamos en un sistema de suelo radiante tipo A, obteniendo los siguientes valores:

s_u/λ_E= 0.03 m/(1.3 W/mK)=**0.023 m^2K/W**

Tabla A.4a – Coeficiente B_G dependiendo del de la relación $\frac{s_u}{\lambda_E}$ para $\frac{s_u}{\lambda_E} \leq 0{,}0792$ y del paso T para sistemas con tubos instalados dentro de la placa (tipo A y tipo C)

s_u/λ_E $m^2 \cdot K/W$	0,01	0,020 8	0,029 2	0,037 5	0,045 8	0,054 2	0,062 5	0,070 8	0,079 2
T m									
0,05	85,0	91,5	96,8	100	100	100	100	100	100
0,075	75,3	83,5	89,9	96,3	99,5	100	100	100	100
0,1	66,0	75,4	82,9	89,3	95,5	98,8	100	100	100
0,15	51,0	61,1	69,2	76,3	82,7	87,5	91,8	95,1	97,8
0,2	38,5	48,2	56,2	63,1	69,1	74,5	81,3	86,4	90,0
0,225	33,0	42,5	49,5	56,5	62	67,5	75,3	81,6	86,1
0,3	20,5	26,8	31,6	36,4	41,5	47,5	57,5	65,3	72,4
0,375	11,5	13,7	15,5	18,2	21,5	27,5	40,0	49,1	58,3

Tabla 91: Coeficiente Bg

Interpolando mediante la misma función spline cubico natural usada para la obtención de las curvas características, hallamos los siguientes valores de B_G:

T(m)	B_G (m^2K/W) para s_u/λ_E=0.023
0.05	92.8881
0.075	85.1762
0.1	77.3643
0.15	63.2214
0.2	50.2952
0.225	49.3333
0.3	28.0571
0.375	14.1714

Tabla 92: Resultados coeficiente Bg

n_G →exponente de acuerdo a la tabla A.5a, ya que s_u/λ_e<0.0792 y estamos en un sistema de suelo radiante tipo A, obteniendo los siguientes valores:

s_u/λ_E= 0.03 m/(1.3 W/mK)=**0.023 m^2K/W**

Tabla A.5a – Exponente n_G dependiendo del de la relación $\frac{s_u}{\lambda_E}$ para $\frac{s_u}{\lambda_E} \leq 0{,}0792$ y del paso T para sistemas con tubos instalados dentro de la placa (tipo A y tipo C)

s_u/λ_E $m^2 \cdot K/W$	0,01	0,020 8	0,029 2	0,037 5	0,045 8	0,054 2	0,062 5	0,070 8	0,079 2
T m									
0,05	0,008	0,005	0,002	0	0	0	0	0	0
0,075	0,024	0,021	0,018	0,011	0,002	0	0	0	0
0,1	0,046	0,043	0,041	0,033	0,014	0,005	0	0	0
0,15	0,088	0,085	0,082	0,076	0,055	0,038	0,024	0,014	0,006
0,2	0,131	0,13	0,129	0,123	0,105	0,083	0,057	0,040	0,028
0,225	0,155	0,154	0,153	0,146	0,13	0,11	0,077	0,056	0,041
0,262 5	0,197	0,196	0,196	0,19	0,173	0,15	0,110	0,083	0,062
0,3	0,254	0,253	0,253	0,245	0,228	0,195	0,145	0,114	0,086
0,337 5	0,322	0,321	0,321	0,31	0,293	0,260	0,187	0,148	0,115
0,375	0,422	0,421	0,421	0,405	0,385	0,325	0,230	0,183	0,142

Tabla 93: Exponente ng

Interpolando mediante la misma función spline cubico natural usada para la obtención de las curvas características, hallamos los siguientes valores de n_G

T(m)	n_G para s_u/λ_E=0.023
0.05	0.0042
0.075	0.0202
0.1	0.0425
0.15	0.0842
0.2	0.1297
0.225	0.1537
0.3	0.2530
0.375	0.421

Tabla 94: Resultados exponente ng

ϕ →factor de conversión para todos los valores de temperaturas $\vartheta_{F,max}$ y ϑi

$$\varphi = \left[\frac{\vartheta_{F,\,máx.} - \vartheta_i}{\Delta\vartheta_0} \right] \text{ con } \Delta\vartheta_0 = 9\ \text{K}$$

ESPACIO	$\vartheta_{F.m}$ [ºC]	ϑ_i [ºC]	φ
Zona ocupada	29	20	1
Baño	33	24	1
Zona periférica	35	20	1.66

$\Delta\vartheta_{H,G}$ →Diferencia de temperatura limite entre el medio de calentamiento y el de la estancia, calculándose éste como la intersección de la curva característica con la curva límite a partir de la siguiente expresión:

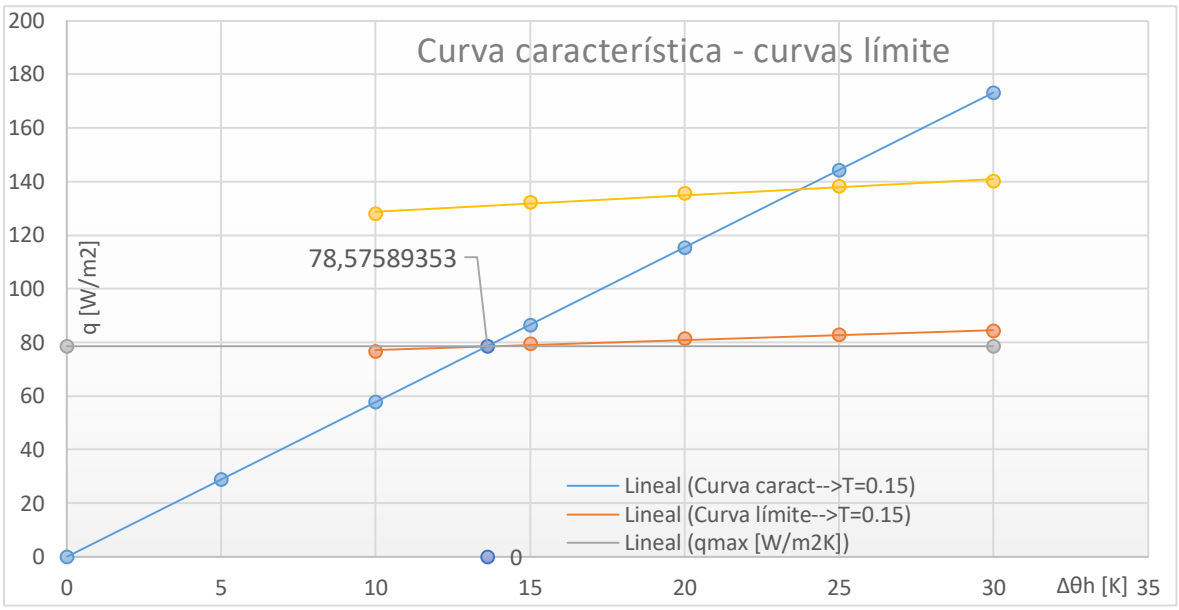
$$\Delta\vartheta_{H,G} = \varphi \cdot \left[\frac{B_G}{B \cdot \prod_i a_i^{m_i}} \right]^{\frac{1}{1-n_G}}$$

T (m)	Zona ocupada	Baños	Zona Periférica
0.05	$q = 92.89 * (\Delta\theta_H)^{0.0042}$	$q = 92.89 * (\Delta\theta_H)^{0.0042}$	$q = 154.81 * (\Delta\theta_H)^{0.0042}$
0.075	$q = 85.18 * (\Delta\theta_H)^{0.0202}$	$q = 85.18 * (\Delta\theta_H)^{0.0202}$	$q = 141.96 * (\Delta\theta_H)^{0.0202}$
0.1	$q = 77.36 * (\Delta\theta_H)^{0.0425}$	$q = 77.36 * (\Delta\theta_H)^{0.0425}$	$q = 128.93 * (\Delta\theta_H)^{0.0425}$
0.15	$q = 63.22 * (\Delta\theta_H)^{0.0842}$	$q = 63.22 * (\Delta\theta_H)^{0.0842}$	$q = 105.36 * (\Delta\theta_H)^{0.0842}$
0.2	$q = 50.3 * (\Delta\theta_H)^{0.1297}$	$q = 50.3 * (\Delta\theta_H)^{0.1297}$	$q = 83.83 * (\Delta\theta_H)^{0.1297}$
0.225	$q = 49.33 * (\Delta\theta_H)^{0.1537}$	$q = 49.33 * (\Delta\theta_H)^{0.1537}$	$q =82.21 * (\Delta\theta_H)^{0.1537}$
0.3	$q = 28.06 * (\Delta\theta_H)^{0.2530}$	$q = 28.06 * (\Delta\theta_H)^{0.2530}$	$q = 46.76 * ((\Delta\theta_H)^{0.2530}/1.14)$
0.375	$q = 14.17 * (\Delta\theta_H)^{0.421}$	$q = 14.17 * (\Delta\theta_H)^{0.421}$	$q =23.62 * ((\Delta\theta_H)^{0.421})/1.24)$

Tabla 95: Curvas características zonas ocupadas, baños y zonas periféricas

3.5.7.7. Determinación del paso de tubo y de la temperatura de flujo

Como puede comprobarse en el apéndice A del presente Anexo, al pasar de T=0.15m, el punto de corte de la curva límite con la curva característica nos arroja un valor de "q" menor que el valor de "qmax", que en nuestro caso es de 78.48 W/m^2, por lo tanto no son pasos válidos para nuestro estudio. En cambio para T=0.2 m obtenemos el corte para una temperatura de 13.618 K lo que nos da un valor de q=78.57, al ser qmax<qG elegimos éste paso "T".



Según la norma UNE-EN-1264, para la obtención de la temperatura del fluido en su fase de impulsión debemos aplicar la siguiente expresión donde todos los datos son conocidos a partir de la gráfica anterior o se han expuesto con anterioridad a lo largo del anexo.

$$\vartheta_V = \Delta\vartheta_{V,des} + \vartheta_{Vi}$$

donde;

$\Delta\vartheta_{V,des}=\Delta\vartheta_{H,des}$ + Ϭ/2 → Ϭ es el salto térmico que se tomará como 5 según aconseja la normativa vigente.

T(m)	Qmax [W/m2]	Qg [W/m2]	$\vartheta_{H,max}$ [ºC]	Ϭ [ºC]	ΔϑV,max [ºC]	ϑV [ºC]
0.15	78.48	78.576	13.618	5	16.118	36.12

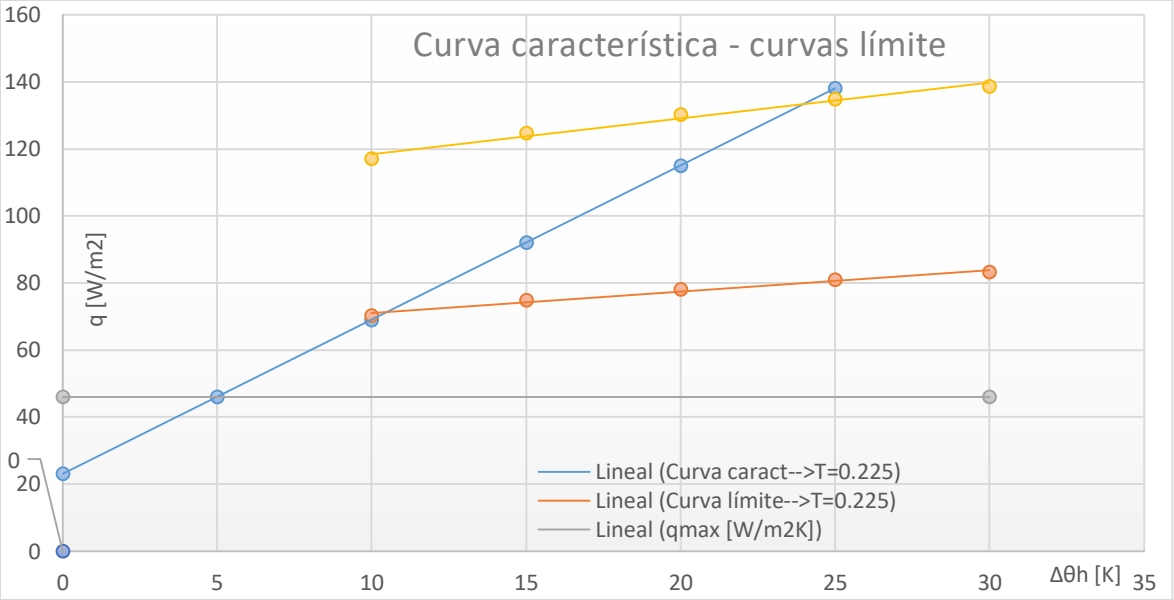
La temperatura de impulsión de calefacción es de: **ϑ_V=36.12ºC con un paso de T=0.15m.**

3.5.7.8. Obtención del salto térmico y paso en resto de estancias

Partimos de la premisa de que la temperatura de impulsión (ϑV [ºC]) permanece constante en todas las estancias, de éste modo solo tenemos que limitarnos a hallar en cada habitáculo el paso T correspondiente para que el salto térmico Ϭ se quede dentro de los límites establecidos por la norma (5ºC<Ϭ<15ºC)

A continuación se analizará detenidamente el caso de una estancia, concretamente el "Salón-Comedor", detenidamente, exponiendo a continuación los resultados del resto de las estancias sin necesidad de repetir el proceso de obtención, ya que es igual al del salón-comedor.

Al obtener con anterioridad las cargas térmicas de calefacción, hemos obtenido una q=63.67 W/m^2 en el salón, si comenzamos a comprobar para los distintos pasos de T, fijando como máximo ese valor vemos que la que más se aproxima sin pasarse es cuando T=0.225m, ya que para T=0.3m la curva límite inferior queda por debajo de la línea horizontal que marca la qmax exigida.



Así, en el punto de corte de la curva característica con la curva límite inferior obtenemos un valor de q=71.4145 W/m2, junto con una temperatura en el eje Y=10.5249ºC obteniendo los siguientes resultados:

T(m)	Qmax [W/m2]	Qg [W/m2]	$\vartheta_{H,max}$ [ºC]	ϭ [ºC]	$\Delta\vartheta V,max$ [ºC]	ϑV [ºC]
0.2	63.67	71.4145	12.658	6.924	16.12	36.12

Como podemos observar, la temperatura de impulsión la mantenemos constante y el valor del salto térmico está dentro de los márgenes permitidos por la normativa vigente.

En la siguiente tabla se exponen los pasos (T) de todos los habitáculos de la vivienda a modo de resumen.

Habit.	T(m)	Qmax [W/m2]	Qg [W/m2]	$\vartheta_{H,max}$ [ºC]	Ϭ [ºC]	$\Delta\vartheta V,max$ [ºC]	ϑV [ºC]
Salón	0.2	63.67	71.4145	12.658	6.924	16.12	36.12
Cocina	0.15	78.48	78.576	13.618	5	16.12	36.12
Habi. 1	0.15	50.4	78.576	13.618	5.004	16.12	36.12
Habi. 2	0.225	51.89	75.126	11.28	9.68	16.12	36.12
Habi. 3	0.225	51.83	75.126	11.28	9.68	16.12	36.12
Habi. 4	0.225	57.38	75.127	12.474	7.292	16.12	36.12
Habi. 5	0.225	57.44	75.127	11.267	9.7	16.12	36.12
Baño 1	0.2	44.99	70.53	8.994	6.25	12.12	36.12
Baño 2	0.225	42.94	75.126	9.335	5.57	12.12	36.12
Baño 3	0.2	46.07	70.53	9.16	5.92	12.12	36.12
Distri.	0.375	24.98	43.33	8.64	14.96	16.12	36.12

Tabla 96: Paso de tubos en habitáculos de vivienda

3.5.7.9. Cálculo del caudal de agua

El cálculo del caudal de flujo de diseño que tiene que circular por las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión dada por la noma UNE-EN-1264-3:2009

$$m_H = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot c_W} \cdot \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\vartheta_i - \vartheta_u}{q \cdot R_u}\right)$$

Ecuación 26: Caudal de flujo de diseño

Donde;

-CW →Calor específico del agua (4190 J/kg.K)

-Ro → Resistencia a la transmisión hacia arriba del suelo radiante

-Ru → Resistencia a la transmisión hacia abajo del suelo radiante

-ϑi →Temperatura interior de acuerdo a UNE-EN-1264-2:2009

-ϑu →Temperatura interior de la habitación (en nuestro caso suelo sanitario) debajo de la instalación de suelo radiante.

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda;B} + \frac{s_u}{\lambda_u}$$

Teniendo en cuenta todo lo anterior, obtenemos los siguientes caudales para las distintas estancias de la vivienda:

Estancia	A_F(m2)	q (W/m^2)	ϭ (ºC)	cW (J/kg K)	Ro (m^2K/W)	Ru (m^2K/W)	ϑi (ºC)	ϑu (ºC)	m_H (l/s)
Salón	27.8	63.67	6.924	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,074**
Cocina	13.25	78.48	5	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,058**
Hab. 1	8.2	50.4	5.004	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,025**
Habi. 2	10.25	51.89	9.68	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,016**
Habi. 3	10.25	51.83	9.68	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,016**
Habit. 4	19.25	57.38	7.292	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,044**
Habit. 5	19.25	57.44	9.7	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,033**
Baño 1	6.3	44.99	6.25	4190	0.0423	1.25	24	6	**0,015**
Baño 2	6.6	42.94	5.57	4190	0.0423	1.25	24	6	**0,017**
Baño 3	6.6	46.07	5.92	4190	0.0423	1.25	24	6	**0,017**
Distribu	10.2	24.98	14.96	4190	0.0423	1.25	20	6	**0,006**

Tabla 97: Caudales para diferentes estancias de la vivienda

El resultado sería el caudal necesario en cada uno de los circuitos que corresponden a las diferentes estancias, éstos caudales podrán ajustarse posteriormente tras la instalación mediante el colector instalado en la vivienda.

3.5.7.10. Cálculo de longitud de tubos

Para el cálculo de la longitud de tubo necesaria para cada circuito utilizamos la siguiente expresión presente en la norma que venimos utilizando en éste anexo:

$$L = \frac{A_F}{T} + 2l$$

Ecuación 27: Longitud tubos

Donde;

A_F →Superficie de la zona estudiada

T →Es el paso calculado anteriormente

l →distancia entre el colector y la estancia a climatizar

De ésta manera obtenemos los siguientes datos:

Estancia	A_F(m2)	T (m)	l (lm)	L (m)
Salón	27.8	0.2	3	**145**
Cocina	13.25	0.15	4.4	**97.13**
Hab. 1	8.2	0.15	3	**60.67**
Habi. 2	10.25	0.225	2.5	**50.56**
Habi. 3	10.25	0.225	1.5	**48.56**
Habit. 4	19.25	0.225	5.7	**96.96**
Habit. 5	19.25	0.225	6.46	**98.48**
Baño 1	6.3	0.2	5	**41.50**
Baño 2	6.6	0.225	5	**39.33**
Baño 3	6.6	0.2	1.5	**36**

Tabla 98: Longitud tubos

A efectos de que ningún circuito tenga más de 120 m lineales procedemos a, concretamente en el salón, hacer una subdivisión del circuito resultante quedando como finales los datos siguientes

Estancia	Denominación	L(m)	Estancia	Denominación	L(m)
Salón	C1	**72.5**	**Habita. 4**	C7	**96.96**
Salón	C2	**72.5**	**Habita. 5**	C8	**98.48**
Cocina	C3	**97.13**	**Baño 1**	C9	**41.50**
Habit. 1	C4	**60.67**	**Baño 2**	C10	**39.33**
Habit. 2	C5	**50.56**	**Baño 3**	C11	**36**
Habita.3	C6	**48.56**			

Tabla 99: Tabla resumen longitud tubos

3.5.7.11. Diseño de circuitos

Nos hemos decantado en ésta ocasión por configuración en espiral debido a que la planta a climatizar posee una forma geométrica sencilla, teniendo como ventaja que contiene curvas menos pronunciadas y que las tuberías de ida y de retorno siempre son contiguas, estando siempre la tubería más caliente junto a la más fría produciendo una homogeneización de la temperatura excelente.[5]

[5] La configuración en doble serpentín también permite una homogeneización muy buena ya que al igual que en espiral la tubería más fría y más caliente están siempre próximas.



3.5.8. Pérdidas de carga

En éste epígrafe se desgrana el cálculo de las pérdidas de carga, esenciales para el cálculo de nuestra instalación de suelo radiante, ya que el valor de éstas va ligado íntimamente al dimensionado de la bomba de impulsión del fluido. El caudal con el que trabajaremos es con la suma de los caudales de todas las estancias por separado.

$$m_{H,total} = 0.321\ [l/s] = 0.000321\ [m^3/s] = 3.21 * 10^{-4}\ [m^3/s]$$

Ecuación 28: Caudal de funcionamiento

A continuación se van a desglosar las distintas pérdidas de cargas cuya suma forman la pérdida de carga total de la instalación y que vendrán dadas por:

-Perdidas de carga en el circuito

-Perdidas de carga de accesorios

-Pérdidas de carga en la bomba

-Pérdidas de carga en el colector.

-Pérdida de carga debido a la altura → puede despreciarse.

3.5.8.1. Pérdidas de carga en circuito

Para la obtención del valor de la pérdida de carga en el circuito utilizaremos la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$\Delta P = \frac{V^2}{2g} * f * \frac{L}{D}$$

Ecuación 29: Pérdidas de carga en circuito

Donde:

- La velocidad del fluido vendrá dada por el caudal ya calculado y la sección de la tubería, también conocida.
- La longitud (L) también es conocida ya que se ha calculado con anterioridad
- El factor de fricción depende de si el fluido tiene régimen laminar o turbulento en el interior de la tubería, a continuación pasamos a calcular el valor de *f* de nuestra tubería

Para saber el régimen en el que el agua circula por la tubería partimos del cálculo del número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho agua * V * Dint}{\mu}$$

Ecuación 30: Número de Reynolds

Donde;

- V→ Es la velocidad del fluido que se obtiene dividiendo el caudal entre la sección [m/s].
- ρ_{agua} → Densidad del agua [kg/m^3]
- μ →Es la viscosidad cinemática [0.000891 kg/m*s]

A partir de los datos anteriores concluimos lo siguiente:

-Si Re<2000 →Régimen lamina

$$f = \frac{64}{Re}$$

Ecuación 31: Coeficiente de fricción

-Si 2000<Re<4000 →Régimen transitorio

-Si Re>4000 → Régimen turbulento

Si el régimen es transitorio podemos optar entre dos valores de f, uno tomado como laminar y otro como turbulento[6], siempre cogeremos el más desfavorable que es cuando se encuentra en régimen turbulento. Tanto para régimen transitorio como para régimen turbulento hallamos f mediante el diagrama de Moody donde f queda en función del número de Reynolds y de la relación $(\frac{\varepsilon}{D_{int}})$. En nuestro caso y para tenerlo preparado para el caso, el valor de la rugosidad absoluta del tubo que va a ser utilizado es de ε=0.007 [mm], siendo el diámetro interior del tubo, como ya es sabido de D_{int}= 16 [mm], obteniendo con los datos anteriores un valor de :

$$(\frac{\varepsilon}{D_{int}})=0.000437$$

A continuación, y acorde a lo expuesto anteriormente, se expone una tabla con las pérdidas de carga debido al circuito en cada estancia.

Estancia	Caudal [m^3/s]	Sección [m^2]	V [m/s]	Re	f	ΔP [mca]	ΔP [Pa]
Salón 1	3,7E-05	2,011E-04	0,184	3304,56	0,043	0,336	3297,90
Salón 2	3,7E-05	2,011E-04	0,184	3304,56	0,043	0,336	3297,90
Cocina	5,8E-05	2,011E-04	0,288	5180,12	0,038	0,966	9468,23
Habit. 1	2,5E-05	2,011E-04	0,124	2232,81	0,048	0,143	1406,45
Habita. 2	1,6E-05	2,011E-04	0,080	1429,00	0,045	0,046	447,94
Habita. 3	1,6E-05	2,011E-04	0,080	1429,00	0,045	0,044	430,22
Habita. 4	4,4E-05	2,011E-04	0,219	3929,74	0,029	0,423	4148,51
Habita. 5	3,3E-05	2,011E-04	0,164	2947,31	0,044	0,372	3646,34
Baño 1	1,5E-05	2,011E-04	0,075	1339,68	0,048	0,035	344,70
Baño 2	1,7E-05	2,011E-04	0,085	1518,31	0,042	0,038	370,23
Baño 3	1,7E-05	2,011E-04	0,085	1518,31	0,042	0,035	338,88
Distribuidor	6,0E-06	2,011E-04	0,030	535,87	0,119	0,010	100,34

Tabla 100: Pérdidas de carga en cada estancia de la vivienda

Se puede deducir fácilmente a la vista de los resultados anteriores que la estancia con mayor pérdida de carga es la cocina con:

[6] Para la obtención más precisa del factor "f" hemos utilizado la siguiente aplicación informática: http://maleyengineeringprojects.weebly.com/moody-chart-calculator.html

$$\Delta P_{CIRCUITO} = 0.9468 \text{ KPa}$$

Ecuación 32: Pérdida de carga del circuito

3.5.8.2. Pérdidas de carga en accesorios

Para el cálculo de ésta pérdida de carga nos basta con atender a la norma UNE-EN-149201, la cual nos índica como válido un valor del 30% de la perdida de carga del circuito como correcto para el cálculo de ésta partida, así, obtenemos el siguiente valor:

$$\Delta P_{accesorios} = 0.284 \text{ KPa}$$

Ecuación 33: Pérdidas de carga en accesorios

3.5.8.3. Pérdidas de carga en caldera

Nos referimos a ésta pérdida de carga como la correspondiente a la tubería que va de la sala de calderas hasta el colector que distribuye a los diferentes circuitos, para ello nos vamos a ayudar del diagrama proporcionado por la casa comercial UPONOR, advirtiendo que ésta considera que las pérdidas de carga debidas a ésta partida no superen 0.2 KPa/m.

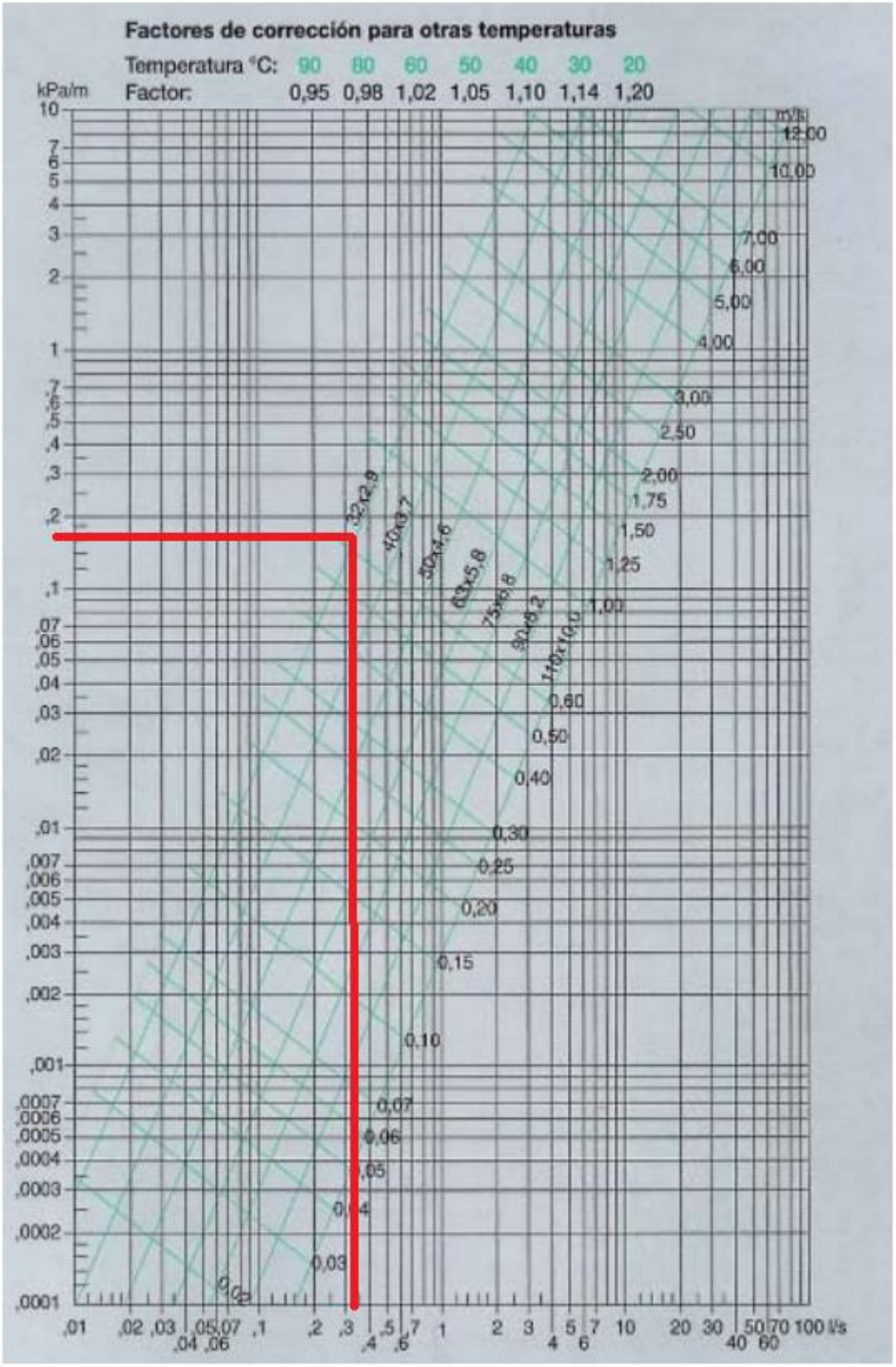
Al tener un solo colector para toda la vivienda, se verá alimentado por una única tubería desde la sala de calderas que tendrá que alimentar un caudal de $m_{H.total}$= 0.321 [l/s]

Como nos desprende el gráfico, usaremos para la conexión sala de calderas – colector una tubería de 32 x 2.9 [mm] que nos proporciona una pérdida de carga de 0.18 KPa/m, no superando el límite de 0.2 Kpa/m referido en el manual de ésta casa comercial así como aconsejado por la normativa vigente.

Al multiplicar por la distancia que separa el colector de la caldera (ésta se instalará en un cuarto anexo a la propiedad y no siendo objeto de estudio normativo en éste proyecto) obtenemos la perdida de carga total:

$$\Delta P_{caldera/colector} = 0.18*10=1.8 \text{ KPa}$$

Ecuación 34: Pérdida de carga en caldera



Ecuación 35: Factor de corrección por temperatura suelo radiante

3.5.8.4. Pérdidas de carga en colector

Apoyándonos de nuevo en la casa comercial UPONOR, usamos el gráfico de pérdidas de carga en colectores usado por ellos para obtener directamente, en función de nuestro caudad (0.321 l/s) y el número de circuitos que recoge nuestro colector (12), la pérdida de carga sufrida debida a ésta instalación.

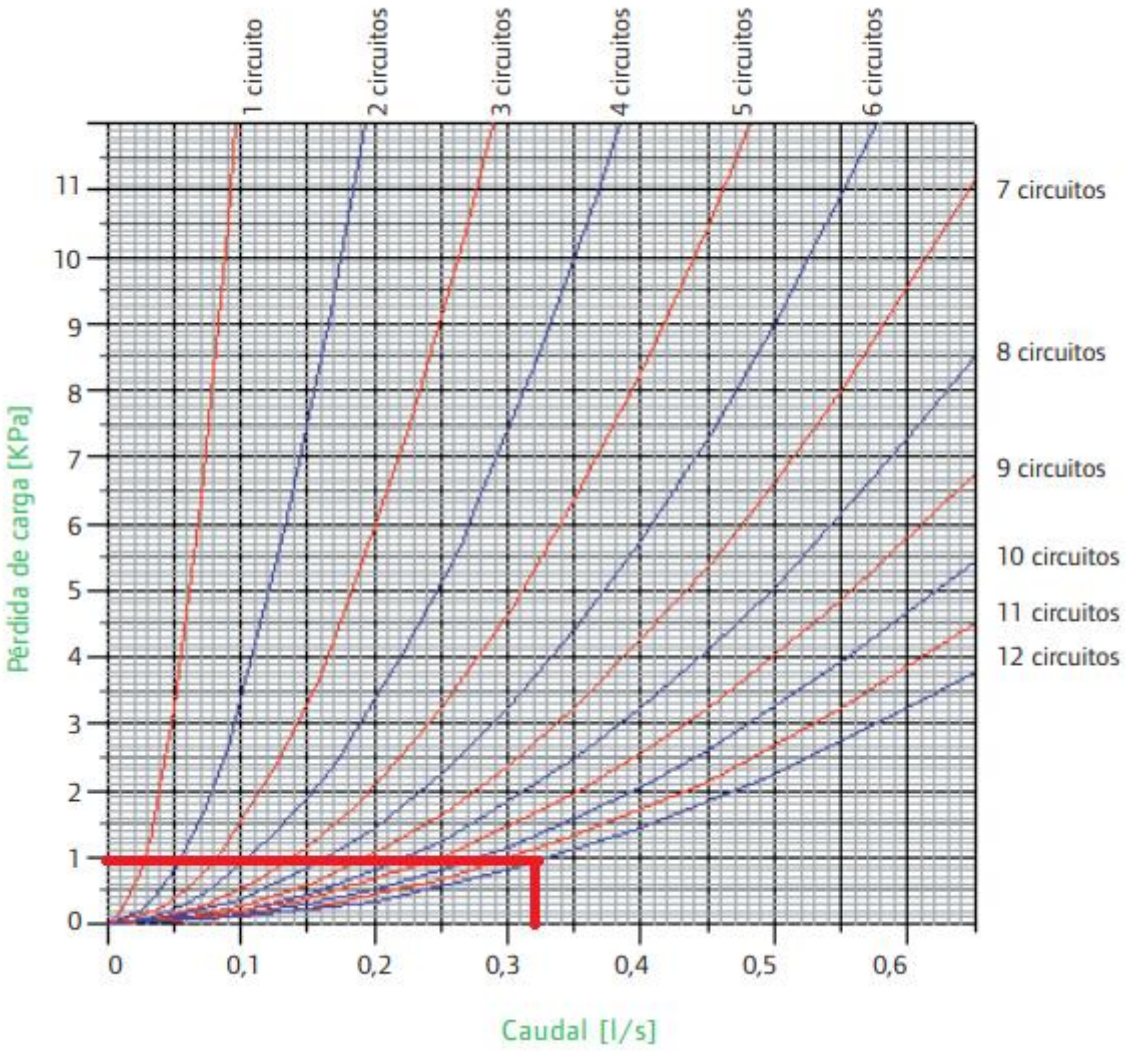


Figura 40: Pérdida de carga en colector

Se puede apreciar claramente que las pérdidas de carga debidas al colector son en éste caso de:

$$\Delta P_{colector} = 1 \text{ KPa}$$

Ecuación 36: Pérdida de carga en colector

3.5.8.5. Pérdidas de carga debido a la altura

Estas pérdidas de carga son debidas a la acción de la gravedad, desde la impulsión hasta el colector, debido a desniveles del terreno por tratarse de una zona rural existe una altura de 1.5m, por lo que la pérdida de carga correspondiente a ésta altura será:

Para concluir, sumamos todas las pérdidas de cargas calculadas como se indicó en su momento y obtenemos la pérdida de carga a tener en cuenta para el resto de cálculos:

$$\Delta P_H = \rho * g * H = 14.7 \text{ KPa}$$

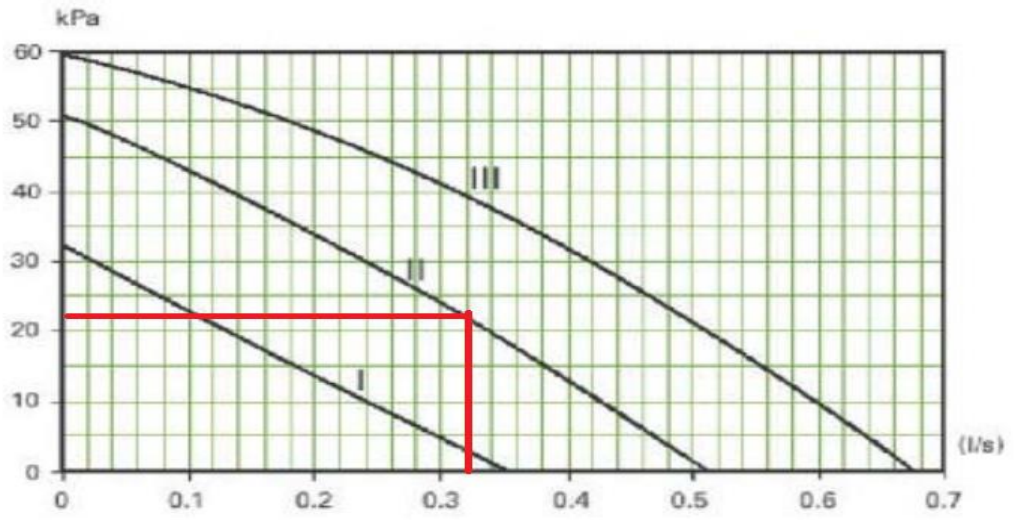
Ecuación 37: Pérdida de carga debido a la altura

$$\Delta P_{TOTAL} = \Delta P_{CIRCUITO} + \Delta P_{accesorios} + \Delta P_{caldera/colector} + \Delta P_{colector} + \Delta P_H = 18.73 \text{ KPa}$$

3.5.9. Determinación el grupo de impulsión

La bomba de impulsión se encarga de mandar el fluido a todos los circuitos de la vivienda, para elegir correctamente la bomba elegida, vamos a basarnos en diagramas de bombas para suelos radiantes de distintos fabricantes, eligiendo finalmente el que mejor se adapte a nuestras necesidades.

En ésta ocasión nos hemos decantado por un grupo de impulsión de la casa UPONOR, el cual incluye un sistema de compensación de temperatura, la centralita además de automatizar el funcionamiento y parada protege contra el bloqueo y congelación del agua. Otra función función fundamental de la centralita es garantizar la temperatura de impulsión en cada habitáculo permitiendo seleccionar temperaturas inferiores en horas de sueño.



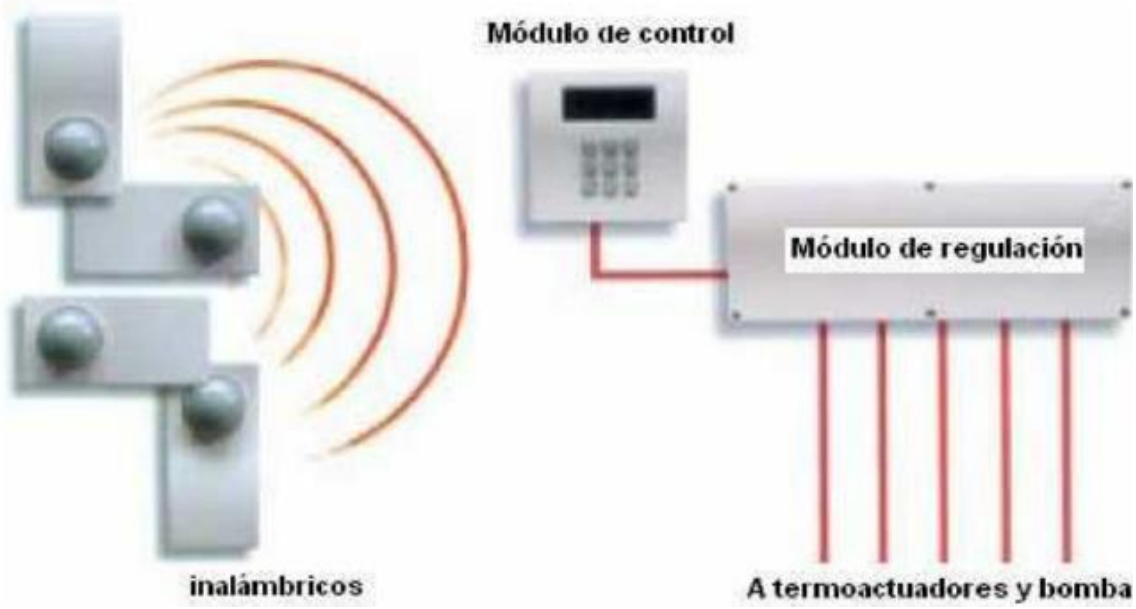
Como podemos ver en la figura adjunta, seleccionaremos un grupo UPS 25-60 correspondiente a la curva II de la gráfica, no obstante hay que hacerle una modificación al grupo que expongo seguidamente. La capacidad de la bomba, haciendo circular un caudal de 0.321 l/s con velocidad II es de 23 KPa, superior a lo necesitado por el sistema (18.73 KPa), esto conllevará una caída de temperatura que puede afectar a las condiciones de entrada de nuestro fluido en la vivienda, por lo tanto, "idealmente" habría que instalar una válvula en el retorno que produjese una pérdida de carga de 23-18.73=4.27 Kpa para un caudal de 0.321 l/s

3.5.10. Sistema de regulación y control

Con el fin de conseguir un grado de confort adecuado así como minimizar el consumo energético es necesario la instalación de un sistema de regulación y control que en la vivienda que esta siendo estudiada constará de las siguientes partes:

Cada circuito dispondrá de un termostato independiente instalado en la pared cuya función es enviar los datos al módulo de control principal que regulará el grupo de impulsión del sistema (descrito en el punto anterior) y la apertura y cierre de las electroválvulas en el colector. Con esto lograremos una temperatura idónea en cada estancia de la vivienda.

La instalación descrita prescinde de cableado ya que se compone de termostatos-transmisores que envía señales de radio al módulo de control, pudiendo recibir éste señales de hasta 12 termostatos transistores que precisamente, son los circuitos instalados en nuestra vivienda. Cuando las señales llegan al módulo de control principal son analizadas y controlan los cabezales electro térmicos y la bomba circuladora.



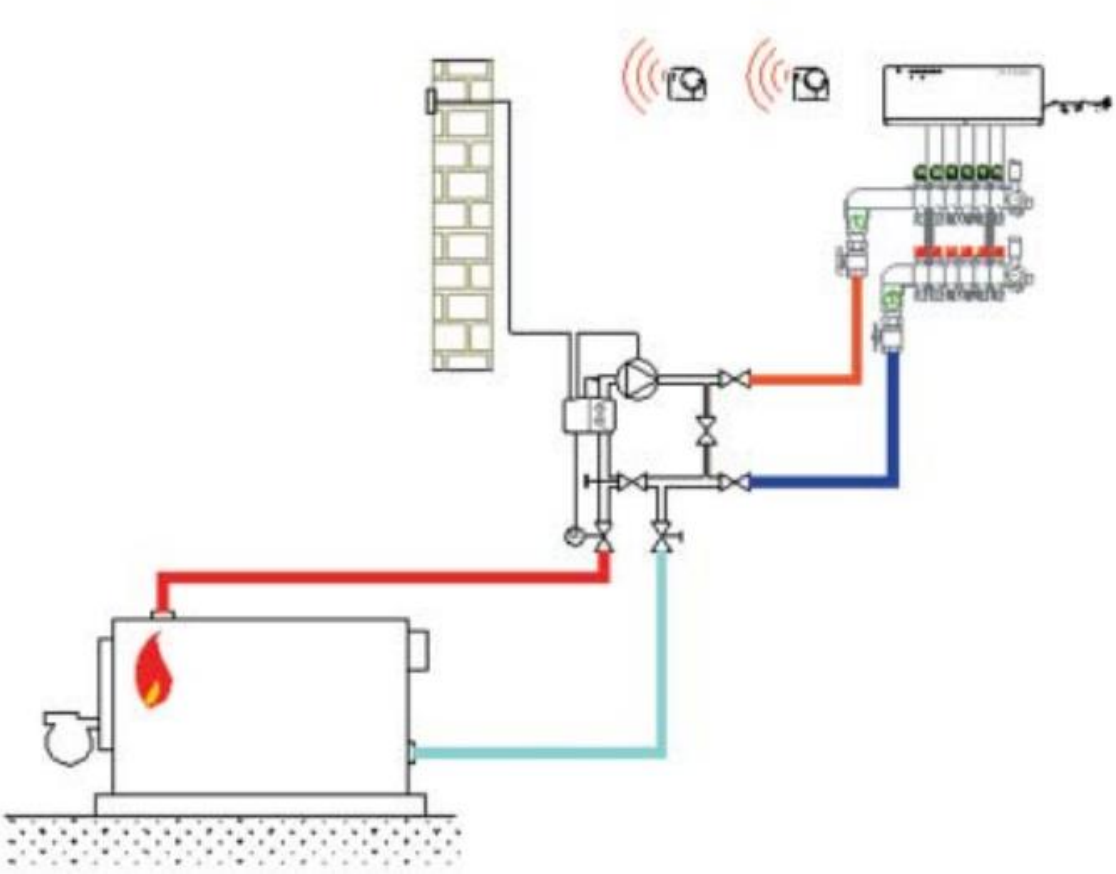


Figura 41: Esquema de regulación de temperatura

Apéndice 3D: Curvas características y curvas límites para distintos pasos y q(máxima de cálculo)=78.48 [W/m2K]

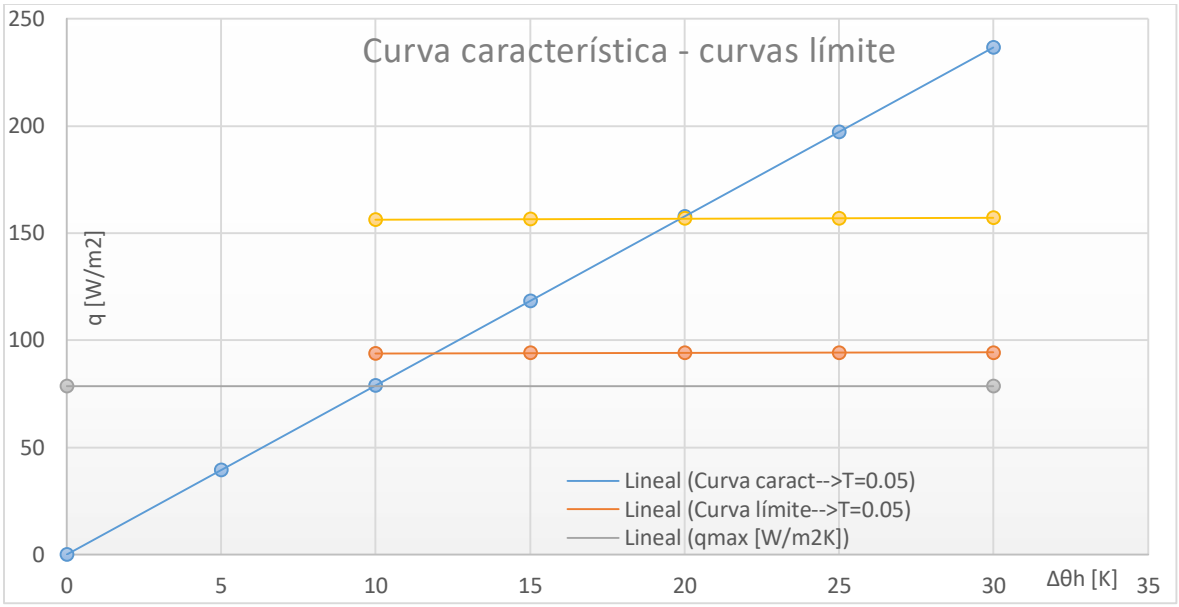


Tabla 101: Curva característica y curva límite para T=0.05 m

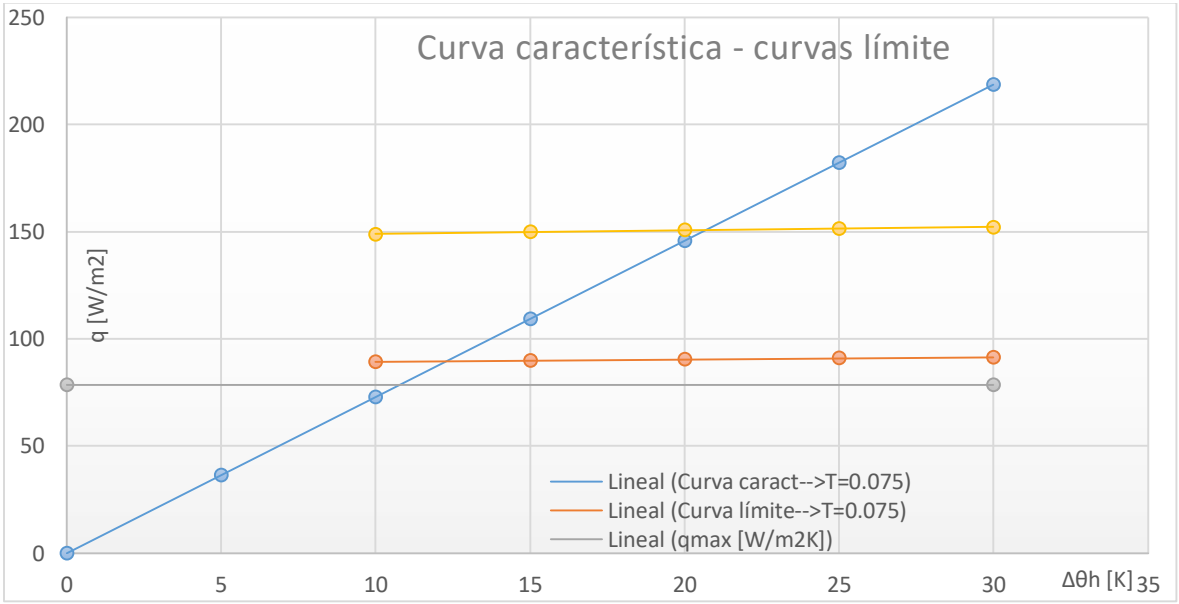


Tabla 102: Curva característica y curva límite para T=0.075 m

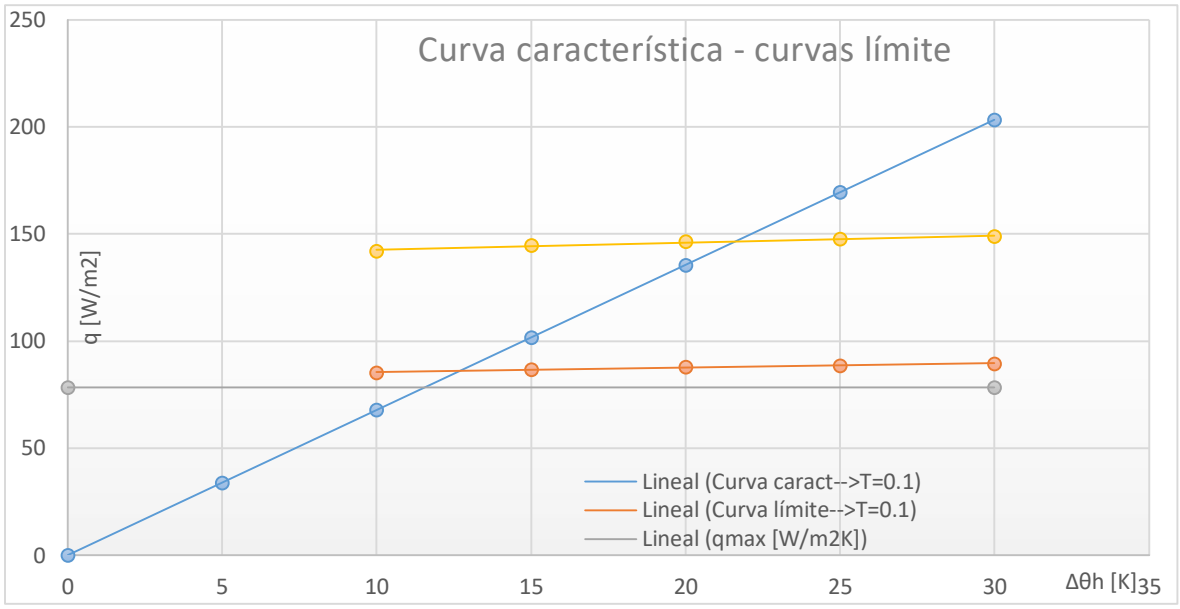


Tabla 103: Curva característica y curva límite para T=0.1 m

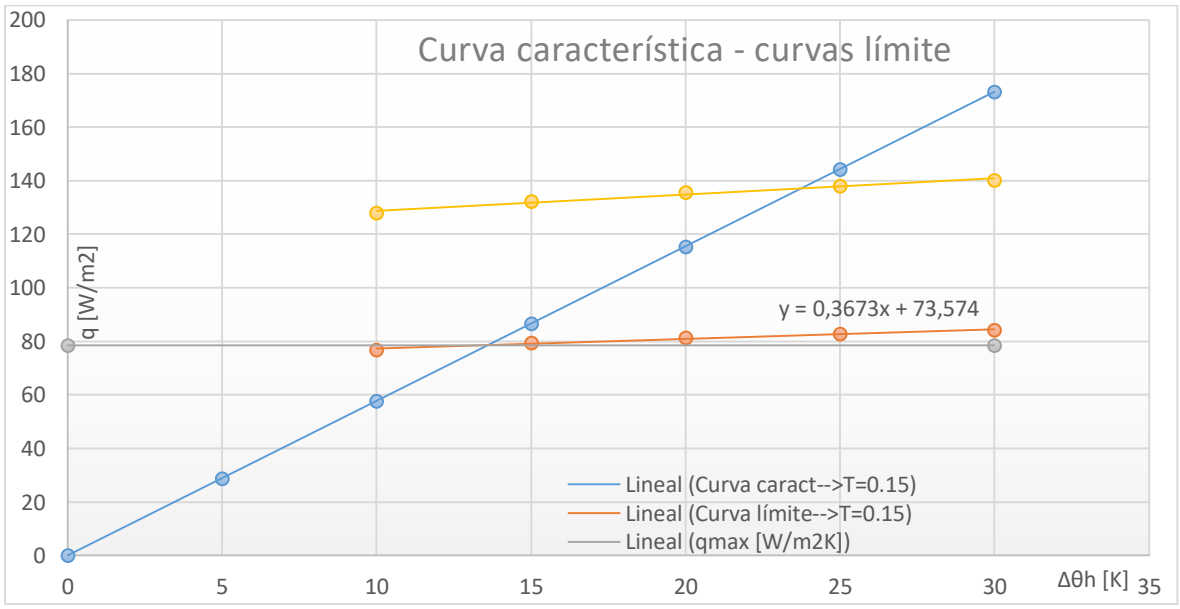


Tabla 104: Curva característica y curva límite para T=0.15 m

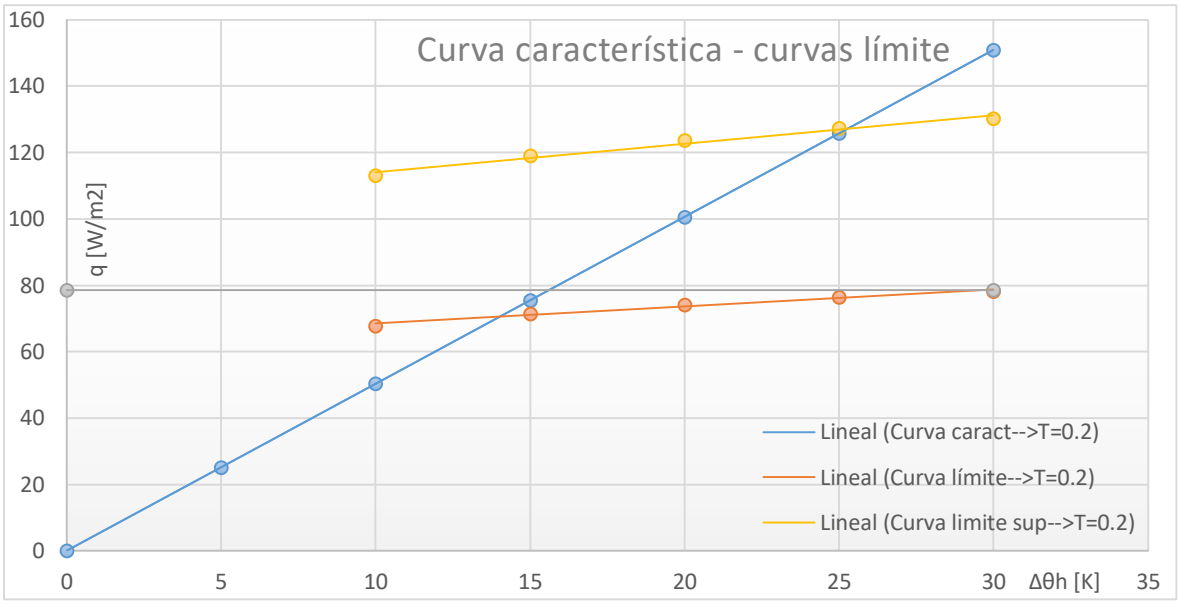


Tabla 105: Curva característica y curva límite para T=0.2 m

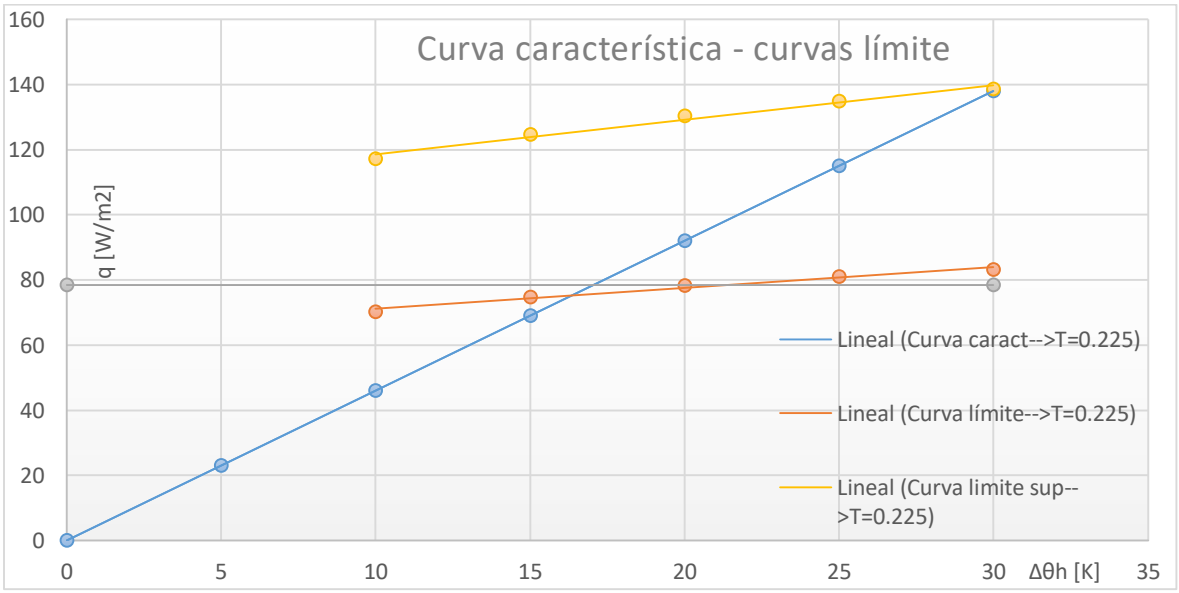


Tabla 106: Curva característica y curva límite para T=0.225 m

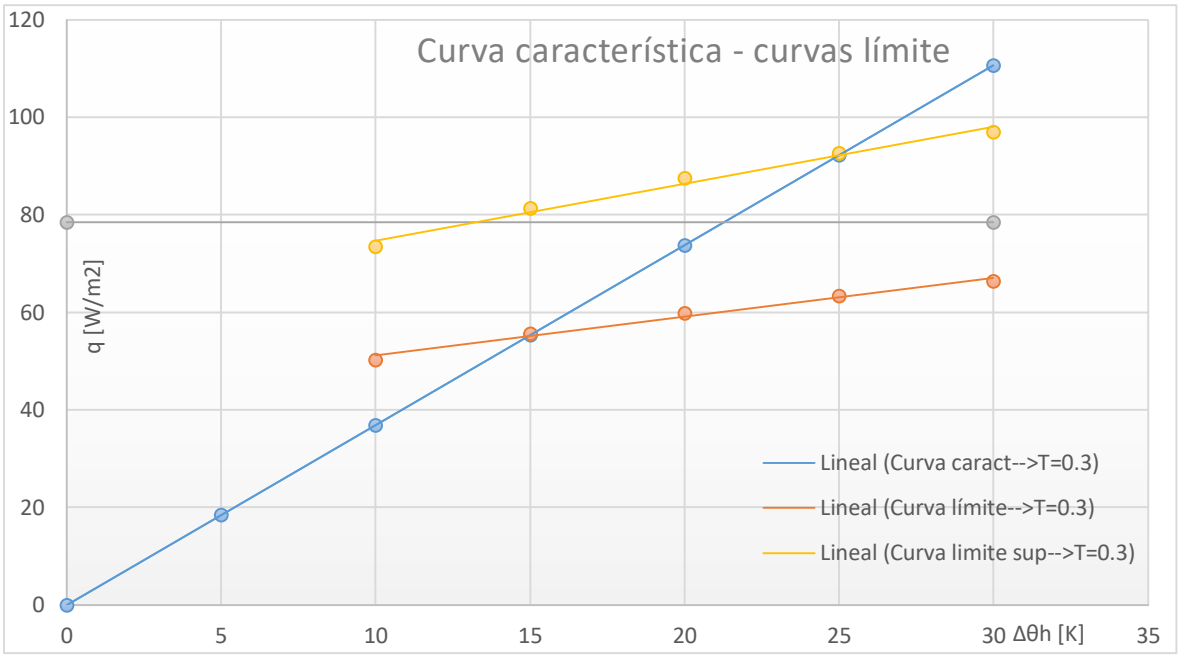


Tabla 107: Curva característica y curva límite para T=0.3 m

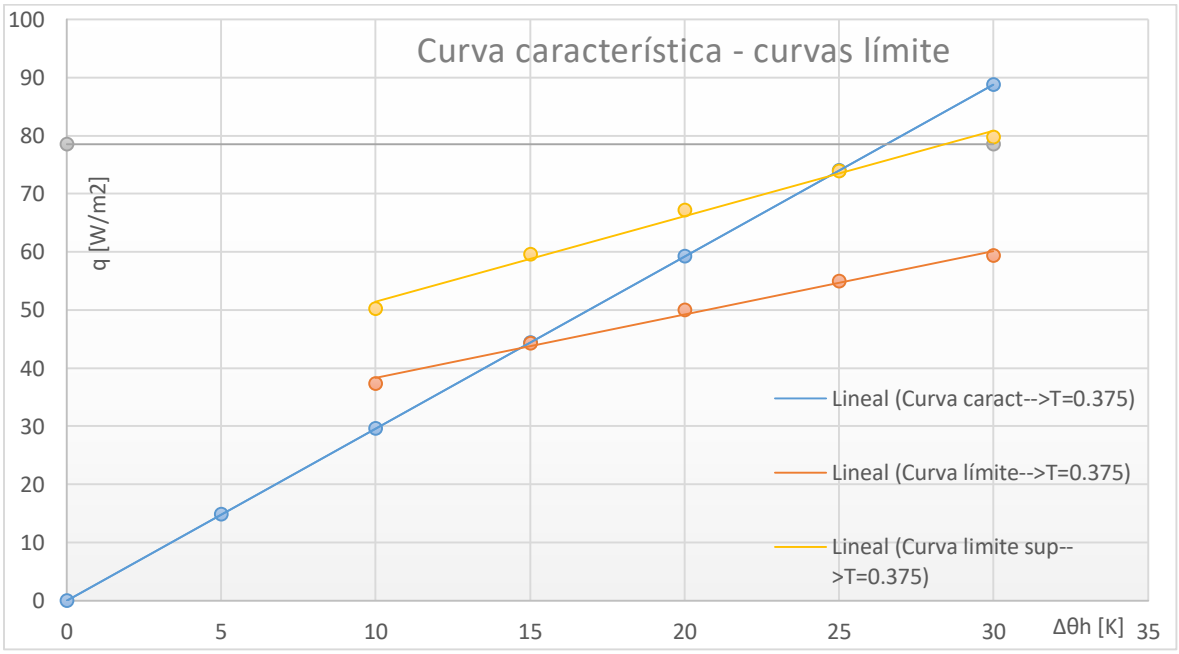


Tabla 108: Curva característica y curva límite para T=0.375 m

3.6. Diseño y cálculo de instalación solar térmica

3.6.1. Requisitos generales

3.6.2. Generalidades

3.6.3. Fluido caloportador

3.6.4. Protección contra heladas

3.6.5. Protección contra sobrecalentamientos

3.6.6. Resistencia a la presión

3.6.7. Prevención de flujo inverso

3.6.8. Sistema de circulación

3.6.9. Sistema de transferencia de calor

3.6.10. Sistema de expansión

3.6.11. Sistema de energía auxiliar

3.6.12. Aplicación

3.6.13. Desarrollo técnico

3.6.13.1. Datos de partida

3.6.13.2. Demanda energética por consumo de ACS

3.6.14. Sistema de captación

3.6.14.1. Elección de captadores

3.6.14.2 Cálculo de la energía absorbida por los captadores

3.6.14.3 Cálculo de la producción energética: método f-chart

3.6.15. Sistema de acumulación

3.6.16. Energía auxiliar

3.6.17. Circuito hidráulico

3.6.17.1. Cálculo de pérdidas de carga en la instalación

3.6.17.2. Cálculo de la bomba de circulación

3.6.17.3 Cálculo de vaso de expansión

3.6.18. Sistema de regulación y control

3.6.19. Aislamiento

3.6.1. Requisitos generales

3.6.2. Generalidades

Para la instalación solar térmica que va a ser diseñada y calculada a continuación han sido tenidos en cuenta los siguientes documentos:

-Pliego de Condiciones técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura. (IDAE)

-Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) junto con sus instrucciones técnicas (IT).

-Normas UNE sobre energía solar térmica listada en su apartado correspondiente.

-Todo lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

La instalación está englobada dentro de la denominada por norma como "*Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos"* denominando a éstos cómo aquellos sistemas construidos de forma única o montados eligiéndolos de una lista de componentes, a la vez está englobada dentro de "*Sistemas grandes a medida"* que son diseñados para una situación específica y diseñados generalmente por ingenieros, fabricantes y otros expertos

3.6.3. Fluido caloportador

Con la finalidad de evitar congelación en el circuito primario, el fluido caloportador de éste circuito incorporará anticongelante, podrán usarse productos preparados o mezclados con agua teniendo en cuenta que por norma su punto de congelación tiene que ser inferior a la temperatura mínima histórica, en nuestro caso -8ºC manteniendo un margen de seguridad de 5ºC. El calor específico del fluido caloportador no será inferior a 3Kj/kgK y se tomaran las medidas necesarias para evitar deterioros en dicho fluido en base a la norma UNE-EN 12976-2

Para nuestro caso se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 27% con lo que garantizamos la no congelación hasta los -13ºC, de la misma manera se evita la corrosión e incrustaciones dentro de las tuberías, en caso de derrame dentro del circuito secundario, cuenta con una composicón no tóxica y aditivos estabilizantes.

En todo caso, el PH a 20ºC siempre deberá estar comprendido entre 5 y 9 siendo el contenido en salinidad, en sales de calcio y el dióxido de carbono libre acorde a la normativa vigente.

Las principales características del fluido caloportador son las siguientes:

-Densidad: 1044.72 kg/m3

-Calor específico: 3.687 KJ/kgK

-Viscosidad (45ºC): 2.81 mPa.s

3.6.4. Protección contra heladas

La norma establece que cualquier elemento instalado en interior y cuya temperatura pueda bajar por debajo de 0ºC debe ser protegido contra heladas, en nuestro caso no se prevé en el interior de la vivienda ni en la sala de calderas una temperatura inferior a 0ºC.

3.6.5. Protección contra sobrecalentamientos

Al igual que es innecesario la protección contra heladas, habrá que tener especial cuidado en protección contra sobrecalentamientos, ya que en nuestro sistema se prevén altas radiaciones solares durante épocas de poco consumo de agua caliente. Se ha elegido un "*Sistema de drenaje exterior",* teniendo que garantizar en éste caso que el agua caliente o vapor del drenaje no suponga ningún peligro para los habitantes y que a la vez no provoque ningún daño en la instalación.

3.6.6. Resistencia a la presión

Para éste apartado habrá que cumplir lo exigido por la norma UNE-EN 12976-1

3.6.7. Prevención de flujo inverso

En sistemas de circulación forzada como es nuestro caso, la norma aconseja utilizar una válvula anti retorno para evitar flujo inverso indeseado en ningún circuito del sistema.

3.6.8. Sistema de circulación

El sistema de circulación de la instalación será forzada, lo que significa que requerirá un sistema de bombeo, existen los llamados equipos termosifones que son equipos compactos para pequeñas viviendas que carecen de sistema de bombeo, a priori éste tipo de equipos podrían ser mejores para el caso que estamos estudiando, pero cuenta con algunas desventajas que hacen que nos decantemos por circulación forzada y que expongo a continuación:

-En el sistema forzado el acumulador no se encuentra en el tejado, lo que hace que la vida de éste sea de hasta tres veces la de un acumulador expuestos a la intemperie.

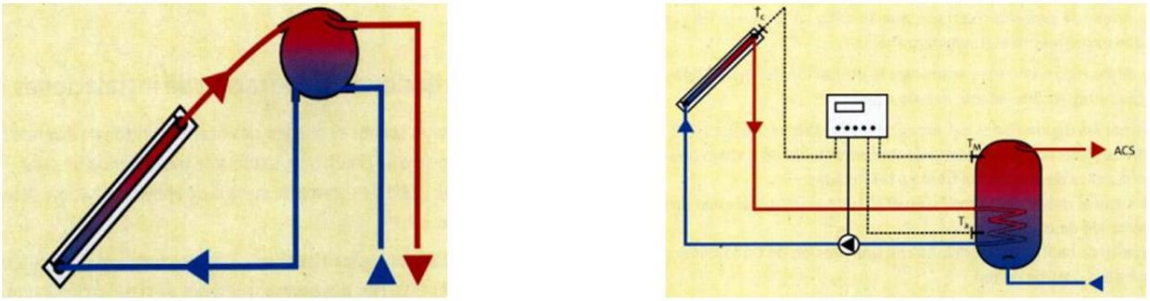
-Al ser una vivienda antigua no disponemos de datos corroborados de la resistencia del tejado a un peso puntual y considerable como sería el de un sistema termosifón.

-La capacidad del acumulador en un sistema de circulación forzada es superior al de un sistema termosifón.

No obstante también tiene algunas desventajas, que a mi parecer no son suficientes para desechar la idea de instalación de un sistema de circulación forzada:

-El circuito cerrado es más largo por lo que obtendremos algo más de pérdidas en la instalación.

-Es una instalación más compleja, lo que requerirá de otro tipo de mantenimiento y podrá ser más propenso a averías.



Instalación por termosifón directa

Instalación con circulación forzada

Figura 42: Instalación por termosifón vs. circulación forzada

3.6.9. Sistema de transferencia de calor

La instalación dispondrá de un sistema intercambiador de calor interno, denominado de tipo sumergido, ya que el volumen de acumulación que se prevé para la instalación no es excesivo (menos de 400 litros), si el volumen de acumulación fuese superior a 400 l tendríamos que usar un sistema de intercambiador de calor externo.

3.6.10. Sistema de expansión

Para comprender el funcionamiento del sistema de expansión nos servirá su definición, es una parte de nuestra instalación cuya función es absorber el aumento de presión del agua que hay en el circuito, principalmente cuando arranca la caldera y la temperatura del agua aumenta.

En nuestro caso nos hemos decantado por un sistema de expansión cerrado consistente éste en un depósito cerrado y dividido por una membrana, una zona está en contacto con el sistema primario y la otra zona suele tener un gas o un fluido diferente al primario, al aumentar la presión en el primario presiona la membrana y comprimiendo la segunda cámara y “amortiguando” esa diferencia de presión. Tiene algunas ventajas respecto a un sistema de expansión abierto como son la facilidad de montaje, ya que puede instalarse en la misma sala de calderas; y el no tener que instalar conductos de gran longitud entre la caldera y el depósito como pasaría en un sistema de expansión abierto.

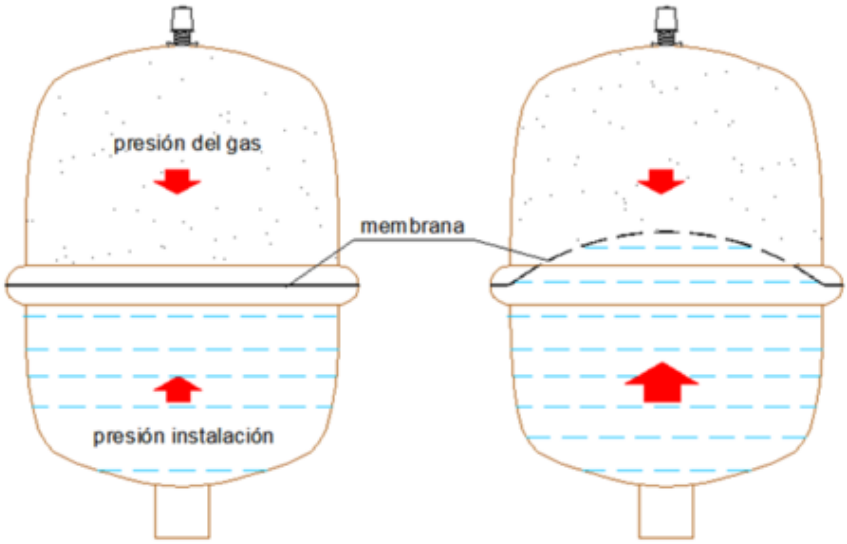


Figura 43: Vaso de expansión

3.6.11. Sistema de energía auxiliar

Usaremos un sistema de energía auxiliar denominado según norma como "*Sistema de energía auxiliar en línea centralizado", e*l sistema de aporte de energía auxiliar a la solar térmica se hará mediante una caldera de biomasa la cuál asegurará la disponibilidad de agua caliente en todo momento ya que el sistema solar térmico no garantiza esto durante las 24 h. del día. El diseño y dimensionamiento se hará en su apartado correspondiente.

3.6.12. Aplicación

La instalación, tendrá su uso para el abastecimiento de agua caliente sanitaria, obteniendo apoyo en los meses mas desfavorables como hemos dicho anteriormente de una caldera de biomasa. Es una combinación muy aconsejable, ya que por un lado, los meses de mas temperatura exterior (verano) no hará falta prácticamente acudir a la caldera de biomasa para obtener el 100% de ACS necesaria en la vivienda y los meses de invierno, donde habrá que aportarle al sistema solar energía auxiliar coincide con los meses en los que la caldera estará en funcionamiento para la calefacción. De ésta manera aprovechamos al máximo ambos recursos, desperdiciando lo menos posible energía en cualquier época del año.

3.6.13. Desarrollo técnico

3.6.13.1. Datos de partida

- *Localización*: Carretera Alcaparrosa (JV503) km 3.3. Andújar (Jaén)
- *Zona Climática*: V →Se ha de satisfacer un 60% de la demanda.
- *Factor de corrección atmosférica:* Zona rural →1.05
- *Latitud:* 38º 6’ 52.7” N
- *Longitud:* 3º 59’ 27.87” O
- *Temperatura mínima registrada:* -8º
- *Ocupación*: Aproximadamente 100%
- *Tipo de edificio*: Vivienda unifamiliar
- *Datos climáticos requeridos:* Todos los datos climáticos que hacen falta para los cálculos de éste anexo vienen reflejados en el IDEA, puesto que no contamos con los datos de la población nos ceñiremos a los de Jaén.

  La tempera ambiente a tener en cuenta para cada mes del año viene dada por la tabla “*temperatura ambiente media durante las horas de sol”* del Anexo X del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura.

  La temperatura del agua en la red viene dada por la tabla 4 del Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura.

  La radiación horizontal se ha obtenido a través del pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura.

  La corrección por inclinación y latitud se obtienen a partir de las tablas correspondientes del Anexo X del Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de baja temperatura, para la latitud correcta y la inclinación de los paneles expuesta anteriormente.

  La inclinación de las placas solares que será la óptima marcada por la norma, ya que el consumo será constante a lo largo del año será igual a la latitud marcada por la vivienda: 38º

3.6.13.2. Demanda energética por consumo de ACS

	Ocupación (%)	Nº días del mes	Temperatura red (ºC)	Salto térmico (ºC)	Demanda (Mj/mes)	Demanda (kwh/mes)
Enero	100	31	9	36	1116	310
Febrero	100	28	10	35	980	272.22
Marzo	100	31	11	34	1054	292.78
Abril	100	30	13	32	960	266.67
Mayo	100	31	16	29	899	249.72
Junio	100	30	19	26	780	216.67
Julio	100	31	21	24	744	206.67
Agosto	100	31	21	24	744	206.67
Septiembre	100	30	19	26	780	216.67
Octubre	100	31	15	30	930	258.33
Noviembre	100	30	12	33	990	275
Diciembre	100	31	9	36	1116	310

Tabla 109: Demanda energética por consumo de ACS

3.6.14. Sistema de captación

3.6.14.1. Elección de captadores

La elección de los captadores se ha realizado intentando por todos los medios que durante los meses de verano, donde la caldera de biomasa no está funcionando ya que es incoherente hacer funcionar la calefacción por suelo radiante, el consumo de ACS aun siendo máximo, dependa lo mínimo posible de aporte exterior de energía, en otras palabras, evitar que durante los meses de mayo a septiembre tenga que funcionar la caldera para aportar energía al sistema de captación solar y sólo tenga que hacerlo cuando necesariamente (por motivos de calefacción) dicha caldera esté en funcionamiento "obligatorio". Además se busca que el gasto de "pellet" en la caldera a causa del ACS sea el mínimo a lo largo del año, cumpliendo rigurosamente con dos requisitos exigidos:

-Ningún mes supere el 110% de energía aportada por medio solar.

-No se supere el 100% de energía aportada por medio solar durante más de tres meses consecutivos.

A continuación se pasa a explicar numéricamente lo anteriormente expuesto:

Usando ***un solo*** captador solar con las siguientes características:

- Marca/modelo: SAUNIER DUVAL HELIOSET
- Superficie útil: 2.35 m^2

- Superficie útil de captación total: 2.35 m^2
- Longitud captador: 2.069m
- Altura del captador: 1.27 m
- Distancia mínima entre baterías de captadores: 3 m
- Factor eficiencia colector: 0.84
- Coeficiente global pérdida: 3.327

Con el captador anterior obtenemos los siguientes aportes energéticos exclusivamente por energía solar:

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Aporte (%)	46.76	58.47	72.7	80.2	86.3	99.4	107	106	97.4	76.1	57.06	42.8

Tabla 110: Aportación solar mensual final

Obteniendo un aporte total anual del 74.66%>60% exigido por la normativa vigente.

Usando dos captadores solares de las siguientes características:

- Marca/modelo: ESCOSOL SOL 2300
- Superficie útil:2.13 m2
- Superficie útil de captación total: 4.26 m2
- Longitud del captador: 1.9 m
- Altura del captador: 1.17 m
- Distancia mínima entre baterías de captadores: 2.76 m
- Factor de eficiencia del colector: 0.734
- Coeficiente global de pérdida: 5.66

Con la batería de dos captadores de las características mostradas, obtenemos los siguientes aportes energéticos exclusivamente por energía solar.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Aporte (%)	52.27	66.2	82.9	89.7	93.1	102	105.7	105.4	99.8	83.5	63.57	47.4

Obteniendo un aporte total anual del 80.07 > 60% exigido por la normativa vigente.

Ésta configuración no podemos adoptarla, ya que durante tres meses consecutivos se supera el 100% de demanda de agua caliente sanitaria, por lo tanto optamos por la primera opción.

-Rendimiento con un captador (SAUNIER DUVAL HELIOSET)

Ecuación 38: Rendimiento SAUNIER-DUVAL

Donde:

h_0: Factor óptico (0.84).

a_1: Coeficiente de pérdida (3.33).

t^e: Temperatura media (45ºC).

t^a: Temperatura ambiente (15.58ºC).

I: Irradiación solar (136.01^3W/m²).

Obtenemos un rendimiento de: μ_{medio}=0.839

La ventaja de un solo captador de mayor factor de eficiencia frente a otro sistema formado por dos colectores de menor factor de eficiencia es que abaratamos costes de mantenimiento y adquisición de equipos, siendo además más simple su instalación y menos agresiva con el entorno visualmente hablando.

3.6.14.2 Cálculo de la energía absorbida por los captadores

Para él cálculo de la energía absorbida por los captadores hay que tener en cuenta las siguientes características de los mismos:

-Radiación horizontal (kjm2/dia), obtenida como se ha expuesto anteriormente para la localidad estudiada.

-Factor de corrección “k”, también ha sido señalado con anterioridad la tabla donde se puede localizar dicho factor para la inclinación indicada..

-Factor de corrección por orientación: En nuestro caso, éste valor es igual a 1, ya que los paneles están prácticamente orientados completamente al sur.

-Factor de corrección por sombras: A falta de edificios colindantes, se ha decidido un valor de pérdida por sombra del 5% – 10% debido a vegetación circundante.

Con éstos valores, ya estamos en disposición de obtener la energía absorbida por los captadores

Mes	Nº días mes	Rad. Horiz (kjm2/dia)	Factor (k)	Factor corrección sombras	Factor correcció total	Rad. solar incidente (kwh/m2)	Rad. Solar absorbida (kwh)
Enero	31	9.6	1.37	0.95	1.3	**107.59**	**193.69**
Febrero	28	12.9	1.26	0.95	1.2	**120.1**	**216.21**
Marzo	31	17.8	1.13	0.95	1.07	**164.54**	**296.23**
Abril	30	21.8	0.99	0.95	0.94	**170.86**	**307.6**
Mayo	31	24.7	0.89	0.95	0.85	**179.83**	**323.75**
Junio	30	28.6	0.86	0.95	0.82	**194.72**	**350.55**
Julio	31	29.2	0.89	0.95	0.85	**212.6**	**382.73**
Agosto	31	25.8	1	0.95	0.95	**211.06**	**379.97**
Septiembre	30	20.5	1.17	0.95	1.11	**189.88**	**341.84**
Octubre	31	14.2	1.36	0.95	1.29	**157.98**	**284.41**
Noviembre	30	10.2	1.48	0.95	1.41	**119.51**	**215.15**
Diciembre	31	8.2	1.47	0.95	1.4	**98.61**	**177.52**

Tabla 111: Energía absorbida por captadores

3.6.14.3 Cálculo de la producción energética: método f-chart

Existen muchos factores que influyen en la producción energética de una instalación solar térmica, provocando que su cálculo riguroso requiera de sistemas informáticos y gran cantidad de datos que hacen excesivamente laborioso y casi imposible de conseguir en la práctica. Es por ello que se emplean métodos “simplificados” que están sobradamente contrastados sobre el terreno, siendo los más utilizados el método de cálculo f-chart o el método SOLO, decantándonos en nuestro lugar por el primero de éstos que detallamos a continuación.

Mediante el método f-chart realizaremos el cálculo de la contribución de la instalación solar térmica a satisfacer las cargas térmicas, así como de su rendimiento medio a lo largo de un periodo de tiempo.

Para desarrollarlo utilizaremos datos mensuales ya calculados anteriormente en éste Anexo.

- Las pautas que vamos a seguir para la ejecución de éste método de cálculo son las siguientes:
- Estimación de las cargas térmicas destinadas a ACS + calefacción →obtenidas con anterioridad.
- Estimación de la radiación solar incidente en la superficie inclinada de los captadores

- Obtención de D_1
- Obtención de D_2
- Obtención de gráfica *f*
- Obtención de la cobertura mensual solar
- Obtención de la cobertura solar anual y formación de tablas.

La expresión en la que se base éste método y cuantifica lo anterior es la siguiente:

$$f = 1.029D_1 - 0.065\ D_2 - 0.245\ (D_1)^2 + 0.018\ (D_2)^2 + 0.0215\ (D_1)^3$$

Ecuación 39: Ecuación f-chart

$$D_1 = \frac{Energía\ absorbida\ por\ el\ captador}{Carga\ calorífica\ mensual}$$

$$Energía\ absorgida\ por\ captador = \ E_a = \ S_c * \ F_r'(\tau\alpha) * R_1 * N$$

Siendo en la fórmula anterior:

S_c → Superficie del captador

R_1 → Radiación unitaria media mensual incidente sobre la superficie por unidad de área (kJ/m^2)

N → número de días del mes.

$F_r'(\tau\alpha)$ →Factor adimensional que viene dado por ésta expresión:

$$F_r'(\tau\alpha) = \ F_r(\tau\alpha)_n[(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n](F_r'/F_r)$$

Siendo en la expresión anterior:

$F_r(\tau\alpha)_n$ →Factor de eficiencia óptica del captador.

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ → Modificador del ángulo de incidencia, se toma 0.96 en superficie transparente sencilla y 0.94 en superficie transparente doble.

F_r'/F_r →Factor corrección del conjunto=0.95

$$D_2 = \frac{Energía\ perdida\ por\ el\ captador}{Carga\ calorífica\ mensual}$$

$$Energía\ perdida\ por\ captador = \ E_p = \ S_c\ F_r' U_L(100 - t_a)\Delta t K_1 K_2$$

Siendo en la fórmula anterior:

S_c → Superficie del captador

$$F_r' U_L \rightarrow F_r U_L (F_r'/F_r)$$

$F_r U_L$ →Pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador).

t_a → temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas.

Δt = Periodo de tiempo considerado en segundos

K_1 → Factor de corrección por almacenamiento a partir de la siguiente ecuación:

K_1 = [kg acumulación / (75 Sc)]$^{-0.25}$

37.5< (kg acumulación/m2captación)<300

K_2 → Factor de corrección para ACS

$K_2=(11.6+1.18t_{ac}+3.86t_r -2.32t_a)/(100-t_a)$

donde;

t_{ac} →Temperatura mínima requerida para ACS

t_r →Temperatura del agua de red

t_a →Temperatura media mensual del ambiente durante horas diurnas.

Con los datos aportados en las tablas anteriores y el método expuesto en el apartado precedente, estamos en disposición de calcular y corroborar el porcentaje de energía aportado por el sistema solar.

Mes	D1	K1	K2	Energía perdida (kwh)	D2	f	Energía necesara (kwh)	Energía aportada (kwh)
Enero	0.625	0.915	0.895	420.88	1.36	**46.76%**	310	144.96
Febrero	0.794	0.915	0.921	387.18	1.42	**58.47%**	272.22	159.17
Marzo	1.012	0.915	0.901	401.25	1.37	**72.69%**	292.78	212.81
Abril	1.153	0.915	0.942	392.03	1.47	**80.23%**	266.67	213.94
Mayo	1.296	0.915	1.033	428.46	1.72	**86.29%**	249.72	215.48
Junio	1.618	0.915	1.115	425.9	1.97	**99.38%**	216.67	215.31
Julio	1.852	0.915	1.170	443.94	2.15	**107.06%**	206.67	221.26
Agosto	1.839	0.915	1.170	443.94	2.15	**106.6%**	206.67	220.31
Septiembre	1.578	0.915	1.131	437.26	2.02	**97.42%**	216.67	211.08
Octubre	1.101	0.915	1.018	432.41	1.67	**76.09%**	258.33	196.55
Noviembre	0.782	0.915	0.961	418.56	1.52	**57.06%**	275	156.92
Diciembre	0.573	0.915	0.895	420.88	1.36	**42.8%**	310	132.69
Media anu	1.185	0.915	1.013	421.06	1.68	77.57%%	256.78	191.71
Fracción anual de aportación por energía solar a ACS:								**74.66%** [7]

Tabla 112: Fracción anual de aportación por energía solar a ACS

3.6.15. Sistema de acumulación

El volumen de acumulación solar se ha seleccionado haciendo cumplir el apartado 2.2.5 "*Sistemas de acumulación solar y conexión de sistemas de generación auxiliar*" de la sección HE 4 DB-HE del CTE, que nos impone el siguiente requerimiento:

$$50 < (V/A) < 180$$

Ecuación 40: Requerimiento sistema de acumulación

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

La normativa a conseja que el volumen de acumulación sea el suficiente para dos días de consumo de ACS, el consumo diario lo hemos estimado en 250.08 l/d, llegando a la conclusión que con un volumen de acumulación de 300 l es suficiente para satisfacer las necesidades de la vivienda, cumpliéndose la expresión anterior, ya que 300 l/2.35m2=127.65.

No obstante, habrá que incorporar otro depósito de iguales dimensiones, ya que la norma en su apartado 2.2.5 de la sección HE4 DB-HE del CTE "*no permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar*", esto podrá verse y entenderse gráficamente en el plano correspondiente.

[7] Valor obtenido del cociente entre la energía necesaria media anual (kwh) y la energía aportada media anual (kwh)

3.6.16. Energía auxiliar

Para asegurar el abatecimiento de ACS la instalación solar tiene que contar con un sistema auxiliar de energía, en nuestro caso es una caldera de Biomasa que tiene que disponer de la suficiente potencia para la producción total de ACS en ausencia total de radiación solar, es importante destacar que el circuito auxiliar de energía se aplicará en el circuito de consumo, nunca en el circuito primario de captadores, disponiendo éste en todo momento de un termostato para asegurar igualmente la temperatura deseada del ACS.

3.6.17. Circuito hidráulico

El circuito hidráulico diseñado es de retorno invertido estando por tanto equilibrado en todo momento.

Se usarán tuberías de cobre tanto para el circuito primario como para el secundario. El diámetro de todas las tuberías se selecciona de tal forma que la velocidad del flujo se siempre inferior a 2 m/s y la pérdida de carga unitaria en las mismas sea igual o inferior a 40 mm.c.a./m

3.6.17.1. Cálculo de pérdidas de carga en la instalación

Para un correcto dimensionamiento tienen que calcularse las pérdidas de carga en los siguientes componentes de la instalación:

- Captadores
- Tuberías, englobando montantes y derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario.
- Pérdidas en el intercambiador.

Para calcular las pérdidas de carga en las tuberías se ha usado la expresión de Darcy-Weisbach:

Ecuación 41: Pérdidas de carga en tuberias

donde:

ΔP: Pérdida de carga (m.c.a).

λ: Coeficiente de fricción

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

v: Velocidad del fluido (m/s).

Hay que tener en cuenta que para obtener un correcto dimensionamiento de las pérdidas de carga hay que sumar a la longitud de la tubería la longitud equivalente correspondiente a los accesorios (codos, tes, válvulas, etc.…), se acepta en la inmensidad de los proyectos éstas pérdidas como un 15% de la longitud de la tubería. [8]

La tubería de distribución del sistema primario (mezcla de agua y anticongelante será de tubo rígido de cobre, 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, estará colocado superficialmente en el exterior de la vivienda, estará dispuesto de aislamiento mediante coquilla de lana de vidrío protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para mejor aislamiento y tendrá una longitud de 32 m + 15% por accesorios, obtenemos una longitud total de 36.8 m aproximadamente.

Por otra parte tenemos que calcular el valor del coeficiente de fricción “λ”, que depende directamente del número de Reynolds, obteniendo éste mediante la siguiente expresión:

Ecuación 42: Número de Reynolds en tuberías

donde:

R_e: Valor del número de Reynolds (adimensional).

ρ: 1000 Kg/m³

v: Velocidad del fluido (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

μ: Viscosidad del agua (1.005^-3 (N.s/m2) a 20°C).

Podemos aproximar el valor del coeficiente de fricción “λ” para números de Reynolds comprendidos entre 3000 y 10^5 (ya que éste es el caso más frecuente en instalaciones solares) a la siguiente expresión

[8] En caso de no aceptar el incremento del 15% a la longitud de la tubería pueden consultarse los valores exactos en catálogos de casas comerciales, no considerando de importancia en la realización de éste proyecto dicha consulta.

Ecuación 43: Coeficiente de fricción

Habiendo expuesto los pasos a seguir para el cálculo de las pérdidas de carga, estamos en disposición de realizar los cálculos pertinentes:

El caudal de circulación por el colector es un dato del fabricante, en nuestro caso éste valor es de 140 l/h, lo que equivale a 3.88 * 10^{-5} (m^3/s), lo que nos lleva, habiendo predimensionado el diámetro de la tubería a obtener la velocidad del fluido en éstas:

$$\mathrm{V}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right) = \frac{\mathrm{Q}(\frac{\mathrm{m3}}{\mathrm{s}})}{\mathrm{A(m2)}} = \frac{3.88 * 10^{-5}\,\frac{\mathrm{m3}}{\mathrm{s}}}{\pi * \mathrm{r}^2\,(\mathrm{m2})} = \frac{3.88 * 10^{-5}\,\mathrm{m3/s}}{1.33 * 10^{-4}\,\mathrm{m2}} = \mathbf{0.3}\,\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}$$

Ecuación 44: Velocidad del fluido

Resultado que corrobora la premisa de que la velocidad máxima en la tubería sea de 2 m/s.

$$Re = \frac{1000\frac{Kg}{m3} * 0.3\frac{m}{s} * 0.013\,m}{1.005 * 10^{-3}\frac{Ns}{m2}} = \mathbf{3880.59}$$

Resultado que nos lleva a la aplicación de la expresión expuesta con anterioridad para la obtención del coeficiente de fricción para Reynolds comprendidos entre 3000 y 10^5

$$\lambda = \frac{0.32}{\mathrm{Re}^{0.25}} = \mathbf{0.04}$$

Ya se tienen los datos necesarios para calcular las pérdidas de carga totales:

$$\Delta\mathrm{P} = 0.04 * \frac{36.8\,\mathrm{m}}{1.3 * 10^{-2}\mathrm{m}} * \frac{0.3^2}{2 * 9.81} = \mathbf{0.52\ mca}$$

3.6.17.2. Cálculo de la bomba de circulación

La bomba de circulación se dimensiona para una presión igual o superior a las pérdidas totales de carga (captadores, tuberías e intercambiadores.)

La pérdida de presión en el intercambiador puede tratarse como nula, por tanto la pérdida de presión total en el circuito primario es de 0.52 mca por los 36.8 m de longitud de tubería obtenemos un total de 19.136 mca equivalentes a 187607 Kpa. Sabemos que

el caudal del que dispone el circuito primario es de 140 l/h que equivale a 3.8^-5 m3/s, por lo tanto, para hallar la potencia de la bomba (w) usaremos la siguiente expresión:

Ecuación 45: Potencia bomba de circulación

donde:

P: Potencia eléctrica (W)

C: Caudal (m3/s)

∆p: Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

Para ésta instalación, al salir una potencia de bomba muy pequeña, usaremos la potencia mínima de cualquier fabricante, en éste caso nos decantamos por una bomba de rotor húmedo montada en línea de 750 W de potencia

3.6.17.3 Cálculo de vaso de expansión

Primero calculamos el coeficiente de expansión térmica según norma UNE 100.155, obteniendo un valor de 0.088.

Para calcular el volumen necesario del vaso de expansión usamos la siguiente fórmula:

Ecuación 46: Cálculo vaso de expansión

donde:

V_t: Volumen útil necesario (l).

V: Volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).

C_e: Coeficiente de expansión del fluido.

C_p: Coeficiente de presión

Para obtener el volumen total de fluido hay que sumar el contenido en las tuberías (4.1 l), en los elementos de captación (1.46 l) y en el intercambiador (8.75 l) obteniendo un volumen total de fluido (V) de 14.31 l

Mediante los valores de la temperatura mínima (-8ºC) y máxima (140ºC), y teniendo en cuenta el porcentaje de glicol etilénico en agua (27%) se obtiene un valor de 'Ce' igual a 0.088. Para calcular este parámetro se han utilizado las siguientes expresiones:

donde:

fc: Factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.

t: Temperatura máxima en el circuito.

El factor 'fc' se calcula mediante la siguiente expresión:

donde:

$a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 16.99$

$b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.47$

G: Porcentaje de glicol etilénico en agua (27%).

El coeficiente de presión (Cp) se calcula mediante la siguiente expresión:

Donde:

Pmax: Presión máxima en el vaso de expansión.

Pmin: Presión mínima en el vaso de expansión.

Al encontrarse el captador solar a cota máxima, se considera el punto de mínima presión en la instalación, tendremos que evitar la entrada de aire, por lo que consideraremos una presión de 1.5 bar.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0.9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 10 bar.

A partir de las presiones máximas y mínima, se calcula el coeficiente de presión (Cp). En este caso, el valor obtenido es de 1.2.

Con los datos expuestos estamos en disposición de calcular el volumen del vaso de expansión de nuestro captador solar:

$$V_T = V * \ C_e * C_p = 14.31\ l * 0.088 * 1.2 = 1.51\ l$$

Éste volumen es el volumen útil necesario para la expansión, consideramos que un vaso de expansión de 5 l es suficiente (según fabricante) para amortiguar las diferencias de presiones provocadas en la instalación por exageradas que sean.

3.6.18. Sistema de regulación y control

El sistema de regulación y control estará integrado dentro del conjunto adquirido, se encargará de actuar sobre el régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, la activación y desactivación del sistema anti heladas y del control de la temperatura máxima del acumulador, el sistema empleado es el Helioset, “Saunier Duval”

3.6.19. Aislamiento

El aislamiento se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica teniendo ésta un espesor de 30 mm para tuberías exteriores y de 20 mm para las localizadas en el interior de habitáculos.

3.7. Diseño y dimensionado caldera de biomasa

3.7.1. Objeto y campo de aplicación

3.7.2. Tipos de Biomasa utilizable en climatización

3.7.2.1. Selección de Biocombustible

3.7.3. Dimensionado caldera de Biomasa

3.7.3.1. Potencia necesaria para ACS

3.7.3.2. Potencia necesaria para calefacción

3.7.3.3. Consumo de caldera

3.7.4. Sala de calderas

3.7.4.1. Dimensionado y ventilación sala de caldera

3.7.5. Combinación Biomasa – Energía Solar

APÉNDICE 3.7.1. Caldera de Biomasa elegida

3.7.1. Objeto y campo de aplicación

El objeto de éste Anexo es determinar de forma clara y concisa todos los aspectos relacionados con el diseño y dimensionado de una caldera de biomasa que, combinada con energía solar térmica, desarrolle la energía necesaria para abastecer de forma segura a la vivienda de ACS. También tendrá como objeto alimentar al sistema de calefacción por suelo radiante.

El campo de aplicación se circunscribe al ámbito del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

Las ventajas e inconvenientes de éste tipo de energía ya fueron enunciados en la memoria del presente proyecto técnico por lo que ante cualquier duda remito a la misma.

3.7.2. Tipos de Biomasa utilizados en climatización

Si bien las aplicaciones mas comunes para el sector de biomasa es la de producción de calor y ACS también puede utilizarse para la producción de electricidad o frío. La producción térmica se puede realizar mediante los siguientes métodos:

- Estufas, generalmente de leña o pelets que a la vez que calientan una estancia sirven de elementos decorativos.
- Calderas de baja temperatura para viviendas unifamiliares o edificaciones de pequeñas dimensiones.
- Centrales térmicas. Estas calientan varias edificaciones simultáneamente

El amplio desarrollo de ésta tecnología ha permitido que se desarrollen gran variedad de combustibles sólidos, de entre todos los más empleados debido a sus prestaciones son los siguientes:

- Astillas, provenientes de las industrias primarias, podas, cultivos leñosos…
- Pélets, producidos de forma industrial
- Residuos agrícolas como hueso de aceituna, cascaras de almendra, etc…
- Leña

En la siguiente tabla pueden apreciarse las propiedades de varios tipos de combustible:

	PCI		Humedad
	(KJ/Kg)	(kWh/kg)	Base húmeda (%)
Pélets	17000-19000	4.7-5.3	<15
Astillas	10000-16000	2.8-4.4	<40
Hueso de Aceituna	18000-19000	5.0-5.3	7-12
Cáscara de frutos secos	16000-19000	4.4-5.3	8-15
Leña	14400-16200	4.0-4.5	<20
Briquetas	17000-19000	4.7-5.3	<20

Tabla 113: PCI y humedad de biocombustibles

A continuación se explica más detalladamente cada tipo de combustible así como las consideraciones a tener en cuenta en caso de uso.

- Pellets de Biomasa: Es el biocombustible más estandarizado a nivel internacional, son pequeños cilindros derivados de la compactación de serrines y diversos tipos de virutas secas provenientes de diferentes tipos de industria, nunca se utilizan productos químicos para su compactación, solo presión y vapor.

  Es necesario exigir al proveedor el tipo de pellet ya que un tipo de biocombustible inadecuado puede llegar a dañar la caldera, así mismo es aconsejable el uso de pellets de madera ya que proporcionan una mayor eficiencia para su uso en viviendas.
- Astillas: Se definen astillas como trozos de madera entre 5 y 100 mm de longitud, podemos encontrar:

  Astillas de clase 1 provenientes de maderas forestales muy limpias conteniendo estas un porcentaje de humedad menores del 30%, estas son apropiadas para el uso en instalaciones domésticas y aptas para todo tipo de instalaciones.

  Astillas de clase 2: Provenientes de podas, clareos, cultivos energéticos, llegando éstas a una humedad del 45%, siendo utilizadas principalmente en instalaciones de media a muy alta potencia.

  Éste tipo de biocombustible tiene un coste inferior a las producidas industrialmente como los pellets. Tienen el inconveniente de que sus características son poco homogéneas en lo que se refiere al poder calorífico y humedad, influyendo esto en un rendimiento constante de la caldera.
- Residuos agroindustriales: Se centralizan fundamentalmente en los provenientes de la producción de aceite de oliva, alcoholeras y frutos secos. Se suele reducir el grado de humedad mediante secado con el objetivo de aumentar su poder calorífico inferior. Son combustibles económicos y de buena calidad teniendo que prestar especial atención a la limpieza de éstos, por ejemplo, el hueso de aceituna es

recomendable que esté limpio de piel para reducir labores de mantenimiento en la caldera.

- Leña y briquetas: Aunque su uso está menos extendido que los biocombustibles anteriores existen calderas diseñadas para su uso delimitando su uso casi exclusivamente a viviendas unifamiliares y geografías con disponibilidad de ésta materia prima.

3.7.2.1. Selección de Biocombustible

Para la correcta elección del biocombustible a emplear en nuestra instalación se muestra la siguiente tabla que muestra las ventajas e inconvenientes de cada uno.

Biocombustible	Ventajas	Inconvenientes
Pellets de madera	-Elevado poder calorífico -Bajo contenido en cenizas -Alta eficiencia -Estandarizadas internacionalmente.	-Mayor precio -Almacenamiento seco y aislado.
Astillas de madera	-Coste inferior al del pellet -Las de clase 1 son de alta calidad. -Grado medio de estandarización	-Precisan mayor espacio de almacenamiento -Más contenido en humedad -El transporte solo se justifica para distancia <50 km
Residuos agroindustriales	-Disponibilidad y tipos -Grandes producciones en España. -Coste menor debido a que es subproducto de proceso.	-Contenido en cenizas superior al pellet. -Biomasas estacionales. Composición variable
Leña y briquetas	Su uso queda limitado casi exclusivamente a calderas, no teniendo éstas autonomía propia mediante tolva u otro método.	

Tabla 114: Comparativa biocombustibles

3.7.3. Dimensionado caldera de Biomasa

Para el cálculo de la potencia de la caldera a instalar tiene que tenerse en cuenta tanto las cargas térmicas de calefacción calculadas anteriormente como la potencia necesaria para ACS, ya que en un día que no exista producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar deben de satisfacerse todas las necesidades de la vivienda.

3.7.3.1. Potencia necesaria para ACS

Para la obtención de la potencia necesaria para abastecer a la vivienda de ACS partimos de los datos iniciales calculados anteriormente de "demanda energética por consumo de ACS", datos que pueden ser consultados en la hoja Excel correspondiente y cuyo procedimiento de obtención se explica en video adjunto a éste proyecto. Se han impuesto unas horas de funcionamiento estimadas, ya que sería un error considerar 24 horas de demanda energética por parte de ACS, una vez estudiados todos los datos anteriores obtenemos los siguientes resultados:

Mes	Días	Horas de funcionamiento estimadas	Demanda energética (Kwh/mes)	Demanda (Kw)
Enero	31	15	310,00	0,67
Febrero	28	15	272,22	0,65
Marzo	31	12	292,78	0,79
Abril	30	12	266,67	0,74
Mayo	31	10	249,72	0,81
Junio	30	10	216,67	0,72
Julio	31	10	206,67	0,67
Agosto	31	10	206,67	0,67
Septiembre	30	10	216,67	0,72
Octubre	31	12	258,33	0,69
Noviembre	30	15	275,00	0,61
Diciembre	31	15	310,00	0,67
Potencia "ACS":				**0,70**

Tabla 115: Potencia necesaria para ACS

3.7.3.2. Potencia necesaria para Calefacción

Para el cálculo de la potencia necesaria de calefacción existen en el mercado, a nivel de usuario diversos métodos, uno de los más usados es considerando la zona climática y aislamiento "general" de los cerramientos y huecos estimar, en base a una tabla (no avalada por ningún organismo oficial) una cantidad de vatios por metro cuadrado, simplemente se multiplica esa cantidad por los metros cuadrados de vivienda. A continuación expongo dicha tabla a título informativo.

Orientación	SUR				NORTE			
Piso en zona urbana	entre-pisos	primer piso	último piso	—	entre-pisos	primer piso	último piso	—
Vivienda unifamiliar en zona rural	—	entre-pisos	primer piso	último piso	—	entre-pisos	primer piso	último piso
Clima suave	**66**	**68**	**70**	**72**	**72**	**74**	**76**	**78**
Clima frío	**69**	**71**	**73**	**75**	**75**	**77**	**79**	**81**
Clima muy frío	**75**	**77**	**79**	**81**	**81**	**83**	**85**	**87**
Clima extra frío	**82**	**85**	**87**	**90**	**90**	**93**	**95**	**97**

Tabla 1 - Tipo de vivienda CON un aislamiento térmico aceptable o bueno

Orientación	SUR				NORTE			
Piso en zona urbana	entre-pisos	primer piso	último piso	—	entre-pisos	primer piso	último piso	—
Vivienda unifamiliar en zona rural	—	entre-pisos	primer piso	último piso	—	entre-pisos	primer piso	último piso
Clima suave	**78**	**80**	**82**	**84**	**84**	**86**	**88**	**90**
Clima frío	**81**	**83**	**85**	**87**	**87**	**90**	**93**	**96**
Clima muy frío	**87**	**89**	**91**	**93**	**93**	**95**	**97**	**99**
Clima extra frío	**97**	**100**	**102**	**105**	**105**	**107**	**109**	**111**

Tabla 2 - Tipo de vivienda SIN un aislamiento térmico

Tabla 116: Método no normalizado para obtención de potencia de caldera

Como he dicho anteriormente, éste método no está avalado por ningún organismo oficial, y puesto que anteriormente en este proyecto se han calculado exhaustivamente las cargas térmicas de calefacción se ha hecho uso de las mismas para el cálculo de la potencia necesaria para satisfacer todas las necesidades de calefacción.

A continuación se exponen los datos obtenidos:

Nº estancias totales:	**11**	
Estancia	**Superficie (m2)**	**Potencia térmica (W/m2)**
Salón	27,8	63,67
Cocina	13,25	78,48
Habitación 1	8,2	24,98
Habitación 2	10,25	50,11
Habitación 3	10,25	51,89
Habitación 4	19,25	51,83
Habitación 5	19,25	57,38
Distribuidor	10,2	57,44
Baño 1	6,3	44,99
Baño 2	6,6	42,94
Baño 3	6,6	46,07
Datos finales	**137,95**	**78,48**

Tabla 117: Potencia térmica por estancia

El valor de 78.48 se ha elegido al ser el más desfavorable, ya que en caso de demanda máxima y haber escogido otro dato, las estancias que requieran mayor demanda que el valor elegido no tendría cubiertas todas las necesidades.

La potencia por calefacción se obtiene directamente multiplicando los metros cuadrados a calefactar (137.95) por la potencia térmica necesaria (78.48 W/m2) obteniendo:

Potencia "Calefacción":	**10,83 Kw**

Tabla 118: Potencia de calefacción

La potencia total será la suma de la necesaria para consumo de ACS y la requerida para calefacción, multiplicado por un factor de seguridad de 1.2 debido a pérdidas en caldera. Finalmente se obtiene la potencia siguiente como final y a tener en cuenta para la elección de caldera:

Potencia total: (10.83kw + 0.7kw)*1.2=13.83----------→14 kW

Tabla 119: Potencia total caldera de biomasa

3.7.3.3. Consumo de Caldera

Nuevamente para estimar el consumo de la caldera ha sido de gran utilidad los cálculos realizados anteriormente de “Cálculo de demanda energética” tanto para ACS como para Calefacción. Usando los datos mencionados anteriormente se ha estimado una demanda media anual de ACS y de Calefacción como puede observare en las siguientes tablas:

Demanda energética de ACS	
Mes	**Demanda (kwh/mes)**
Enero	310,00
Febrero	272,22
Marzo	292,78
Abril	266,67
Mayo	249,72
Junio	216,67
Julio	206,67
Agosto	206,67
Septiembre	216,67
Octubre	258,33
Noviembre	275,00
Diciembre	310,00
Demanda (kwh/año):	**3081,39**

Demanda energética "Calefacción"	
Mes	**Demanda (kwh/mes)**
Enero	3.774,94
Febrero	1.704,81
Marzo	1.887,47
Abril	0,00
Mayo	0,00
Junio	0,00
Julio	0,00
Agosto	0,00
Septiembre	1.826,58
Octubre	1.887,47
Noviembre	3.653,16
Diciembre	3.774,94
Demanda (kwh/año):	**18.509,37**

La demanda anual será la suma de ambas **teniendo en cuenta** el rendimiento de la caldera (en este caso 92%) obteniendo un consumo energético (CE) de:

Consumo energético (kwh/año) [CE]: 18112.17

Tabla 120: Consumo energético (kwh/año)

Una vez obtenido el consumo energético anual de la caldera se procede a analizar el coste anual con distintos tipos de biocombustibles en base al PCI de cada uno y el precio por tonelada:

Combustible	PCI (kwh/kg)	Tn necesarios (año)	Precio (Tonelada)	Coste anual (euro)[9]
Astilla (30% humedad):	4,190	4.32	95	410.66
Pellet (DIN plus):	4,570	3.96	226	895.7
Leña (30% Humedad)	4,410	4.11	150	616.06
Hueso de aceituna:	4,480	4.04	120	485.15
Orujillo:	4,380	4.14	45	186.08
Cáscara de almendra (20% humedad):	4,420	4.1	65	266.36

Tabla 121: Coste y cantidad de distintos biocombustibles

Las toneladas necesarias se han obtenido mediante la siguiente expresión:

$$Tn\ necesarias = \frac{CE}{PCI}$$

Ecuación 47: Toneladas necesarias de biocombustible anualmente.

Analizados los combustibles arriba expuestos ya que son los más usuales en el mercado actual se ha optado por usar como combustible “Pellet”, ya que a pesar de resultar más cara la materia prima, es el biocombustible más desarrollado y por tanto las prestaciones de las calderas de este tipo son mayores, siendo más fácil adquirir combustible y existiendo más diversidad de calderas adaptadas a éste biocombustible.

[9] Son precios adaptados a las horas estipuladas, variará en gran medida en función de las horas de funcionamiento, lógicamente se ha calculazado al alza para cubrir en todo momento cualquier circunstancia.

3.7.4. Sala de Caldera

3.7.4.1. Dimensionado y ventilación de sala de calderas

Un sistema de calefacción por biomasa tienes unas necesidades especiales de espacio respecto a otros métodos ya que se necesita espacio suficiente para la caldera, almacenamiento de combustible. Las dimensiones suelen darlas los distribuidores indicando dimensiones tanto de caldera como de accesorios necesarios para ésta como son vasos de expansión, sinfines en caso de ser necesarios, etc….

Como forma general tanto la caldera como sus accesorios tiene que ser accesibles por todas sus partes para que puedan realizarse correctamente labores de mantenimiento y control, la altura mínima esta estimada en 2.5 m existiendo una distancia libre en el frente de la caldera de al menos 1 m, además, se recomienda que la ventilación sea por medios naturales a través de orificios facilitando igualmente los productos de la combustión hacia el exterior intentando en cualquier caso una ventilación cruzada entre la sala de calderas y el exterior.

La norma exige que en la sala de calderas tiene que existir una abertura de área libre de 5 cm2 mínimo por cada kw de potencia instalada, colocando éstas aberturas preferiblemente en distintas paredes para facilitar la ventilación cruzada nombrada anteriormente.

En el caso que nos ocupa se construirá una caseta acorde a los requisitos expuestos en la parte trasera de la vivienda y cuyo cálculo se ha efectuado mediante el programa informático “cype”, los datos obtenidos, AUN NO SIENDO OBJETO DE ÉSTE PROYECTO Y POR LO TANTO NO ESTAR INCLUIDA EN MEDICIONES NI PRESUPUESTO, se han añadido en el archivo comprimido de “Documentación y cálculos anexos” con los correspondientes planos.

3.7.5. Combinación Biomasa y energía solar

En la realización del presente proyecto se ha optado por la combinación de biomasa y energía solar ya que además de abastecer todas las necesidades de ACS y calefacción durante la época de verano en la que existen bajos consumos energéticos la instalación solar puede abastecer el 100% de la demanda energética en la vivienda, usando durante la época de invierno la caldera de biomasa para proporcionar la energía que no puede llegar a producir la instalación solar.

No obstante en España éste tipo de aplicaciones mixtas deben de cumplir una serie de requisitos mínimos de instalación y funcionamiento:

- Consumir prioritariamente la energía producida por medio solar para evitar las pérdidas por acumulación
- Asegurar la correcta asociación entre biomasa y energía solar.
- Se recomienda no utilizar un mismo acumulador para energía solar y para caldera de biomasa
- NUNCA debe mezclarse el ACS con el agua usada para calefacción.

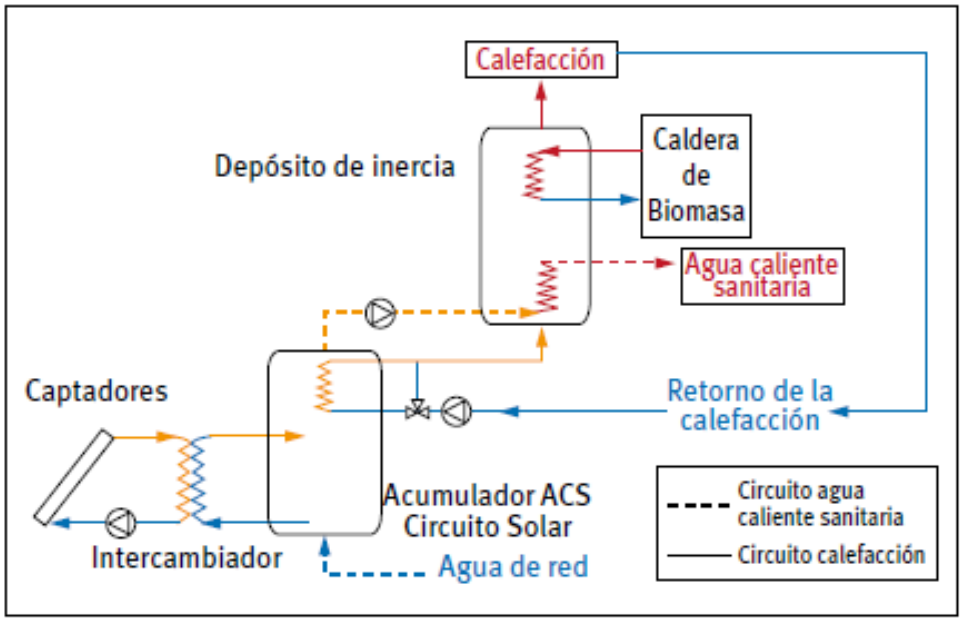


Figura 44: Combinación solar térmica + Biomasa

Para más detalle del montaje de caldera de Biomasa combinada con instalación solar térmica consultar Anexo de Planos.

APENDICE 3.7.1. CALDERA DE BIOMASA ELEGIDA

La caldera elegida para nuestra instalación es el modelo "**Pellematic Compact**" de la casa comercial **"Okofen"** con tecnología de baja temperatura conllevando esto que puede trabajar con temperaturas de retorno de agua muy bajas (40ºC) ideal para el sistema de suelo radiante instalado, por lo tanto se pueden adaptar a las necesidades térmicas del edificio, impulsando el agua a diferentes temperaturas.

Este tipo de tecnología tiene las siguientes ventajas:

-Altos rendimientos

-Generan ahorros superiores al 25% respecto a un caldera tradicional

-Regulan la temperatura en función de la demanda energética

-No necesitan sistemas de anticondensación

-No produce corrosiones

Pellematic Compact

NUEVO



98,7 %
Eficiencia

73 cm
72
Compacta

1 CALDERA

La caldera contiene:

- Centralita de regulación táctil
- Sensor de combustión
- Cámara de combustión cerámica
- Cuerpo de caldera compacto
- Encendido automático de bajo consumo
- Dispositivo de elevación de la temperatura de retorno integrado
- Sistema de limpieza automático de los pasos de humos
- Sistema automático de compresión de las cenizas
- Protección antiretorno de llama
- Tolva intermedia de combustible
- Salida de humos en parte posterior o lateral
- Ida y retorno de calefacción en la parte superior
- Posibilidad de instalación en esquina

Regulación para un circuito de calefacción y ACS integrada en la caldera (necesario paquete de sondas E1575 pág 20)

La caldera no incluye la manguera de succión y el silo de almacenamiento

PELLEMATIC COMPACT

Referencia	Rango de potencia	Precio
PES210	3 - 10 kW	8 517 €
PES212	4 - 12 kW	8 804 €
PES214	4 - 14 kW	8 997 €
PES216	5 - 16 kW	9 199 €
PES218	6 - 18 kW	9 398 €

ACCESORIOS

	Referencia	Descripción	Precio
	210145	Tolva para llenado manual. 413 mm x 551 mm x 1400 mm 180 Kg de capacidad. No incluye manguera de succión	350 €
	12104703	Manguera de aspiración Ø 60 mm ext. - Rollo de 3 m Otras longitudes pág 17 NUEVO	30 €
	210146	Sensor de nivel de pellets en tolva	138 €
	M80493	**Grupo de carga depósito 10-18 PWM** con bomba universal Wilo Yonos Para RSTG, 15/7.5 PWM1, incluyendo cable de conexión PWM. Distancia entre ejes 90 mm	310 €
	80911	**Vaso de expansión 24 L** Incluye tubo corrugado de 2 m, válvula y soporte de pared NUEVO	115 €



ALTERNATIVAS INSTALACIÓN

más información pág 23

2 MODOS DE ALMACENAMIENTO

Silo textil → p. 16



Silo de obra → p. 17



Carga manual



Tipo de caldera			PEK 2-10	PEK 2-12	PEK 2-14	PEK 2-16	PEK 2-18
Potencia nominal		kW	10	12	14	16	18
Potencia carga parcial		kW	3	4	4	5	6
Ancho	B	mm	732	732	732	732	732
Alto	H	mm	1408	1408	1408	1408	1408
Profundidad	T	mm	724	724	724	724	724
Dimensiones entrada		mm	700	700	700	700	700
Impulsión/retorno dimensión		pulg.	1"	1"	1"	1"	1"
Impulsión/retorno conexión		mm	1456	1456	1456	1456	1456
Diámetro salida de humos (interior)		mm	132	132	132	132	132
Salida de humos - altura conexión	E	mm	377	377	377	377	377

Vista lateral y en planta de la caldera:

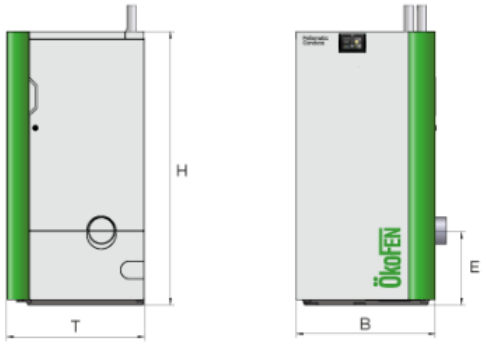


Figura 45: Caldera de Biomasa seleccionada

En principio no se instalará ningún silo de almacenamiento, se hará carga manual, éste accesorio se puede incluir en cualquier momento después de la instalación de la caldera, ya que se tendrá en cuenta a la hora de dimensionar el habitáculo que se construirá para ello.

Existirá una pared divisoria que independizara la caldera del silo de pellets tal y como lo marca la normativa vigente que a pesar de no ser aplicable para calderas de éstas dimensiones en nuestro caso serán aplicadas para así aumentar en la medida de nuestras posibilidades la seguridad dentro de la sala de calderas.



- 60% mayor volumen de capacidad gracias al nuevo concepto de muelles y fondo elástico
- Vaciado completo, incluso del pellets triturado que se acumulen
- Cremallera delantera permite eventualmente el llenado a mano
- Disponible también en modelos de menor tamaño, para locales con techo bajo
- Lona especial antiestática reforzada con hilos metálicos
- Montaje fácil y rápido
- Rentable
- Flexible
- Impermeable al polvo
- Posibilidad de montaje al exterior
- Solamente en combinación con calderas con sistema de succión

Flexilo Compact - Datos técnicos

Art.Nr.	Largo	Ancho	Alto	Capacidad en local con altura de			
				240 cm	200 cm	190cm	185 cm
KGT1814	1.840 mm	1.440 mm	1.970 mm	2,7 - 3,3 to	1,6 - 2,0 to	1,4 - 1,8 to	1,3 - 1,6 to
KGT1818	1.840 mm	1.840 mm	1.970 mm	3,4 - 4,0 to	2,0 - 2,5 to	1,9 - 2,3 to	1,7 - 2,0 to
KGT2614	2.580 mm	1.440 mm	1.970 mm	4,0 - 4,7 to	2,4 - 3,0 to	2,2 - 2,8 to	2,0 - 2,5 to
KGT2618	2.580 mm	1.840 mm	1.970 mm	5,0 - 6,2 to	3,2 - 4,0 to	3,0 - 3,7 to	2,4 - 3,0 to
KGT2620	2.580 mm	2.040 mm	1.970 mm	5,5 - 7,0 to	3,7 - 4,7 to	3,5 - 4,4 to	3,3 - 4,1 to
KGT2626	2.580 mm	2.580 mm	1.970 mm	7,5 - 8,5 to	4,9 - 6,1 to	4,5 - 5,6 to	4,0 - 5,1 to

Figura 46: Depósito pellets seleccionado

3.8. Instalación fotovoltaica aislada

3.8.2. Instalación fotovoltaica aislada

3.8.3. Módulos fotovoltaicos

3.7.2.1. Instalación fotovoltaica aislada

3.7.2.2. Tipos de módulos

3.7.2.3. Características eléctricas

3.7.2.4. Inclinación óptima de paneles fotovoltaicos

3.7.2.5. Asociación serie/paralelo

3.7.3. Sistema de acumulación (Baterías)

3.7.3.1. Tipos de baterías

3.7.3.2. Características fundamentales de las baterías

3.7.3.3. Asociación serie/paralelo

3.7.4. Regulador de carga

3.7.4.1 Asociación en paralelo

3.7.5. Inversor

3.7.5.1. Inversor en instalación fotovoltaica aislada

3.7.5.2. Tipos de inversores para instalaciones aisladas

3.7.6. Datos para el dimensionado de la instalación

3.7.6.1. Condiciones de uso: Obtención del consumo

3.7.6.2. Datos climatológicos

3.7.7. Dimensionado de instalación fotovoltaica aislada

3.7.7.1. Distintos tipos de dimensionado

3.7.7.2. Cálculo de pérdidas en la instalación

3.7.7.3. Dimensionado mediante el método Ah

3.7.7.4. Sección de cableado.

3.7.1 Instalación fotovoltaica aislada

Nos referimos a un sistema fotovoltaico autónomo aquel que aprovechando la irradiación solar es capaz de satisfacer todas las necesidades eléctricas de una vivienda sin necesidad de un aporte por parte de otro método alternativo.

Las partes fundamentales de un sistema fotovoltaico son:

1.- Generador fotovoltaico: Es el encargado de mantener una carga en la batería.

2.- Batería: Es la encargada de proporcionar energía a la instalación en los momentos que la irradiación solar es escasa o nula.

3.-Regulador de carga: Va asociado a la batería, ya que se encarga de controlar el estado de carga de esta adaptándolo a los diferentes ritmos de producción.

4.- Inversor: Encargado de transformar la corriente de las baterías (CC) en corriente útil para una vivienda (CA).

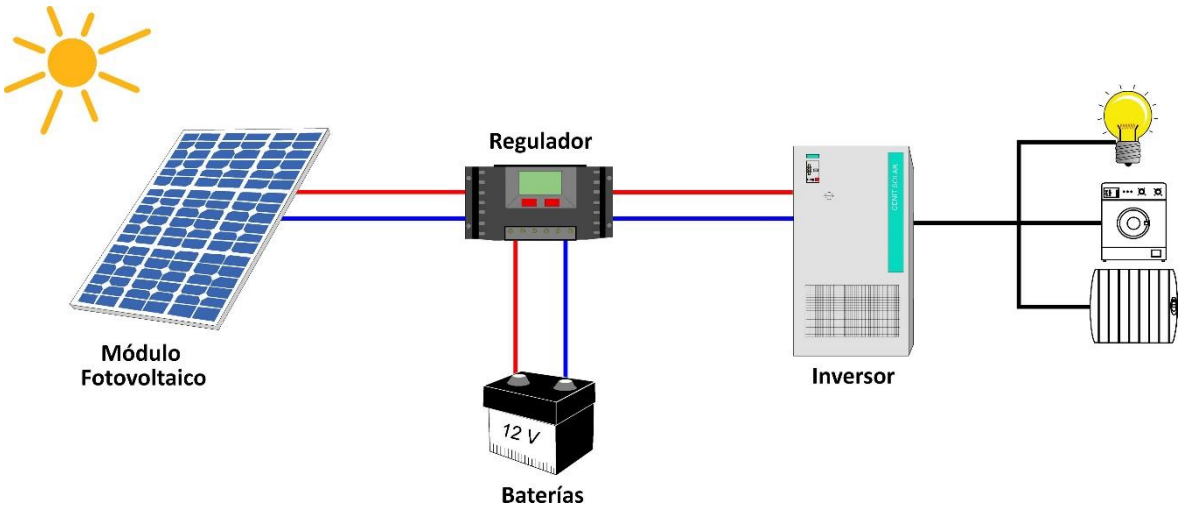


Figura 47: Esquema básico instalación solar fotovoltaica aislada

3.7.2. Módulos fotovoltaicos

Llamados más comúnmente paneles solares, cuya función principal es captar la energía proveniente del Sol aprovechando el conocido efecto fotoeléctrico. Un módulo está formado por la conexión de un número determinado de células, ya sea en serie o en paralelo para de esta manera adaptar dicho panel solar a las necesidades de corriente y tensión.

3.7.2.1 Tipos de módulos

Las células solares más usadas son las formadas por unión P-N y construidas con silicio monocristalino y policristalino, existen tres tipos principales de células fotovoltaicas:

1.- Monocristalinas: Con estructura cristalina perfectamente ordenada se obtiene mediante el dopado del Silicio con boro siendo característico por su color azul oscuro metalizado.

2.- Policristalino: Al igual que las Monocristalinas presenta una estructura perfectamente ordenada, se obtiene de la misma manera que las Monocristalinas pero con menos fases de cristalización distinguiéndose principalmente por el predominio de zonas azules y grises metálicos en la superficie.

3.- Amorfo: Su estructura cristalina no está ordenada y poseen un gran número de defectos estructurales, la potencia que se obtiene con éste tipo de células es menor siendo inferior también su coste.

3.7.2.3. Características eléctricas

Para la realización de los cálculos, cómo se verá posteriormente necesitamos conocer fundamentalmente los siguientes parámetros de nuestros paneles solares:

1.- Intensidad de cortocircuito (Isc): Es la máxima intensidad que se puede obtener en un panel o módulo fotovoltaico.

2.- Tensión en circuito abierto (Voc): Valor máximo de voltaje que se mediría en un panel o módulo si no hubiese paso de corriente entre los bornes.

3.- Tensión nominal (Vn): Valor al que trabaja el módulo fotovoltaico.

4.- Potencia máxima (Pm): Valor máximo de potencia que puede obtenerse del módulo fotovoltaico.

5.- Tensión máxima (Vm): Es el valor de la tensión correspondiente a la potencia máxima

6.- Corriente máxima (Im): Es el valor correspondiente de corriente para la potencia máxima que puede generar el módulo fotovoltaico.

Todos los datos anteriores pueden obtenerse de la curva I-V, normalmente facilitada por el fabricante y que representa en dos dimensiones la intensidad frente tal voltaje como puede observare en la siguiente figura.

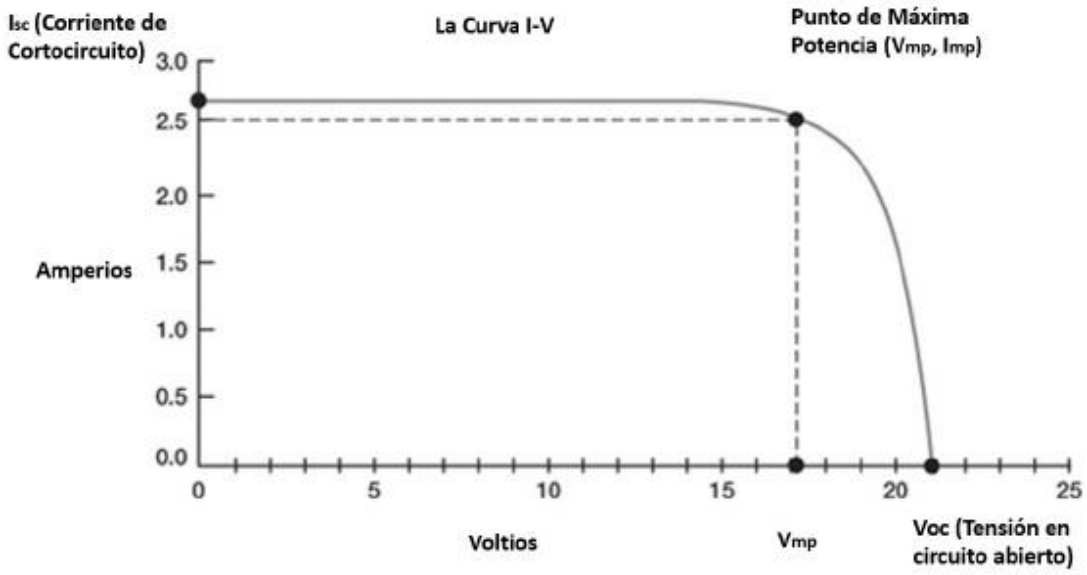


Figura 48: Curva I-V

3.7.2.4. Inclinación óptima de paneles fotovoltaicos

La inclinación de los paneles es de suma importancia, ya que en ello radica las horas de luz recibidas por el panel y la intensidad con la que recibe la irradiación del Sol.

En primer lugar tenemos que conocer los grados de latitud del lugar estudiado, en nuestro caso por ejemplo son 38º, seguidamente en función del uso de la vivienda (Consumo medio anual, en época estival o en invierno) la inclinación de los paneles será una u otra como marca la siguiente tabla.

	Grados Latitud	Inclinación óptima
Consumo Anual	38	38-10 = 28º
Consumo pre. Verano		38-20 = 18º
Consumo Pre. Invierno		38+10 = 48º

Figura 49: Inclinación de paneles

3.7.2.5. Asociación serie/paralelo

En muchas instalaciones habrá que instalar los paneles solares asociando varios en serie o en paralelo para obtener los niveles de intensidad y tensión correctos.

A la hora de conectar y como tónica general, no es conveniente conectar módulos de distintas características y dentro de lo posible serán siempre del mismo fabricante.

1.- Conexión en paralelo: Se conectan todos los polos negativos y por separado los polos positivos, aumentando así la corriente y manteniendo el valor de tensión. Puede

verse esquematizado en la siguiente figura donde se conectan 4 módulos fotovoltaicos de 34 voltios y 8 amperios.

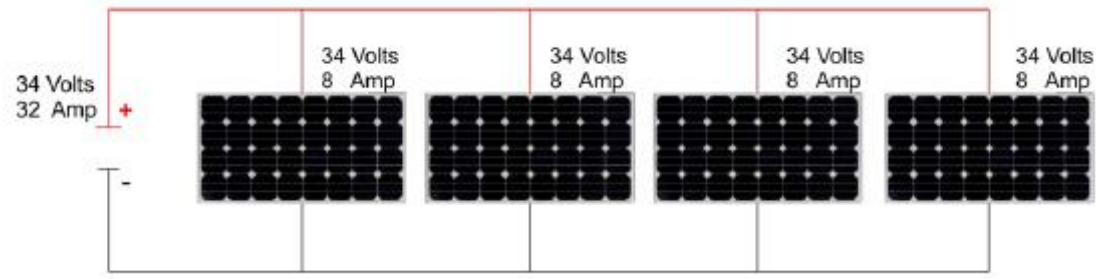


Figura 50: Asociación de paneles en paralelo

2.- Conexión en serie: En éste caso se conecta un polo positivo con el polo positivo del siguiente obteniendo una mayor tensión (suma de todas las tensiones conectadas) manteniendo el valor de la corriente generada por un solo módulo

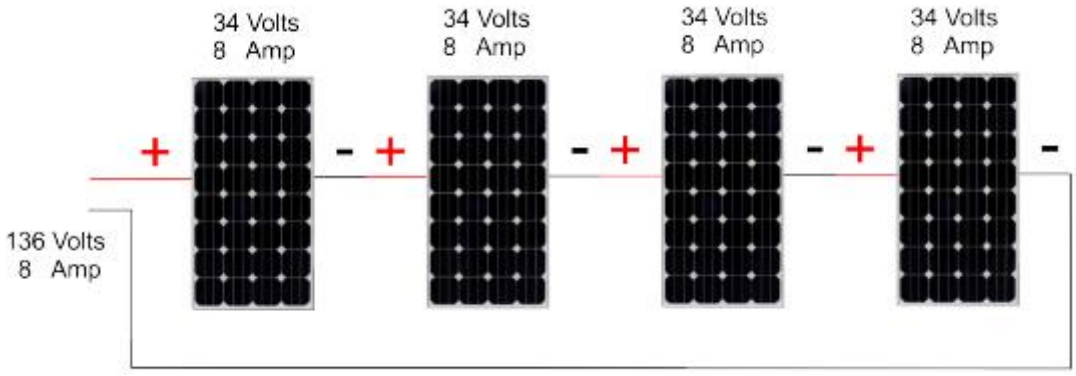


Figura 51: Asociación de paneles en serie

3.7.3. Sistema de acumulación (Baterías)

Las más utilizadas son las llamadas estacionarias debido a que son capaces de permanecer largos periodos de tiempo totalmente cargadas y tienen la capacidad de aguantar descargas profundas de forma puntual.

Si la instalación no es de gran envergadura se pueden utilizar baterías monoblock o de arranque (como la de los vehículos), pero siempre para potencias inferiores a 200 W en el conjunto de todos los módulos fotovoltaicos. Si no ceñimos a lo que expone el *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red* de IDAE, éste indica que siempre que sea posible se elijan baterías estacionarias y de placa tubular, no permitiéndose el uso de baterías de arranque.

3.7.3.1. Tipos de baterías

1.- Estacionarias monobloc: Formadas por un solo bloque siendo de menor capacidad que las translúcidas o herméticas, se usan en pequeñas instalaciones, no es necesario asociarlas entre ellas para obtener 12 voltios.

2.- Estacionarias translucidas o transparentes: Se encuentran separadas en células pero se puede ver el interior de la batería. Al ser baterías de un vaso, la tensión de éste es del orden de 2.2 voltios, siendo necesario su conexión en serie. Son de mayor tamaño y de mayor peso que las monobloc y deben ser rellenadas con el electrolito una vez instaladas.

3.7.3.2. Características fundamentales de las baterías

1.- Capacidad: Es la cantidad de electricidad que la batería puede suministrar, tiene unidad de medida amperios hora (Ah). Los parámetros que definen la capacidad de la batería son:

1.1.- Duración de descarga

1.2.- Intensidad de descarga

1.3.- Temperatura y tensión final.

2.- Profundidad de descarga: Es el porcentaje de la capacidad total de la batería que se utiliza durante un ciclo de carga o descarga, podemos clasificarla en:

2.1.- Descargas superficiales: Se aceptan descaras en torno al 20% de la capacidad nominal de la batería sin que esto afecte a la vida útil de la batería.

2.2.- Descargas profundas: Se aceptan descargas en torno al 80% de la capacidad nominal de la batería sin que afecte a la vida útil de la misma.

3.- Vida útil: Medida en ciclos, hace referencia al número de veces que se puede producir el proceso carga-descarga sin que afecte a la capacidad máxima de la batería, cuanto menor sea el número de ciclos menor será la vida útil de la batería.

3.7.3.3. Asociación serie/paralelo

Dependiendo de la potencia, capacidad y tensión de la instalación se tendrá que elegir si las baterías hay que conectarlas en serie, paralelo o de forma mixta.

1.- Conexión en paralelo: Se conectan todos los polos positivos y por separado todos los polos negativos. Conseguimos aumentar la capacidad siendo ésta la suma de las capacidades de todas las baterías, manteniendo constante el valor de la tensión.

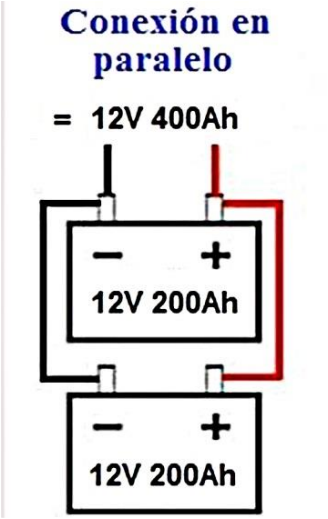


Figura 52: Conexión de baterías en paralelo

2.- Conexión en serie: Hay que conectar el polo positivo de una batería con el polo negativo de la siguiente, aumentamos la tensión siendo ésta la suma de las tensiones de todas las baterías instaladas y mantenemos constante la capacidad del banco de baterías.



Figura 53: Conexión de baterías en serie

3.-Conexión mixta: Se asocian baterías tanto en serie como en paralelo en función de las necesidades de la instalación.

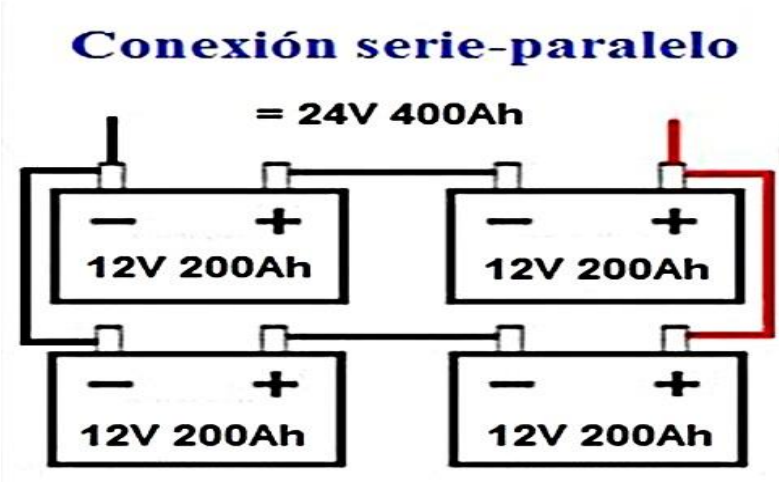


Figura 54: Conexión de baterías serie/paralelo

3.8.4. Regulador de carga

Es el encargado de controlar los procesos de carga y descarga de la batería y las funciones principales que acomete son las siguientes:

1.- Evita que se sufran sobrecargas en la batería: Cuando la batería está cargada evita que se siga cargando aumentando la vida de la misma.

2.- Impide que se sufra una sobredescarga en la batería: Cuando la batería está descargada evita que ésta siga intentando suministrar energía a la instalación.

3.- Consigue que el sistema funcione en el punto de máxima eficiencia

3.7.4.1 Asociación en paralelo

En instalaciones pequeñas con un solo regular de cara conectado al banco de barías es suficiente, pero para instalaciones más grandes se agrupan un número de módulos con un regulador, conectando finalmente todas las salidas al banco de baterías. Hay que tener en cuenta que cuando se conectan ramas simétricas se tienen que utilizar reguladores de las mismas características

3.8.5. Inversor

La función del inversor de corriente es alterar la tensión, frecuencia y características de la entrada en la adecuada para nuestra instalación. En el caso que nos ocupa convierte la tensión del banco de baterías a consumos de 230 v en alterna

3.7.5.1. Inversor en instalación fotovoltaica aislada

En éste caso se utilizan los inversores para convertir tensión de baterías (12v, 24v,48v..) de corriente continua en 230 V de corriente alterna. Se conectan directamente

a la salida de consumo del regulador para potencias inferiores a 500 W y para potencias superiores se conectan directamente a las baterías.

La tensión de alimentación tiene valores típicos de 12.24 y 48 V aunque si la instalación lo requiere se puede llegar a una tensión de 120 V (en corriente continua), el inversor genera señales de tensión y frecuencia determinadas, que en la mayoría de los casos es de 230V y 50 Hz.

Los inversores disponen de protecciones como son protección para sobrecarga o sobredescarga, protección para posibles cortocircuitos o detección de ausencia de consumo (stand-by).

3.7.5.2. Tipos de inversores para instalaciones aisladas

1.- Onda sinusoidal modificada (MSW): Son válidos para la mayoría de los aparatos domésticos pero pueden presentar algún problema de rendimiento con cargas inductivas como son las de los motores, son las más usadas debido a su bajo coste.

2.- Onda sinusoidal pura (PSW): Es la mejor forma de onda eléctrica para equipos electrónicos eliminando los problemas de rendimiento provocados por una onda sinusoidal modificada, tienen el inconveniente de que su coste es bastante más elevado que el de onda sinusoidal modificada.

3.7.6. Datos para el dimensionado de la instalación

Antes de comenzar con el dimensionado de la instalación hay que tener conocimiento de datos relacionados con la vivienda y su ubicación:

1.- Condiciones de uso: Demanda energética y uso (fines de semana, semanal, verano, invierno, anual…)

2.- Datos climatológicos de la zona: Principalmente es conocer la irradiación con la que disponemos para los cálculos pertinentes

3.7.6.1. Condiciones de uso: Obtención del consumo

En éste apartado se calcula la potencia total de la instalación teniendo en cuenta la potencia de cada equipo y horas de funcionamiento de éste, conociendo dicho término como potencia máxima instalada, simbolizándose a partir de éste momento como $E_{potmáxdiaria}$ y midiéndose en vatios-hora-día (Whd). La Potencia es multiplicada por 1.6 como factor de seguridad recomendado por instaladores profesionales.

DATOS CONSUMO					
Activa	**Aparato / Instalación**	**Unidades iguales**	**Potencia (W)**	**Tiempo (h/día)**	**$E_{potmaxdiaria}$ (Whd)**
X	Iluminación Salón	1	70	3	210
X	Iluminación Cocina	1	70	2	140
X	Iluminación habi. 1	1	70	1	70
X	Iluminación habi. 2	1	70	1	70
X	Iluminación habi. 3	1	70	1	70
X	Iluminación habi. 4	1	70	1	70
X	Iluminación habi. 5	1	70	1	70
X	Iluminación Baño 1	1	36	0,5	18
X	Iluminación Baño 2	1	36	0,5	18
X	Iluminación Baño 3	1	36	0,5	18
X	Iluminación Distribuidor	1	70	0,5	35
X	Televisor Salón	1	75	3	225
X	Iluminación aux. salón	1	25	2	50
X	Ordenador	2	100	2	400
X	Frigorífico	1	110	9	990
X	Lavadora	1	250	0,5	125
X	Congelador	1	110	6	660
X	Televisor habitación	2	75	2	300
X	Reproductor audio	2	40	0,5	40
X	Iluminación aux. habit.	2	25	1	50
X	Otros	1	100	0,5	50
	TOTAL:		**2524.8**		**3679**

Tabla 122: Consumo vivienda

3.7.6.2. Datos climatológicos

En primer lugar se muestran los datos geográficos de la vivienda para posteriormente mostrar el método de obtención de la irradiación disponible.

DATOS GEOGRÁFICOS	
Localidad:	Andújar
Provincia:	Jaén
Latitud:	38º6'52,65"
Longitud:	3º59'27,88"
Grados Latitud:	38
Grados Longitud:	4

Tabla 123: Datos climatológicos

Se definen a continuación varios conceptos previos que son necesarios conocer:

1.- HPS (horas pico solar): Son las horas diarias cuya irradiancia es la correspondiente a las condiciones estándar de medida 1000 W/m2, pudiendo abarcar desde 3 HPS hasta 7 HPS.

2.- Irradiancia: Es el flujo de irradiación solar que incide sobre una unidad de superficie en (kW/m2)[10]

3.- Días de autonomía: Cantidad de días que deseamos que la instalación funcione sin necesidad alguna de irradiación o que ésta sea muy baja. En sistemas solares domésticos se tomaran 3-5 días excepto en lugares geográficos con baja irradiación solar que se ampliará a 6-7 días. Según lo indicado en el *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red* del IDEA, la autonomía mínima será de 3 días.

4.- PVGIS: Es una base de datos de irradiación mundial online (*Photovoltaic Geographical Information System)*

[10] No confundir irradiancia con irradiación, que corresponde a la energía por unidad de superficie a lo largo de un periodo de tiempo y cuyas unidades son (kWh/m2)

3.7.7. Dimensionado de instalación fotovoltaica aislada

En éste apartado se procede al dimensionado de la instalación fotovoltaica aislada, se calculará tanto todo lo referente a módulos fotovoltaicos, baterías, reguladores de carga, inversores y cableado necesario para el correcto funcionamiento de nuestra instalación, teniendo presente en todo momento el cumplimiento del *Pliego de condiciones técnicas del IDAE* .

3.7.7.1. Distintos tipos de dimensionado

Al no ser una ciencia exacta el dimensionado de una instalación solar fotovoltaica aislada ya que depende de factores externos, se han desarrollado estudios en base a los datos que se pueden obtener y son fiables que han dado lugar a criterios que permiten calcular número de módulos fotovoltaicos y baterías. Los métodos más utilizados son:

1.- Método de Ah: Éste método se basa en el consumo diario en amperios de la instalación, teniendo en cuenta las pérdidas generadas en dicha instalación. Para el dimensionado de los bancos de baterías se basa en los días de autonomía.

2.- Método de probabilidad de pérdida de carga (Loss of Load Probability, LLP): Este método se basa en la posibilidad de que nuestro sistema falle en algún momento y no pueda satisfacer la demanda prevista, estableciendo una relación en base al cociente entre el déficit y la demanda energética del sistema; es decir, un LLP de valor 0 indica que no hay déficit de energía y un LLP de valor 0.1 indica un déficit del 10%.

3.-Simplificado: Es un método similar al Ah pero tiene en cuenta la potencia de cada módulo fotovoltaico en vez de la intensidad, el número de módulos puede ser inferior al del método Ah. El dimensionado y cálculo del banco de baterías se calcula igual que con el método Ah.

3.7.7.2. Cálculo de pérdidas en la instalación

Para poder calcular la energía necesaria que debe aportar el sistema fotovoltaico tenemos que calcular previamente todas las pérdidas presentes en la instalación, para el caso de una instalación donde todos los receptores funcionan a 230 V y 50 hz en alterna usaremos la siguiente expresión:

$$K_T = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] * [\ 1 - \frac{(K_A * D_{aut})}{P_d}\ ]$$

Ecuación 48: Pérdidas en instalación

- K_A: Pérdidas debido a la autodescarga diaria de baterías a 20ºC y cuyos valores son:
  - 0.002→Para baterías con baja autodescarga Ni-Cd
  - 0.005→Para baterías estacionarias Pb-Acido (más habituales)
  - 0.012→Para baterías de alta autodescarga (arranque automóviles)
- K_B: Pérdidas debido al rendimiento de las baterías cuyos valores por defecto son:
  - 0.05→Para sistemas que no demandan descargas intensas
  - 0.1→En sistemas de descargas profundas
- K_C: Pérdidas debido al rendimiento del regulador empleado cuyos valores son:
  - 0.05→Para convertidores senoidales puros
  - 0.1→Para condiciones de trabajo adversas, lejos del punto óptimo.
- K_R: Pérdidas debidas al rendimiento del regulador
  - 0.1→Valor por defecto si no se conoce valor exacto del fabricante
- K_X: Pérdidas no contempladas anteriormente como caída de tensión, efecto Joule,
  - 0.1→Valor por defecto
- D_{auto}: Días de autonomía con baja o nula insolación →5
- Pd: Profundidad de descarga de la batería que no excederá el 80%
  - 0.7→Valor por defecto

Teniendo en cuenta que nuestras baterías van a ser estacionarias Pb-Acido, que el sistema no demandará descargas intensas, los convertidores serán senoidales puros, teniendo en cuenta 5 días de autonomía y aceptando los valores por defecto del resto de parámetros obtenemos el siguiente valor para las pérdidas:

$$\boldsymbol{K_T = 0.71}$$

3.7.7.3. Dimensionado mediante el método Ah

En primer lugar hay que calcular la potencia máxima diaria, explicada y obtenida anteriormente en el apartado 7.5.1. y cuyo valor es:

$$E_{potmaxdiaria} = 6475.04\ Whd$$

El voltaje estimado para nuestro banco de baterías será de 24 V, en base a la siguiente tabla recomendada por bibliografía específica ("*Energía solar Fotovoltaica* – Miguel Pareja Aparicio)

Potencia necesaria	Voltaje recomendado
<=1500	12
1500<P<=5000	24
>5000	48

Tabla 124: Potencia necesaria / voltaje recomendado (CC)

El siguiente paso es la elección del inversor, la potencia de salida del inversor tiene que ser superior a la potencia de todos los equipos conectados, la potencia de todos los equipos conectados es de **P = 2524.08 W ,** por lo que tras consultar los modelos disponibles (En la hoja Excel correspondiente puede apreciarse el proceso para la elección de éste modelo) nos hemos decantado por el siguiente modelo:

Marca	MUST
Modelo	**3000 W 24V**
Tipo onda	**Sinusoidal pura**
Pot. Máx. Salida (W)	**3000**
V_entr_continua_MAXIMA (V)	**24**
V_salida (V)	**230**
Eficiencia	**0,93**

Tabla 125: Inversor seleccionado

A continuación se calcula la energía de la instalación:

$$E_{inst\_max} = \frac{E_{potmaxdiario}}{V_{bateria}} = \frac{3679}{24} = 245.27\ \boldsymbol{Ahd}$$

El valor obtenido hay que incrementarlo un 20% como margen de seguridad:

$$E_{maxdiaria} = 1.2 * E_{inst\_max} = 294.32\ \boldsymbol{Ahd}$$

Para obtener el consumo máximo hay que tener en consideración las pérdidas ya calculadas anteriormente, de esta manera tenemos que:

$$E_{max} = \frac{E_{maxdiaria}}{K_T} = 414.12\ \boldsymbol{Ahd}$$

Ecuación 49: Consumo máximo

A continuación se va a dimensionar todo lo relacionado con los módulos solares, introduciendo latitud, longitud e inclinación óptima de los paneles en la página PVIG (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe) obtenemos los siguientes datos que son explicados a continuación:

Mes	Hh		Hopt	H(28)	Iopt	T24h	NDD	HPS
Ene	2010,00		2960,00	2900,00	57,00	7.4	300,00	2,9
Feb	2970,00		4090,00	4020,00	51,00	7.7	216,00	4,02
Mar	4460,00		5400,00	5360,00	39,00	11.2	124,00	5,36
Abr	5410,00		5840,00	5850,00	26,00	15.1	79,00	5,85
Mayo	6550,00		6450,00	6520,00	14,00	19.3	6,00	6,52
Jun	7550,00		7110,00	7220,00	7,00	23.8	0,00	7,22
Jul	7790,00		7480,00	7590,00	10,00	27.7	0,00	7,59
Ago	6800,00		7140,00	7180,00	22,00	27.6	1,00	7,18
Sep	5070,00		5990,00	5960,00	36,00	22.6	12,00	5,96
Oct	3560,00		4690,00	4620,00	47,00	17.8	79,00	4,62
Nov	2380,00		3490,00	3420,00	56,00	11.6	273,00	3,42
Dic	1820,00		2750,00	2680,00	59,00	8.5	298,00	2,68
Año	4710,00		5290,00	5280,00	31,00	16.7	1388,00	**5,28**

Tabla 126: Datos pvgis

HPS(mínimo)=	**2,68**	KWh/m2dia	Diciembre
HPS(máximo)=	**7,59**	KWh/m2dia	Julio

Hh: Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m2/dia)
Hopt: Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima (Wh/m2/dia)
H(28): Irradiación sobre plano inclinado:28grados (Wh/m2/dia)
Iopt: Inclinación óptima (grados)
T24h: Temperatura media diaria (24h) (°C)
NDD: Número de grados día de calefacción (-)

PVGIS (c) Comunidades europeas, 2001-2012

Tras el minucioso estudio de todos los tipos de módulos solares disponibles en catálogo (hoja Excel adjunta) se ha llegado a la elección del siguiente módulo, cuyas características se muestran a continuación:

Marca	LG Solar	Unidades
Modelo	LG 300 N1C-B3 MonoX Neón	
Potencia Máxima (Pmpp)	300	(W)
Tensión máxima Potencia (Vmpp)	32	(V)
Corriente Máxima Potencia (Impp)	9,4	(A)
Tensión circuito Abierto (Voc)	39,8	(V)
Corriente a Cortocircuito (Isc)	9,98	(A)
Tecnología	Monocristalino	
Longitud (m)	1,64	m
Ancho (m)	1	m
Superficie	1,64	m2

Tabla 127: Módulo solar seleccionado

Con todos los datos anteriores ya se puede calcular la energía proporcionada por cada módulo fotovoltaico.

$$E_{módulo} = 0.9 * I_{modulo} * HPS_{medio} = 0.9 * 9.4 * 5.28 = \mathbf{44.678\ Ahd}$$

Se calcula el número de ramas en paralelo:

$$\frac{E_{max}}{E_{módulo}} = \frac{414.12}{44.678} = 9.27 - - - - \rightarrow \mathbf{10}$$

Se calcula el número de módulos en serie:

$$\frac{V_{Bateria}}{V_{módulo}} = \frac{24}{32} = 0.75 - - - - \rightarrow \mathbf{1}$$

En éste proyecto se ha decidido colocar los paneles de forma vertical, ya que a pesar de necesitar mas espacio entre modulo y módulo se dispone de espacio suficiente en cubierta. La distancia mínima entre filas de captadores tiene que ser de 2.53 m. para que no se produzcan pérdidas por sombras indeseadas.



Figura 55: Distancia entre captadores

A continuación hay que calcular el número de baterías necesarias, para ello previamente hay que saber la capacidad del banco de baterías de la instalación, es importante usar el mismo valor de produndidad de descarga de la batería utilizada para calcular las pérdidas, la capacidad del banco de baterías viene dada por la siguiente expresión:

$$\frac{E_{max} * D_{auto}}{P_d} = \frac{414.12 * 5}{0.7} = 2958$$

Ecuación 50: Capacidad del banco de baterías

$$\boldsymbol{C_{bateria} = 2958\ Ah}$$

Tras consultar la pestaña “Cat_bateria” del Excel adjunto se ha decidido instalar el siguiente tipo de batería:

Marca	Trojan	Unidades
Modelo	L16P-AC	
Capacidad (Ah) 100	483	Ah
Voltaje	6	V

Tabla 128: Baterías seleccionadas

A continuación se estiman el número de baterías a conectar en paralelo y el número de baterías a conectar en serie.

$$\frac{C_{bateria}}{C_{100}} = \frac{2958}{467} = 6.33 - - - - \rightarrow \mathbf{7}$$

El número de baterías en paralelo será de 4.

$$\frac{V_{bateria}}{V_{nominal\_bateria}} = \frac{24}{6} = \mathbf{4}$$

El número de baterías a conectar en serie será de 4.

Finalmente necesitamos 28 baterías **Trojan** modelo L16P-AC conectadas en 7 grupos de **4** baterías en serie.

El último elemento a calcular es el regulador y como primer paso para ello se tiene que calcular la corriente del regulador, teniendo en cuenta para ello la corriente en cortocircuito del módulo fotovoltaico.

$$I_{campo\_fotovoltaico} = I_{SC} * número\ de\ ramas = 9.98 * 10 = \mathbf{99.8\ A}$$

$$I_{minima\_regulador} = 1.1 * I_{campo_{fotovoltaico}} = 1.1 * 99.8 = \mathbf{109.78\ A}$$

Existe la opción en el mercado de elegir un regulador que abarque la intensidad requerida para todo el circuito, no obstante, debido al elevado precio de éstos, asociamos ramas simétricas, a cada rama irá acoplado un regulador que satisfaga las necesidades de intensidad previstas.

En la siguiente tabla se puede apreciar, como teniendo 6 ramas totales sólo podemos agruparlas en grupos de 1,2,3,6 para que sean simétricas, así cómo la intensidad que tiene que satisfacer el regular para cada caso.

Nº ramas totales	Nº ramas simétricas	Nº captadores*rama	In. Regulador cada rama (A)
10	1	10	109.78
10	**2**	**5**	**54.89**
10	3	NO VALIDO	21,96
10	4	NO VALIDO	NO VALIDO
10	5	2	21.96
10	6	NO VALIDO	NO VALIDO
10	7	NO VALIDO	NO VALIDO
10	8	NO VALIDO	NO VALIDO
10	9	NO VALIDO	NO VALIDO

Tabla 129: Número de captadores por regulador

Elegimos dos ramas simétricas, cada regulador tiene que satisfacer una intensidad de 54.89 A para cada rama, con éstos datos y tras estudiar minuciosamente todas las opciones en la pestaña correspondiente del libro Excel elegimos el siguiente regulador para cada rama.

Marca	Solar System	Unidades
Modelo	PC18-6015F	
Tensión (V)	24	V
Corriente máxima (I)	60	A
P.mx. 12V o 24V según regulador	1875	W

Tabla 130: Regulador seleccionado

Una vez realizados todos los cálculos, obtenemos 3 módulos fotovoltaicos en cada rama en un total de 2 ramas simétricas, cada rama llevará acoplado un regulador de 40 A, suficientes para satisfacer la intensidad demandada por la instalación

3.7.7.4. Sección de cableado.

La elección de la sección del cableado se ha hecho en base a secciones normalizadas según la norma correspondiente, el proceso de cálculo puede apreciarse en la hoja "*Cata_sección_cableado"* , para mejor compresión se ha dividido en tres bloques cuyos datos introducidos y resultados resumo a continuación:

PANELES - REGULADOR		
Longitud:	12	m
Material:	Cobre	
Intensidad:	47	A
Conductividad:	58	m/Ω mm2
% caida tensión:	3	%
Tensión:	24	
Caida de Tensión:	0,72	V
SECCIÓN	**25**	**mm2**

Tabla 131: Sección cableado paneles - regulador

REGULADOR - BATERIAS		
Longitud:	2	m
Material:	Cobre	
Intensidad:	94	A
Conductividad:	58	m/Ω mm2
% caida tensión:	1	%
Tensión:	24	
Caida de Tensión:	0,24	V
SECCIÓN	**50**	**mm2**

Tabla 132: Sección cableado regulador - baterías

BATERIAS - INVERSOR		
Longitud:	1,5	m
Material:	Cobre	
Intensidad:	105.2	A
Conductividad:	58	m/Ω mm2
% caida tensión:	1	%
Tensión:	24	
Caida de Tensión:	0,24	V
SECCIÓN	**50**	**mm2**

Tabla 133: Sección cableado Baterías-inversor

3.7.8. Informa final Instalación Fotovoltaica

En el siguiente informe se incluyen de forma resumida los distintos resultados obtenidos para el correcto dimensionado y funcionamiento de la instalación fotovoltaica estudiada.

La vivienda se **sitúa** en la población de **Andújar** provincia de **Jaén** esta se encuentra en una latitud **38º6'52,65"** y longitud **3º59'27,88"**

La inclinación de las placas solares respecto a la horizontal, dependiendo de la época del año en la que se les vaya a dar más uso es la siguiente:

Uso preferente en verano:	18
Uso preferente en invierno:	48
Uso durante todo el año:	28

La potencia máxima diaria (Whd) calculada para satisfacer la vivienda estudiada es:	**5886,4**
Si tenemos en cuenta las pérdidas en la instalación obtenemos una potencia de:	**9110,61**
El consumo anual estimado (kw*h/año) es de:	**3325,37**
El voltaje estimado de baterias para consumo es de (V) es de :	**24**

INVERSOR

La potencia de salida correspondiente a la dada con todos los aparatos electricos de la vivienda conectados al mismo tiempo sería de: **2524,8** **W**

Tras consultar la base de datos de inversores, se ha decidido la instalación del siguiente inversor:

Marca	**MUST**
Modelo	**3000W 24V**
Tipo Onda	**Sinusoidal pura**
Pot. Máx. Salida (W)	**3000**
V_entr_continua_MAXIMA (V)	**24**
V_salida (V)	**230**
Eficiencia	**0,93**

PANELES

Después de realizar un cálculo exhaustivo de todas la variables para el dimensionamiento de paneles se ha llegado a la elección de los siguientes paneles fotovoltaicos:

Marca	**LG Solar**	
Modelo	**LG 300 N1C-B3 MonoX Neon**	
P.Max. (Pmpp)	**300**	**(W)**
T. max. Pote. (Vmpp)	**32**	**(V)**

Corri. Max. Poten. (Impp)	**9,4**	**(A)**
T.circu. Abier. (Voc)	**39,8**	**(V)**
Corr. Corto (Isc)	**9,98**	**(A)**
Tecnología	**Monocristalino**	
Longitud (m)	**1,64**	**m**
Ancho (m)	**1**	**m**
Superficie	**1,64**	**m2**

Número de ramas en paralelo totales:	**10,00**	
Número de ramas en serie totales:	**1,00**	
Posición de los capadores:	**Vertical**	
Distancia entre captadores:	**2,53**	**m**

BATERÍAS

Para ésta vivienda, necesitaremo un total de **28** baterías **Trojan** modelo L16P-AC conectadas **7** grupos de **4** baterias en serie.

REGULADOR

Tal haber obtenido y estudiado todas las variables para el dimensionamiento del regulador se ha optado por el siguiente modelo:

Marca	**Solar System**	
Modelo	**PC18-6015F**	
Tensión (V)	**24**	**V**
Corriente máxima (I)	**60**	**A**
P.mx. 12V o 24V según regulador	**1875**	**W**

Obteniendo finalmente **5** módulos por rama en un total de **2** ramas simétricas, cada rama llevará acoplado un regulador de **60** **A,** suficiente para la demanda requerida por la instalación

4. PLANOS

4.1. Índice de Planos

Plano 1: Situación

Plano 2: Emplazamiento

Plano 3: Fachada Sur

Plano 4: Fachada Norte

Plano 5: Fachada Oeste

Plano 6: Fachada Este

Plano 7: Planta General

Plano 8: Planta placas fotovoltaicas y colector solar

Plano 9: Esquema fotovoltaico

Plano 10: Suelo Radiante

Plano 11: Esquema Biomasa + ACS

NOTA: Para no infringir la normativa de la escuela y que la memoria del TFG ocupe más de 16 Mb, los planos se encuentran en carpeta anexa nombrada como PLANOS.RAR tal y como indica que se proceda dicha normativa.

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. Índice pliego de condiciones

5.2. Pliego de condiciones generales

5.2.1. Objeto

El objeto del presente pliego de condiciones es limitar las condiciones técnicas mínimas y necesarias que deben cumplir las diferentes instalaciones expuestas en éste proyecto.

La aplicación del presente pliego de condiciones técnicas (en sucesivas ocasiones, PCT) se exige a todos los sistemas eléctricos, mecánicos y electrónicos que formen parte de cualquier instalación.

5.2.2. Obras objeto del presente documento

Se consideran sujetas a todas las condiciones de éste Pliego las obras cuyas características, presupuestos y planos se encuentran en las partes correspondientes de éste proyecto, así como cualquier obra accesoria necesaria para obtener el resultado final satisfactorio.

Se considerará obra accesoria aquella que no puede ser prevista con anterioridad a la ejecución de las instalaciones indicadas en éste proyecto. Estas se ejecutarán según se vaya conociendo su necesidad, si dicha obra es de gran importancia se ejecutará teniendo en cuenta proyecto adicional, en caso de que la obra sea de menor importancia, la decisión quedará a cargo del Director de Obra.

Se hace constar que las condiciones expuestas en éste PCT serán las mínimas aceptables.

5.2.3. Documentos que completan y definen la obra

Todos los documentos que definen la obra pueden carácter informativo o carácter contractual, siendo éstos últimos pliego de condiciones, cuadro de precios, presupuesto y planos.

Cualquier variación en el planteamiento de la obra que implique un cambio importante de lo proyectado tiene que ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que, lo apruebe si procede o redacte una reforma del proyecto actual.

5.2.4. Relación y compatibilidad entre todos los documentos

En el supuesto de incompatibilidad entre planos y pliego de condiciones siempre prevalecerá lo expuesto éste último. Todo lo dispuesto en planos y omitido en pliego de

condiciones o viceversa tendrá que ser ejecutado teniendo que cuenta que esta expuesto en ambos documentos.

5.2.5. Generalidades

Todas las normas, reglamento y ordenanzas aplicadas a la ejecución del presente proyecto pueden consultarse en el epígrafe *"2.4. Normas y referencia"*, dentro de *"Memoria".*

5.2.6. Prescripciones sobre materiales

La siguiente prescripción sobre materiales será aplicable a todos los pliegos de condiciones técnicas particulares expuestas en el actual documento.

Con el fin de facilitar, 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 proyecto que nos ocupa se especificarán todas las características técnicas que tienen que cumplir los equipos, productos y sistemas suministrados.

Los equipos, productos y sistemas suministrados tienen que cumplir en todo momento lo que sobre ellos se especifica en los diferentes documentos que constituyen el proyecto. Las calidades de los mismos serán acordes a las distintas normas quesobre ellos estén publicadas y que tendrán carácter de complementariedad al presente apartado del Pliego de Condiciones. Habrá preferencia en cuanto a aceptabilidad aquellos materiales que consten de Documento de Idoneidad Técnica que avala las cualidades de los mismos, emitido siempre por Organismos Técnicos reconocidos.

Dicho control de recepción en obra de equipos, productos y sistemas suministrados comprenderán en base al artículo 7.2 del CTE:

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

Por parte del Constructor o Contratista existe obligación de comunicar a los suministradores de productos, equipos y sistemas las calidades exigibles , aconsejándose que con anterioridad se consulte al Director de Ejecución de Obra y a las entidades y laboratorios encargados del control de calidad el empleo de los mismos.

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

Será responsabilidad del Contratista notificar al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que posteriormente serán utilizados, aportando, cuando el Director de Ejecución de la Obra crea conveniente, datos y muestras necesarias para decidir acerca de su inclusión.

Los materiales descritos anteriormente serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aceptación NO podrán ser acopiados en obra ni podrán ser utilizados. Al margen de lo anterior, y aún después de la colocación en obra de los mismos, los materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento y siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Los gastos ocasionados por lo anterior siempre serán a cargo del Contratista.

Aunque el contratista subcontrate cualquier parte de la obra, NO le exime de la responsabilidad correspondiente.

La inspección por parte de los Técnicos no asegura la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su validez, NO extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

5.2.7. Garantías de calidad (Marcado CE)

El siguiente marcado de calidad será aplicable todos los productos, materiales o sistemas mencionados en el actual pliego de condiciones.

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 nos indica lo siguiente:

- 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 y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

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 responsabilidad y obligación del Director de la Ejecución de la Obra corroborar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de cumplimiento de éste primer supuesto, comprobar si se cumplen las condiciones establecidas en el Real Decreto 1630/1992 por el que se transpone a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE.

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 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

Todas las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra u otra característica especial, siendo de obligado cumplimiento las características técnicas señaladas con anterioridad para el símbolo (CE).

Cabe la posibilidad de que dentro de las características del producto nos 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.

5.3. Pliego de condiciones técnicas particulares de calefacción (Suelo Radiante y caldera de Biomasa)

Acorde al Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante RD-314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá completamente las obras e instalaciones proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de tal manera que se pueda comprobar que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Características técnicas necesarias que deben cumplir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio en estudio, al igual que las condiciones de suministro, control de recepción de dicho suministro y las garantías de calidad. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución, verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo expuesto en el presente proyecto. Se indicarán todas las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras; en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra disponible en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Todas las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones de utilización del edificio y sistemas instalados. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

5.3.1. Aislantes e impermeabilizantes

5.3.1.1. Condiciones de suministro

Todos los paneles de aislamiento e impermeabilización se tienen que suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos.

Estos paneles se agruparán formando pallets para su mejor transporte y almacenamiento.

En caso de ser necesario desmontar los pallets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

5.3.1.2. Recepción y control

Este material debe estar provisto del marcado CE, indicación que implica el cumplimiento de los requisitos objeto de estudio en epígrafe anterior dentro del presente Pliego de Condiciones.

Cuando el material forme parte de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, siempre se declarará cual es el valor de resistencia a la difusión del agua.

5.3.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

Para su conservación, habrá que tener en cuenta que los pallets podrán permanecer a la interperie durante un periodo de tiempo limitado, normalmente por el fabricante.

Los pallets siempre serán apilados en superficies horizontales limpias y planas.

Los pallets siempre serán protegidos de radiación directa del Sol así como de la acción directa del viento.

5.3.1.4. Recomendaciones para su uso en obra

Su uso en obra vendrá regido por las indicaciones técnicas suministradas por el fabricante.

5.3.2. Instalaciones

5.3.2.1. Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC). Condiciones de suministro.

Tanto los tubos como los accesorios correspondientes deben suministrare a pie de obra, en camiones con suelo plano, sin paletizar y los accesorios en cajas acordes a estos.

No deben existir deformaciones debido al contacto con cadenas, aritas vivas… a la hora de la colocación de los tubos en camiones. Tampoco pueden quedar tramos salientes innecesarios.

Tanto los tubos como los accesorios se tienen que cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante su transporte desde el proveedor a la obra, pudiéndose apilar hasta una altura máxima de 1.5 m.

Se evitará la colocación de excesivo peso en la parte superior de los tubos, situando para éste cometido las cajas de accesorios en la planta del camión y no encima de los tubos.

Siempre se intentará colocar los rollos de tubos de forma horizontal en la planta del camión evitando cualquier tipo de aplastamiento. Los rollos que debido a su gran diámetro no puedan acoplarse durante el transporte de ésta forma se hará de forma vertical teniendo la precaución de que permanezcan en ésta posición el menor tiempo posible.

Tanto los accesorios como los se deben cargar y descargar con el máximo de cuidado posible.

5.3.2.2. Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC). Recepción y control

El marcaje de los tubos debe estar comprendido como máximo a intervalos de 1 m de longitud y al menos, una vez por accesorio con:

- Caracteres correspondientes a la designación normalizada.
- Trazabilidad del tubo (información facilitada siempre por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).

Todos los caracteres de marcado tienen que figurar impresos o grabados directamente sobre el tubo o accesorio de forma que sean perfectamente legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra

El marcado nunca producirá fisuras u otro tipo de defecto que influya negativamente en el comportamiento funcional del accesorio o tubo.

En caso de utilizar un sistema de impresión, el color de la información impresa será diferente al color base del accesorio o tubo.

El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.

Los accesorios y tubos certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.

5.3.2.3. Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC). Conservación, almacenamiento y manipulación

En accesorios y tubos tienen que evitarse daños superficiles, utilizando siempre que nos sea posible los embalajes de origen.

Se evitará almacenamiento en lugar donde la radiación solar incida directamente sobre tubos y accesorios durante un periodo de tiempo prolongado.

Se dispondrá de un lugar de almacenaje que tenga la planta nivelada y liso, siendo un lecho plano de estructura de madera aceptable para dicho fin con el fin de evitar cualquier deformación o curvatura innecesaria en los tubos.

Los accesorios montados previamente y los tubos que tengan embocaduras se dispondrán de tal forma que estén protegidos contra el deterioro y todos los extremos queden libres de cargas.

Los rollos de tubo tienen que almacenarse verticalemente uno encima del otro o en estanterías acordes a este fin.

El desenrollado de los tubos tiene que hacerse tangencialmente al rollo, rodando sobre si mismo, nunca debe hacerse en espiral.

Se evitará el transporte hasta el lugar de trabajo de los rollos y accesorios arrastrándolos, y una vez en el lugar donde van a ser utilizados nunca se dejaran caer sobre superficies duras.

Si para la manipulación de rollos de tubo ya accesorios se hace imprescindible el uso de medios mecánicos, se procurará que éstas técnicas no produzcan daños, por ejemplo las eslingas de metal o cadenas no deben entrar en contacto con los tubos.

Se evitará cualquier tipo de suciedad en los accesorios y especialmente en las bocas de los tubos, dando lugar en caso contrario a instalaciones defectuaosas en su montaje. La limpieza de accesorios y tubos debe hacerse acorde a las adevertencias del fabricante, no usando productos abrasivos no recomendados por el mismo pues pueden debilitar la zona a la que se le aplique.

Para cortar los tubos se usará el cortatubos correspondiente.

5.3.3..- Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIOS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE DISTINTOS ELEMENTOS, PRODUCTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN CADA UNIDAD DE OBRA.

Siempre se especificará, en caso de que exista, distintas incomopatibilidades (tanto químicas como físicas) entre diversos componentes que engloban la unidad de obra o entre los componentes y el soporte.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En ésta sección se describe minuciosamente la unidad de obra correspondiente, detallando especialmente los elementos que la componen usando la nomenclatura específica y correcta de cada uno de estos elementos, siempre teniendo en cuenta los criterios marcados por la normativa vigente.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se enumerarán todas las normas que afectan a la rezalización de la unidad de obra en estudio.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Marca la manera en la que se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que posteriormente será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de proceder a iniciar los trabajos de ejecución de cada unidad de obra, el Director de Ejecución de Obra habrá recibido todos los materiales y certificados necesarios, siempre en base a lo establecido por el técnico redactor del proyecto. Será obligatoria la aceptación por parte del Director de Ejecución de Obra de todos los materiales constituyentes de la unidad de obra.

También se realizarán las comprobaciones previas necesarias sobre las condiciones de soporte, ambientales del entorno y de cualificación de mano de obra.

- *DEL SOPORTE*

Se establecerán unos requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra que servirán de soporte a la nueva unidad de obra.

- *AMBIENTALES*

Bajo unas determinadas condiciones climáticas (lluvia, humedad, viento, etc.) no se procederá con el trabajo de ejecución de unidad de obra, según condiciones deberá interrumpirse o adoptar algunas medidas necesarias protectoras para ello.

- *DEL CONTRATISTA*

En determinados casos, se hará necesaria la presentación al Director de Ejecución de Obra de una serie de documentos por parte del contratista, acreditando su cualificación o la cualificación de la empresa subcontratada si la hubiera. Por ejemplo la posesión del Documento de Idoneidad Técnica (DIT) tendrá que ser realizado por la misma empresa o por empresas cualificadas para este fin.

- *PROCESO DE EJECUCIÓN*

En éste epígrafe se desmenuza el proceso de ejecución de la unidad de obra correspondiente, asegurando en cada momento conseguir el nivel de calidad exigido para cada elemento constructivo.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Se enumerarán siempre por orden de ejecución las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra en estudio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

Ya que algunas unidades de obra están ligadas a otra en el computo glogal de la obra, se hará referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una unidad de obra concreta para que no interfiera negativamente en la ejecución del resto.

Cuando se haya finalizado la ejecución de una unidad de obra, es labor del contratista retirar todos los medios auxiliares usados en la ejecución de ésta, procediendo posteriormente a la limpieza del elemento realizado y de la zona de trabajo ocupada, recogiendo todos los restos materiales y demás residuos originados durante la ejecución de la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a vertedero específico.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Al finalizar la ejecución de cada unidad de obra, si fuera necesario, se indicarán las pruebas de servicio a realizar, normalmente por el propio contratista o empresa encargada de la instalación. El coste está incluido dentro de la unidad de obra.

Si fueran necesarias otras pruebas o ensayos no incluidos en el precio por unidad de obra, éstas se encontrarían detalladas y presupuestadas en el capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del presupuesto de ejecución material (PEM).

En el proyecto que nos ocupa, lo anterior ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Es necesario en algunas unidades de obra, establecer las condiciones en que deben protegerse éstas para el perfecto mantenimiento y conservación en obra hasta el momento de su recepción final.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Nos guía para saber cómo se comprobarán a pie de obra las mediciones de Proyecto después de haber superado con éxito los controles de calidad y lógicamente haber obtenido la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

El número de unidades de obra que han de abonarse se realizará de acuerdo con las normas establecidas en éste capítulo, siempre tendrá lugar en presencia del contratista, éste renunciará a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo, siendo en tal caso válido el resultado adoptado por el Director de Ejecución de Obra.

El precio de las unidades de obra se abonarán siempre en base a los precios establecidos en presupuesto, abonándose éstos por unidades de obra terminadas y

ejecutada arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra.

La unidades de obra engloban cánones, suministro, manipulación, transporte y empleo de maquinaria, medios auxiliares, mano de obra, materiales y costes derivados e estos conceptos, así como cuantas circunstancias sean necesarias para la correcta ejecución de obra. También abarcan aquellos conceptos definidos en cada unidad de obra, ensayos, pruebas, inspecciones, permisos, licencias, tasas, boletines o similares.

No se efectuará el abono al contratista de cualquier partida que no quede completamente definido en planos o en modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. No será de abono igualmente el coste de la restitución de la obra a las dimensiones correctas en caso de ser necesario ni el coste de ningún tipo de obra necsaria para subsanar una anterior por orden de la Dirección Facultativa.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

- *ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO*

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *CIMENTACIONES*

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *ESTRUCTURAS*

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *ESTRUCTURAS METÁLICAS*

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

- *ESTRUCTURAS (FORJADOS)*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de X m².

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

- *ESTRUCTURAS (MUROS)*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

- *FACHADAS Y PARTICIONES*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de X m², lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de X m² se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de X m², se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

- *INSTALACIONES*

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

- *REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOSCADOS DE CEMENTO)*

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de X m², el exceso sobre los X m². Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a X m². Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

5.3.6. Instalaciones (SISTEMAS)

5.3.6.1. Caldera de Biomasa

Unidad de obra ICQ015: Caldera para la combustión de pellets marca Ökofen, modelo Pellematic Condens, potencia nominal de 4 a 14 kW, base de apoyo anti vibraciones, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 28°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta anti explosión, limitador térmico de seguridad, tarado a 90°C, base de apoyo anti vibraciones, sensor de llama, incorpora tecnología de condensación.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 4 a 14 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1408x732x724 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión, base de apoyo antivibraciones, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 28°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, limitador térmico de seguridad, tarado a 90°C, base de apoyo antivibraciones, sin incluir el conducto para evacuación de los productos de la combustión que enlaza la caldera con la chimenea. La nueva tecnología de condensación permite el funcionamiento en cualquier sistema de calefacción, especialmente pensada para suelo radiante.

Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se asegurará que la situación es la indicada en Proyecto y que la zona de montaje está completamente terminada y acondicionada.

- *DEL CONTRATISTA*

Coordinará al instalador de la caldera con los instaladores de otras instalaciones que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

El primer paso será el replanteo de la caldera, seguido de la presentación de los elementos, a continuación se efectuará el montaje de la caldera con todos sus accesorios conexionando convenientemente éstos con las redes de conducción de agua, salubridad y eléctrica y con el conducto de evacuación de los productos de la combustión.

Finalmente se efectuará la puesta en marcha comprobando el resultado positivo de la instalación.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La caldera finalmente estará unida sólidamente a la bancada y con espacio suficiente a su alrededor para permitir labores de mantenimiento y limpieza.

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

En todo momento se protegerá a la caldera y todos los elementos unidos a esta de materiales abrasivos, humedad, suciedad y golpes.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se ajustará el número de unidades realmente utilizadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICQ030: Sistema de alimentación de pellets, para caldera de biomasa compuesto por kit básico de extractor flexible para pellets, formado por tubo extractor de 1 m de longitud y motor de accionamiento de 0,55 kW, para alimentación monofásica a 230 V, 3 m de tubo de ampliación de extractor flexible para pellets, 1 m de tubo de conexión de extractor flexible para pellets.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de sistema de alimentación de pellets, para caldera de biomasa compuesto por kit básico de extractor flexible para pellets, formado por tubo extractor de 1 m de longitud y motor de accionamiento de 0,55 kW, para alimentación monofásica a 230 V, 3 m de tubo de ampliación de extractor flexible para pellets, 1 m de tubo de conexión de extractor flexible para pellets. Totalmente montado, conexionado y probado.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se asegurará que la situación es la indicada en Proyecto y que la zona de montaje está completamente terminada y acondicionada.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo y posterior conexionado de los elementos a la red.

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

En todo momento se protegerá a todos los elementos de materiales abrasivos, humedad, suciedad y golpes.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se ajustará el número de unidades realmente utilizadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICQ060: Depósito de superficie para almacenaje de pellets, de tejido sintético, con estructura de madera, de 1,97x1,84 m, de 4 t de capacidad máxima, con sistema automático de extracción del combustible.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de depósito de superficie para almacenaje de pellets, de tejido sintético, con estructura de madera, de 1,97x1,84 m, de 4 t de capacidad máxima. Totalmente montado, conexionado y probado.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se asegurará que la situación es la indicada en Proyecto y que la zona de montaje está completamente terminada y acondicionada.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo, posterior colocación del depósito y conexión al sistema de extracción.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se ajustará el número de unidades realmente utilizadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICS005: Punto de llenado formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, para climatización, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, válvulas de corte, filtro retenedor de residuos, contador de agua y válvula de retención. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación:

- CTE. DB-HS Salubridad
- UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de

sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

  Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICS010: Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro interior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La tubería nunca será soldada a los elementos de fijación, usando para tal cometido anillos elásticos.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro interior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, suministrado en rollos, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

- *NORMATIVA DE APLICACIÓN*

  Instalación: CTE. DB-HS Salubridad.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

  Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se corroborará que tanto la situación como el recorrido se corresponden con lo especificado en Proyecto, comprobando que existe espacio suficiente para la instalación.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo de recorrido de tuberías, accesorios y demás piezas necesarias. Colocación y fijación de las tuberías, los accesorios y piezas especiales. Colocación de aislamiento y realización de pruebas de servicio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de resistencia mecánica y prueba de estanqueidad.

Normativa de aplicación:

- CTE. DB-HS Salubridad
- UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano
- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

  Se protegerá en todo momento frente a salpicaduras y golpes.
- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

  Se medirá la longitud ejecutada según las especificaciones marcadas en Proyecto.

Unidad de obra ICS075: Válvula de 3 vías de 1/2", mezcladora, con actuador de 230 V.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de válvula de 3 vías de 1/2", mezcladora, con actuador de 230 V; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

  Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se corroborará que la situación corresponde en todo momento con la de Proyecto.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo, posterior colocación de la válvula y finalmente conexión de la válvula a los tubos.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La conexión a la red será adecuada.

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Se protegerá frente a salpicaduras y golpes.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades según las especificaciones marcadas en Proyecto

Unidad de obra ICE100: Colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 5 circuitos, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 5 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

- *NORMATIVA DE APLICACIÓN*

Instalación: UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

Se comprobará que todos los tabiques están levantados y que la red de desagües está acabada.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo del emplazamiento del colector, colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB-HS Salubridad

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICE100b: Colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 6 circuitos, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 6 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

- *NORMATIVA DE APLICACIÓN*

Instalación: UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

Se comprobará que todos los tabiques están levantados y que la red de desagües está acabada.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo del emplazamiento del colector. Colocación del armario para el colector. Colocación del colector. Conexión de las tuberías al colector. Conexión del colector a la red de distribución interior o a la caldera. Realización de pruebas de servicio.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB-HS Salubridad

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades según las especificaciones marcadas en Proyecto

Unidad de obra ICE110: Sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por film de polietileno, banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel de tetones de poliestireno expandido modificado (NEO-EPS) y recubrimiento termoconformado de polietileno (PE), aislante a ruido de impacto, de 1450x850 mm y 19 mm de espesor, modelo Comfort Nubos PLUS IB 75, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), de 5 capas según el método UAX, con barrera de oxígeno (EVOH) y capa de protección de polietileno (PE) modificado, de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, modelo Comfort Pipe PLUS, y mortero autonivelante CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813, de 45 mm de espesor.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de sistema de calefacción por suelo radiante "UPONOR IBERIA", compuesto por film de polietileno, banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel de tetones de poliestireno expandido modificado (NEO-EPS) y recubrimiento termoconformado de polietileno (PE), aislante a ruido de impacto, de 1450x850 mm y 19 mm de espesor, modelo Comfort Nubos PLUS IB 75, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), de 5 capas según el método UAX, con barrera de oxígeno (EVOH) y capa de protección de polietileno (PE) modificado, de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, modelo Comfort Pipe PLUS, y mortero autonivelante CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813, de 45 mm de espesor, incluso piezas especiales. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

- *NORMATIVA DE APLICACIÓN*

Instalación: UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Superficie útil, medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

Se comprobará que todos los tabiques están levantados y que la red de desagües está acabada.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo, replanteo de toda la instalación, posterior extendido del film de polietileno. Fijación del zócalo perimetral, colocación de paneles, replanteo de tubería, colocación y fijación mediante bandas elásticas de tuberías y finalmente vertido y extendido de la capa de mortero autonivelante. Realización de pruebas de servicio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La superficie terminada tendrá planeidad y resistencia suficiente para su cometido.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación: CTE. DB-HS Salubridad

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICE150: Sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, con módulo relé con receptor inalámbrico para el encendido y apagado de dispositivos y para la conmutación entre los modos de funcionamiento de calefacción y refrigeración del equipo de producción, modelo Smatrix Wave M-161 2X, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, con módulo relé con receptor inalámbrico para el

encendido y apagado de dispositivos y para la conmutación entre los modos de funcionamiento de calefacción y refrigeración del equipo de producción, modelo Smatrix Wave M-161 2X, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO. Totalmente montado, conexionado y probado.

- *NORMATIVA DE APLICACIÓN*

Instalación: UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO*

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación**.**

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICE150b: Sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, con módulo relé con receptor inalámbrico para el encendido y apagado de dispositivos y para la conmutación entre los modos de funcionamiento de calefacción y refrigeración del equipo de producción, modelo Smatrix Wave M-161 2X, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO.

- *CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS*

Suministro e instalación de sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, con módulo relé con receptor inalámbrico para el encendido y apagado de dispositivos y para la conmutación entre los modos de funcionamiento de calefacción y refrigeración del equipo de producción, modelo Smatrix Wave M-161 2X, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO. Totalmente montado, conexionado y probado.

- *NORMATIVA DE APLICACIÓN*

Instalación: UNE-EN 1264-4. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación.

- CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Colocación, fijación y conexionado eléctrico y de comunicación con todos los elementos que lo demanden en la instalación.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

5.3.7. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Teniendo en cuenta el artículo 7.4 del CTE, en una obra terminada, bien sea sobre la totalidad el edificio o sobre las diferentes partes e instalaciones que lo componen, deben realizarse, además de las pruebas de carácter voluntario las pruebas y ensayos que constan en éste Pliego de Condiciones, por parte del constructor y a su cargo. Estas pruebas serán independientes de las dictadas por la Dirección Facultativa y las exigibles por la legislación vigente, que serán realizadas en todo momento por laboratorios acreditados y cuyo conste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos del PEM.

I INSTALACIONES

Las pruebas de la instalación finales se realizarán una vez acabadas todas las obras en el edificio, por la empresa instaladora que en todo momento tendrá que disponer de los medios materiales y humanos necesarios.

Todas las pruebas se realizarán en presencia de un instalador autorizado o en su defecto el Director de Ejecución de Obra que finalmente tendrá que dar su conformidad tanto al procedimiento como a los resultados obtenidos.

Todos los resultados de las diversas pruebas realizadas a equipos pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Será importante marcar marca, modelo y datos de funcionamiento según proyecto así como los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando haga falta energía para realizar las pruebas, se le pedirá a la empresa suministradora un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por director de instalación bajo su responsabilidad.

El coste de los gastos ocasionados por la realización de éstas pruebas finales serán a cargo de la empresa instaladora así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

5.3.8. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción.

El depósito de los escombros durante la ejecución de la obra se realizará de forma temporal se realizará en contenedores metálicos teniendo en cuenta la ubicación y condiciones establecidas por las ordenanzas municipales o bien en sacos industriales de menos de un metro cúbico de volumen, teniendo estos que estar bien señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos con valor económico como plásticos, chatarra, maderas…. Se dispondrán en contenedores debidamente señalizados y separados del resto de residuos para facilitar la gestión de éstos.

Todos los contenedores estarán pintados con colores vivos hasta el punto que sean visibles durante la noche, contando además con una banda perimetral refractante de al menos 15 cm de ancho. Debe figurar perfectamente legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información tendrá que ser legible igualmente mediante placas o adhesivos en envases industriales u otros elementos de contención.

Los contenedores quedarán cubiertos o cerrados fuera del horario de trabajo con el fin de evitar que se depositen residuos ajenos a la obra así como el derramamiento de los residuos existentes en el interior.

Se cumplirán todas las prescripciones establecidas mediante ordenanzas municipales y condiciones de licencia de obra, prestando especial atención a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje.

El constructor deberá controlar documentalmente la retirada de residuos, de forma que presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final correcto.

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos de restos de madera o plásticos con el propósito de proceder a su correcta segregación.

La tierra superficial que pueda destinarse a recuperación de suelos segregados o jardinería será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, evitando su manipulación, contaminación y humedad excesiva.

5.4. Pliego de condiciones técnicas particulares solar térmica.

Acorde al Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante RD-314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá completamente las obras e instalaciones proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de tal manera que se pueda comprobar que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Características técnicas necesarias que deben cumplir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio en estudio, al igual que las condiciones de suministro, control de recepción de dicho suministro y las garantías de calidad. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución, verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo expuesto en el presente proyecto. Se indicarán todas las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras; en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra disponible en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.

Todas las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones de utilización del edificio y sistemas instalados. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones

5.4.1. Aislantes e impermeabilizantes (Imprimadores bituminosos)

5.4.1.1. Condiciones de suministro

Los imprimadores siempre serán suministrados en envase hermético.

5.4.1.2. Recepción y control

Los imprimadores deberán llevar adherido en el envaso la siguiente información:

- Identificación del fabricante o marca comercial del producto.
- Designación acorde a la norma que se rige.
- Modo de aplicación y posibles incompatibilidades del producto.
- Sello de calidad.

Los Ensayos requeridos por éste tipo de productos son las comprobaciones de las calidades y características exigibles a éste material que marque la normativa vigente.

5.4.1.3.. Almacenamiento, conservación y manipulación

- El almacenamiento siempre se realizará en envases herméticos y acordes a estos productos
- El tiempo máximo de almacenamiento será de seis meses.
- No se podrá sedimentar durante su almacenamiento de tal forma que pueda devolverse a su forma primitiva por agitación moderada.

5.4.1.4. Recomendaciones para uso en obra

- Suelen ser aplicables a temperatura ambiente, nunca se aplicarán a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados.
- La superficie a imprimir tendrá que estar libre de partículas, restos no adheridos, grasa,…
- Los tipos de emulsiones A y C se aplicarán directamente sobre la superficie, los tipo B y D deberán disolverse en agua hasta alcanzar una viscosidad similar a la de los tipos A y C.
- Las pinturas de imprimación tipo I solo se aplicaran cuando la impermeabilización se realice con productos asfálticos, las de tipo II se aplicarán cuando la impermeabilización se realice con hulla o alquitrán.

5.4.2. Instalaciones

5.4.2.1. Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC). Condiciones de suministro.

Tanto los tubos como los accesorios correspondientes deben suministrare a pie de obra, en camiones con suelo plano, sin paletizar y los accesorios en cajas acordes a estos.

No deben existir deformaciones debido al contacto con cadenas, aritas vivas… a la hora de la colocación de los tubos en camiones. Tampoco pueden quedar tramos salientes innecesarios.

Tanto los tubos como los accesorios se tienen que cargar de forma que no se produzca ningún deterioro durante su transporte desde el proveedor a la obra, pudiéndose apilar hasta una altura máxima de 1.5 m.

Se evitará la colocación de excesivo peso en la parte superior de los tubos, situando para éste cometido las cajas de accesorios en la planta del camión y no encima de los tubos.

Siempre se intentará colocar los rollos de tubos de forma horizontal en la planta del camión evitando cualquier tipo de aplastamiento. Los rollos que debido a su gran diámetro

no puedan acoplarse durante el transporte de ésta forma se hará de forma vertical teniendo la precaución de que permanezcan en ésta posición el menor tiempo posible.

Tanto los accesorios como los tubos se deben cargar y descargar con el máximo de cuidado posible.

5.4.2.2. Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC). Recepción y control

El marcaje de los tubos debe estar comprendido como máximo a intervalos de 1 m de longitud y al menos, una vez por accesorio con:

- Caracteres correspondientes a la designación normalizada.
- Trazabilidad del tubo (información facilitada siempre por el fabricante que indique la fecha de fabricación, en cifras o en código, y un número o código indicativo de la factoría de fabricación en caso de existir más de una).

Todos los caracteres de marcado tienen que figurar impresos o grabados directamente sobre el tubo o accesorio de forma que sean perfectamente legibles después de su almacenamiento, exposición a la intemperie, instalación y puesta en obra

El marcado nunca producirá fisuras u otro tipo de defecto que influya negativamente en el comportamiento funcional del accesorio o tubo.

En caso de utilizar un sistema de impresión, el color de la información impresa será diferente al color base del accesorio o tubo.

El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.

Los accesorios y tubos certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.

La comprobación de las mínimas características exigibles serán exigidas por la normativa vigente.

5.4.2.3. Tubos de plástico (PP, PE-X, PB, PVC). Conservación, almacenamiento y manipulación

En accesorios y tubos tienen que evitarse daños superficiles, utilizando siempre que nos sea posible los embalajes de origen.

Se evitará almacenamiento en lugar donde la radiación solar incida directamente sobre tubos y accesorios durante un periodo de tiempo prolongado.

Se dispondrá de un lugar de almacenaje que tenga la planta nivelada y liso, siendo un lecho plano de estructura de madera aceptable para dicho fin con el fin de evitar cualquier deformación o curvatura innecesaria en los tubos.

Los accesorios montados previamente y los tubos que tengan embocaduras se dispondrán de tal forma que estén protegidos contra el deterioro y todos los extremos queden libres de cargas.

Los rollos de tubo tienen que almacenarse verticalemente uno encima del otro o en estanterías acordes a este fin.

El desenrollado de los tubos tiene que hacerse tangencialmente al rollo, rodando sobre si mismo, nunca debe hacerse en espiral.

Se evitará el transporte hasta el lugar de trabajo de los rollos y accesorios arrastrándolos, y una vez en el lugar donde van a ser utilizados nunca se dejaran caer sobre superficies duras.

Si para la manipulación de rollos de tubo ya accesorios se hace imprescindible el uso de medios mecánicos, se procurará que éstas técnicas no produzcan daños, por ejemplo las eslingas de metal o cadenas no deben entrar en contacto con los tubos.

Se evitará cualquier tipo de suciedad en los accesorios y especialmente en las bocas de los tubos, dando lugar en caso contrario a instalaciones defectuaosas en su montaje. La limpieza de accesorios y tubos debe hacerse acorde a las adevertencias del fabricante, no usando productos abrasivos no recomendados por el mismo pues pueden debilitar la zona a la que se le aplique.

Para cortar los tubos se usará el cortatubo correspondiente

5.4.2.4. Tubos de cobre (Condiciones de suministro)

Los tubos se suministrarán siempre en rollos o en barras.

- Cuando sea en barras los tubos se suministrarán en longitudes de 5m.
- Cuando el suministro sea en rollos se hará hasta un diámetro de 22mm y en longitudes de 50 m, pudiéndose solicitar rollos con cromado exterior para instalaciones vistas.

5.4.2.5. Tubos de cobre (Recepción y control)

El material entregado en obra tendrá que adjuntar la siguiente documentación:

- Para tubos cuyo DN>=10 mm y DN<=54 mm estarán marcados indeleblemente a intervalos siempre menores de 600 mm a lo largo de una generatriz del tubo.
- Para tubos cuyo DN>6 mm y DN>54mm tendrán que estar marcados de igual manera que los anteriores al menos en ambos extremos.

La comprobación exigida a éste tipo de productos será la obligada a éste tipo de material por la normativa vigente.

5.4.2.6. Tubos de cobre (Conservación, almacenamiento y manipulación)

Los tubos se situarán paralelos y en posición horizontal sobre una superficie plana, su almacenamiento se realizará en lugares protegidos de humedad e impactos.

5.4.2.7. Tubos de cobre (Recomendaciones para su uso en obra)

Según las características de la instalación, ésta requerirá tubo duro o tubo recocido mediante tratamiento térmico.

- Los tubos duros se utilizan en instalaciones con grandes tramos rectos (gran longitud) y/o instalaciones que requieran de gran rigidez.
- Los tubos recocidos se usarán en instalaciones cuya geometría conste de muchos cambios de sentido y sean irregulares, existiendo la necesidad de adaptarlos.

5.4.3. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra.

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIOS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE DISTINTOS ELEMENTOS, PRODUCTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN CADA UNIDAD DE OBRA.

Siempre se especificará, en caso de que exista, distintas incompatibilidades (tanto químicas como físicas) entre diversos componentes que engloban la unidad de obra o entre los componentes y el soporte.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En ésta sección se describe minuciosamente la unidad de obra correspondiente, detallando especialmente los elementos que la componen usando la nomenclatura específica y correcta de cada uno de estos elementos, siempre teniendo en cuenta los criterios marcados por la normativa vigente.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se enumerarán todas las normas que afectan a la rezalización de la unidad de obra en estudio.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Marca la manera en la que se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que posteriormente será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de proceder a iniciar los trabajos de ejecución de cada unidad de obra, el Director de Ejecución de Obra habrá recibido todos los materiales y certificados necesarios, siempre en base a lo establecido por el técnico redactor del proyecto. Será obligatoria la

aceptación por parte del Director de Ejecución de Obra de todos los materiales constituyentes de la unidad de obra.

También se realizarán las comprobaciones previas necesarias sobre las condiciones de soporte, ambientales del entorno y de cualificación de mano de obra.

- *DEL SOPORTE*

Se establecerán unos requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra que servirán de soporte a la nueva unidad de obra.

- *AMBIENTALES*

Bajo unas determinadas condiciones climáticas (lluvia, humedad, viento, etc.) no se procederá con el trabajo de ejecución de unidad de obra, según condiciones deberá interrumpirse o adoptar algunas medidas necesarias protectoras para ello.

- *DEL CONTRATISTA*

En determinados casos, se hará necesaria la presentación al Director de Ejecución de Obra de una serie de documentos por parte del contratista, acreditando su cualificación o la cualificación de la empresa subcontratada si la hubiera. Por ejemplo la posesión del Documento de Idoneidad Técnica (DIT) tendrá que ser realizado por la misma empresa o por empresas cualificadas para este fin.

- *PROCESO DE EJECUCIÓN*

En éste epígrafe se desmenuza el proceso de ejecución de la unidad de obra correspondiente, asegurando en cada momento conseguir el nivel de calidad exigido para cada elemento constructivo.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Se enumerarán siempre por orden de ejecución las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra en estudio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

Ya que algunas unidades de obra están ligadas a otra en el computo glogal de la obra, se hará referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una unidad de obra concreta para que no interfiera negativamente en la ejecución del resto.

Cuando se haya finalizado la ejecución de una unidad de obra, es labor del contratista retirar todos los medios auxiliares usados en la ejecución de ésta, procediendo posteriormente a la limpieza del elemento realizado y de la zona de trabajo ocupada, recogiendo todos los restos materiales y demás residuos originados durante la ejecución de la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a vertedero específico.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Al finalizar la ejecución de cada unidad de obra, si fuera necesario, se indicarán las pruebas de servicio a realizar, normalmente por el propio contratista o empresa encargada de la instalación. El coste está incluido dentro de la unidad de obra.

Si fueran necesarias otras pruebas o ensayos no incluidos en el precio por unidad de obra, éstas se encontrarían detalladas y presupuestadas en el capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del presupuesto de ejecución material (PEM).

En el proyecto que nos ocupa, lo anterior ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Es necesario en algunas unidades de obra, establecer las condiciones en que deben protegerse éstas para el perfecto mantenimiento y conservación en obra hasta el momento de su recepción final.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Nos guía para saber cómo se comprobarán a pie de obra las mediciones de Proyecto después de haber superado con éxito los controles de calidad y lógicamente haber obtenido la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

El número de unidades de obra que han de abonarse se realizará de acuerdo con las normas establecidas en éste capítulo, siempre tendrá lugar en presencia del contratista, éste renunciará a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo, siendo en tal caso válido el resultado adoptado por el Director de Ejecución de Obra.

El precio de las unidades de obra se abonarán siempre en base a los precios establecidos en presupuesto, abonándose éstos por unidades de obra terminadas y ejecutada arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra.

La unidades de obra engloban cánones, suministro, manipulación, transporte y empleo de maquinaria, medios auxiliares, mano de obra, materiales y costes derivados e estos conceptos, así como cuantas circunstancias sean necesarias para la correcta ejecución de obra. También abarcan aquellos conceptos definidos en cada unidad de obra, ensayos, pruebas, inspecciones, permisos, licencias, tasas, boletines o similares.

No se efectuará el abono al contratista de cualquier partida que no quede completamente definido en planos o en modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. No será de abono igualmente el coste de la restitución de la obra a las

dimensiones correctas en caso de ser necesario ni el coste de ningún tipo de obra necsaria para subsanar una anterior por orden de la Dirección Facultativa.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

- *ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO*

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *CIMENTACIONES*

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *ESTRUCTURAS*

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *ESTRUCTURAS METÁLICAS*

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

- *ESTRUCTURAS (FORJADOS)*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su

superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de X m².

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

- *ESTRUCTURAS (MUROS)*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

- *FACHADAS Y PARTICIONES*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de X m², lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de X m² se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de X m², se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

- *INSTALACIONES*

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

- *REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOSCADOS DE CEMENTO)*

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de X m², el exceso sobre los X m². Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a X m². Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión

5.4.4. Instalaciones (Sistemas)

Unidad de obra ICS010: Circuito primario de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 13/15 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Para evitar que se produzca el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se tomarán las siguientes medidas: evitar el contacto físico entre ellos, aislar eléctricamente los metales con diferente potencial y evitar el contacto entre los elementos metálicos y el yeso.

En caso de utilizar instalaciones mixtas de cobre y acero galvanizado, el acero se colocará aguas arriba y se colocará entre ambos un manguito antielectrolítico.

No se utilizará la tubería de la instalación como toma de tierra.

La tubería no se soldará en ningún caso a los elementos de fijación, debiendo colocarse entre ambos un anillo elástico.

La tubería no atravesará chimeneas ni conductos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de

vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: CTE. DB-HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

  Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

  La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

  Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

  Normativa de aplicación: CTE. DB-HS Salubridad

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

  Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

  Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto

Unidad de obra ICS010b: Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante espuma elastomérica.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La tubería no se soldará en ningún caso a los elementos de fijación, debiendo colocarse entre ambos un anillo elástico.

La tubería no atravesará chimeneas ni conductos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,9 mm de espesor, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante espuma elastomérica. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación: CTE. DB-HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

  Se comprobará que su situación y recorrido se corresponden con los de Proyecto, y que hay espacio suficiente para su instalación.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

  La instalación tendrá resistencia mecánica. El conjunto será estanco.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación:

- CTE. DB-HS Salubridad
- UNE-ENV 12108. Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

  Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

  Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICS075: Kit solar para conexión de calentador de agua a gas a interacumulador de A.C.S. solar.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de kit solar para conexión de calentador de agua a gas a interacumulador de A.C.S. solar, compuesto por juego de válvulas termostáticas (desviadora y mezcladora), soporte para fijación a la pared y juego de latiguillos flexibles; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexionada y probada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

  Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

  Replanteo. Colocación de la válvula. Conexión de la válvula a los tubos.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La conexión a la red será adecuada.

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra ICB005: Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, sistema Helioset "SAUNIER DUVAL", formado por interacumulador de 250 litros, para sistema de drenaje automático, eficiencia energética clase B, captador solar térmico plano de un panel SRD 2.3 V, para colocación sobre cubierta plana, montaje vertical, superficie útil 2,35 m², con conexiones hidráulicas para sistema de drenaje automático y soporte para captador solar térmico de un panel, para colocación sobre cubierta plana, montaje vertical.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se instalarán manguitos electrolíticos entre metales de distinto potencial.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, sistema Helioset "SAUNIER DUVAL", formado por interacumulador de 250 litros, para sistema de drenaje automático, eficiencia energética clase B, captador solar térmico plano de un panel SRD 2.3 V, para colocación sobre cubierta plana, montaje vertical, superficie útil 2,35 m², con conexiones hidráulicas para sistema de drenaje automático y soporte para captador solar térmico de un panel, para colocación sobre cubierta plana, montaje vertical, incluso líquido de relleno para captador solar térmico. Totalmente montado, conexionado y probado.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- *DEL SOPORTE*

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada y exenta de cualquier tipo de material sobrante de trabajos efectuados con anterioridad.

- *AMBIENTALES*

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo del conjunto. Colocación de la estructura soporte. Colocación y fijación de los paneles sobre la estructura soporte. Colocación del sistema de acumulación solar. Conexionado con la red de conducción de agua. Llenado del circuito.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

Todos los componentes de la instalación quedarán limpios de cualquier resto de suciedad y debidamente señalizados.

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras. Se mantendrán taponados los captadores solares hasta su puesta en funcionamiento.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

5.4.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Teniendo en cuenta el artículo 7.4 del CTE, en una obra terminada, bien sea sobre la totalidad el edificio o sobre las diferentes partes e instalaciones que lo componen, deben realizarse, además de las pruebas de carácter voluntario las pruebas y ensayos que constan en éste Pliego de Condiciones, por parte del constructor y a su cargo. Estas pruebas serán independientes de las dictadas por la Dirección Facultativa y las exigibles por la legislación vigente, que serán realizadas en todo momento por laboratorios acreditados y cuyo conste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos del PEM.

I INSTALACIONES

Las pruebas de la instalación finales se realizarán una vez acabadas todas las obras en el edificio, por la empresa instaladora que en todo momento tendrá que disponer de los medios materiales y humanos necesarios.

Todas las pruebas se realizarán en presencia de un instalador autorizado o en su defecto el Director de Ejecución de Obra que finalmente tendrá que dar su conformidad tanto al procedimiento como a los resultados obtenidos.

Todos los resultados de las diversas pruebas realizadas a equipos pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Será importante marcar marca, modelo y datos de funcionamiento según proyecto así como los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando haga falta energía para realizar las pruebas, se le pedirá a la empresa suministradora un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por director de instalación bajo su responsabilidad.

El coste de los gastos ocasionados por la realización de éstas pruebas finales serán a cargo de la empresa instaladora así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

5.4.6. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción.

El depósito de los escombros durante la ejecución de la obra se realizará de forma temporal se realizará en contenedores metálicos teniendo en cuenta la ubicación y condiciones establecidas por las ordenanzas municipales o bien en sacos industriales de menos de un metro cúbico de volumen, teniendo estos que estar bien señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos con valor económico como plásticos, chatarra, maderas…. Se dispondrán en contenedores debidamente señalizados y separados del resto de residuos para facilitar la gestión de éstos.

Todos los contenedores estarán pintados con colores vivos hasta el punto que sean visibles durante la noche, contando además con una banda perimetral refractante de al menos 15 cm de ancho. Debe figurar perfectamente legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.

- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información tendrá que ser legible igualmente mediante placas o adhesivos en envases industriales u otros elementos de contención.

Los contenedores quedarán cubiertos o cerrados fuera del horario de trabajo con el fin de evitar que se depositen residuos ajenos a la obra así como el derramamiento de los residuos existentes en el interior.

Se cumplirán todas las prescripciones establecidas mediante ordenanzas municipales y condiciones de licencia de obra, prestando especial atención a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje.

El constructor deberá controlar documentalmente la retirada de residuos, de forma que presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final correcto.

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos de restos de madera o plásticos con el propósito de proceder a su correcta segregación.

La tierra superficial que pueda destinarse a recuperación de suelos segregados o jardinería será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, evitando su manipulación, contaminación y humedad excesiva.

5.5 Pliego de condiciones técnicas particulares de Instalación Fotovoltaica

Todas las instalaciones tendrán que cumplir los requerimientos en cuanto a seguridad y protección de las las personas se establecen, y entre ellas las de el Reglamento de Baja Tensión o legislación posterior y vigente.

Se tendrá que asegurar en todo caso, y como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico tipo básico (clase I) tanto para equipos como para materiales.

Se incorporarán todos los elementos de protección para personas frente a contactos indirectos y directos, prestando especial atención a instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 Vrms o 120 Vcc, recomendando materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán las protecciones que sean necesarias frente a sobrecargas, sobretensiones y cortocircuitos.

Los materiales expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65 y los materiales interiores IP20.

En el anexo correspondiente se incluirá toda la información requerida sobre los diferentes elementos de la instalación.

5.5.1. Aislantes e impermeabilizantes

5.5.1.1. Condiciones de suministro

Todos los paneles de aislamiento y demás productos de impermeabilización del sistema fotovoltaico deberán proporcionarse en sus envases originales, envueltos en film de plástico y estancos aquellos que lo requieran.

Podrán ser agrupados en pallets para su mejor transporte teniendo especial cuidado en que no sufran ninguna imperfección sobre todo aquellos que requieran estanqueidad hasta su uso, ya que ello podría provocar

la incorrecta función de éstos.

5.5.1.2. Recepción y control

Todos los aislantes y demás productos de impermeabilización deberán llevar en su respectivo envase la siguiente información:

- Identificación del fabricante o marca comercial del producto.
- Designación acorde a la norma que se rige.
- Modo de aplicación y posibles incompatibilidades del producto.
- Sello de calidad.

Los Ensayos requeridos por éste tipo de productos son las comprobaciones de las calidades y características exigibles a éste material que marque la normativa vigente.

5.5.1.3.. Almacenamiento, conservación y manipulación

- El almacenamiento siempre se realizará en envases originales y acordes a estos productos hasta el momento de su replanteo
- El tiempo máximo de almacenamiento será fijado por el fabricante.
- Habrá que tener especial cuidado en que los aislantes que posteriormente serán usados no sufran ningún daño con otros accesorios colindantes.
- Se protegerán de la humedad y de la radiación directa del Sol.

5.5.1.4. Recomendaciones para uso en obra

- Suelen ser aplicables a temperatura ambiente, nunca se aplicarán a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados.
- La superficie a aislar tendrá que estar libre de partículas, restos no adheridos, grasa, polvo…..
- Debido a la fragilidad de algunos sistemas, habrá que tener especial cuidado en la maniobrabilidad con éstos, evitando contactos bruscos y usando para el montaje de los mismos la herramienta adecuada en cada caso.

5.5.2. Instalaciones

5.5.2.1. Módulos fotovoltaicos. Condiciones de suministro.

Tanto los módulos, marcos, anclajes y demás accesorios anexos al módulo fotovoltaico a pie de obra, en camiones con suelo plano, sin paletizar y los accesorios en cajas acordes a estos.

No deben existir deformaciones debido al contacto con cadenas, aritas vivas… a la hora de la colocación de los módulos y sus accesorios en camiones. Tampoco quedarán partes salientes innecesarias ya que pueden ser objeto de algún golpe sin que sea percibido por el operario.

Tanto los módulos como el resto de accesorios deben de cargarse de forma que no se produzca ningún deterioro durante el transporte de éstos, pudiéndose apilar de forma general hasta una altura de 1,5 m excepto indicación contraria del fabricante.

Se evitará la colocación de peso en la parte superior de los módulos, situando para esto los accesorios y demás elementos en la planta del camión y no encima de éstos.

Se colocarán los módulos paralelos a la planta del camión sobre una superficie plana, evitando en todo momento colocarlos de forma vertical, ya que esto último da pie a su caída y mal funcionamiento posterior.

Tanto los módulos y accesorios se deben cargar y descargar con el máximo de cuidado posible.

5.5.2.2. Módulos fotovoltaicos. Recepción y control

El marcaje de los módulos se hará en el marco de éstos, en una zona perfectamente legible e indeleble, teniendo que llevar impreso como mínimo los siguientes epígrafes:

- Nombre empresa de fabricación o logotipo
- Número de serie
- Fecha de fabricación
- Sello de calidad en caso de que lo contenga.

El marcado nunca producirá fisuras u otro tipo de defecto que influya negativamente en el comportamiento funcional del accesorio o tubo.

El tamaño del marcado debe ser fácilmente legible sin aumento.

Los módulos y accesorios certificados por una tercera parte pueden estar marcados en consecuencia.

La comprobación de las mínimas características exigibles será exigida por la normativa vigente.

5.5.2.3. Módulos Fotovoltaicos. Conservación, almacenamiento y manipulación

Tanto en los módulos como en los accesorios correspondientes deben evitarse daños superficiles, utilizando siempre que nos sea posible los embalajes de origen.

Se evitará almacenamiento en lugar donde la radiación solar incida directamente sobre tubos y accesorios durante un periodo de tiempo prolongado.

Se dispondrá de un lugar de almacenaje que tenga la planta nivelada y liso, siendo un lecho plano de estructura de madera aceptable para dicho fin con el fin de evitar cualquier deformación o curvatura innecesaria en los tubos.

Los accesorios montados previamente y los tubos que tengan embocaduras se dispondrán de tal forma que estén protegidos contra el deterioro y todos los extremos queden libres de cargas.

No se arrastrará ni módulos ni accesorios para realizar el traslado desde la zona de almacenaje has el lugar donde vayan a ser utilizados.

Si para la manipulación de rollos de tubo ya accesorios se hace imprescindible el uso de medios mecánicos, se procurará que éstas técnicas no produzcan daños, por ejemplo las eslingas de metal o cadenas no deben entrar en contacto con los módulos.

Se evitará cualquier tipo de suciedad en los módulos y accesorios dando lugar en caso contrario a instalaciones defectuosas en su montaje. La limpieza de accesorios y tubos debe hacerse acorde a las advertencias del fabricante, no usando productos

abrasivos no recomendados por el mismo pues pueden debilitar la zona a la que se le aplique.

5.5.2.4. Baterías. Condiciones de suministro.

Para el envío de baterías, éstas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Se deben proteger todos los terminales para evitar cortocircuitos que puedan provocar incendio.
- Se deben proteger los terminales envolviéndolos totalmente con material aislante, no conductor.
- Usar para cada batería independiente un embalaje completamente cerrado para asegurar la protección de los terminales.
- Deberá cumplirse la instrucción P903 para el envío de baterias.
- Siempre deberán ir dispuestas de forma vertical con los terminales en la parte superior y sin que ningún otro objeto transportado, especialmente metálico, entre en contacto con los terminales.
- Se transportarán sobre una superficie plana y asegurándose de su fijación dentro el medio de transporte elegido.

5.5.2.5. Baterías. Recepción y control

Para la correcta recepción y control de las baterías, éstas deben contar individualmente con la etiqueta modelo 9A.

En el envío debe de reflejarse el número de baterías transportadas, así como un número de teléfono de información adicional a la proporcionada por el fabricante.

Se debe comprobar exhaustivamente que el equipo ha llegado en buen estado, en caso contrario habrá que informar convenientemente a la empresa.

5.5.2.6. Baterías. Conservación, almacenamiento y manipulación

Se mantendrá la parte superior de las baterías siempre limpias y alejadas de polvo u otras impurezas.

Se protegerá de inclemencias climatológicas, considerando éstas las que se alejan de condiciones estándar de humedad y temperatura.

Con el fin de reducir la auto descarga mantenerlas preferentemente en un lugar fresco.

5.5.2.7. Baterías. Recomendaciones para su uso en obra

Limpiar previamente con esponja húmeda seguido de paño seco.

Comprobar previamente la polaridad de los cables.

Comprobar que el cargador está perfectamente adaptado a la batería.

Conectar los cables correspondientes a la carga.

Antes de la carga completa realizar una carga de igualación.

Comprobar que todas las protecciones de los conectores están situados correctamente.

No obstante, las anteriores son recomendaciones comunes lo que no significa que no se tengan en cuenta las indicaciones del fabricante que prevalecerán sobre estas.

5.5.2.8. Inversor. Condiciones de suministro.

Para el envío de inversores fotovoltaicos se deben de cumplir algunos requisitos:

- Se deben proteger todos los terminales que posteriormente vayan a tener contacto con algún conductor.
- Se deben proteger los terminales envolviéndolos totalmente con material aislante, no conductor.
- Usar embalaje acolchado para proteger las diversas partes y accesorios que se suministran con el inversor.
- Deberá de suministrarse con el nombre del fabricante, número de serie y fecha de fabricación en un lugar legible sin necesidad de aumentos.
- Se evitará el contacto con otras piezas transportadas simultáneamente.
- Se transportarán sobre una superficie plana y asegurándose de su fijación dentro el medio de transporte elegido.
- El embalaje tendrá que contener todas las acreditaciones y ensayos necesarios y exigidos por la legislación vigente.

5.5.2.9. Inversor. Recepción y control

Para la correcta recepción y control del inversor, éste debe contar con las etiquetas y acreditaciones mínimas necesarias que exige la legislación vigente.

Se debe comprobar exhaustivamente que el equipo ha llegado en buen estado, en caso contrario habrá que informar convenientemente a la empresa.

5.5.2.10. Inversor. Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se efectuará en lugar seco y alejado de cualquier inclemencia metereológica.

Se prestará especial atención a evitar posibles golpes con accesorios colindantes.

Asegurarse de que las baterías son adecuadas a la potencia del inversor.

Desconectar el inversor para cualquier tipo de manipulación

Asegurarnos de que las características de los cables sean las adecuadas al inversor.

5.5.2.11. Inversor. Recomendaciones para su uso en obra

Nunca montar el inversor en lugares con materiales de características inflamables.

La superficie sobre la que se instale el inversor debe ser sólida y plana.

Para la correcta disipación de calor se tendrá en cuenta las distancias de separación lateral, superior e inferior respecto a otros objetos o dispositivos.

La temperatura ambiente deberá estar entre -2ºC y 55ºC para un funcionamiento óptimo, en caso contrario se recomienda aislar en la medida de lo posible el habitáculo donde se encuentre instalado el inversor.

Tener en cuenta las entradas y salidas el inversor a la hora de conectarlo, podrían dañar el equipo.

Se recomienda que antes de cualquier manipulación sea consultado detalladamente el manual facilitado por el fabricante.

5.5.2.12. Regulador de carga. Condiciones de suministro.

Para el envío de reguladores de carga fotovoltaicos se deben de cumplir algunos requisitos:

- Se deben proteger todos los terminales que posteriormente vayan a tener contacto con algún conductor.
- Se deben proteger los terminales envolviéndolos totalmente con material aislante, no conductor.
- Usar embalaje acolchado para proteger las diversas partes y accesorios que se suministran con el regulador.

- Deberá de suministrarse con el nombre del fabricante, número de serie y fecha de fabricación en un lugar legible sin necesidad de aumentos.
- Se evitará el contacto con otras piezas transportadas simultáneamente.
- Se transportarán sobre una superficie plana y asegurándose de su fijación dentro el medio de transporte elegido.
- El embalaje tendrá que contener todas las acreditaciones y ensayos necesarios y exigidos por la legislación vigente

5.5.2.13. Regulador de carga. Recepción y control

Para la correcta recepción y control del regulador, éste debe contar con las etiquetas y acreditaciones mínimas necesarias que exige la legislación vigente.

Se debe comprobar exhaustivamente que el equipo ha llegado en buen estado, en caso contrario habrá que informar convenientemente a la empresa.

5.5.2.14. Regulador de carga. Conservación, almacenamiento y manipulación

El almacenamiento se efectuará en lugar seco y alejado de cualquier inclemencia metereológica.

Se prestará especial atención a evitar posibles golpes con accesorios colindantes.

Desconectar el regulardor para cualquier tipo de manipulación

Asegurarnos de que las características de los cables sean las adecuadas al regulador.

5.5.2.15. Regulador de carga. Recomendaciones para su uso en obra

Nunca montar el regulador en lugares con materiales de características inflamables.

La superficie sobre la que se instale el regulador debe ser sólida y plana.

Para la correcta disipación de calor se tendrá en cuenta las distancias de separación lateral, superior e inferior respecto a otros objetos o dispositivos.

La temperatura ambiente deberá estar entre -2ºC y 55ºC para un funcionamiento óptimo, en caso contrario se recomienda aislar en la medida de lo posible el habitáculo donde se encuentre instalado el inversor.

Tener en cuenta las entradas y salidas el inversor a la hora de conectarlo, podrían dañar el equipo.

Evitar luz solar directa y no instalar donde pueda entrar agua.

Las conexiones eléctricas flojas pueden dar lugar a conexiones resistivas que pueden derretir el aislamiento del cable.

Usar las baterías dictadas en proyecto correspondiente.

5.5.3. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra.

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIOS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE DISTINTOS ELEMENTOS, PRODUCTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN CADA UNIDAD DE OBRA.

Siempre se especificará, en caso de que exista, distintas incompatibilidades (tanto químicas como físicas) entre diversos componentes que engloban la unidad de obra o entre los componentes y el soporte.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En ésta sección se describe minuciosamente la unidad de obra correspondiente, detallando especialmente los elementos que la componen usando la nomenclatura específica y correcta de cada uno de estos elementos, siempre teniendo en cuenta los criterios marcados por la normativa vigente.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se enumerarán todas las normas que afectan a la rezalización de la unidad de obra en estudio.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Marca la manera en la que se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que posteriormente será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de proceder a iniciar los trabajos de ejecución de cada unidad de obra, el Director de Ejecución de Obra habrá recibido todos los materiales y certificados necesarios, siempre en base a lo establecido por el técnico redactor del proyecto. Será obligatoria la aceptación por parte del Director de Ejecución de Obra de todos los materiales constituyentes de la unidad de obra.

También se realizarán las comprobaciones previas necesarias sobre las condiciones de soporte, ambientales del entorno y de cualificación de mano de obra.

- *DEL SOPORTE*

Se establecerán unos requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra que servirán de soporte a la nueva unidad de obra.

- *AMBIENTALES*

Bajo unas determinadas condiciones climáticas (lluvia, humedad, viento, etc.) no se procederá con el trabajo de ejecución de unidad de obra, según condiciones deberá interrumpirse o adoptar algunas medidas necesarias protectoras para ello.

- *DEL CONTRATISTA*

En determinados casos, se hará necesaria la presentación al Director de Ejecución de Obra de una serie de documentos por parte del contratista, acreditando su cualificación o la cualificación de la empresa subcontratada si la hubiera. Por ejemplo la posesión del Documento de Idoneidad Técnica (DIT) tendrá que ser realizado por la misma empresa o por empresas cualificadas para este fin.

- *PROCESO DE EJECUCIÓN*

En éste epígrafe se desmenuza el proceso de ejecución de la unidad de obra correspondiente, asegurando en cada momento conseguir el nivel de calidad exigido para cada elemento constructivo.

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Se enumerarán siempre por orden de ejecución las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra en estudio.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

Ya que algunas unidades de obra están ligadas a otra en el computo glogal de la obra, se hará referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una unidad de obra concreta para que no interfiera negativamente en la ejecución del resto.

Cuando se haya finalizado la ejecución de una unidad de obra, es labor del contratista retirar todos los medios auxiliares usados en la ejecución de ésta, procediendo posteriormente a la limpieza del elemento realizado y de la zona de trabajo ocupada, recogiendo todos los restos materiales y demás residuos originados durante la ejecución de la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a vertedero específico.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Al finalizar la ejecución de cada unidad de obra, si fuera necesario, se indicarán las pruebas de servicio a realizar, normalmente por el propio contratista o empresa encargada de la instalación. El coste está incluido dentro de la unidad de obra.

Si fueran necesarias otras pruebas o ensayos no incluidos en el precio por unidad de obra, éstas se encontrarían detalladas y presupuestadas en el capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del presupuesto de ejecución material (PEM).

En el proyecto que nos ocupa, lo anterior ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Es necesario en algunas unidades de obra, establecer las condiciones en que deben protegerse éstas para el perfecto mantenimiento y conservación en obra hasta el momento de su recepción final.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Nos guía para saber cómo se comprobarán a pie de obra las mediciones de Proyecto después de haber superado con éxito los controles de calidad y lógicamente haber obtenido la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

El número de unidades de obra que han de abonarse se realizará de acuerdo con las normas establecidas en éste capítulo, siempre tendrá lugar en presencia del contratista, éste renunciará a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo, siendo en tal caso válido el resultado adoptado por el Director de Ejecución de Obra.

El precio de las unidades de obra se abonarán siempre en base a los precios establecidos en presupuesto, abonándose éstos por unidades de obra terminadas y ejecutada arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra.

La unidades de obra engloban cánones, suministro, manipulación, transporte y empleo de maquinaria, medios auxiliares, mano de obra, materiales y costes derivados e estos conceptos, así como cuantas circunstancias sean necesarias para la correcta ejecución de obra. También abarcan aquellos conceptos definidos en cada unidad de obra, ensayos, pruebas, inspecciones, permisos, licencias, tasas, boletines o similares.

No se efectuará el abono al contratista de cualquier partida que no quede completamente definido en planos o en modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. No será de abono igualmente el coste de la restitución de la obra a las

dimensiones correctas en caso de ser necesario ni el coste de ningún tipo de obra necsaria para subsanar una anterior por orden de la Dirección Facultativa.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

- *ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO*

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *CIMENTACIONES*

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *ESTRUCTURAS*

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

- *ESTRUCTURAS METÁLICAS*

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

- *ESTRUCTURAS (FORJADOS)*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su

superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de X m².

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

- *ESTRUCTURAS (MUROS)*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

- *FACHADAS Y PARTICIONES*

Deduciendo los huecos de superficie mayor de X m². Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de X m², lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de X m² se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de X m², se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

- *INSTALACIONES*

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

- *REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOSCADOS DE CEMENTO)*

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de X m², el exceso sobre los X m². Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a X m². Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión

5.5.4. Instalaciones (Sistemas)

Unidad de obra IFVa1: Placas fotovoltaicas marca LG modelo LG 300 n1C-BE Mono x Neon, desarrollando una P.max (Pmpp) de 300 W a una tensión máxima (Vmpp) de 32 V, tecnología policristalina de 1.64 m de longitud por 1 m de ancho, ocupando una superficie útil de 1.64 m2. Cada placa va equipada con conductores de 1 m de longitud y accesorios necesarios (marcos) necesarias para la colocación sobre cualquier estructura.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Todos los módulos deberán tener las mismas características.

La intensidad del campo fotovoltaico instalado no supere la intensidad máxima admisible del inversor.

Las protecciones del cuadro eléctrico de las placas solares no deben de superar la intensidad máxima admisible del campo fotovoltaico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de placas fotovoltaicas marca LG modelo LG 300 n1C-BE Mono x Neon, desarrollando una P.max (Pmpp) de 300 W a una tensión máxima (Vmpp) de 32 V, tecnología policristalina de 1.64 m de longitud por 1 m de ancho, ocupando una superficie útil de 1.64 m2. Cada placa va equipada con conductores de 1 m de longitud y accesorios necesarios (marcos) necesarias para la colocación sobre cualquier estructura.

Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (PCT-A-REV-febrero 2009)

Módulos: UNE.EN 61215

Seguridad módulos cristalinos: UNE-EN 61215

Seguridad módulos: UNE-EN 61730-1 y 2 (Esto se justificará mediante certificado oficial facilitado por fabricante)

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de módulos según descripción gráfica en Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

El módulo constará del nombre o logotipo del fabricante, número de serie y fecha de fabricación en lugar visible e indeleble que facilite la identificación individual.

Los módulos tienen que llevar los diodos de derivación para evitar averías de las células así como los circuitos por sombreados parciales, teniendo éstos un grado de protección IP65.

Los marcos laterales si existen serán de acero inoxidable o en su defecto aluminio.

Serán rechazados aquellos módulos que presenten cualquier tipo de defecto de fabricación.

- *DEL SOPORTE*

Se dispondrán todas las estructuras soporte necesarias para la correcta instalación de todos los módulos, incluyendo los accesorios que sean preciso.

La estructura deberá absorber las distintas dilataciones térmicas sin que esto afecte a la superficie de apoyo ni a los módulos instalados.

Dicha estructura soporte deberá soportar de acuerdo al CTE las distintas sobrecargas a las que puedan ser sometidas.

Toda la tornillería usada será de acero inoxidable, excepto en el caso de que el marco soporte sea galvanizado que se permitirán tornillos galvanizados excepto para la sujeción del marco a la superficie de apoyo que en todo caso deben ser de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de los módulos no arrojarán sombras sobre los mismos.

Si el soporte es de acero galvanizado cumplirá UNE 37-501 y UNE 37-508 con espesor mínimo de 80 micras para eliminar necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo de marcos, módulos y accesorios. Fijación a la superficie de apoyo y posterior correcta conexión a diferentes elementos. Colocación de aislamiento correspondiente. Realización de pruebas de servicio con especial interés en que el resultado arroje valores positivos en lo que se refiere a normativa de seguridad anteriormente expuesta.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La instalación al encontrarse sobre una cubierta deberá tener la suficiente resistencia mecánica en base al CTE. El conjunto en su totalidad será totalmente estanco.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de resistencia mecánica y estanqueidad.

Normativa de aplicación

- Toda la normativa descrita con anterioridad, así como cualquier normativa actual y vigente.
- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Se protegerá frente a golpes, salpicaduras y cualquier otra agresión externa que difiera del uso para el que ha sido instalada.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IFVa2: Batería marca Trojan modelo L16p-AC con capacidad Ah(100) de 467 y 6v. Tiene unas dimensiones de 308*174*417 y un peso de 52 kg acumulando a capacidad a 100 horas una energía (kwh) de 2.8.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión máxima del conjunto de acumuladores no puede superar la tensión máxima admisible del inversor.

Suministro e instalación de baterías para instalación fotovoltaicas marca Trojan modelo L16p-AC con capacidad Ah(100) de 467 y 6v. Tiene unas dimensiones de 308*174*417 y un peso de 52 kg acumulando a capacidad a 100 horas una energía (kwh) de 2.8. Cada batería va equipado con conductores de 1,5 m aconsejados por fabricante y accesorios necesarios (estantes) necesarias para la colocación sobre cualquier estructura asegurando la perfecta fijación para mayor seguridad.

Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (PCT-A-REV-febrero 2009)

ADR (Acuerdo europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera)

Instrucción P903

Cada batería deberá portar etiqueta P903

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de baterías según descripción gráfica en Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Las baterías deben constar del nombre o logotipo del fabricante, número de serie y fecha de fabricación en lugar visible e indeleble que facilite la identificación individual.

Para la correcta recepción y control de las baterías, éstas deben contar individualmente con la etiqueta modelo 9A.

Se debe comprobar el perfecto estado de las baterías antes de proceder a su instalación, asegurarnos que el lugar esta estanco frente a lluvia o cualquier inclemencia climatológica.

En el envío debe de reflejarse el número de baterías transportadas, así como un número de teléfono de información adicional a la proporcionada por el fabricante.

Serán rechazadas aquellas baterías que presenten cualquier tipo de defecto de fabricación.

- *DEL SOPORTE*

Se dispondrán todas las estructuras soporte necesarias para la correcta instalación de las baterías, incluyendo los accesorios que sean preciso.

La estructura soporte de las baterías deberá absorber las distintas dilataciones térmicas sin que esto afecte a la superficie de apoyo ni al correcto funcionamiento de las baterías instaladas.

El soporte deberá ser sólido y firme, anclado a un lugar determinado para evitar el desplazamiento de las baterías por cualquier tipo de vibración.

Toda la tornillería usada será preferiblemente de acero inoxidable.

El soporte será preferiblemente de acero inoxidable para impedir cualquier tipo e oxidación en caso de contacto con algún agente químico de la batería, de no ser así, éste tendrá que llevar un tratamiento térmico acorde al uso que se destina.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo de soporte, baterias y accesorios. Fijación a la superficie de apoyo y posterior correcta conexión a diferentes elementos. Colocación de aislamiento correspondiente. Realización de pruebas de servicio con especial interés en que el resultado arroje valores positivos en lo que se refiere a normativa.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La instalación deberá constar de suficiente rigidez para poder absorber cualquier tipo de vibración proveniente del sistema y mantener empaquetadas lo mas compactas posibles las baterías. El conjunto en su totalidad será totalmente estanco.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de funcionamiento y seguridad.

Normativa de aplicación

- Toda la normativa descrita con anterioridad, así como cualquier normativa actual y vigente.
- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Se protegerá frente a golpes, salpicaduras y cualquier otra agresión externa que difiera del uso para el que ha sido instalada con especial interés en reservar la instalación de inclemencias climatológicas.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto

Unidad de obra IFVa3: Inversor fotovoltaico marc Must modelo 3000w24v. Inversor de onda senoidal pura con regulador de carga incorporado MPPT de 50. Incluye cargador de baterías de 30A desde 230 Vac, con pantalla LCD multifunción y compatibilidad con todo tipo de baterías.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de : Inversor fotovoltaico marc Must modelo 3000w24v. Inversor de onda senoidal pura con regulador de carga incorporado MPPT de 50. Incluye cargador de baterías de 30A desde 230 Vac, con pantalla LCD multifunción y compatibilidad con todo tipo de baterías. Cada inversor va equipado con conductores de 1,5 m aconsejados por fabricante y accesorios necesarios para su colocación en el lugar elegido por el cliente.

Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (PCT-A-REV-febrero 2009)

Directiva de baja tensión para el marcado CE de productos eléctricos 2014/35/UE

Directiva de compatibilidad electromagnética 2014/30/UE

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de inversores según descripción gráfica en Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

El/los inversores deben constar del nombre o logotipo del fabricante, número de serie y fecha de fabricación en lugar visible e indeleble que facilite la identificación individual.

Se debe comprobar el perfecto estado del inversor antes de proceder a su instalación, asegurarnos que el lugar es estanco frente a lluvia o cualquier inclemencia climatológica.

En el envío debe de reflejarse el número de inversores transportados, así como un número de teléfono de información adicional a la proporcionada por el fabricante.

Serán rechazado aquel sistema que presenten cualquier tipo de defecto de fabricación.

- *DEL SOPORTE*

Se dispondrá soporte proporcionado por fabricante para la colocación del inversor en posición vertical en el habitáculo reservado para este fin.

La estructura soporte deberá absorber las distintas dilataciones térmicas sin que esto afecte a la superficie de apoyo ni al correcto funcionamiento de las baterías instaladas.

El soporte deberá ser sólido y firme, anclado a un lugar determinado para evitar el desplazamiento del inversor por cualquier tipo de vibración.

Toda la tornillería usada será preferiblemente de acero inoxidable.

El soporte será preferiblemente de acero inoxidable para impedir cualquier tipo e oxidación en caso de contacto con algún agente químico de la batería, de no ser así, éste tendrá que llevar un tratamiento térmico acorde al uso que se destina.

Se tendrá en cuenta a la hora de colocación del soporte los espacios laterales, superior e inferior que posteriormente quedará libre para la correcta ventilación del inversor fotovoltaico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo de soporte, inversor y accesorios. Fijación a la superficie de apoyo y posterior correcta conexión a diferentes elementos. Colocación de aislamiento correspondiente. Realización de pruebas de servicio con especial interés en que el resultado arroje valores positivos en lo que se refiere a normativa.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La instalación constará de la rigidez suficiente para absorber cualquier tipo de vibración sin que ello afecte al correcto funcionamiento del inversor. El conjunto en su totalidad tendrá suficiente espacio a su alrededor para la correcta manipulación y ventilación.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de funcionamiento y seguridad.

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Se protegerá frente a golpes, salpicaduras y cualquier otra agresión externa que difiera del uso para el que ha sido instalada con especial interés en reservar la instalación de la acción directa del Sol, lluvia, viento o cualquier otra inclemencias climatológicas.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto

Unidad de obra IFVa4: Regulador de carga marca Solar System, modelo PC18-6015F, con tensión máxima de 24V y corriente máxima de 60A, desarrollando una Pmax de 1875 W con carga multietapas, detección automática o Manuel del voltaje de las baterías y carga con compensación de temperatura. Cuenta con protección para sobre corriente y cortocircuito en salida de consumo CC y protección interna por temperatura elevada.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

. La tensión máxima de salida y la intensidad máxima de salida del campo fotovoltaico no debe superar a la tensión y corriente máxima admisible del regulador.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro e instalación de : Regulador de carga marca Solar System, modelo PC18-6015F, con tensión máxima de 24V y corriente máxima de 60A, desarrollando una Pmax de 1875 W con carga multietapas, detección automática o Manuel del voltaje de las baterías y carga con compensación de temperatura. Protección para conexión inversa de panel y sobre-corriente de entrada. Protección por bajo voltaje, exceso de voltaje, conexión inversa de batería y descarga inversa de batería. Cuenta con protección para sobre corriente y cortocircuito en salida de consumo CC y protección interna por temperatura elevada.

Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red (PCT-A-REV-febrero 2009)

Directiva de baja tensión para el marcado CE de productos eléctricos 2014/35/UE

Directiva de compatibilidad electromagnética 2014/30/UE

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de reguladores según descripción gráfica en Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

El/los reguladores deben constar del nombre o logotipo del fabricante, número de serie y fecha de fabricación en lugar visible e indeleble que facilite la identificación individual.

Se debe comprobar el perfecto estado de los reguladores antes de proceder a su instalación, asegurarnos que el lugar es estanco frente a lluvia o cualquier inclemencia climatológica.

En el envío debe de reflejarse el número de inversores transportados, así como un número de teléfono de información adicional a la proporcionada por el fabricante.

Serán rechazado aquel sistema que presenten cualquier tipo de defecto de fabricación.

- *DEL SOPORTE*

Se dispondrá soporte proporcionado por fabricante para la colocación del inversor en posición vertical en el habitáculo reservado para este fin.

La estructura soporte deberá absorber las distintas dilataciones térmicas sin que esto afecte a la superficie de apoyo ni al correcto funcionamiento de las reguladores instalados.

El soporte deberá ser sólido y firme, anclado a un lugar determinado para evitar el desplazamiento del inversor por cualquier tipo de vibración.

Toda la tornillería usada será preferiblemente de acero inoxidable.

El soporte será preferiblemente de acero inoxidable para impedir cualquier tipo e oxidación en caso de contacto con algún agente químico de la batería, de no ser así, éste tendrá que llevar un tratamiento térmico acorde al uso que se destina.

Se tendrá en cuenta a la hora de colocación del soporte los espacios laterales, superior e inferior que posteriormente quedará libre para la correcta ventilación del inversor fotovoltaico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

- *FASES DE EJECUCIÓN*

Replanteo de soporte, regulador y accesorios. Fijación a la superficie de apoyo y posterior correcta conexión a diferentes elementos. Colocación de aislamiento correspondiente. Realización de pruebas de servicio con especial interés en que el resultado arroje valores positivos en lo que se refiere a normativa.

- *CONDICIONES DE TERMINACIÓN*

La instalación constará de la rigidez suficiente para absorber cualquier tipo de vibración sin que ello afecte al correcto funcionamiento del regulador. El conjunto en su totalidad tendrá suficiente espacio a su alrededor para la correcta manipulación y ventilación.

- *PRUEBAS DE SERVICIO*

Prueba de funcionamiento y seguridad.

- *CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO*

Se protegerá frente a golpes, salpicaduras y cualquier otra agresión externa que difiera del uso para el que ha sido instalada con especial interés en reservar la instalación de la acción directa del Sol, lluvia, viento o cualquier otra inclemencias climatológicas.

- *CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO*

Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto

5.5.5. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Teniendo en cuenta el artículo 7.4 del CTE, en una obra terminada, bien sea sobre la totalidad el edificio o sobre las diferentes partes e instalaciones que lo componen, deben realizarse, además de las pruebas de carácter voluntario las pruebas y ensayos que constan en este Pliego de Condiciones, por parte del constructor y a su cargo. Estas pruebas serán independientes de las dictadas por la Dirección Facultativa y las exigibles por la legislación vigente, que serán realizadas en todo momento por laboratorios acreditados y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos del PEM.

I INSTALACIONES

Las pruebas de la instalación finales se realizarán una vez acabadas todas las obras en el edificio, por la empresa instaladora que en todo momento tendrá que disponer de los medios materiales y humanos necesarios.

Todas las pruebas se realizarán en presencia de un instalador autorizado o en su defecto el Director de Ejecución de Obra que finalmente tendrá que dar su conformidad tanto al procedimiento como a los resultados obtenidos.

Todos los resultados de las diversas pruebas realizadas a equipos pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Será importante marcar marca, modelo y datos de funcionamiento según proyecto así como los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando haga falta energía para realizar las pruebas, se le pedirá a la empresa suministradora un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por director de instalación bajo su responsabilidad.

El coste de los gastos ocasionados por la realización de éstas pruebas finales serán a cargo de la empresa instaladora así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

5.5.6. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción.

El depósito de los escombros durante la ejecución de la obra se realizará de forma temporal se realizará en contenedores metálicos teniendo en cuenta la ubicación y condiciones establecidas por las ordenanzas municipales o bien en sacos industriales de

menos de un metro cúbico de volumen, teniendo estos que estar bien señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos con valor económico como plásticos, chatarra, maderas…. Se dispondrán en contenedores debidamente señalizados y separados del resto de residuos para facilitar la gestión de éstos.

Todos los contenedores estarán pintados con colores vivos hasta el punto que sean visibles durante la noche, contando además con una banda perimetral refractante de al menos 15 cm de ancho. Debe figurar perfectamente legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información tendrá que ser legible igualmente mediante placas o adhesivos en envases industriales u otros elementos de contención.

Los contenedores quedarán cubiertos o cerrados fuera del horario de trabajo con el fin de evitar que se depositen residuos ajenos a la obra así como el derramamiento de los residuos existentes en el interior.

Se cumplirán todas las prescripciones establecidas mediante ordenanzas municipales y condiciones de licencia de obra, prestando especial atención a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje.

El constructor deberá controlar documentalmente la retirada de residuos, de forma que presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final correcto.

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos de restos de madera o plásticos con el propósito de proceder a su correcta segregación.

La tierra superficial que pueda destinarse a recuperación de suelos segregados o jardinería será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, evitando su manipulación, contaminación y humedad excesiva.

6. MEDICIONES

6.1. Mediciones partida calefacción (Suelo radiante, Biomasa y ACS)

6.1.1. **Ud** Caldera para la combustión de pellets marca Ökofen, modelo Pellematic Condens, potencia nominal de 4 a 14 kW, base de apoyo anti vibraciones, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 28°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta anti explosión, limitador térmico de seguridad, tarado a 90°C, base de apoyo anti vibraciones, sensor de llama, incorpora tecnología de condensación. Dentro de ésta partida va incluido depósito de inercia de 300 l de capacidad para utilización según proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.1.2 **Ud** Sistema de alimentación de pellets, para caldera de biomasa compuesto por kit básico de extractor flexible para pellets, formado por tubo extractor de 1 m de longitud y motor de accionamiento de 0,55 kW, para alimentación monofásica a 230 V, 3 m de tubo de ampliación de extractor flexible para pellets, 1 m de tubo de conexión de extractor flexible para pellets.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.1.3 **Ud** Depósito de superficie para almacenaje de pellets, de tejido sintético, con estructura de madera, de 1,97x1,84 m, de 4 t de capacidad máxima, con sistema automático de extracción del combustible

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

conjunto		1			1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.1.4 **Ud** Punto de llenado formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, para climatización, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.1.5 **M** Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro interior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Planta baja	1	16,920			16,920	
					16,920	16,920
					Total m :	**16,920**

6.1.6 **Ud** Punto de vaciado formado por 2 m de tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, PN=6 atm, para climatización, colocado superficialmente.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.1.7 **Ud** Válvula de 3 vías de 1/2", mezcladora, con actuador de 230 V.

Total Ud : 1,000

6.1.8 **Ud** Colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", 5 circuitos, adaptadores para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI con puerta.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000

Total Ud : 1,000

6.1.9 **Ud** Colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 6 circuitos, para conexión de tubos de distribución a colector, modelo Vario Plus, curvatubos de plástico, modelo Fix, montado en armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI con puerta, modelo Vario CI.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000

Total Ud : 1,000

6.1.10 **M²** Sistema de calefacc. por suelo radiante "UPONOR IBERIA", film de polietileno, banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación, panel de tetones de poliestireno expandido (NEO-EPS) y recubrimiento de polietileno (PE), aislante a ruido de impacto, de 1450x850 mm y 19 mm de espesor, modelo Comfort Nubos PLUS IB 75, tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH) y capa de polietileno (PE) de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, y mortero autonivelante CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813, de 45 mm de espesor.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1	127.5			127.5	
					127.5	127.5

Total m² : 127.5

6.1.11 **Ud** Sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave, unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, con módulo relé con receptor inalámbrico para el encendido y apagado de dispositivos y para la conmutación entre los modos de funcionamiento de calefacción y refrigeración del equipo de producción, modelo Smatrix Wave M-161 2X, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.1.12 **Ud** Sistema de regulación de la temperatura Smatrix Wave PLUS "UPONOR IBERIA", compuesto de centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X,unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, , modelo Smatrix Wave M-161 2X, termostatos digitales programables, modelo Smatrix Wave PLUS T-167 y cabezales electrotérmicos, modelo Vario Plus PRO.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.2. Mediciones partida Solar térmica

6.2.1 **m** Circuito primario de sistemas solares térmicos formado por tubo de cobre rígido, de 13/15 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco.

Total m : 31,910

6.2.2 **m** Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante espuma elastomérica.

Total m : 6,840

6.2.3 **Ud** Kit solar para conexión de calentador de agua a gas a interacumulador de A.C.S. solar.

Total Ud : 1,000

6.2.4 **Ud** Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, sistema Helio set "SAUNIER DUVAL", formado por Inter acumulador de 250 litros, para sistema de drenaje automático, eficiencia energética clase B, captador solar térmico plano de un panel SRD 2.3 V, para colocación sobre cubierta plana, montaje vertical, superficie útil 2,35 m², con conexiones hidráulicas para sistema de drenaje automático y soporte para captador solar térmico de un panel, para colocación sobre cubierta plana, montaje vertical

Total Ud : 1,000

6.3. Mediciones partida Fotovoltaica

6.3.1. **Ud** Placas fotovoltaicas marca LG modelo LG 300 n1C-BE Mono x Neon, desarrollando una P.max (Pmpp) de 300 W a una tensión máxima (Vmpp) de 32 V, tecnología policristalina de 1.64 m de longitud por 1 m de ancho, ocupando una superficie útil de 1.64 m2. Cada placa va equipada con conductores de 1 m de longitud y accesorios necesarios (marcos) necesarias para la colocación sobre cualquier estructura**.**

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	10				10,000	
					10,000	10,000
					Total Ud :	**10,000**

6.3.2 **Ud** Batería marca Trojan modelo L16p-AC con capacidad Ah(100) de 467 y 6v. Tiene unas dimensiones de 308*174*417 y un peso de 52 kg acumulando a capacidad a 100 horas una energía (kwh) de 2.8.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	28				28,000	
					28,000	28,000
					Total Ud :	**28,000**

6.3.3 **Ud** Inversor fotovoltaico marc Must modelo 3000w24v. Inversor de onda senoidal pura con regulador de carga incorporado MPPT de 50. Incluye cargador de baterías de 30A desde 230 Vac, con pantalla LCD multifunción y compatibilidad con todo tipo de baterías.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	1				1,000	
					1,000	1,000
					Total Ud :	**1,000**

6.3.4 **Ud** Regulador de carga marca Solar System, modelo PC18-6015F, con tensión máxima de 24V y corriente máxima de 60A, desarrollando una Pmax de 1875 W con carga multietapas, detección automática o Manuel del voltaje de las baterías y carga con compensación de temperatura. Cuenta con protección para sobre corriente y cortocircuito en salida de consumo CC y protección interna por temperatura elevada.

.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	2				2,000	
					2,000	2,000
					Total Ud :	**2,000**

6.3.5 **Ud** String Box, dispositivo de control y conexión de cadenas de módulos en paralelo, conexión en paralelo de hasta 16 cadenas de 12A cada una. Indicación local y remota de condiciones de estado/alarma. Amplia configuración de la monitorización a través de software disponible. Fusibles de protección para cada entrada con fusibles de 1000 Vdc en el polo positivo y negativo. Conexión de cables de hasta 16 mm2 por cada entrada. Descargador contra sobretensiones monitorizado, dotado de protección contra las sobrecorrientes y fácil de restablecer gracias a sus cartuchos extraíbles. Caja de poliéster para exterior con grado de protección IP65

.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
conjunto	2				2,000	
					2,000	2,000
					Total Ud :	**2,000**

6.3.6 **m** Cable para instalaciones fotovoltaicas (25 mm2 de sección) topsolar pv h1z2z2 apto para instalaciones fotovoltaicas certificado por TUV y EN, especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Puede ser instalado a la interperie en plenas garantías de funcionamiento. Temperatura máxima del conductor 120ºC. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1

Total m : 32.5

6.3.7 **m** Cable para instalaciones fotovoltaicas (50 mm2 de sección) topsolar pv h1z2z2 apto para instalaciones fotovoltaicas certificado por TUV y EN, especialmente indicado para la conexión entre strings e inversor de instalación fotovoltaicaPuede ser instalado a la interperie en plenas garantías de funcionamiento. Temperatura máxima del conductor 120ºC. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1

Total m : 15

7. PRESUPUESTO

7.1 Presupuesto partida calefacción (Suelo Radiante, Biomasa y ACS)

7.1.1. Presupuesto Materiales

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	mt09mal020a	Mortero autonivelante CA - C20 - F4 según UNE-EN 13813, a base de sulfato cálcico, para espesores de 2,5 a 7,0 cm, usado en nivelación de pavimentos.	179,64	6,388 m³	**1.147,54**
2	mt17coe055ci	Coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	5,72	2,000 m	**11,44**
3	mt17coe055fj	Coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 36 mm de diámetro interior y 27 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	7,84	16,920 m	**132,65**

4	mt17coe055iv	Coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 55 mm de diámetro interior y 38 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	16,23	16,290 m	**264,39**
5	mt17coe110	Adhesivo para coquilla elastomérica.	11,68	2,366 l	**27,63**
6	mt17epu005e	Panel de tetones de poliestireno expandido modificado (NEO-EPS) y recubrimiento termoconformado de polietileno (PE), aislante a ruido de impacto, de 1450x850 mm y 19 mm de espesor, modelo Comfort Nubos PLUS IB 75, "UPONOR IBERIA", paso del tubo múltiplo de 5 cm, válido para tubo de 16 y 17 mm de diámetro, con unión entre planchas por solape para evitar puentes térmicos y filtraciones de mortero.	18,50	127,740 m²	**2.363,19**
7	mt17epu021d	Banda de espuma de polietileno (PE), de 150x10 mm, modelo Multi Autofijación "UPONOR IBERIA".	1,99	76,644 m	**152,52**

8	mt17peu010d	Film de polietileno, modelo Multi "UPONOR IBERIA".	1,12	127,740 m²	**143,07**
9	mt37alu005n	Adaptador para conexión de tubo de 16 mm de diámetro y 2 mm de espesor a colector modular plástico, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA".	5,00	22,000 Ud	**110,00**
10	mt37alu009dd	Colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 5 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes.	380,22	1,000 Ud	**380,22**
11	mt37alu009de	Colector modular plástico de 1" de diámetro, modelo Vario Plus "UPONOR IBERIA", para 6 circuitos, compuesto de 2 válvulas de paso de 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, llave de llenado, llave de vaciado, caudalímetros, 2 tapones terminales y soportes.	430,61	1,000 Ud	**430,61**
12	mt37alu011C	Armario de 80x700x770 mm, modelo Vario CI "UPONOR IBERIA", para colector de 5 a 7 salidas.	88,00	2,000 Ud	**176,00**

13	mt37alu012G	Puerta para armario de 700x630 mm, acabado blanco, modelo Vario CI "UPONOR IBERIA", con cerradura con llave.	79,00	2,000 Ud	**158,00**
14	mt37alu015q	Curvatubos de plástico, modelo Fix "UPONOR IBERIA", para tubería de 16 y 17 mm de diámetro exterior.	2,07	22,000 Ud	**45,54**
15	mt37cic020a	Contador de agua fría, para roscar, de 1/2" de diámetro.	44,31	1,000 Ud	**44,31**
16	mt37sve010b	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	4,13	2,000 Ud	**8,26**
17	mt37sve010d	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	9,81	1,000 Ud	**9,81**
18	mt37svr010a	Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".	2,86	1,000 Ud	**2,86**
19	mt37tpu012r	Tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), de 5 capas según el método UAX, con barrera de oxígeno (EVOH) y capa de protección de polietileno (PE) modificado, de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, modelo Comfort Pipe PLUS "UPONOR IBERIA", según UNE-EN ISO 15875-2.	1,88	671,290 m	**1.262,03**

20	mt37tpu413a	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polietileno reticulado (PE-X) con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior, suministrado en rollos.	0,09	2,000 Ud	**0,18**
21	mt37www060b	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1/2", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	4,98	1,000 Ud	**4,98**

22	mt38cbh012aa	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 4 a 14 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1130x590x865 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión y del acumulador de A.C.S.+ depósito de inercia 300 L marca Growatt que puede llegar a trabajar hasta 95ºC y 6 bares de presión	8.908,40	1,000 Ud	**8.908,40**

23	mt38cbh045aa	Depósito de superficie para almacenaje de pellets, de tejido sintético, con estructura de madera, de 1,97x1,84 m, de 4 t de capacidad máxima, con sistema automático de extracción del combustible.	2.458,95	1,000 Ud	**2.458,95**
24	mt38cbh052a	Kit básico de extractor flexible para pellets, formado por tubo extractor de 1 m de longitud y motor de accionamiento de 0,55 kW, para alimentación monofásica a 230 V, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.	1.005,23	1,000 Ud	**1.005,23**
25	mt38cbh076a	Tubo de ampliación de extractor flexible para pellets, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.	184,28	3,000 m	**552,84**
26	mt38cbh077a	Tubo de conexión de extractor flexible para pellets, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.	36,08	1,000 m	**36,08**
27	mt38cbh078a	Transportador helicoidal sinfín flexible, para sistema de alimentación de caldera de biomasa.	42,90	5,000 m	**214,50**

28	mt38cbh085aaa	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	557,70	1,000 Ud	**557,70**
29	mt38cbh096a	Regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, para caldera.	312,00	1,000 Ud	**312,00**
30	mt38cbh097a	Limitador térmico de seguridad, tarado a 90°C, formado por válvula y sonda de temperatura.	79,95	1,000 Ud	**79,95**
31	mt38cbh099a	Base de apoyo antivibraciones, para caldera.	36,08	1,000 Ud	**36,08**
32	mt38cbh100a	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa.	341,25	1,000 Ud	**341,25**
33	mt38cbh105a	Montaje del sistema de alimentación por sinfín flexible, para caldera para la combustión de pellets.	324,68	1,000 Ud	**324,68**
34	mt38esu010f	Cabezal electrotérmico a 24 V, modelo Vario Plus PRO "UPONOR IBERIA".	46,85	11,000 Ud	**515,35**

35	mt38esu039o	Termostato digital programable, modelo Smatrix Wave PLUS T-167, "UPONOR IBERIA", dimensiones 80x80x26,5 mm, color blanco, con comunicación vía radio con la centralita y sensor de humedad.	90,00	4,000 Ud	**360,00**
36	mt38esu051d	Centralita, para un máximo de 6 termostatos de control y 8 cabezales electrotérmicos, con comunicación bidireccional vía radio con los termostatos y las sondas, modelo Smatrix Wave PLUS X-165 6X, "UPONOR IBERIA", para calefacción y refrigeración, de 340x110x55 mm.	350,00	2,000 Ud	**700,00**
37	mt38esu056d	Unidad de control con comunicación vía radio y pantalla táctil retroiluminada, para un máximo de 4 centralitas, modelo Smatrix Wave PLUS I-167, "UPONOR IBERIA", de 150x108,5x43 mm, para empotrar.	150,00	2,000 Ud	**300,00**
38	mt38esu106d	Antena para conexión vía radio de los termostatos con la centralita, modelo SPI Smatrix Wave "UPONOR IBERIA".	45,00	2,000 Ud	**90,00**

39	mt38esu132d	Módulo relé con receptor inalámbrico para el encendido y apagado de dispositivos y para la conmutación entre los modos de funcionamiento de calefacción y refrigeración del equipo de producción, modelo Smatrix Wave M-161 2X "UPONOR IBERIA".	75,00	2,000 Ud	**150,00**
40	mt38vvg020s	Válvula de 3 vías de 1/2", mezcladora, con actuador de 230 V.	180,57	1,000 Ud	**180,57**
41	mt38www012	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	2,10	0,100 Ud	**0,21**
			Total Materiales		**24000**

7.1.3. Presupuesto Mano de Obra

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad (Horas)	Total (€)
1	mo003	Oficial 1ª electricista.	16,86	3,699	**62,37**
2	mo004	Oficial 1ª calefactor.	16,86	93,246	**1.572,13**
3	mo031	Oficial 1ª aplicador de mortero autonivelante.	16,31	6,131	**100,00**
4	mo069	Ayudante aplicador de mortero autonivelante.	15,91	6,131	**97,54**
5	mo102	Ayudante electricista.	15,89	3,699	**58,78**
6	mo103	Ayudante calefactor.	15,89	93,246	**1.481,68**
			Total mano de obra		**3.372,50**

7.1.4. Presupuesto Maquinaria

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	mq06pym020	Mezcladora-bombeadora para morteros autonivelantes.	10,20	6,643 h	**67,76**
			Total Maquinaria		**67,76**

7.1.5. Resumen Presupuesto Suelo Radiante, Biomasa y ACS.

1 Instalaciones

1.1 Calefacción, climatización y A.C.S.	27439,28
Total 1 Instalaciones :	**27.439.28**
Presupuesto de ejecución material (PEM)	**27.439,28**
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	**27.439,28**
21% IVA	5.762,25
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	**33.201.53**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS Y UN EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS.

7.2 Presupuesto para solar térmica

7.2.1. Presupuesto Materiales

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	mt17coe055fs	Coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 36 mm de diámetro interior y 35 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	12,06	6,530 m	78,75
2	mt17coe080ab	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 21 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	3,99	31,910 m	127,32
3	mt17coe110	Adhesivo para coquilla elastomérica.	11,68	0,359 l	4,19
4	mt17coe120	Emulsión asfáltica para protección de coquillas de lana de vidrio, tipo ED según UNE 104231.	2,04	15,189 kg	30,99
5	mt17coe130a	Pintura protectora de polietileno clorosulfonado, de color blanco, para aislamiento en exteriores.	24,03	1,276 kg	30,66
6	mt37tca010be	Tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, según UNE-EN 1057, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	5,78	31,910 m	184,44

7	mt37tca400b	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de cobre rígido, de 13/15 mm de diámetro.	0,24	31,910	Ud	7,66
8	mt37toa110be	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,9 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.	3,11	6,530	m	20,31
9	mt37toa400b	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro exterior.	0,11	6,530	Ud	0,72
10	mt38csj300a	Kit solar para conexión de calentador de agua de caldera a interacumulador de A.C.S. solar, compuesto por juego de válvulas termostáticas (desviadora y mezcladora), soporte para fijación a la pared y juego de latiguillos flexibles.	194,00	1,000	Ud	194,00
11	mt38css020i	Interacumulador de 300 litros, para sistema de drenaje automático, eficiencia energética clase B, "SAUNIER DUVAL", con bomba de circulación solar, centralita solar térmica programable, vaina de inmersión para la sonda de temperatura, grupo de seguridad, ánodo de protección de magnesio y limitador de temperatura.	1.330,00	1,000	Ud	1.330,00

12	mt38css022hc	Captador solar térmico plano de un panel SRD 2.3 V, para colocación sobre cubierta , montaje , superficie útil 2,35 m², con conexiones hidráulicas para sistema de drenaje automático, "SAUNIER DUVAL", rendimiento óptico 0,8, coeficiente de pérdidas primario 3,327 W/m²K, coeficiente de pérdidas secundario 0,015 W/m²K², según UNE-EN 12975-2, superficie absorbente y conductos de cobre y cubierta protectora de vidrio de seguridad.	620,00	1,000	Ud	620,00
13	mt38css030j	Soporte para captador solar térmico de un panel, para colocación sobre cubierta plana, montaje vertical, "SAUNIER DUVAL".	220,00	1,000	Ud	220,00
14	mt38css035a	Tubería flexible de 10 m de longitud, con aislamiento térmico, para sistema de drenaje automático, "SAUNIER DUVAL".	200,00	1,000	Ud	200,00
15	mt38css300	Bidón de 10 l de solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, "SAUNIER DUVAL".	40,00	1,000	Ud	40,00
16	mt38css601	Sonda de temperatura para acumulador con conexión a centralita de control para sistema de captación solar térmica, "SAUNIER DUVAL".	20,00	1,000	Ud	20,00

17	mt38css602	Sonda de temperatura para captador solar térmico con conexión a centralita de control para sistema de captación solar térmica, "SAUNIER DUVAL".	20,00	1,000	Ud	20,00
19	mt38css700f	Vaso de expansión cerrado, capacidad 5 l, "SAUNIER DUVAL", especial para aplicaciones de energía solar térmica.	60,00	1,000	Ud	60,00
20	mt38www012	Material auxiliar para instalaciones de calefacción y A.C.S.	2,10	0,100	Ud	0,21
				Total Materiales		**3.189,25**

7.2.2. Presupuesto mano de obra

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad (Horas)	Total (€)
1	mo004	Oficial 1ª calefactor.	16,86	9,176	154,71
2	mo009	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	16,86	2,795	47,12
3	mo103	Ayudante calefactor.	15,89	9,176	145,81
4	mo108	Ayudante instalador de captadores solares.	15,89	2,795	44,41
				Total mano de obra	**392,05**

7.2.3. Resumen Presupuesto Solar Térmica

1 Instalaciones	**3.581,3**
Presupuesto de ejecución material (PEM)	**3.581,3**
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	**3.581,3**
21% IVA	752,07
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	**4.333,37**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CUATRO MIL TRESCIENTOS TRENTA Y TRES EUROS Y TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.

7.3 Presupuesto instalación fotovoltaica

7.3.1. Presupuesto de Materiales

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad	Total (€)
1	pmf01ec	Coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 36 mm de diámetro interior y 35 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada.	12,06	28 m	337,68
2	pmf02ec	Coquilla cilíndrica moldeada de lana de vidrio, abierta longitudinalmente por la generatriz, de 21 mm de diámetro interior y 40,0 mm de espesor.	3,99	31,91 m	127,32
3	pmf03ec	Adhesivo para coquilla elastomérica.	11,68	1,5 l	16,5
4	pmf04ec	Pintura protectora de polietileno clorosulfonado, de color blanco, para aislamiento en exteriores.	24,03	2,75 kg	66,08
5	pmf05ec	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de cables y accesorios e placas a cubierta.	0,24	41 Ud	9,84
6	Pmf06ec	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diámetro exterior.	0,11	6,53 Ud	0,72

7	pmf07ec	Placas fotovoltaicas marca LG modelo LG 300 n1C-BE Mono x Neon, desarrollando una P.max (Pmpp) de 300 W a una tensión máxima (Vmpp) de 32 V, tecnología policristalina de 1.64 m de longitud por 1 m de ancho, ocupando una superficie útil de 1.64 m2. Cada placa va equipada con conductores de 1 m de longitud y accesorios necesarios (marcos) necesarias para la colocación sobre cualquier estructura**.**	325	10	Ud	3250
8	pmf08ec	Batería marca Trojan modelo L16p-AC con capacidad Ah(100) de 467 y 6v. Tiene unas dimensiones de 308*174*417 y un peso de 52 kg acumulando a capacidad a 100 horas una energía (kwh) de 2.8..	378,5	28	Ud	10598
9	pmf09ec	Inversor fotovoltaico marc Must modelo 3000w24v. Inversor de onda senoidal pura con regulador de carga incorporado MPPT de 50. Incluye cargador de baterías de 30A desde 230 Vac, con pantalla LCD multifunción y compatibilidad con todo tipo de baterías.	389,10	1,000	Ud	389,1
10	pmf010ec	Soporte para módulos fotovoltaicos para colocación sobre tejado.	110	10	Ud	1100
11	pmf011ec	Bidón de 10 l de solución agua-glicol para relleno de captador solar térmico, "SAUNIER DUVAL".	40,00	1,000	Ud	40,00

12	pmf012ec	Sonda de temperatura para conexión de módulos fotovoltaiacos a string.	20,00	15.75	Ud	315
13	pmf013ec	Regulador de carga marca Solar System, modelo PC18-6015F, con tensión máxima de 24V y corriente máxima de 60A, desarrollando una Pmax de 1875 W con carga multietapas, detección automática o Manuel del voltaje de las baterías y carga con compensación de temperatura. Cuenta con protección para sobre corriente y cortocircuito en salida de consumo CC y protección interna por temperatura elevada.	120,5	2	Ud	241

14	pmf014ec	String Box, dispositivo de control y conexión de cadenas de módulos en paralelo, conexión en paralelo de hasta 16 cadenas de 12A cada una. Indicación local y remota de condiciones de estado/alarma. Amplia configuración de la monitorización a través de software disponible. Fusibles de protección para cada entrada con fusibles de 1000 Vdc en el polo positivo y negativo. Conexión de cables de hasta 16 mm2 por cada entrada. Descargador contra sobretensiones monitorizado, dotado de protección contra las sobrecorrientes y fácil de restablecer gracias a sus cartuchos extraíbles. Caja de poliéster para exterior con grado de protección IP65	450,75	2	Ud	901,5

15	pmf015ec	Cable para instalaciones fotovoltaicas (25 mm2 de sección) topsolar pv h1z2z2 apto para instalaciones fotovoltaicas certificado por TUV y EN, especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente continua a alterna. Puede ser instalado a la interperie en plenas garantías de funcionamiento. Temperatura máxima del conductor 120ºC. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1	2,6	32.5 m	84,5
16	pmf016ec	Cable para instalaciones fotovoltaicas (50 mm2 de sección) topsolar pv h1z2z2 apto para instalaciones fotovoltaicas certificado por TUV y EN, especialmente indicado para la conexión entre strings e inversor de instalación fotovoltaicaPuede ser instalado a la interperie en plenas garantías de funcionamiento. Temperatura máxima del conductor 120ºC. No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1	6.35	15 m	95,25
17	pmf017ec	Material auxiliar para instalaciones	2,10	25 Ud	0,21
				Total Materiales	**17.572,7**

7.3.2. Presupuesto mano de obra

Nº	Código	Designación	Importe		
			Precio (€)	Cantidad (Horas)	Total (€)
2	mo009	Oficial 1ª instalador de módulos solares.	16,86	32	539.52
4	mo108	Ayudante instalador de captadores solares.	15,89	32	508.48
				Total mano de obra	**1048**

7.3.3. Resumen Presupuesto instalación fotovoltaica

1 Instalaciones	**18.620,7**
Presupuesto de ejecución material (PEM)	**18.620,7**
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	**18.620,7**
21% IVA	3,910.35
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	**22.532,05**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de VEINTIDOS MIL QUINIENTOS TREINTA Y DOS EUROS Y CINCO CÉNTIMOS.

7.4. Resumen final Presupuesto

Por todo lo expuesto con anterioridad y con el consentimiento del cliente, obtenemos un presupuesto final de las instalaciones[11] como sigue:

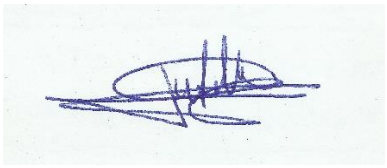
1 Instalaciones

Suelo Radiante + Caldera de BiomasaPresupuesto de ejecución material (PEM)	**27.439,28**
Instalación Solar Térmica (PEM)	**3.581,3**
Instalación Fotovoltaica (PEM)	**18.620,7**
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	**49641.28**
21% IVA	10.424,66
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	**60.065,95**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de SESENTA MIL SESENTA Y CINCO EUROS Y NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Andújar, 1 de Septiembre de 2019

Fdo.: Antonio Mario Carmona Cazalilla



[11] Sólo se han presupuestado las siguientes instalaciones: Sistema de Suelo Radiante, instalación caldera de biomasa, instalación solar térmica, instalación fotovoltaica. Tanto el sistema de ventilación cómo el de iluminación quedan perfectamente definidos en proyecto pero no son objeto de ejecución en ésta ocasión.

8. ESTUDIO SE SEGURIDAD Y SALUD

8.1. Seguridad y Salud

A continuación se expone, en formato de ficha para mejor manejo y compresión por cualquier persona de éste manual, los procedimientos preventivos seguidos que son de obligado cumplimiento para la buena ejecución de la obra, visto desde el punto de Seguridad y Salud Laboral.

De todas las protecciones y medios tanto a nivel individual como colectivo son necesarios utilizar para realizar la obra en estudio, las siguientes recomendaciones tienen como fin elegir, entre todas las alternativas posibles, las que llevan a realizar un adecuado procedimiento para realizar los trabajos a los que se refieren. Todo a fin de allanar el camino al constructor o constructores a la hora de desarrollar el Plan de Seguridad y Salud.

En el Plan de Seguridad y Salud se analizarán, estudiarán y desarrollarán todas las premisas aquí impuestas, siempre en función del sistema de ejecución de la obra incluyendo cuantas medidas sean necesarias para abarcar todos los niveles de protección.

El constructor o constructores realizará la evaluación de riesgos descritos en las siguientes fichas, dando la importancia a cada una de ellas en función del daño que puede provocar si se materializase un accidente.

Las categorías se han clasificado en los siguientes apartados:

- Maquinaría
- Andamiaje
- Pequeña maquinaria
- Equipos auxiliares
- Herramientas manuales
- Protecciones individuales (EPIs)
- Protecciones colectivas
- Oficios previstos
- Unidades de obra

LAS FICHAS EXPUESTAS A CONTINUACIÓN TIENEN CARÁCTER DE GUÍA INFORMATIVA DE ACTUACIÓN. EN NINGÚN MOMENTO SUSTITUYEN NI EXIMEN AL EMPRESARIO DE LA OBLIGATORIEDAD DE LA ELEBORACIÓN DEL CORRESPONDIENTE PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, NI DE LA OBLIGATORIEDAD DE INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES SEGÚN EXPONE NORMATIVA VIGENTE.

8.2. Maquinaria

Este apartado hace relación a la maquinaria cuya utilización se hace imprescindible para la correcta realización de las obras propuestas, toda ella tendrá que cumplir las condiciones técnicas y de uso que exige normativa vigente, indicándose en cada una de estas fichas la identificación de riesgos a los que el personal humano esta expuesto por la utilización de la misma, así mismo se indicarán las medidas preventivas y protecciones a adoptar en cada máquina, todo lo anterior, con el fin de reducir en la medida de lo posible los posibles riesgos originados por la utilización de dicha maquinaria.

Para evitar caer en reiteración, se han agrupado todos los aspectos comunes a todos los tipos de maquinaria en la ficha “Maquinaria en general” teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Requisitos mínimos exigibles a toda máquina móvil
- Requisitos mínimos exigibles al conductor
- Identificación de riesgos no evitables
- Medidas para reducir en la medida de lo posible los riesgos anteriores.

Todos los trabajadores contarán con todo tipo de instrucción precisa sobre el uso de la maquinaria a usar, así como las medidas de seguridad asociadas a la misma.

IMPORTANTE

LAS FICHAS EXPUESTAS A CONTINUACIÓN NO SUSTITUYEN EN NINGÚN MOMENTO AL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE, POR LO QUE PUEDE QUE ALGUNA RECOMENDACIÓN NO PUEDA SER APLICABLE A UN MODELO DE MAQUINA CONCRETO.

8.2.1. Maquinaria en general

MAQUINARIA EN GENERAL	

Requisitos exigibles a la máquina

- Se dispondrá del marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones correspondiente.
- Se cerciorará el estado de mantenimiento de todas las protecciones colectivas que existan en la propia máquina.

Normas de uso de carácter general

- El trabajador tendrá que mantener contacto visual continuo con la máquina que en ese momento este en movimiento.
- En ningún caso se accionará ningún mando ni se pondrá en marcha ésta si el operario no se encuentra en su puesto correspondiente.
- Nunca se usarán accesorios no permitidos expresamente por el fabricante de la máquina.
- Se asegurará un correcto alumbrado en caso de trabajo nocturno o en zonas donde la iluminación sea escasa.

Normas de mantenimiento de carácter general

- En caso de avería los residuos generados por ésta serán vetidos en recipientes adecuados a este fin.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Choque contra objetos móviles.	▪ Se pondrán, usarán y mantendrán en perfecto estado todas las protecciones de los elementos móviles de las máquinas.
	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se asegurará la ausencia de trabajadores en el radio de acción de la máquina.
	Atrapamiento por objetos.	▪ La ropa usada será la correcta, en ningún caso ropa demasiado holgada ni joyas que puedan provocar atrapamiento.

	Aplastamiento por vuelco de máquinas.	▪ Se tendrán en cuenta en todo momento los límites de inclinación especificados por el fabricante de la máquina.
	Contacto térmico.	▪ Cualquier operación de reparación de la máquina, se efectuará con el motor parado y evitando en todo momento el contacto con las zonas calientes de ésta.
	Exposición a agentes químicos.	▪ Los gases generados por la máquina se expulsarán consiguiendo una correcta ventilación.

8.2.2. Maquinaria móvil con conductor

MAQUINARIA MÓVIL CON CONDUCTOR	
Requisitos exigibles al vehículo ▪ Se comprobará que el vehículo consta del certificado emitido por ITV (Inspección Técnica de Vehículos). También se verificará el buen estado de todos los rótulos de información de riesgos asociados a la utilización del vehículo.	
Requisitos exigibles al conductor ▪ El conductor tendrá que tener autorización para la conducción de la máquina dentro de la obra, así como la formación adecuada y especificada por la normativa vigente para ello. El conductor está en la obligación de leer el manual de instrucciones correspondiente.	
Normas de uso de carácter general ▪ Antes de subir a la máquina: ▪ Se analizará el recorrido que va a realizar la máquina por la obra y se comprobará que están perfectamente señalizados y definidos. ▪ El conductor alertará al jefe de obra de la posible existencia de zanjas u otro tipo de obstáculo en el firme que pueda ser causante de accidente mediante la manipulación de la máquina. ▪ Se tendrá especial atención a la altura máxima de la máquina, comprobando que durante su uso no causa colisiones con otro elemento existente en el espacio de la obra.	
▪ Antes de iniciar los trabajos: ▪ Se comprobará la existencia de un extintor en la máquina. ▪ Todos los mandos tendrán que situarse en punto muerto. ▪ Se posicionarán los mandos y el asiento a una posición adecuada al conductor. ▪ La visibilidad para el conductor será máxima, asegurándose para ello de la máxima limpieza de retrovisor, espejo y parabrisas.	

- La cabina de la máquina estará limpia de obstáculo en las zonas de mandos, así como de barro y otra sustancia que pueda alterar la maniobrabilidad del conductor dentro de la cabina de la máquina.
- Si la máquina no tiene sistema acústico de arranque se hará sonar la bocina cada vez que se proceda al arranque de ésta.
- Habrá que esperar que el aceite tenga la temperatura normal de arranque para empezar a trabajar con la máquina.

- Durante el desarrollo de los trabajos:
  - En todo momento el conductor de la máquina utilizará el cinturón de seguridad.
  - El uso de la máquina se hará exclusivamente desde el asiento del conductor.
  - El conductor contará con la ayuda de un operario para señalizar las operaciones de entrada y salida en solares de obra así como las maniobras que conlleven maniobras complejas.
  - En todo momento se circulará con la luz giratoria en funcionamiento.
  - La máquina tendrá que estar provista de avisador acústico de marcha atrás.
  - Se dispondrá de dispositivo de manos libres para la utilización del teléfono móvil durante el manejo de la máquina.
  - El conductor no bajará ni subirá a la máquina usando de apoyo elementos salientes de la misma.
  - Nunca se realizarán ajustes sobre la máquina mientras ésta este funcionando.
  - Nunca serán bloqueados los sistemas de maniobra que sean regulados automáticamente.
  - En ningún caso se usará el freno de estacionamiento como freno de servicio.
  - Para trabajos de pendiente siempre se usarán las marcha más cortas con la que cuente la máquina.
  - En todo momento, durante el manejo de la máquina, las puertas de ésta permanecerán cerradas.

- Al aparcar la máquina:
  - En ningún caso se abandonará la máquina mientras el motor se encuentre en marcha.
  - Se aparcará, en medida de lo posible, en terreno llano y firme, donde no existan riesgos de desplome o desprendimientos.

- Una vez inmovilizada la máquina se bloquearán las ruedas mediante calzos o mordazas.
- Se evitará aparcar la máquina sobre barro o charcos.

- En operaciones de transporte de la máquina:
  - Se tendrá en cuenta si el sistema de bloque, la tara y sistema de sujeción son los mínimos adecuados exigidos.
  - Se comprobará que la rampa de acceso, en caso de existir, pueda soportar el peso de la máquina.
  - Una vez situada la máquina sobre el remolque de transporte se retirará siempre la llave del contacto.

Normas de mantenimiento de carácter general

- Se asegurará que tanto el nivel de agua como de aceite son los adecuados.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ El conductor entrará en la cabina con el calzado siempre limpio, asegurándose de esto antes de utilizar la escalera de acceso a ésta. La cabina permanecerá en todo momento limpia de barro, grasa u otros obstáculos. ▪ El conductor entrará y saldrá de la cabina usando únicamente la escalera prevista para este fin, utilizando las dos manos, siempre de cara a la máquina y teniendo las dos manos libres de herramientas u otros objetos. ▪ Durante el tiempo que la máquina este en movimiento, el conductor no subirá ni bajará de la misma. ▪ Nunca se transportarán personas si no está contemplado en el manual técnico de la máquina.

		▪ Durante el movimiento de la máquina, el conductor irá sentado, nunca de pie o sentado en otro lugar no destinado para ello.
	Pisadas sobre objetos.	▪ Las zonas de acceso a la máquina se mantendrá en todo momento libre de materiales u otros objetos que obstaculicen el acceso a la misma.
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ Se utilizarán, siempre que sea posible, las vías de paso previstas para la maquinaria en la obra. ▪ Toda la maquinaría deberá estacionarse en los lugares estipulados para ello, procurando que siempre sea lejos del paso de los trabajadores.
	Atrapamiento por objetos.	▪ La maquinaria siempre se estacionará con el freno de estacionamiento conectado, la palanca de cambios en punto muerto, motor parado y la batería en posición de desconexión y bloqueada. ▪ Se asegurará el buen funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad de puertas y ventanas.
	Aplastamiento por vuelco de máquinas.	▪ La planta donde la maquinaría realizará trabajo será estable, horizontal, de terreno compacto y libre de hundimientos ni excesivas protuberancias. ▪ Los trabajos que deban realizarse en pendiente, la máquina trabajará en el sentido de la pendiente sin efectuar giros, nunca de forma transversal.

		▪ En ningún caso se descenderá por una pendiente en punto muerto o con el motor parado. ▪ La máquina no podrá desplazarse en zonas a menos de 2 m del borde de la excavación. ▪ Tras lluvias importantes, se revisará el terreno por el que tenga que circular la máquina, avisando de cualquier cambio en la estabilidad del terreno, comprobando previamente el buen funcionamiento de los frenos. ▪ Si por inclemencias climatológicas la visibilidad durante el desarrollo del trabajo disminuye, se aparcará la máquina en lugar seguro y se esperará a que dichas condiciones cambien.
	Contacto eléctrico.	▪ Se identificarán todas las líneas eléctricas, requiriendo la presencia de empleados de la compañía suministradora. ▪ Se informará a la compañía suministradora en el caso de que algún cable presente desperfectos. ▪ No se tocará ni se alterará la posición de ningún cable eléctrico. ▪ En trabajos en zonas próximas a cables eléctricos, se comprobará la tensión de estos cables para identificar la distancia mínima de seguridad. ▪ Se suspenderán los trabajos cuando las condiciones meteorológicas pongan en peligro las condiciones de seguridad. ▪ En caso de contacto de la máquina con un cable en tensión, el conductor no saldrá de la cabina si se encuentra dentro ni se acercará a la máquina si se encuentra fuera.

	Incendio.	▪ Durante la labor de llenado de combustible en maquinaria siempre estará desconectado el contacto y la radio apagada. ▪ Nunca se aplicará calor cerca del depósito ni se efectuará ningún trabajo que provoque esto (soldar por ejemplo). También se evitará la presencia de aceite u otras sustancias inflamables cerca del depósito.
	Atropello con vehículos.	▪ Cuando el conductor no cuente con la suficiente visibilidad contará con la ayuda de un operario con el que se comunicará utilizando un código establecido con anterioridad. ▪ Siempre se prestará atención a las señales luminosas y acústicas de la máquina. ▪ En ningún momento ningún operario pasará por detrás de una máquina que este en movimiento. ▪ Se respetarán siempre las distancias de seguridad establecidas.
	Exposición a agentes físicos.	▪ La máquina dispondrá de asientos que disipen las vibraciones de la misma según marque legislación vigente.

8.3 Pequeña maquinaría.

A continuación se expone la relación detallada de pequeña maquinaría cuya utililización es imprescindible en la obra, cumpliendo esta en todo momento tanto con las condiciones técnicas y de utilización que la normativa vigente exige, indicándose en cada una de las siguientes fichas los apartados enumerados a continuación:

- Normas de uso
- Identificación de riesgos que conlleva
- Medidas a adoptar para evitar algún tipo de accidente
- Protecciones individuales necesarias por parte del trabajador para su manejo.

IMPORTANTE

LAS SIGUIENTES FICHAS, EN NINGÚN MOMENTO SUSTITUYEN LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE DE LA MAQUINARÍA,

IMPORTANTE

ESTAS FICHAS NO SUSTITUYEN AL MANUAL DE INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE, POR LO QUE PUEDE QUE ALGUNA RECOMENDACIÓN NO PUEDA SER APLICABLE A UN MODELO DE MAQUINA CONCRETO.

8.3.1. Atornillador

op00ato010 Atornillador.		
Normas de uso ▪ A causa que durante la utilización de ésta máquina se puede entrar en contacto con cables ocultos, sólo se sujetará ésta por las zonas aisladas de la misma.		
Cód.	**Riesgos**	**Medidas preventivas a adoptar**
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante su utilización.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Se transportarán en sus correspondientes envases, no en las manos o en bolsillos.
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán durante su utilización posturas forzadas. ▪ Se procurará mantener la espalda recta durante su utilización. ▪ Se realizarán las oportunas pausas durante el uso de ésta maquinaria.
	Exposición a sustancias nocivas.	▪ Se prohíbe el consumo de alimentos o bebidas en las inmediaciones de utilización de ésta máquina, ya que puede existir contaminación por polvo u otra sustancias derivadas de su uso.
	Exposición a agentes físicos.	▪ Las maquinas constarán de elementos amortiguadores y alislantes. ▪ Un mismo operario no hará uso de la máquina durante un largo periodo de tiempo.

8.3.2. Martillo

op00mar010 Martillo.		
Normas de uso • A causa que durante la utilización de ésta máquina se puede entrar en contacto con cables ocultos, sólo se sujetará ésta por las zonas aisladas de la misma. • Se utilizará pisando sobre suelo firme y sujetando la herramienta firmemente con ambas manos. • Las manos se mantendrán alejadas de las piezas giratorias. • Inmediatamente después de finalizar la tarea, no se tocará ni la broca ni la pieza de trabajo debido al ascenso de la temperatura en éstas.		
Cód.	**Riesgos**	**Medidas preventivas a adoptar**
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante su utilización
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Se transportarán en sus correspondientes envases, no en las manos o en bolsillos
	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ No habrá trabajadores en el radio de acción de posibles fragmentos que puedan derivare del uso de ésta herramienta.

	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán durante su utilización posturas forzadas. ▪ Se procurará mantener la espalda recta durante su utilización. ▪ Se realizarán las oportunas pausas durante el uso de ésta maquinaria.
	Exposición a sustancias nocivas.	▪ Se prohíbe el consumo de alimentos o bebidas en las inmediaciones de utilización de ésta máquina, ya que puede existir contaminación por polvo u otra sustancias derivadas de su uso.
	Exposición a agentes físicos.	▪ Las maquinas constarán de elementos amortiguadores y aislantes. ▪ Un mismo operario no hará uso de la máquina durante un largo periodo de tiempo.

8.3.3. Taladro

op00tal010 Taladro.		
Normas de uso ▪ En todo momento las manos se mantendrán alejadas de piezas giratorias. ▪ Se utilizará pisando sobre suelo firme y sujetando la herramienta firmemente con ambas manos. ▪ A causa que durante la utilización de ésta máquina se puede entrar en contacto con cables ocultos, sólo se sujetará ésta por las zonas aisladas de la misma. ▪ Inmediatamente después de finalizar la tarea, no se tocará ni la broca ni la pieza de trabajo debido al ascenso de la temperatura en ésta.		
Cód.	**Riesgos**	**Medidas preventivas a adoptar**
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante su utilización
	Choque contra objetos móviles.	▪ En todo momento estarán en buen estado las protecciones de los elementos móviles de la máquina, haciendo uso de ellos en todo momento.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Se transportarán en sus correspondientes envases, no en las manos o en bolsillos

	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ No habrá trabajadores en el radio de acción de posibles fragmentos que puedan derivare del uso de ésta herramienta.
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán durante su utilización posturas forzadas. ▪ Se procurará mantener la espalda recta durante su utilización. ▪ Se realizarán las oportunas pausas durante el uso de ésta maquinaria..
	Exposición a sustancias nocivas.	▪ Se prohíbe el consumo de alimentos o bebidas en las inmediaciones de utilización de ésta máquina, ya que puede existir contaminación por polvo u otras sustancias derivadas de su uso.
	Exposición a agentes físicos.	▪ Las maquinas constarán de elementos amortiguadores y aislantes. ▪ Un mismo operario no hará uso de la máquina durante un largo periodo de tiempo..

8.3. Equipos auxiliares

En las fichas posteriores se expone una relación con el máximo detalle de los equipos auxiliares usados en la realización de la obra en estudio. En cada una de las fichas se incluye la siguiente información:

- Condiciones de utilización
- Normas de instalación
- Mantenimiento y uso
- Identificación de riesgos durante el uso de los mismos.
- Medidas preventivas a adoptar en cada uno de los equipos.
- Protecciones individuales a utilizar por trabajadores.

Todos los procedimientos expuestos a continuación son complementarios a los de obligado cumplimiento contenidos en manuales de fabricante.

IMPORTANTE

SÓLO SE UTILIZARÁN EQUIPOS AUXILIARES COMERCIALIZADOS QUE EN TODO MOMENTO CUMPLAN CON LA NORMATIVA ACTUAL VIGENTE.

8.3.1. Escalera manual de apoyo

00aux010

Escalera manual de apoyo.

Condiciones técnicas

- Sólo se usará cuando no sea posible usar otra plataforma de trabajo más segura.
- En ningún caso se usará en alturas superiores a 5 m.
- El sistema de apoyo de la escalera constará de zapatas antideslizantes.
- La superficie de apoyo será plana, horizontal, resistente y antideslizante.

Normas de instalación

- En ningún caso se situará en zonas de paso.
- Existirá una distancia mínima con cualquier línea eléctrica de 5m.
- La escalera sobresaldrá 1 m del plano de apoyo.

Normas de uso y mantenimiento

- El operario subirá y bajará de la escalera sujetándose con las dos manos, de cara a la misma y con las manos libres de materiales o herramientas.
- En ningún caso se empalmarán tramos de escalara para acceder a zonas mas elevas que las permitidas.
- Nunca se utilizará la misma escalera por dos o más personas simultáneamente.
- Nunca se bajará de la escalera deslizándose por los largueros de ésta.
- En ningún caso se usará como pasarela o para transporte de materiales.
- Se comprobará con asiduidad el buen estado de la escalera.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ Nunca se utilizará en trabajos cercanos a huecos de ascensor, ventanas o cualquier otro hueco exitente. ▪ La escalera, una vez colocada, deberá formar aproximadamente un ángulo de 75º respecto a la superficie de apoyo. ▪ La escalera sobresaldrá al menos 1 m del punto de apoyo superior.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ El calzado el operario y los peldaños de las escaleras permanecerán en todo momento libres de barro, grasa u otro elemento que propicie deslizamiento inadecuado durante su uso.
	Caída de objetos por manipulación.	▪ El trabajador no transportará ni manipulará materiales o herramientas, cuando por su peso o dimensiones comprometan su seguridad durante el uso de la escalera.
	Caída de objetos desprendidos.	▪ No podrá existir paso de personal por debajo de la escalera. ▪ Tanto los materiales usados como las herramientas, nunca se dejarán descansar sobre los peldaños de la escalera.
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ La escalera se transportará con la parte delantera hacia abajo, en ningún caso horizontalmente.

	Sobreesfuerzo.	▪ El operario tendrá que evitar posturas forzadas o inadecuadas para el uso de la escalera. ▪ Nunca se transportarán escaleras manualmente cuando el peso de ésta supere los 55 kg.

8.3.2. Escalera manual de tijera

00aux020

Escalera manual de tijera.

Condiciones técnicas

- Sólo se usará cuando no sea posible usar otra plataforma de trabajo más segura
- El sistema de apoyo de la escalera constará de zapatas antideslizantes.
- La superficie de apoyo será plana, horizontal, resistente y antideslizante.
- La escalera incluirá tensores que impidan su apertura, tales como cadenas o cables.

Normas de instalación

- El ángulo máximo de abertura será de 30º.
- El de la escalera quedará totalmente estirado.
- Nunca se situará en zona de paso.
- Existirá una distancia mínima con cualquier línea eléctrica de 5m.

Normas de uso y mantenimiento

- El operario no podrá posicionarse con una pierna en cada lateral de la escalera.
- El operario siempre usará las dos manos para subir y bajar de la escalera, de cara a la misma y sin portar herramientas ni material en las manos.
- No se usará la escalera por dos o mas personas simultáneamente.
- El operario nunca descenderá de la escalera deslizándose.
- Nunca se usará como pasarela ni como medio para transportar materiales.

- Se comprobará con asiduidad el buen estado de la escalera.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO		
Cód.	**Riesgos**	**Medidas preventivas a adoptar**
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ Nunca se utilizará en trabajos cercanos a huecos de ascensor, ventanas o cualquier otro hueco exitente.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ El calzado el operario y los peldaños de las escaleras permanecerán en todo momento libres de barro, grasa u otro elemento que propicie deslizamiento inadecuado durante su uso.
	Caída de objetos por manipulación.	▪ El trabajador no transportará ni manipulará materiales o herramientas, cuando por su peso o dimensiones comprometan su seguridad durante el uso de la escalera
	Caída de objetos desprendidos.	▪ No podrá existir paso de personal por debajo de la escalera. ▪ Tanto los materiales usados como las herramientas, nunca se dejarán descansar sobre los peldaños de la escalera.
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ La escalera se transportará con la parte delantera hacia abajo, en ningún caso horizontalmente.

	Sobreesfuerzo.	▪ El operario tendrá que evitar posturas forzadas o inadecuadas para el uso de la escalera. ▪ Nunca se transportarán escaleras manualmente cuando el peso de ésta supere los 55 kg.

8.3.3. Eslinga de cable de acero

00aux030

Eslinga de cable de acero.

Condiciones técnicas

- Se dimensionará de forma que la eslinga soporte la carga a la que será sometida.
- La eslinga debe tener marcada la carga máxima a la que puede ser sometida.

Normas de instalación

- Se evitará el apoyo de la eslinga sobre aristas vivas para prevenir posibles daños sobre esta, usando para esto cantoneras de plástico.
- Los diferentes ramales de la eslinga no deberán cruzarse en el gancho de elevación.

Normas de uso y mantenimiento

- Antes del izado completo de la carga, ésta deberá elevarse unos 10 cm para comprobar tanto el amarre como el equilibrio.
- Tras cualquier incidente o siniestro, se cambiará la eslinga.
- Se comprobará diariamente el estado de la eslinga.
- La eslinga se engrasará con regularidad.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos desprendidos.	▪ Cada eslinga se amarrará a guardacabos adecuados.
	Atrapamiento por objetos.	▪ En el momento de tensar la eslinga no habrá operarios en las proximidades de la carga.

8.3.4. Carretilla manual

00aux040

Carretilla manual.

Condiciones técnicas

- Se usarán únicamente en carretillas manuales ruegas de goma.

Normas de uso y mantenimiento

- Nunca se transportarán personas.
- Se comprobará periódicamente la presión del neumático.
- Se verificará la ausencia de grietas o cortes en el neumático.
- La carga sobre la carretilla será distribuida uniformemente en ésta.
- En ningún momento se excederá la carga máxima de la carretilla marcada por fabricante.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ La carretilla se conducirá a velocidad adecuada. ▪ Se estacionarán en zonas que no sean de paso de personal.
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas.

8.3.5. Maquinillo

00aux090

Maquinillo.

Condiciones técnicas

- Dispondrá de marcado CE, de declaración de prestaciones y de manual de instrucciones.
- El maquinillo dispondrá de la carga máxima admisible en lugar visible para todo el personal.
- El maquinillo llevará limitador del recorrido de la carga, gancho con pestillo de seguridad y carcasas protectoras.
- En ningún caso se usará un maquinillo en mal estado de funcionamiento.

Normas de instalación

- Si el arriostramiento se realiza con puntales, los extremos de estos, se apoyarán en elementos de hormigón estructural, siempre que sea posible. En caso de apoyar en bovedillas, será necesario colocar tablas de madera, con las dimensiones previstas por el fabricante, para repartir el empuje de los puntales.
- Si se usa un trípode, las patas del mismo se anclarán atravesando el forjado con los pernos previstos por el fabricante, evitando la utilización de contrapesos.

Normas de uso y mantenimiento

- En ningún caso se cargará el maquinillo por encima de su carga máxima.
- Se comprobará con regularidad el buen estado del maquinillo.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ Los operarios dispondrán en todo momento de equipos de protección contra caídas de altura.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ La zona de trabajo estará en todo momento limpia de grasa, barro u otra sustancia que pueda perjudicar el buen uso de la máquina.
	Caída de objetos por desplome.	▪ Las operaciones de levantamiento se harán de forma suave para evitar caídas del maquinillo. ▪ Se señalizará y delimitará la zona afectada por las maniobras de izado, restringiéndose el paso de vehículos y personas.
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ Las operaciones que impliquen giros se realizarán de forma suave y controlada.
	Atrapamiento por objetos.	▪ Se comprobará regularmente el estado los cables y de el tambor de enrollado.
	Contacto eléctrico.	▪ Las conexiones se harán mediante accesorios normalizados. El cable se conectará a una base de enchufe con toma de tierra.

8.3.6. Andamio de borriquetas

00aux100

Andamio de borriquetas.

Condiciones técnicas

- En ningún caso se superará una altura de trabajo de 3m dese la superficie de apoyo.
- En todo momento la plataforma de trabajo apoyara sobre las borriquetas y su anchuma mínima será de 60 cm.
- Se usará como apoyo en borriquetas tablones de madera de al menos 7 cm de espesor.
- En ningún caso las borriquetas estarán separadas más de 2,5 m.
- Las borriquetas estarán formadas por una pieza horizontal que apoya sobre cuatro tornapuntas, colocadas en parejas y unidas entre sí mediante cadenas o cables que impidan su apertura.

Normas de instalación

- Las borriquetas quedarán, después de su instalación totalmente niveladas.
- La plataforma de trabajo se anclará a las borriquetas.

Normas de uso y mantenimiento

- El acceso a la plataforma de trabajo se efectuará mediante una escalera manual.
- Tanto materiales como herramientas, quedarán totalmente distribuidos en la plataforma de trabajo situada sobre las borriquetas.
- Se revisará el estado del andamio antes de iniciar el trabajo.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ Cuando se supera una altura de 2 m en la superficie de trabajo se incluirán unas barandillas laterales, cuya altura mínima será de 0.9 m. ▪ La plataforma de trabajo no sobresaldrá de las borriquetas más de 20 cm. ▪ Nunca se trabajará sobre los extremos de la plataforma que queden volados. ▪ En trabajos próximos a bordes de forjados o a huecos verticales, se utilizarán equipos de protección individual contra caídas de altura si no están totalmente protegidos.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ La zona de trabajo estará en todo momento limpia de grasa, barro u otro material que pueda afectar a la seguridad del operario.
	Atrapamiento por objetos.	▪ Se comprobará periodicamente el buen estado de los cables o de las cadenas que impiden la abertura de las borriquetas.
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas.

8.3.7. Andamio de mechinales

00aux105

Andamio de mechinales.

Condiciones técnicas

- La altura de la plataforma no excederá los 5 m desde superficie apoyo.
- El ancho de la plataforma de trabajo será, como mínimo, de 60 cm, siendo recomendable para los trabajos de albañilería 1 m y para el resto de trabajos 80 cm.

Normas de instalación

- Los tablones que forman la plataforma de trabajo se sujetarán unos a otros y todos ellos a los travesaños.

Normas de uso y mantenimiento

- Tanto materiales como herramientas, quedarán totalmente distribuidos en la plataforma de trabajo situada sobre las borriquetas.
- Se revisará el estado del andamio antes de iniciar el trabajo

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL USO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ Cuando se supera una altura de 2 m en la superficie de trabajo se incluirán unas barandillas laterales, cuya altura mínima será de 0.9 m. ▪ La plataforma de trabajo no sobresaldrá de las borriquetas más de 20 cm. ▪ Nunca se trabajará sobre los extremos de la plataforma que queden volados. ▪ En trabajos próximos a bordes de forjados o a huecos verticales, se utilizarán equipos de protección individual contra caídas de altura si no están totalmente protegidos.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ La zona de trabajo estará en todo momento limpia de grasa, barro u otro material que pueda afectar a la seguridad del operario.
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas.

8.4. Herramientas manuales

Se trata de equipos de trabajo usados de forma individual cuyo accionamiento es únicamente por fuerza humana.

A continuación se expone de forma detallada las herramientas manuales cuya utilización están previstas en obra, debiendo todas ellas de cumplir normativa vigente, indicándose en cada una de las fichas lo siguientes aspectos:

- Fichas de identificación de riesgos laborales que conlleva su uso
- Medidas preventivas a adoptar para cada una de las herramientas con el fin de reducir un posible accidente.

Del mismo modo también se incluye las protecciones individuales a usar por los operarios durante su manejo.

IMPORTANTE

SÓLO SE UTILIZARÁN EQUIPOS AUXILIARES COMERCIALIZADOS QUE EN TODO MOMENTO CUMPLAN CON LA NORMATIVA ACTUAL VIGENTE.

8.4.1. Herramientas manuales de golpe: martillos, cinceles, piquetas y macetas.

00hma010

Herramientas manuales de golpe: martillos, cinceles, macetas y piquetas.

Normas de uso

- Los cinceles de pequeño tamaño podrán se manejados por un operario, en caso de ser grande, otro operario tendrá que sujetarlo con tenazas para que golpee otro.
- El ángulo de corte de los cinceles será de 70º.
- Se utilizarán martillos con peso suficiente para el golpeo e los cinceles.
- En ningún caso se usarán los martillos, macetas o piquetas como palanca.
- El mango de martillos, macetas y piquetas no se utilizará para golpear.
- Siempre se utilizarán martillos con mangos de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas.
- La pieza a golpear será apoyada sobre una base firme y sólida para evitar posibles rebotes.
- Los martillos serán sujetados por el extremo, nunca por la cabeza ni otra parte de la herramienta.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante la manipulación de la herramienta.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Nunca se transportarán éstas herramientas en manos ni bolsillos.

	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se cerciorará de la inexistencia de personas en las zonas de alcance de los posibles fragmentos desprendidos del uso de las herramientas.
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ▪ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ▪ Se realizarán pausas durante la actividad.

8.4.2. Herramientas manuales de corte: tenazas, alicates, tijeras, cuchillos, cuchillas retráctiles, serruchos, cizallas, garlopas y llaves grifa.

00hma020

Herramientas manuales de corte: tenazas, alicates, tijeras, cuchillos, cuchillas retráctiles, serruchos, cizallas, garlopas y llaves de grifa.

Normas de uso

- El sentido de corte cuando utilicemos cuchillos será contrario al de el cuerpo del operario.
- Los cuchillos u otras herramientas de corte no se dejarán bajo trapos, papeles u otro objeto donde no pueda ser identificado a simple vista.
- Los cuchillos y demás herramientas de corte nunca se utilizarán como destornillador o palanca.
- No se usarán los alicates para apretar o aflojar tuercas o tornillos.
- No se colocarán los dedos entre los mangos de los alicates ni entre los de las tenazas.
- Ni los alicates ni las tenazas se utilizarán para golpear piezas ni objetos.
- Las tijeras nunca se usarán como punzón.
- Las tenazas no se utilizarán para cortar materiales más duros que las quijadas.
- En ningún caso el filo de corte de las tenazas estará mellado.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante la manipulación de la herramienta.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Nunca se transportarán éstas herramientas en manos ni bolsillos..

	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se cerciorará de la inexistencia de personas en las zonas de alcance de los posibles fragmentos desprendidos del uso de las herramientas..
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ▪ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ▪ Se realizarán pausas durante la actividad.

8.4.3. Herramientas manuales de torsión: Destornilladores y llaves

00hma030

Herramientas manuales de torsión: destornilladores y llaves.

Normas de uso

- La pieza sobre la que va a ser usada la herramienta no se sujetará con las manos.
- Las llaves nunca se utilizarán como martillo o palanca.
- Los destornilladores no se utilizarán como cincel o palanca.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante la manipulación.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Nunca se transportarán éstas herramientas en manos ni bolsillos.
	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se cerciorará de la inexistencia de personas en las zonas de alcance de los posibles fragmentos desprendidos del uso de las herramientas
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ▪ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ▪ Se realizarán pausas durante la actividad.

8.4.4. Herramientas manuales de acabado: Llanas, paletas y paletines.

00hma040

Herramientas manuales de acabado: llanas, paletas y paletines.

Normas de uso

- La mano que no sujeta la herramienta nunca será apoyada sobre la superficie de trabajo con el fin de evitar cortes.
- Las espuertas utilizadas para transportar las llanas, paletas y paletines no se colocarán al borde de las plataformas de trabajo ni de los andamios.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante la manipulación.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Nunca se transportarán éstas herramientas en manos ni bolsillos
	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se cerciorará de la inexistencia de personas en las zonas de alcance de los posibles fragmentos desprendidos del uso de las herramientas
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ▪ Se realizarán pausas durante la actividad.

8.4.5. Herramientas manuales de medición y replanteo: flexómetros y niveles

00hma050

Herramientas manuales de medición y replanteo: flexómetros y niveles.

Normas de uso

- Los flexómetros se enrollarán lentamente, para evitar cortes.

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de objetos por manipulación.	▪ Se evitarán movimientos bruscos durante la manipulación.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ Nunca se transportarán éstas herramientas en manos ni bolsillos
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ▪ Se mantendrá la espalda recta durante su utilización, siempre que sea posible. ▪ Se realizarán pausas durante la actividad.

8.5. Equipos de protección individual EPI`s

Un equipo de protección individual tiene como fin proteger de determinados riestos únicamente a la persona que los utiliza.

Según los riesgos detectados en el proceso de ejecución de la obra que nos ocupa, se han detectado una serie de posibles accidentes/enfermedades derivadas de la ejecución de la obra, es por ello, que acontinuación se exponen las fichas incluyendo equipo de protección individiaual, especificaciones técnicas y normativa que debe de cumplir cada trabajador para evitar cualquier tipo de incidente.

IMPORTANTE

Tal como se establece en la normativa vigente, el equipo de protección individual será suministrado por el fabricante junto con un folleto informativo que deberá ir escrito como mínimo en español, en el que se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.

8.5.1. Contra caídas de altura

50epd **Contra caídas de altura**		CE **CATEGORÍA III**	
mt50epd011: Dispositivo anticaídas deslizante sobre línea de anclaje flexible.			

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado CE de conformidad.
- Sistema de garantía de calidad CE adoptado por parte del fabricante.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 353-2. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Parte 2: Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible
- UNE-EN 363. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Sistemas anticaídas
- UNE-EN 364. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Métodos de ensayo
- UNE-EN 365. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje

Identificación del producto

- No se usará en ausencia del marcado CE, éste debe ser visible y legible y debe de llevar la siguiente información:
    - Número de la norma europea: EN 353-2.
    - La frase "Véase la información suministrada por el fabricante".
    - Denominación del modelo según el fabricante.
    - Una indicación de la orientación correcta del equipo durante su empleo.
    - Una indicación de que debe emplearse sólo con la línea de anclaje flexible especificada por el fabricante.

50epd	**Contra caídas de altura**		CE	
mt50epd014: Arnés anticaídas, con un punto de amarre.				

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Sistema de garantía de calidad CE adoptado por parte del fabricante.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 361. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Arneses anticaídas
- UNE-EN 363. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Sistemas anticaídas
- UNE-EN 364. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Métodos de ensayo
- UNE-EN 365. Equipos de protección individual contra caídas de altura. Requisitos generales para las instrucciones de uso, mantenimiento, revisión periódica, reparación, marcado y embalaje

Identificación del producto

- No se usará en ausencia del marcado CE, éste será visible y contendrá la siguiente información perfectamente legible:
    - Número de la norma europea: EN 361.
    - Denominación del modelo según el fabricante.
    - La frase "Véase la información suministrada por el fabricante".
    - Una letra "A" en cada elemento de enganche anticaídas del arnés.

8.5.2. Para el cuerpo (vestuario de protección)

<table>
<tr><td colspan="2">50epu Para el cuerpo (vestuario de protección)</td><td rowspan="2">  </td><td rowspan="2">CE
CATEGORÍA I</td><td rowspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">mt50epu005: Mono de protección.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

▪ Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.

▪ Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.

▪ Folleto informativo del fabricante.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Normativa aplicable

▪ UNE-EN 340. Ropas de protección. Requisitos generales</td></tr>
<tr><td colspan="5">Identificación del producto

▪ No se usará en ausencia del marcado CE, éste debe ser totalmente visible y legible y proporcionará la siguiente información:

▪ Número de la norma europea: EN 340.
▪ Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
▪ Denominación del modelo según el fabricante.
▪ Talla.
▪ Iconos de lavado y mantenimiento.
▪ Número máximo de ciclos de limpieza.</td></tr>
</table>

50epu	**Para el cuerpo (vestuario de protección)**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epu020: Mono de protección para trabajos expuestos al frío, sometidos a una temperatura ambiente hasta -5°C.				

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 14058. Ropa de protección. Prendas para protección contra ambientes fríos
- UNE-EN 340. Ropas de protección. Requisitos generales

Identificación del producto

No se usará en ausencia del marcado CE, éste debe ser totalmente visible y legible y proporcionará la siguiente información:

- Número de la norma europea: EN 14058.
- Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
- Denominación del modelo según el fabricante.
- Talla.
- Pictograma de protección contra el frío, con indicación del nivel de prestaciones.
- Iconos de lavado y mantenimiento.
- Número máximo de ciclos de limpieza.

50epu	**Para el cuerpo (vestuario de protección)**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epu030: Peto de alta visibilidad, de material fluorescente, color naranja.				

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 340. Ropas de protección. Requisitos generales
- UNE-EN 471. Ropa de señalización de alta visibilidad para uso profesional. Métodos de ensayo y requisitos

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
  - Número de la norma europea: EN 471.
  - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
  - Denominación del modelo según el fabricante.
  - Talla.
  - Pictograma de ropa de alta visibilidad, con indicación del nivel de prestaciones.
  - Iconos de lavado y mantenimiento.
  - Número máximo de ciclos de limpieza.

8.5.3. Para la cabeza

50epc **Para la cabeza**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epc010: Casco contra golpes, resistente a baja temperatura, hasta -30°C.			

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- EN 812. Cascos contra golpes para la industria

Identificación del producto

No se usará en ausencia del marcado CE, éste debe ser totalmente visible y legible y proporcionará la siguiente información:

- Número de la norma europea: EN 812.
- Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
- Año y trimestre de fabricación.
- Denominación del modelo según el fabricante, tanto sobre el casquete como sobre el arnés.
- Talla, tanto sobre el casquete como sobre el arnés.

50epc	**Para la cabeza**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epc020: Casco de protección, resistente a alta temperatura, hasta 150°C.				

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- EN 397. Cascos de protección para la industria
- UNE-EN 13087-7. Cascos de protección. Métodos de ensayo. Parte 7: Resistencia a la llama

Identificación del producto

- No se usará en ausencia del marcado CE, éste debe ser totalmente visible y legible y proporcionará la siguiente información:

- Número de la norma europea: EN 397.
- Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
- Año y trimestre de fabricación.
- Denominación del modelo según el fabricante, tanto sobre el casquete como sobre el arnés.
- Talla, tanto sobre el casquete como sobre el arnés.
- Abreviaturas referentes al material del casquete, conforme a la norma EN ISO 472.

8.5.4. Para las manos y los brazos

50epm **Para las manos y los brazos**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epm010: Par de guantes contra riesgos mecánicos.			

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 388. Guantes de protección contra riesgos mecánicos
- UNE-EN 420. Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
  - Número de la norma europea: EN 388.
  - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
  - Denominación del modelo según el fabricante.
  - Talla.
  - Fecha de caducidad.
  - Pictograma de protección contra riesgos mecánicos.

50epm	**Para las manos y los brazos**		CE **CATEGORÍA III**	
mt50epm010: Par de guantes para trabajos eléctricos de baja tensión.				

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Sistema de garantía de calidad CE adoptado por parte del fabricante.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 420. Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo
- UNE-EN 60903. Trabajos en tensión. Guantes de material aislante

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
    - Número de la norma europea: EN 60903.
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Denominación del modelo según el fabricante.
    - Talla.
    - Fecha de caducidad.
    - Símbolo de doble triángulo.
    - Una banda rectangular que permita la inscripción de la fecha de puesta en servicio, las verificaciones y los controles periódicos.

8.5.5. Para las vías respiratorias

50epv **Para las vías respiratorias**		CE **CATEGORÍA III**	
mt50epv020: Mascarilla autofiltrante contra partículas, FFP1.			

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Sistema de garantía de calidad CE adoptado por parte del fabricante.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 149. Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
    - Número de la norma europea: EN 149.
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Denominación del modelo según el fabricante.
    - Clase FFP1.
    - El año de expiración de vida útil.
    - La frase "Véase la información suministrada por el fabricante".

8.5.6. Para los oídos

50epo **Para los oídos**			
mt50epo010: Juego de orejeras, acopladas a cascos de protección, con atenuación acústica de 36 dB.		CE **CATEGORÍA II**	

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 352-3. Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 3: Orejeras acopladas a cascos de protección
- UNE-EN 458. Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento. Documento guía

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
    - Número de la norma europea: EN 352-3.
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Denominación del modelo según el fabricante.
    - En caso de que el fabricante prevea que la orejera debe colocarse según una orientación dada, una indicación de la parte de delante, de la parte superior de los casquetes y/o una indicación del casquete derecho y del izquierdo.

50epo **Para los oídos** **mt50epo020:** Juego de tapones reutilizables, con cordón, con atenuación acústica de 31 dB.		CE	

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 352-2. Protectores auditivos. Requisitos generales. Parte 2: Tapones
- UNE-EN 458. Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento. Documento guía

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
  - Número de la norma europea: EN 352-2.
  - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
  - Denominación del modelo según el fabricante.
  - Indicación de que son reutilizables.
  - Diámetro nominal.
  - Para tapones personalizados, un marcado específico o código de color en cada tapón que permita diferenciar entre el derecho y el izquierdo.

8.5.7. Para los ojos y cara

50epj **Para los ojos y la cara**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epj010: Pantalla de protección facial, de uso básico.			

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 166. Protección individual de los ojos. Especificaciones

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
  - En la montura:
    - Número de la norma europea: EN 166.
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
  - En el ocular:
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Clase óptica.

50epj	**Para los ojos y la cara**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epj010: Gafas de protección con montura integral, resistentes a polvo grueso.				

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 166. Protección individual de los ojos. Especificaciones

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
  - En la montura:
    - Número de la norma europea: EN 166.
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Campo de uso: 4
  - En el ocular:
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Clase óptica.

50epj **Para los ojos y la cara**		CE **CATEGORÍA II**	
mt50epj010: Pantalla de protección facial, resistente a impactos de partículas a gran velocidad y baja energía.			

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 166. Protección individual de los ojos. Especificaciones

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
  - En la montura:
    - Número de la norma europea: EN 166.
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Resistencia mecánica: F
  - En el ocular:
    - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
    - Clase óptica.
    - Resistencia mecánica: F

8.5.8. Para los pies y las piernas

50epp **Para los pies y las piernas**			
mt50epp010: Par de botas bajas de protección, con puntera resistente a un impacto de hasta 100 J y a una compresión de hasta 10 kN, con resistencia al deslizamiento, antiestático, absorción de energía en la zona del tacón, aislante.		CE **CATEGORÍA III**	

Requisitos establecidos por el R.D. 1407/1992

- Certificado de conformidad CE expedido por un organismo notificado.
- Sistema de garantía de calidad CE adoptado por parte del fabricante.
- Declaración de prestaciones elaborada por el fabricante.
- Folleto informativo del fabricante.

Normativa aplicable

- UNE-EN 50321. Calzado aislante de la electricidad para trabajos en instalaciones de baja tensión
- UNE-EN ISO 20344. Equipos de protección personal. Métodos de ensayo para calzado

Identificación del producto

- Se evitará su utilización en ausencia de marcado CE, visible y legible, con la siguiente información:
  - Nombre o marca comercial, o identificación del fabricante.
  - Denominación del modelo según el fabricante.
  - Talla.
  - Año y trimestre de fabricación.
  - Símbolo indicando la protección ofrecida y la categoría.
  - Símbolo de doble triángulo.
  - Una banda rectangular que permita la inscripción de la fecha de puesta en servicio, las verificaciones y los controles periódicos.

8.6. Señalización provisional de obras.

8.6.1. Baliza luminosa intermitente

YSB015a Baliza luminosa intermitente para señalización, de color ámbar, con lámpara Led, con soporte metálico.	

Condiciones técnicas

- Su función será señalizar las zonas de trabajo.

Normas de uso y mantenimiento

- Se verificará con regularidad que la baliza sigue correctamente colocada.

8.6.2. Cinta bicolor para balizamiento

YSB050a Cinta bicolor para balizamiento.	

Condiciones técnicas

- Su función será señalizar y delimitar las zonas de trabajo.

Normas de instalación

- La cinta se colocará perfectamente tensada.

Normas de uso y mantenimiento

- Se verificará con regularidad que la cinta sigue correctamente colocada

8.6.3. Valla trasladable

YSB135a Valla trasladable para delimitación provisional de zona de obras.	

Condiciones técnicas

- Su función será impedir el acceso a la obra de personas ajenas a la misma.
- Se colocará antes de iniciar los trabajos.

Normas de uso y mantenimiento

- Se comprobará su resistencia y estabilidad.
- Se verificará con regularidad que el vallado sigue correctamente colocado.

8.7. Señalización de zona de trabajo

8.7.1. Cinta de señalización con soportes

YSM005a Cinta de señalización con soportes hincados en el terreno.	

Condiciones técnicas

- Su función será señalizar y delimitar las zonas de trabajo con maquinaria en funcionamiento.

Normas de instalación

- Se colocará antes de iniciar los trabajos con maquinaria.
- La cinta se colocará perfectamente tensada.

Normas de uso y mantenimiento

- Se comprobará su resistencia y estabilidad.
- Se verificará con regularidad que la cinta sigue correctamente colocada.

8.7.2. Cinta de señalización con vallas móviles

YSM006a Cinta de señalización con vallas móviles.	

Condiciones técnicas

- Su función será señalizar y delimitar las zonas de trabajo.

Normas de instalación

- La cinta se colocará perfectamente tensada.

Normas de uso y mantenimiento

- Se verificará con regularidad que la cinta y el vallado siguen correctamente colocados.

8.8. Oficios previstos

Todo operario que intervenga en la ejecución de la obra estará sometido durante la realización de la misma a una serie de riesgos, no evitables e independientes del oficio o puesto de trabajo a desempeñar, ésta serie de riesgos, junto con las medidas a adoptar representa la ficha de “Mano de obra en general”.

Se expondrán a continuación los oficios previstos para la ejecución de las diferentes partes de la obra recogindo cada ficha los siguientes apartados:

- Identificación de las tareas a desarrollar
- Riesgos no evitables
- Medidas preventivas a adoptar
- Protecciones individuales a realizar

IMPORTANTE

De ningún modo estas fichas pretenden sustituir la obligación de la Formación Específica que debe garantizar el empresario al trabajador de acuerdo con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

8.8.1. Mano de obra en general

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ En trabajos de altura que superen los 5 m se utilizaran siempre plataformas de trabajo en sustitución de escalera. ▪ En caso de utilizar andamios, serán homologados, nunca improvisados ni construidos con materiales no reglados. ▪ Se utilizará un arnés anticaídas anclado a un dispositivo de anclaje o a una línea de anclaje, previamente instalados, cuando se trabaje a más de 2 m de altura sobre una plataforma de trabajo sin barandillas contra caídas de altura. ▪ Se utilizará un arnés anticaídas anclado a un dispositivo de anclaje o a una línea de anclaje, previamente instalados, en las proximidades de los huecos exteriores. ▪ No se saltará de una plataforma de trabajo a otra.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ La zona de trabajo permanecerá limpia de cualquier material que pueda provocar resbalón o cualquier otro accidente. ▪ El material y la herramienta necesaria para trabajar se depositará en lugar adecuado, fuera de zona de paso de trabajadores. ▪ En las zonas de trabajo existirá un nivel de iluminación adecuado.
	Caída de objetos desprendidos.	▪ Antes de colocar las eslingas para levantar las cargas, se comprobará que los elementos de izado son adecuados para el peso a soportar. ▪ Se evitará la circulación de personas bajo la vertical de riesgo de caída de materiales. ▪ Se utilizarán las zonas de paso y los caminos señalizados en obra y se evitará la permanencia bajo plataformas de andamios. ▪ Nunca se retirarán los rodapiés de las plataformas de los andamios ni de las plataformas de trabajo.

	Pisadas sobre objetos.	▪ La zona de trabajo se mantendrá limpia de materiales y herramientas.
	Choque contra objetos móviles.	▪ Los trabajadores permanecerán alejados de la zona del recorrido de la plataforma del montacargas. ▪ Se acotará el entorno de aquellas máquinas cuyas partes móviles, piezas o tubos puedan invadir otras zonas de trabajo.
	Golpe y corte por objetos o herramientas.	▪ No se transportarán herramientas punzantes o cortantes ni en las manos ni en los bolsillos. ▪ Se utilizarán las herramientas adecuadas para la apertura de recipientes y envases.
	Sobreesfuerzo.	▪ Se evitarán posturas forzadas e inadecuadas. ▪ Los elementos pesados, voluminosos o de difícil agarre se transportarán utilizando medios mecánicos. ▪ Se contará con la ayuda de otro operario para la manipulación de piezas pesadas. ▪ Para coger el peso se mantendrá en todo momento la espalda recta y para cargarlo o transportarlo se hará en posición erguida pegándolo al cuerpo. ▪ Se interrumpirán los procesos de larga duración que requieran movimientos repetidos.
	Exposición a temperaturas ambientales extremas.	▪ En los trabajos al aire libre, se evitará la exposición prolongada a las altas temperaturas en verano y a las bajas temperaturas en invierno. ▪ En los trabajos expuestos a temperaturas ambientales extremas, el trabajador se aplicará crema protectora, beberá agua con frecuencia y realizará las actividades más duras a primera hora de la mañana, para evitar el exceso de calor.
	Exposición a sustancias nocivas.	▪ No se trabajará en ningún recinto confinado sin buena ventilación.

		▪ Se seguirán las instrucciones del fabricante para la utilización de los productos.
	Incendio.	▪ Se verificará la existencia de un extintor en la zona con riesgo de incendio. ▪ No se fumará en la zona de trabajo.
	Atropello con vehículos.	▪ Los operarios no se situarán en las proximidades de las máquinas durante su trabajo, especialmente durante las maniobras de marcha hacia atrás de los vehículos.
	Exposición a agentes psicosociales.	▪ Se repartirán los trabajos por actividades afines. ▪ Se indicará la prioridad de las diferentes actividades, para evitar el solapamiento entre los trabajadores. ▪ Se evitarán las conductas competitivas entre trabajadores. ▪ Se informará a los trabajadores sobre el nivel de calidad del trabajo que han realizado. ▪ Se motivará al trabajador responsabilizándole de su tarea.
	Derivado de las exigencias del trabajo.	▪ No se prolongará excesivamente la jornada laboral, para evitar el estrés. ▪ Se planificarán los diferentes trabajos de la jornada, teniendo en cuenta una parte de la misma para posibles imprevistos. ▪ El trabajador no realizará actividades para las cuales no esté cualificado.
	Personal.	▪ Se incentivará la utilización de medidas de seguridad. ▪ Se informará a los trabajadores sobre los riesgos laborales que se pueden encontrar. ▪ Se informará sobre las consecuencias que puede tener el no usar los equipos de protección individual adecuados. ▪ Se planificarán con regularidad reuniones sobre seguridad en el trabajo.

		▪ Se concienciará a los trabajadores sobre su responsabilidad en la seguridad de sus compañeros.
	Deficiencia en las instalaciones de limpieza personal y de bienestar de las obras.	▪ Se verificará la existencia de un botiquín en un lugar accesible para los trabajadores. ▪ La situación del material de primeros auxilios será estratégica para garantizar una prestación rápida y eficaz. ▪ El material de primeros auxilios será revisado periódicamente.

8.8.2. Aplicador de mortero auto-nivelante.

Aplicador de mortero autonivelante. mo031 mo069	

Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de preparación y aplicación de mortero autonivelante mediante bombeo, para la formación de bases de pavimentación.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ El operario se informará sobre la posibilidad de huecos o desniveles en la zona de trabajo, ya que deberá trabajar de espaldas a los mismos para evitar pisar el mortero recién puesto en obra.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ En caso de tener que trabajar en una zona de paso, se deberá prever una zona alternativa para el paso del resto de trabajadores de la obra.
	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se verificará la ausencia de personas frente a la boca de proyección del mortero.
	Exposición a sustancias nocivas.	▪ Se evitará el contacto de la piel con los aditivos, las resinas y los productos especiales.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	▪ Se evitará el contacto de la piel con el mortero.

8.8.3. Albañil

Albañil. mo021 mo078 mo114	

Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos en los que se utilizan ladrillos, piedras, cal, arena, yeso, cemento u otros materiales semejantes.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ No se montarán andamios de borriquetas sobre otros andamios ▪ Durante la realización de trabajos que requieran la eliminación momentánea de las protecciones colectivas, tales como el cierre de las cajas de ascensor, de las escaleras y de los conductos, el operario utilizará un sistema anticaídas.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ El albañil realizará el peldañeado de las rampas de escalera de forma provisional o definitiva, inmediatamente después del desmontaje del sistema de encofrado.
	Caída de objetos por desplome.	▪ Se instalarán los medios de apeo y arriostramiento necesarios para asegurar la estabilidad de las obras de fábrica durante su ejecución y después de la misma. ▪ No se sobrecargarán las plantas durante la ejecución de los tabiques.
	Caída de objetos desprendidos.	▪ Las miras se atarán a la carretilla durante su transporte.

	Exposición a sustancias nocivas.	▪ Se evitará el contacto de la piel con los aditivos, las resinas y los productos especiales.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	▪ Se evitará el contacto de la piel con el mortero. ▪ Se evitará el contacto de la piel con ácidos, sosa cáustica, cal viva o cemento.
	Exposición a agentes químicos.	▪ El trabajo se realizará en lugares con una buena ventilación natural.

Equipos de protección individual (EPI)

- [YID010] Sistema anticaídas.
- [mt50epc020lj] Casco de protección.
- [YIU005] Ropa de protección.
- [mt50epp010pCb] Par de zapatos de seguridad.
- [mt50epm010cd] Par de guantes contra riesgos mecánicos.
- [YIV020] Mascarilla autofiltrante.
- [mt50epj010cfe] Gafas de protección con montura integral.
- [YIU040] Bolsa portaherramientas.
- [YIM040] Protector de manos para puntero.
- [YIU050] Faja de protección lumbar.

8.8.4. Fontanero

Fontanero. mo008 mo107	

Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de montaje de los diferentes elementos que componen las instalaciones de fontanería y de saneamiento, incluyendo los aparatos sanitarios y la grifería.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ No se caminará sobre cubiertas inclinadas en mal estado.
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ El suelo de la zona de trabajo se mantendrá seco. ▪ Los tubos y los aparatos sanitarios se acopiarán de forma ordenada y fuera de los lugares de paso.
	Caída de objetos por desplome.	▪ No se realizarán trabajos en la acometida de la instalación en el interior de una zanja sin la adecuada entibación.
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ Se protegerán las partes salientes, cortantes o punzantes de los aparatos sanitarios.
	Choque contra objetos móviles.	▪ Los tubos se transportarán con la parte posterior hacia abajo, nunca horizontalmente.

	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se instalará un sistema de aspiración de partículas en las máquinas de corte de materiales con plomo.
	Atrapamiento por objetos.	▪ Se contará con la ayuda de otro operario para la instalación de los aparatos sanitarios.
	Contacto térmico.	▪ Se evitará el contacto con tubos y piezas recién soldadas o cortadas.
	Contacto eléctrico.	▪ No se utilizarán herramientas eléctricas con las manos o con los pies húmedos.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	▪ Se evitará el contacto de la piel con productos decapantes o que contengan sosa cáustica.
	Incendio.	▪ No se soldará en presencia de gases inflamables en lugares cerrados. ▪ Los residuos combustibles se eliminarán inmediatamente.
	Exposición a agentes químicos.	▪ En espacios cerrados con falta de ventilación natural, se instalarán sistemas de extracción tanto en las zonas de corte de materiales con plomo, para extraer el polvo, como en las zonas de trabajo en contacto con productos que contienen sustancias peligrosas, tales como disolventes, pegamentos o masillas, para extraer los vapores.
	Exposición a agentes biológicos.	▪ Los operarios se desinfectarán la piel diariamente, al concluir su jornada laboral.

Equipos de protección individual (EPI)
▪ [mt50epc020lj] Casco de protección. ▪ [YIU005] Ropa de protección. ▪ [mt50epp010pCb] Par de zapatos de seguridad. ▪ [YID010] Sistema anticaídas. ▪ [mt50epm010cd] Par de guantes contra riesgos mecánicos. ▪ [mt50epj010lfe] Gafas de protección con montura integral. ▪ [YIV020] Mascarilla autofiltrante. ▪ [YIU040] Bolsa portaherramientas. ▪ [YIM040] Protector de manos para puntero. ▪ [YIU050] Faja de protección lumbar.

8.8.5. Electricista

Electricista. mo003 mo102	

Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos relacionados con la electricidad, interviniendo en varias fases de la obra y dando asistencia técnica a otras instalaciones.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ Antes de iniciar los trabajos de tendido de cables, se comprobará que en la zona de trabajo no hay materiales procedentes de la realización de las rozas.
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ Se iluminarán adecuadamente los cuadros eléctricos de obra, las zonas de centralización de contadores y las derivaciones individuales.
	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se utilizarán comprobadores de tensión y detectores de cables ocultos antes de taladrar los paramentos.

	Contacto eléctrico.	▪ Se evitará el paso de cables por zonas de paso y zonas húmedas. ▪ Las conexiones se realizarán mediante enchufes y clavijas normalizadas.
	Explosión.	▪ No se realizarán trabajos en tensión en atmósferas potencialmente explosivas.
	Incendio.	▪ Se comprobará la presencia de un extintor cerca de los cuadros eléctricos. ▪ Se evitará la entrada de humedad en los componentes eléctricos. ▪ No se utilizarán cables eléctricos en mal estado. ▪ No se realizarán empalmes manuales. ▪ Las conexiones se realizarán mediante enchufes y clavijas normalizadas.

Equipos de protección individual (EPI)

- [mt50epc030j] Casco aislante eléctrico.
- [YIU005] Ropa de protección.
- [mt50epp010pyb,mt50epp010pCb] Par de zapatos de seguridad.
- [mt50epm010md] Par de guantes para trabajos eléctricos.
- [YIU040] Bolsa portaherramientas.
- [mt50epc020lj] Casco de protección.
- [YID010] Sistema anticaídas.
- [mt50epm010cd] Par de guantes contra riesgos mecánicos.
- [YIM040] Protector de manos para puntero.
- [YIU050] Faja de protección lumbar.

8.8.6. Calefactor

Calefactor. mo004 mo103	

Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de montaje de los diferentes elementos que componen las instalaciones de calefacción y de suministro de A.C.S.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas al mismo nivel.	▪ El suelo de la zona de trabajo se mantendrá seco. ▪ Las calderas y los radiadores se acopiarán de forma ordenada y fuera de los lugares de paso.
	Choque contra objetos inmóviles.	▪ Se protegerán las partes salientes, cortantes o punzantes de las calderas y de los radiadores.
	Choque contra objetos móviles.	▪ Los tubos se transportarán con la parte posterior hacia abajo, nunca horizontalmente.

	Proyección de fragmentos o partículas.	▪ Se instalará un sistema de aspiración de partículas en las máquinas de corte de materiales con plomo.
	Atrapamiento por objetos.	▪ Se contará con la ayuda de otro operario para la instalación de los radiadores o de las calderas.
	Contacto térmico.	▪ Se evitará el contacto con tubos y piezas recién soldadas o cortadas.
	Contacto eléctrico.	▪ No se utilizarán herramientas eléctricas con las manos o con los pies húmedos.
	Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.	▪ Se evitará el contacto de la piel con productos decapantes o que contengan sosa cáustica.
	Explosión.	▪ Se comprobará la hermeticidad de los conductos de gas.
	Incendio.	▪ No se soldará en presencia de gases inflamables en lugares cerrados. ▪ Los residuos combustibles se eliminarán inmediatamente.
	Exposición a agentes químicos.	▪ En espacios cerrados con falta de ventilación natural, se instalará un sistema de extracción en las zonas de trabajo en contacto con

		productos que contienen sustancias peligrosas, tales como disolventes, pegamentos o masillas, para extraer los vapores.
	Exposición a agentes biológicos.	▪ Los operarios se desinfectarán la piel diariamente, al concluir su jornada laboral.

Equipos de protección individual (EPI)

- [mt50epc020lj] Casco de protección.
- [YIU005] Ropa de protección.
- [mt50epp010pCb] Par de zapatos de seguridad.
- [mt50epj010lfe] Gafas de protección con montura integral.
- [mt50epm010cd] Par de guantes contra riesgos mecánicos.
- [YIV020] Mascarilla autofiltrante.
- [YID010] Sistema anticaídas.
- [YIU040] Bolsa portaherramientas.
- [YIM040] Protector de manos para puntero.
- [YIU050] Faja de protección lumbar.

8.8.7. Instalador de climatización

Instalador de climatización. mo005 mo104	

Identificación de las tareas a desarrollar

- Trabajos de montaje de los diferentes elementos que componen la instalación de climatización.

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO

Cód.	Riesgos	Medidas preventivas a adoptar
	Caída de personas a distinto nivel.	▪ El montaje en las cubiertas de los ventiladores y las climatizadoras, no se iniciará hasta no haber concluido el antepecho de la cubierta.
	Choque contra objetos móviles.	▪ Los tubos se transportarán con la parte posterior hacia abajo, nunca horizontalmente.
	Atrapamiento por objetos.	▪ Se contará con la ayuda de otro operario para la instalación de las climatizadoras.
	Exposición a agentes químicos.	▪ Se evitará el escape de los gases refrigerantes de los equipos de aire acondicionado.

Equipos de protección individual (EPI)
▪ [mt50epc020lj] Casco de protección. ▪ [YIU005] Ropa de protección. ▪ [mt50epp010pCb] Par de zapatos de seguridad. ▪ [YID010] Sistema anticaídas. ▪ [YIV020] Mascarilla autofiltrante. ▪ [mt50epm010cd] Par de guantes contra riesgos mecánicos. ▪ [YIU040] Bolsa portaherramientas. ▪ [YIM040] Protector de manos para puntero. ▪ [YIU050] Faja de protección lumbar.

8.8.8. Instalador de módulos solares

<table>
<tr><td colspan="2">Instalador de captadores solares.

mo009
mo108</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificación de las tareas a desarrollar

▪ Trabajos de instalación de captadores solares, que permiten el aprovechamiento de la radiación solar para calefacción y producción de A.C.S.</td></tr>
<tr><td colspan="3">IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DURANTE EL TRABAJO</td></tr>
<tr><td>Cód.</td><td>Riesgos</td><td>Medidas preventivas a adoptar</td></tr>
<tr><td>  </td><td>Caída de personas a distinto nivel.</td><td>▪ Se accederá a la cubierta por lugares seguros y habilitados para tal fin.
▪ Antes de iniciar los trabajos, se comprobará la posible existencia de huecos desprotegidos.
▪ En cubiertas inclinadas, se colocará una pasarela peatonal de circulación, provista de escalones.</td></tr>
<tr><td>  </td><td>Contacto eléctrico.</td><td>▪ Si existen líneas eléctricas aéreas, se protegerán para evitar el contacto con ellas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Equipos de protección individual (EPI)

▪ [mt50epc020lj] Casco de protección.
▪ [YIU005] Ropa de protección.
▪ [mt50epp010pCb] Par de zapatos de seguridad.
▪ [YID010] Sistema anti caídas.
▪ [YIU050] Faja de protección lumbar.
▪ [YIU040] Bolsa portaherramientas.
▪ [mt50epm010cd] Par de guantes contra riesgos mecánicos.
▪ [YIM040] Protector de manos para puntero.</td></tr>
</table>

En Andújar, a 1 de Septiembre de 2019

Fdo.: Antonio Mario Carmona Cazalilla

