



Universidad de Jaén  
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA  
INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN  
Y ACS DE UN POLIDEPORTIVO EN  
EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LAS  
GABIAS, GRANADA**

**Alumno: MIGUEL RODRÍGUEZ DIÉGUEZ**

**Tutor:** Bartolomé Carrasco Hurtado

**Depto.:** Ingeniería Gráfica, Diseño y proyectos

**Septiembre, 2019**

# 1 ÍNDICE.

## TABLA DE CONTENIDO

|             |                                                                                       |           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>    | <b>ÍNDICE.....</b>                                                                    | <b>2</b>  |
| <b>2</b>    | <b>MEMORIA .....</b>                                                                  | <b>12</b> |
| 2.1         | MEMORIA DESCRIPTIVA .....                                                             | 12        |
| 2.1.1       | <i>Antecedentes del Proyecto .....</i>                                                | <i>12</i> |
| 2.1.2       | <i>Situación y Emplazamiento .....</i>                                                | <i>12</i> |
| 2.1.3       | <i>Objeto del Proyecto .....</i>                                                      | <i>12</i> |
| 2.1.4       | <i>Alcance del Proyecto .....</i>                                                     | <i>12</i> |
| 2.1.5       | <i>Contenido Documental del Proyecto .....</i>                                        | <i>13</i> |
| 2.1.6       | <i>Consideraciones Legales.....</i>                                                   | <i>14</i> |
| 2.2         | MEMORIA JUSTIFICATIVA .....                                                           | 15        |
| 2.2.1       | <i>Descripción General del Edificio .....</i>                                         | <i>15</i> |
| 2.2.2       | <i>Descripción de las Estancias.....</i>                                              | <i>15</i> |
| 2.2.3       | <i>Condiciones Interiores.....</i>                                                    | <i>18</i> |
| 2.2.4       | <i>Horario de funcionamiento y Caudales de Ventilación .....</i>                      | <i>20</i> |
| 2.2.5       | <i>Recuperadores de Calor.....</i>                                                    | <i>21</i> |
| 2.2.6       | <i>Descripción de la Instalación Térmica.....</i>                                     | <i>22</i> |
| 2.2.6.1     | Sala de Musculación.....                                                              | 22        |
| 2.2.6.2     | Sala de Aerobic.....                                                                  | 24        |
| 2.2.6.3     | Sala de Ciclo-Indoor.....                                                             | 26        |
| 2.2.6.4     | Enfermería.....                                                                       | 28        |
| 2.2.6.5     | Administración.....                                                                   | 29        |
| 2.2.6.6     | Vestuarios.....                                                                       | 30        |
| 2.2.6.7     | Distribuidor .....                                                                    | 32        |
| 2.2.6.8     | Sala de Vasos.....                                                                    | 34        |
| 2.2.6.8.1   | Cargas Resultantes para el Mantenimiento de Temperatura del Agua de las Piscinas..... | 34        |
| 2.2.6.8.2   | Sistema de Deshumectación y Tratamiento del Aire.....                                 | 35        |
| 2.2.6.8.2.1 | Funcionamiento de una bomba deshumectadora.....                                       | 36        |
| 2.2.6.8.2.2 | Demanda deshumectación.....                                                           | 37        |
| 2.2.6.8.2.3 | Demanda de calefacción debido a la transmisión.....                                   | 37        |
| 2.2.6.8.2.4 | Demanda de calefacción debido al aire exterior.....                                   | 37        |
| 2.2.6.8.3   | Unidad de Tratamiento de Aire.....                                                    | 38        |
| 2.2.6.8.3.1 | Características Técnicas.....                                                         | 39        |
| 2.2.6.8.4   | Conductos de Ventilación.....                                                         | 39        |
| 2.2.7       | <i>Descripción de la Instalación de Agua Caliente Sanitaria.....</i>                  | <i>40</i> |

|          |                                                                         |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.8    | <i>Descripción de la Instalación Térmica Solar.</i>                     | 41        |
| 2.2.8.1  | Cobertura Solar anual del Agua Caliente Sanitaria.                      | 42        |
| 2.2.9    | <i>Instalación Caldera Biomasa.</i>                                     | 44        |
| 2.2.9.1  | Biomasa.                                                                | 44        |
| 2.2.9.2  | Justificación de Biomasa como Combustible.                              | 44        |
| 2.2.9.3  | Tipos de Biomasa                                                        | 45        |
| 2.2.9.4  | Selección de Biocombustible.                                            | 47        |
| 2.2.9.5  | Necesidades Energéticas.                                                | 48        |
| 2.2.9.6  | Caldera de Biomasa.                                                     | 49        |
| 2.2.10   | <i>Resumen de Presupuestos.</i>                                         | 49        |
| <b>3</b> | <b>ANEXOS.</b>                                                          | <b>51</b> |
| 3.1      | SOLICITACIONES TÉRMICAS DE CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO                   | 53        |
| 3.1.1    | <i>Cargas Térmicas para Calefacción.</i>                                | 56        |
| 3.1.1.1  | <i>Carga Sensible a través de Cerramientos.</i>                         | 59        |
| 3.1.1.2  | <i>Carga Sensible a través de Ventilación.</i>                          | 61        |
| 3.1.1.3  | <i>Carga Latente a través de Ventilación.</i>                           | 61        |
| 3.1.2    | <i>Cargas Térmicas para Refrigeración.</i>                              | 63        |
| 3.1.2.1  | <i>Calor Sensible debido a Ventilación.</i>                             | 63        |
| 3.1.2.2  | <i>Calor Sensible debido a las Infiltraciones de aire exterior.</i>     | 64        |
| 3.1.2.3  | <i>Calor Sensible generado por Personas.</i>                            | 66        |
| 3.1.2.4  | <i>Calor Sensible debido a Iluminación.</i>                             | 68        |
| 3.1.2.5  | <i>Calor Sensible por Radiación Solar.</i>                              | 69        |
| 3.1.2.6  | <i>Calor Latente por Ventilación.</i>                                   | 71        |
| 3.1.2.7  | <i>Calor Latente debido a Infiltraciones de aire exterior.</i>          | 72        |
| 3.1.2.8  | <i>Calor Latente generado por Personas.</i>                             | 73        |
| 3.1.2.9  | <i>Calor sensible a través de cerramientos</i>                          | 75        |
|          | <b>APÉNDICE 5.1 A. CALCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN.</b> | 76        |
|          | <i>Sala de Musculación.</i>                                             | 76        |
|          | <i>Sala de Aerobic.</i>                                                 | 81        |
|          | <i>Sala de Ciclo-Indoor.</i>                                            | 85        |
|          | <i>Enfermería</i>                                                       | 90        |
|          | <i>Administración.</i>                                                  | 93        |
|          | <i>Distribuidor</i>                                                     | 96        |
|          | <b>APÉNDICE 5.1 B. CALCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS EN CALEFACCIÓN.</b>   | 101       |
|          | <i>Sala de Musculación.</i>                                             | 101       |
|          | <i>Sala de Aerobic.</i>                                                 | 103       |
|          | <i>Sala de Ciclo-Indoor.</i>                                            | 105       |
|          | <i>Enfermería.</i>                                                      | 108       |
|          | <i>Administración.</i>                                                  | 110       |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Vestuarios</i> .....                                                                                           | 112 |
| <i>Distribuidor</i> .....                                                                                         | 119 |
| APÉNDICE 5.1.C. RECUPERADOR DE CALOR .....                                                                        | 122 |
| <i>Sala de musculación</i> .....                                                                                  | 122 |
| <i>Distribuidor</i> .....                                                                                         | 122 |
| 3.2 SOLICITACIONES TÉRMICAS DE CLIMATIZACIÓN EN SALA DE VASOS. ....                                               | 124 |
| 3.2.1 <i>Calculo de las necesidades de deshumectación en el aire ambiental.</i> .....                             | 127 |
| 3.2.2 <i>Calculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en en el vaso de la piscina A</i> ..... | 133 |
| 3.2.2.1 <i>Perdidas por Evaporación.</i> .....                                                                    | 135 |
| 3.2.2.2 <i>Pérdidas por Radiación de Calor.</i> .....                                                             | 136 |
| 3.2.2.3 <i>Perdidas por Convección de Calor.</i> .....                                                            | 137 |
| 3.2.2.4 <i>Perdidas por Renovación.</i> .....                                                                     | 138 |
| 3.2.2.5 <i>Pérdidas por Transmisión</i> .....                                                                     | 139 |
| 3.2.2.6 <i>Ganancias por Radiación Solar.</i> .....                                                               | 140 |
| 3.2.2.7 <i>Potencia necesaria para la Puesta en Marcha.</i> .....                                                 | 140 |
| 3.2.3 <i>Calculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en la Piscina B</i> .....               | 143 |
| 3.2.3.1 <i>Perdidas por evaporación.</i> .....                                                                    | 145 |
| 3.2.3.2 <i>Perdidas por renovación de agua.</i> .....                                                             | 146 |
| 3.2.3.3 <i>Perdidas por la transmisión.</i> .....                                                                 | 147 |
| 3.2.3.4 <i>Potencia necesaria para puesta en marcha</i> .....                                                     | 148 |
| 3.2.4 <i>Calculo de las necesidades para mantener la temperatura en Sala de Vasos.</i> .....                      | 150 |
| 3.2.4.1 <i>Caudal de aire necesario.</i> .....                                                                    | 151 |
| 3.2.4.2 <i>Perdidas por Ventilación.</i> .....                                                                    | 152 |
| 3.2.4.3 <i>Perdidas debido a la transmisión.</i> .....                                                            | 155 |
| 3.2.5 <i>Diseño del sistema de deshumectación y tratamiento del aire.</i> .....                                   | 155 |
| 3.2.5.1 <i>Deshumectación del aire interior debido al aire exterior.</i> .....                                    | 155 |
| 3.2.5.2 <i>Estudio Psicométrico.</i> .....                                                                        | 156 |
| 3.2.5.2.1 <i>Masa de aire impulsado</i> .....                                                                     | 157 |
| 3.2.5.2.2 <i>Humedad absoluta de descarga.</i> .....                                                              | 157 |
| 3.2.5.2.3 <i>Temperatura de mezcla y descarga del aire.</i> .....                                                 | 158 |
| 3.2.5.3 <i>Recuperación de Calor.</i> .....                                                                       | 159 |
| 3.2.5.4 <i>Tuberías</i> .....                                                                                     | 161 |
| 3.3 AGUA CALIENTE CALIENTE SANITARIA. ....                                                                        | 164 |
| 3.3.1 <i>Demanda Energética de ACS.</i> .....                                                                     | 164 |
| 3.3.2 <i>Acumulación</i> .....                                                                                    | 169 |
| 3.4 DISEÑO DEL SISTEMA SOLAR PARA AGUA CALIENTE SANITARIA. ....                                                   | 173 |
| 3.4.1 <i>Descripción de la Instalación.</i> .....                                                                 | 173 |
| 3.4.2 <i>Datos geográficos y Climatológicos.</i> .....                                                            | 174 |
| 3.4.3 <i>Demanda Energética de ACS</i> .....                                                                      | 176 |



|          |                                                                          |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.4    | <i>Contribución Solar Mínima.....</i>                                    | 176        |
|          | Zona climática .....                                                     | 176        |
| 3.4.5    | <i>Características de los captadores solares.....</i>                    | 177        |
| 3.4.6    | <i>Calculo de la separación entre filas de captadores. ....</i>          | 178        |
| 3.4.7    | <i>Calculo de la cobertura solar.....</i>                                | 178        |
| 3.4.8    | <i>Perdidas por sombras, inclinación y orientación.....</i>              | 182        |
| 3.4.9    | <i>Calculo del dimensionado del Volumen de Acumulación. ....</i>         | 184        |
| 3.4.10   | <i>Energía Auxiliar. ....</i>                                            | 184        |
| 3.4.11   | <i>Diseño del circuito hidráulico .....</i>                              | 184        |
|          | 3.4.11.1 <i>Calculo del diámetro de las tuberías. ....</i>               | 184        |
|          | 3.4.11.2 <i>Calculo de las pérdidas de carga de la instalación. ....</i> | 184        |
|          | 3.4.11.3 <i>Bomba de circulación. ....</i>                               | 185        |
| 3.4.12   | <i>Fluido caloportador.....</i>                                          | 185        |
| 3.5      | <i>DISEÑO DEL SISTEMA SOLAR PARA PISCINAS.....</i>                       | 187        |
| 3.5.1    | <i>Demanda Energética de Piscinas.....</i>                               | 187        |
| 3.5.2    | <i>Contribución Solar Mínima.....</i>                                    | 188        |
| 3.5.3    | <i>Calculo de la cobertura solar.....</i>                                | 189        |
| 3.6      | <i>DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA.....</i>                                | 191        |
| 3.6.1    | <i>Necesidades Energéticas.....</i>                                      | 191        |
| 3.6.2    | <i>Selección de Calderas de Biomasa.....</i>                             | 192        |
| 3.6.3    | <i>Fraccionamiento de potencia.....</i>                                  | 193        |
| 3.6.4    | <i>Sala de Calderas.....</i>                                             | 193        |
| 3.6.5    | <i>Silo de Almacenamiento de Biomasa.....</i>                            | 194        |
| 3.6.6    | <i>Ventilación de la Sala de Calderas.....</i>                           | 195        |
| 3.6.7    | <i>Deposito Inercia de Producción.....</i>                               | 195        |
| 3.7      | <i>DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....</i>          | 197        |
| 3.7.1    | <i>Cerramiento.....</i>                                                  | 197        |
| 3.7.2    | <i>Cubiertas.....</i>                                                    | 199        |
| 3.7.3    | <i>Forjado Sanitario.....</i>                                            | 200        |
| 3.7.4    | <i>Huecos en fachada.....</i>                                            | 203        |
| <b>4</b> | <b>ÍNDICE DE PLANOS .....</b>                                            | <b>205</b> |
| 4.1      | <i>PLANO DE SITUACIÓN.....</i>                                           | 205        |
| 4.2      | <i>PLANO PLANTA BAJA.....</i>                                            | 205        |
| 4.3      | <i>PLANO PLANTA DE CUBIERTA.....</i>                                     | 205        |
| 4.4      | <i>PLANO DE SUPERFICIE.....</i>                                          | 205        |
| 4.5      | <i>PLANO DE EVACUACIÓN.....</i>                                          | 205        |
| 4.6      | <i>PLANO DE AGUA CALIENTE SANITARIA Y SOLAR TÉRMICA .....</i>            | 205        |
| 4.7      | <i>PLANO SALA DE CALDERAS.....</i>                                       | 205        |

|             |                                                                                                         |            |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.8         | PLANO UNIDAD DE TRATAMIENTO .....                                                                       | 205        |
| 4.9         | PLANO CORTE EN SALA DE VASOS .....                                                                      | 205        |
| 4.10        | PLANO UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE .....                                                               | 205        |
| 4.11        | PLANO PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....                                                                 | 205        |
| <b>5</b>    | <b>CUMPLIMIENTO DEL CTE.....</b>                                                                        | <b>206</b> |
| 5.1         | CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO HE “AHORRO DE ENERGÍA” .....                                          | 206        |
| 5.1.1       | <i>Exigencia Básica HE 1: Limitación de la Demanda Energética.</i> .....                                | 206        |
| 5.1.2       | <i>Exigencia Básica HE 2: Rendimiento de las Instalaciones Térmicas.</i> .....                          | 210        |
| 5.1.2.1     | Exigencia de Bienestar e Higiene.....                                                                   | 210        |
| 5.1.2.1.1   | Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente.....                                                       | 211        |
| 5.1.2.1.1.1 | Temperatura operativa y humedad relativa.....                                                           | 211        |
| 5.1.2.1.1.2 | Velocidad del aire .....                                                                                | 212        |
| 5.1.2.1.2   | Cumplimiento de Calidad de Aire Interior .....                                                          | 212        |
| 5.1.2.1.2.1 | Caudal mínimo de ventilación .....                                                                      | 212        |
| 5.1.2.1.2.2 | Filtración mínima de ventilación .....                                                                  | 216        |
| 5.1.2.1.2.3 | Aire de Extracción.....                                                                                 | 217        |
| 5.1.2.1.3   | Cumplimiento de Higiene.....                                                                            | 217        |
| 5.1.2.1.3.1 | Calentamiento del agua en piscinas climatizadas.....                                                    | 217        |
| 5.1.2.1.3.2 | Conductos de aire.....                                                                                  | 218        |
| 5.1.2.1.3.3 | Redes de tuberías .....                                                                                 | 218        |
| 5.1.2.1.3.4 | Bandejas de condensados .....                                                                           | 218        |
| 5.1.2.1.4   | Cumplimiento de Calidad del Ambiente Acústico .....                                                     | 218        |
| 5.1.3       | <i>Exigencia Básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria</i> .....                | 218        |
|             | Zona climática.....                                                                                     | 220        |
| 5.2         | CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO SI “SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO” .....                              | 221        |
| 5.2.1       | <i>Exigencia Básica SI 1: Propagación Interior</i> .....                                                | 221        |
| 5.2.1.1     | Sectores de Incendio .....                                                                              | 221        |
| 5.2.1.2     | Espacios de Riesgo Especial.....                                                                        | 221        |
| 5.2.2       | <i>Exigencia Básica SI 3: Evacuación de Ocupantes</i> .....                                             | 222        |
| 5.2.2.1     | Calculo de la ocupación.....                                                                            | 222        |
| 5.2.2.2     | Evacuación de Ocupantes .....                                                                           | 224        |
| 5.2.2.3     | Recorridos de Evacuación .....                                                                          | 224        |
| 5.2.2.4     | Salidas, Números y Disposición .....                                                                    | 224        |
| 5.2.2.5     | Características de Puertas y Pasillos.....                                                              | 225        |
| 5.2.2.6     | Señalización.....                                                                                       | 225        |
| 5.2.3       | <i>Exigencia Básica SI 4: Instalaciones de Protección Contra Incendios</i> .....                        | 226        |
| 5.2.3.1     | Extintores .....                                                                                        | 226        |
| 5.3         | CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO SUA “SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD” .....                  | 227        |
| 5.3.1       | <i>Exigencia Básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación</i><br><i>inadecuada.</i> | 227        |

|            |                                                                                                                               |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.1.1    | Alumbrado de Emergencia .....                                                                                                 | 227        |
| 5.3.1.2    | Pulsadores, Alarma y Central de alarma .....                                                                                  | 228        |
| 5.3.1.3    | Indicadores Sonoros.....                                                                                                      | 230        |
| 5.3.1.4    | Megafonía .....                                                                                                               | 230        |
| 5.4        | CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO HS “SALUBRIDAD” .....                                                                       | 230        |
| 5.4.1      | <i>Cumplimiento Básica HS 3: Calidad del aire interior.</i> .....                                                             | 230        |
| <b>6</b>   | <b>PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>                                                                                             | <b>231</b> |
| 6.1        | PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES, SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y SOBRE VERIFICACIONES EN LA OBRA TERMINADA..... | 231        |
| 6.1.1      | <i>Clausulas Especificas Relativas a las Unidades de Obra</i> .....                                                           | 234        |
| 6.1.1.1    | <i>Albañilería.</i> .....                                                                                                     | 234        |
| 6.1.1.1.1  | Cemento. ....                                                                                                                 | 234        |
| 6.1.1.1.2  | Ladrillos.....                                                                                                                | 234        |
| 6.1.1.1.3  | Juntas de Dilatación. ....                                                                                                    | 234        |
| 6.1.1.1.4  | Bancadas y Apoyos.....                                                                                                        | 234        |
| 6.1.1.1.5  | Ejecución Albañilería.....                                                                                                    | 235        |
| 6.1.1.1.6  | Manguitos Pasamuros.....                                                                                                      | 235        |
| 6.1.1.2    | <i>Conductos.</i> .....                                                                                                       | 236        |
| 6.1.1.2.1  | Materiales.....                                                                                                               | 236        |
| 6.1.1.2.2  | Ejecución.....                                                                                                                | 236        |
| 6.1.1.2.3  | Soportes.....                                                                                                                 | 236        |
| 6.1.1.2.4  | Aberturas de Servicio.....                                                                                                    | 237        |
| 6.1.1.3    | <i>Equipos de Tratamiento de Aire.</i> .....                                                                                  | 237        |
| 6.1.1.3.1  | Características Generales.....                                                                                                | 237        |
| 6.1.1.3.2  | Equipamientos Estándar. ....                                                                                                  | 238        |
| 6.1.1.3.3  | Circuito de Aire Interior. ....                                                                                               | 238        |
| 6.1.1.3.4  | Circuito Frigorífico Principal.....                                                                                           | 238        |
| 6.1.1.3.5  | Circuito de Reparación del Aire de Extracción. ....                                                                           | 239        |
| 6.1.1.3.6  | Protecciones. ....                                                                                                            | 239        |
| 6.1.1.3.7  | Cuadro Eléctrico.....                                                                                                         | 239        |
| 6.1.1.3.8  | Características Técnicas. ....                                                                                                | 239        |
| 6.1.1.3.9  | Conexión de Tuberías y Conductos. ....                                                                                        | 240        |
| 6.1.1.3.10 | Ubicación. ....                                                                                                               | 241        |
| 6.1.1.3.11 | Conexiones Hidráulicas. ....                                                                                                  | 241        |
| 6.1.1.3.12 | Conexión recogida en los Condensados.....                                                                                     | 242        |
| 6.1.1.3.13 | Mantenimiento.....                                                                                                            | 243        |
| 6.1.1.3.14 | Puesta en Marcha. ....                                                                                                        | 243        |
| 6.1.1.4    | <i>Toberas.</i> .....                                                                                                         | 243        |
| 6.1.1.4.1  | Toberas Orientables.....                                                                                                      | 244        |
| 6.1.1.4.2  | Criterios de Instalación. ....                                                                                                | 244        |
| 6.1.1.4.3  | Rejillas de Retorno.....                                                                                                      | 244        |

|            |                                                                     |     |
|------------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.1.1.5    | <i>Pinturas.</i>                                                    | 246 |
| 6.1.1.5.1  | Materiales.....                                                     | 246 |
| 6.1.1.5.2  | Ejecución.....                                                      | 246 |
| 6.1.1.6    | <i>Aislamientos Térmicos.</i>                                       | 246 |
| 6.1.1.6.1  | Materiales.....                                                     | 246 |
| 6.1.1.6.2  | Ejecución.....                                                      | 246 |
| 6.1.1.7    | <i>Protecciones de los Aislantes Térmicos.</i>                      | 247 |
| 6.1.1.7.1  | Materiales.....                                                     | 247 |
| 6.1.1.7.2  | Ejecución.....                                                      | 247 |
| 6.1.1.8    | <i>Saneamiento</i>                                                  | 248 |
| 6.1.1.8.1  | Tuberías de PVC para Desagües y Bajantes.....                       | 248 |
| 6.1.1.9    | <i>Fontanería</i>                                                   | 249 |
| 6.1.1.10   | <i>Electricidad</i>                                                 | 249 |
| 6.1.1.10.1 | Sonda de Temperatura Ambiente Exterior.....                         | 249 |
| 6.1.1.10.2 | Sonda de Humedad Relativa y Temperatura de Aire Interior.....       | 250 |
| 6.2        | <b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.</b>                 | 251 |
| 6.2.1      | <i>Calidad del Aire Interior</i>                                    | 251 |
| 6.2.1.1    | Temperatura y Humedad                                               | 251 |
| 6.2.1.2    | Aire Interior                                                       | 251 |
| 6.2.1.3    | Filtración del Aire Exterior Mínimo de Ventilación                  | 251 |
| 6.2.1.4    | Aire de Extracción                                                  | 252 |
| 6.2.1.5    | Condiciones de Presión en la Sala de Vasos.                         | 252 |
| 6.2.1.6    | Recuperación de Calor.                                              | 252 |
| 6.2.1.7    | Enfriamiento Gratuito por Aire Exterior.                            | 253 |
| 6.2.2      | <i>Aislamientos</i>                                                 | 253 |
| 6.2.2.1    | Aislamientos Térmicos de Redes de Tuberías                          | 253 |
| 6.2.2.2    | Aislamiento Térmico de Redes de Conductos.                          | 254 |
| 6.2.2.3    | Estanquidad de Redes de Conductos.                                  | 255 |
| 6.2.3      | <i>Caídas de Presión en Componentes.</i>                            | 255 |
| 6.2.4      | <i>Eficiencia Energética de Equipos para Transporte de Fluidos.</i> | 256 |
| 6.2.4.1    | Eficiencia Energética de Motores Eléctricos.....                    | 256 |
| 6.2.5      | <i>Redes de Tuberías</i>                                            | 257 |
| 6.2.6      | <i>Redes de Conductos</i>                                           | 257 |
| 6.2.7      | <i>Control</i>                                                      | 257 |
| 6.2.8      | <i>Control de las Condiciones Termo-Higrométricas.</i>              | 258 |
| 6.2.9      | <i>Control de la Calidad del Aire Interior.</i>                     | 259 |
| 6.2.10     | <i>Contabilización de Consumos.</i>                                 | 259 |
| 6.2.11     | <i>Seguridad de Utilización.</i>                                    | 259 |
| 6.2.11.1   | Superficies Calientes.....                                          | 259 |
| 6.2.11.2   | Partes Móviles.....                                                 | 259 |
| 6.2.11.3   | Accesibilidad.....                                                  | 260 |

|              |                                                                                 |     |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.2.11.4     | <i>Señalización</i> .....                                                       | 260 |
| 6.2.11.5     | <i>Medición</i> .....                                                           | 260 |
| 6.2.12       | <b>Montaje</b> .....                                                            | 261 |
| 6.2.12.1     | <i>Generalidades</i> .....                                                      | 261 |
| 6.2.12.2     | <i>Pruebas</i> .....                                                            | 261 |
| 6.2.12.2.1   | Equipos.....                                                                    | 261 |
| 6.2.12.2.2   | Pruebas de Estanquidad de Redes de Tuberías de Agua.....                        | 261 |
| 6.2.12.2.2.1 | Preparación y Limpieza de las Redes de Tuberías.....                            | 262 |
| 6.2.12.2.2.2 | Prueba Preliminar de Estanquidad.....                                           | 262 |
| 6.2.12.2.2.3 | Reparación de Fugas.....                                                        | 263 |
| 6.2.12.2.3   | Pruebas de Estanquidad de los Circuitos Frigoríficos.....                       | 263 |
| 6.2.12.2.4   | Pruebas de Libre Dilatación.....                                                | 263 |
| 6.2.12.2.5   | Pruebas de Recepción de Redes de Conductos de Aire.....                         | 264 |
| 6.2.12.2.5.1 | Preparación y Limpieza de Redes de Conductos.....                               | 264 |
| 6.2.12.2.5.2 | Pruebas de Resistencia Estructural y Estanquidad.....                           | 264 |
| 6.2.12.2.6   | Pruebas Finales.....                                                            | 264 |
| 6.2.12.2.7   | Ajuste y Equilibrado.....                                                       | 264 |
| 6.2.12.2.7.1 | Generalidades.....                                                              | 264 |
| 6.2.12.2.7.2 | Sistemas de Distribución y Difusión de Aire.....                                | 265 |
| 6.2.12.2.7.3 | Sistemas de Distribución de Agua.....                                           | 265 |
| 6.2.12.2.8   | Control Automático.....                                                         | 266 |
| 6.2.12.2.9   | Eficiencia Energética.....                                                      | 266 |
| 6.2.12.2.9.1 | Procedimientos.....                                                             | 266 |
| 6.2.12.2.9.2 | Actuaciones.....                                                                | 267 |
| 6.2.13       | <b>Mantenimiento y Uso</b> .....                                                | 267 |
| 6.2.13.1     | <i>Generalidades</i> .....                                                      | 267 |
| 6.2.13.2     | <i>Mantenimiento y Uso de las Instalaciones Térmicas</i> .....                  | 268 |
| 6.2.13.3     | <i>Programa de Mantenimiento Preventivo</i> .....                               | 268 |
| 6.2.13.4     | <i>Programa de Gestión Energética</i> .....                                     | 269 |
| 6.2.13.4.1   | Evaluación Periódica del Rendimiento de los Equipos de Generación de Calor..... | 269 |
| 6.2.13.4.2   | Evaluación Periódica del Rendimiento de los Equipos Generadores de Frio.....    | 269 |
| 6.2.13.4.3   | Limitación de Temperaturas y Humedad Relativa.....                              | 270 |
| 6.2.14       | <b>Instrucción Técnica IT 4. Inspección</b> .....                               | 270 |
| 6.2.14.1     | <i>Generalidades</i> .....                                                      | 270 |
| 6.2.14.2     | <i>Inspecciones Periódicas de Eficiencia Energética</i> .....                   | 270 |
| 6.2.14.2.1   | Inspección de Generadores de Calor.....                                         | 270 |
| 6.2.14.2.2   | Inspección de Generador de Frio.....                                            | 270 |
| 6.2.14.2.3   | Inspección de la Instalación Térmica Completa.....                              | 271 |
| 6.2.14.2.4   | Inspecciones de la Limitación de Temperaturas.....                              | 271 |
| 6.2.14.3     | <i>Periodicidad de las Inspecciones de Eficiencia Energética</i> .....          | 272 |
| 6.2.14.3.1   | Periodicidad de las Inspecciones de Generadores de Calor.....                   | 272 |
| 6.2.14.3.2   | Periodicidad de las Inspecciones de Generadores de Frio.....                    | 272 |

|           |                                                                                                                                       |     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3       | PLIEGO DE CONDICIONES PARA AGUA CALIENTE SANITARIA.....                                                                               | 272 |
| 6.3.1     | <i>Condiciones de montaje</i> .....                                                                                                   | 272 |
| 6.3.1.1   | Generalidades .....                                                                                                                   | 272 |
| 6.3.1.2   | Montaje de la estructura soporte y de los captadores .....                                                                            | 274 |
| 6.3.1.3   | <i>Montaje del acumulador</i> .....                                                                                                   | 274 |
| 6.3.1.4   | Montaje del intercambiador .....                                                                                                      | 274 |
| 6.3.1.5   | Montaje de la bomba de circulación .....                                                                                              | 274 |
| 6.3.1.6   | Montaje de tuberías y accesorios .....                                                                                                | 275 |
| 6.3.1.7   | Montaje del aislamiento .....                                                                                                         | 277 |
| 6.3.2     | <i>Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento</i> .....                                                                        | 277 |
| 6.3.2.1   | Generalidades .....                                                                                                                   | 277 |
| 6.3.3     | <i>Programa de mantenimiento</i> .....                                                                                                | 278 |
| 6.3.3.1   | Plan de vigilancia .....                                                                                                              | 278 |
| 6.3.3.1.1 | Plan de mantenimiento preventivo* .....                                                                                               | 279 |
| 6.3.3.1.2 | Mantenimiento correctivo .....                                                                                                        | 282 |
| 6.3.3.2   | Garantías .....                                                                                                                       | 282 |
| 7         | <b>PRESUPUESTOS Y MEDICIONES</b> .....                                                                                                | 284 |
| 8         | <b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....                                                                                             | 298 |
| 8.1       | CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1627/97 DE 24 DE OCTUBRE SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS<br>DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN. .... | 298 |
| 8.1.1     | <i>INTRODUCCIÓN</i> .....                                                                                                             | 298 |
| 8.1.2     | <i>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD</i> .....                                                                                      | 298 |
| 8.1.2.1   | PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. ....                                                                 | 299 |
| 8.1.2.2   | IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN .....                                                                           | 301 |
| 8.1.2.2.1 | ALBAÑILERÍA.....                                                                                                                      | 301 |
| 8.1.2.2.2 | FALSOS TECHOS SOBRE GUÍAS .....                                                                                                       | 304 |
| 8.1.2.2.3 | <b>INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO</b> .....                                                                                      | 307 |
| 8.1.2.2.4 | RECEPCIÓN Y ACOPIO DE MATERIAL Y MAQUINARIA .....                                                                                     | 307 |
| 8.1.2.2.5 | MONTAJE DE TUBERÍAS.....                                                                                                              | 309 |
| 8.1.2.2.6 | PUESTA A PUNTO Y PRUEBAS.....                                                                                                         | 310 |
| 8.1.2.2.7 | MONTAJE DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....                                                                                              | 311 |
| 8.1.2.3   | SEGURIDAD PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS EN PRESENCIA DE LÍNEAS.....                                                             | 314 |
| 8.1.2.3.1 | ELÉCTRICAS EN SERVICIO.....                                                                                                           | 314 |
| 8.1.2.3.2 | ANDAMIOS EN GENERAL .....                                                                                                             | 316 |
| 8.1.2.3.3 | <b>ANDAMIOS DE BORRIQUETAS</b> .....                                                                                                  | 317 |
| 8.1.2.3.4 | ANDAMIOS METÁLICOS TUBULARES.....                                                                                                     | 318 |
| 8.1.2.3.5 | ANDAMIOS METÁLICOS SOBRE RUEDAS .....                                                                                                 | 320 |
| 8.1.2.3.6 | TORRETAS.....                                                                                                                         | 322 |
| 8.1.2.3.7 | ESCALERAS DE MANO.....                                                                                                                | 322 |
| 8.1.2.3.8 | PUNTALES.....                                                                                                                         | 324 |

|           |                                                                                                           |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.2.3.9 | MAQUINARIA .....                                                                                          | 326 |
| 8.1.2.4   | RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE LOS TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES (Anexo II del R.D. 1627/1997)..... | 345 |

## 2 MEMORIA

### 2.1 Memoria Descriptiva

#### 2.1.1 Antecedentes del Proyecto

A petición de la Escuela Politécnica Superior de Linares se redacta el presente “Proyecto de Acondicionamiento Térmico en Polideportivo”.

#### 2.1.2 Situación y Emplazamiento

El edificio de estudio del presente documento se encuentra situado en el Polideportivo Municipal Virgen de las Nieves, Calle Juan Antonio Samaranch, S/N en la localidad de Las Gabias, provincia de Granada con código postal 18110.

En los Planos de Situación y Emplazamiento queda reflejado con mayor claridad la ubicación de este edificio, siendo sus coordenadas UTM Huso 30 las siguientes:

X = 440.108

Y = 4.109.979

#### 2.1.3 Objeto del Proyecto

Con el presente proyecto se pretende definir las soluciones que se proponen para la realización de la instalación de acondicionamiento térmico y conseguir con ello el control de unas condiciones ambientales adecuadas conforme a la reglamentación vigente para la piscina cubierta del municipio de las Gabias (Granada), ubicado en el polideportivo municipal virgen de las nieves, en calle Juan Antonio Samaranch, S/N, en la localidad de Las Gabias, provincia de Granada.

#### 2.1.4 Alcance del Proyecto

En el presente proyecto se definen las especificaciones de los equipos, componentes, materiales que constituyen las instalaciones necesarias para alcanzar el objetivo anteriormente propuesto.

Forma también parte del objetivo del proyecto la valoración de los trabajos de instalación, para lo cual se realiza un documento de Mediciones y Presupuestos detallado del contenido de las instalaciones.

Las instalaciones que se definen en el presente documento son las siguientes:

- Instalación de acondicionamiento térmico en todas estancias del polideportivo.
- Instalación solar.
- Acondicionamiento de protección contra incendios.
- Proyecto de Seguridad y Salud.



### *2.1.5 Contenido Documental del Proyecto*

El presente proyecto se compone de los siguientes documentos:

#### Memoria Descriptiva:

En este documento se realizara una descripción del edificio así como las estancias afectadas por las instalaciones, la metodología de funcionamiento de la instalación y los equipos proyectados, se especifican los resultados en base a los cálculos realizados y parámetros de partida y se definen los métodos utilizados para llegar al cálculo.

En Anexos se incluyen todos los cálculos generados por el proyecto para llegar a los resultados expuestos en dicha memoria.

#### Pliego de Condiciones.

Se indican las especificaciones técnicas de los elementos que componen la instalación, comprendiendo las características propias de los diferentes equipos y su correcta forma de montaje.

Igualmente se incluye un pliego de condiciones generales, donde en este se incluye las condiciones administrativas del proyecto.

Finalmente se incluye un pliego de condiciones contra incendios para el correcto uso y empleo de los diferentes elementos que componen dicha instalación.

#### Mediciones y Presupuesto:

Estado de mediciones con precios donde se detalla el número de unidades de obra de cada partida de ejecución.

#### Planos y Reportaje Fotográfico.

Planos indicativos de situación y entorno, zonas de actuación, instalaciones propuestas.

#### Estudio de Seguridad y Salud.

La previsión de riesgos que puede ocasionar accidentes y enfermedades, así como la información útil para efectuar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores al mantenimiento.

#### Presupuesto y Mediciones.

Es el conjunto de operaciones que se realizan sobre cada unidad de obra para obtener el valor.

### 2.1.6 Consideraciones Legales

Para el estudio, concepción y diseño del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes reglamentos y legislaciones aplicables:

Norma UNE-EN ISO 7730:2006 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

Normativa sobre Instalaciones Deportivas y de Esparcimiento

Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 861/2003 de 4 de Julio

Norma UNE-EN 12097:2007. Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de los sistemas de conductos.

Norma UNE 100030:2017. Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.

Reglamento Técnico-Sanitario de las Piscinas en Andalucía.

Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Normas UNE (23-601-79) (23-602-81) (23-604-82) (23-607-82)

Norma UNE-EN 12207 Ventanas y Puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación.

Norma UNE 149201 "Dimensionamiento de Instalaciones Interiores".

Norma UNE-EN 806-3 "Edificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios".

Conjunto de Normas UNE a las que se hace referencia en las Instrucciones Técnicas Complementarias del RD 1.027/2.007.

Reglamento del régimen Técnico de Piscinas Públicas

"Atlas de Radiación Solar en España" publicado por la Agencia Estatal de Meteorología

## 2.2 Memoria Justificativa

### 2.2.1 Descripción General del Edificio

Las actuaciones que se describen en el presente documento se realizan en un edificio que se encuentra construido en su totalidad.

El edificio que se ha de climatizar es el actual polideportivo de Las Gabias que se sitúa dentro del complejo deportivo. Se trata de un edificio destinado al deporte de natación y en sus dependencias complementarias se encuentra un gimnasio. El edificio consta en sí una planta, donde se ubican una serie de zonas y dependencias destinadas a:

- Zona de Instalaciones: Sala de calderas, Sala de climatización, Cuarto de mantenimiento, Almacén material, Cuarto de limpieza.

- Zona deportiva: Sala de vasos, Sala de Musculación, Sala de spinning, Sala de aerobio.

- Zonas Auxiliares: Administración, Enfermería, Vestíbulo Emergencias, Vestíbulo.

- Zona de Aseos y Vestuarios: Aseo Femenino, Aseo Masculino, Vestuario Masculino, Vestuario Femenino, Vestuario Niños, Vestuario Niñas, Vestuario Personas, Vestuario Monitores.

En Sala de Vasos se ubican dos piscinas climatizadas con su correspondiente zona de graderíos.

Se remite al capítulo de planos donde se encuentra detallado la ubicación donde se encuentran las distintas estancias dentro del recinto del polideportivo.

### 2.2.2 Descripción de las Estancias.

El edificio objeto de estudio del presente documento se divide en las siguientes estancias que a continuación se describen de manera pormenorizada cada una.

| Zona Deportiva       | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|------------------------------|
| Sala de musculación  | 262,39                       |
| Sala de Ciclo-Indoor | 72,62                        |
| Sala de aerobio      | 72,62                        |
| Sala de vasos        | 1.223,21                     |

*Tabla 2.2.1 Superficies de las distintas zonas que componen la instalación.*

| Zona de instalaciones   | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|------------------------------|
| Sala de calderas        | 33,17                        |
| Sala climatización      | 29,83                        |
| Cuarto de mantenimiento | 13,69                        |
| Almacén material        | 17,11                        |
| Cuarto de limpieza      | 11,31                        |
| Zona de instalaciones   | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| Distribuidor            | 294,60                       |
| Administración          | 9,29                         |
| Enfermería              | 7,23                         |
| Vestíbulo emergencias   | 8,78                         |
| Vestíbulo               | 7,40                         |
| Aseos y vestuarios      | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| Aseo Femenino           | 11,72                        |
| Aseo Masculino          | 11,72                        |
| Vestuario Masculino     | 65,73                        |
| Vestuario Femenino      | 65,73                        |
| Vestuario Niños         | 65,73                        |
| Vestuario Niñas         | 65,73                        |
| Vestuario Personal      | 8,40                         |
| Vestuario Monitores     | 20,97                        |

*Tabla 2.2.1 Continuación. Superficies de las distintas zonas que componen la instalación.*

La suma de todas las áreas que componen la instalación da lugar al área de la planta baja del polideportivo, dando como resultado un área total de **2.378,98 m<sup>2</sup>**.

Las diferentes estancias del edificio se han subdividido en zonas a efectos de climatización y para un mayor entendimiento de las actuaciones pertinentes. Cada una de estas zonas engloba una serie de espacios con características heterogéneas en cuanto al sistema de climatización y son diferentes al resto de las zonas, tanto en el tratamiento de aire como en cuanto a los horarios de utilización.

Se remite al capítulo de Planos donde se detalla la zona de actuación dentro del edificio de cada área descrita en la tabla 2.2.1.

En sala de vasos se ubican dos piscinas climatizadas (Piscina A y Piscina B), cuyas dimensiones se presentan en la tabla 2.2.2 que a continuación se muestra.

| <b>DIMENSIONES<br/>PISCINA A</b> |  |                       |
|----------------------------------|--|-----------------------|
| Largo                            |  | 25 m                  |
| Ancho                            |  | 16,5 m                |
| Profundidad                      |  | 1,75 m (Prof. Media)  |
| Superficie                       |  | 142,5 m <sup>2</sup>  |
| Volumen                          |  | 721,87 m <sup>3</sup> |
| Aforo Bañistas                   |  | 137                   |

*Tabla 2.2.2 Dimisiones de piscina A.*

| <b>DIMENSIONES<br/>PISCINA B</b> |  |                     |
|----------------------------------|--|---------------------|
| Largo                            |  | 16,5 m              |
| Ancho                            |  | 8 m                 |
| Profundidad                      |  | 0,6 m (Prof. Media) |
| Superficie                       |  | 132 m <sup>2</sup>  |
| Volumen                          |  | 79,2 m <sup>3</sup> |
| Aforo Bañistas                   |  | 38                  |

*Tabla 2.2.3. Dimisiones piscina B*

Se remite al capítulo de Planos 2 donde se detalla la zona donde se encuentran ambas piscinas dentro del edificio.

### 2.2.3 Condiciones Interiores.

Los diferentes recintos se agrupan dando lugar a subsistemas en los que se evalúan la temperatura de diseño atendiendo a la actividad que se vaya a realizar.

Para la sala de vasos la temperatura se mantendrá constante a lo largo de todo el año, siendo la Normativa sobre Instalaciones Deportivas y de Esparcimiento la que establece la temperatura operativa de dicha sala y siendo el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios la que estipula su valor máximo. Siendo justificada estas temperaturas de diseño por el apartado “Exigencias de Bienestar e Higiene “en su apartado 2.1.2.2 del presente documento.

| Zona Deportista         | Temperatura Diseño |
|-------------------------|--------------------|
| Sala de musculación     | 18 °C              |
| Sala de spinning        | 18 °C              |
| Sala de aerobio         | 18 °C              |
| Sala de vasos           | 28 °C              |
| Zona de instalaciones   | Temperatura Diseño |
| Sala de calderas        | No Climatizado     |
| Sala climatización      | No Climatizado     |
| Cuarto de mantenimiento | No Climatizado     |
| Almacén material        | No Climatizado     |
| Cuarto de limpieza      | No Climatizado     |
| Zona Auxiliares         | Temperatura Diseño |
| Administración          | 21 °C              |
| Enfermería              | 21 °C              |
| Vestíbulo emergencias   | No Climatizado     |
| Circulación             | 23 °C              |
| Aseos y vestuarios      | Temperatura Diseño |
| Aseo Femenino           | No Climatizado     |
| Aseo Masculino          | No Climatizado     |
| Vestuario Masculino     | 23 °C              |
| Vestuario Femenino      | 23 °C              |
| Vestuario Niños         | 23 °C              |
| Vestuario Niñas         | 23 °C              |
| Vestuario Personal      | 23 °C              |
| Vestuario Monitores     | 23 °C              |

Tabla 2.2.4 Temperatura de Diseño para Calefacción.

| <b>Zona Deportista</b>       | <b>Temperatura Diseño</b> |
|------------------------------|---------------------------|
| Sala de musculación          | 22,5 °C                   |
| Sala de spinning             | 22,5 °C                   |
| Sala de aerobio              | 22,5 °C                   |
| Sala de vasos                | 28 °C                     |
| <b>Zona de instalaciones</b> | <b>Temperatura Diseño</b> |
| Sala de calderas             | No Refrigerado            |
| Sala climatización           | No Refrigerado            |
| Cuarto de mantenimiento      | No Refrigerado            |
| Almacén material             | No Refrigerado            |
| Cuarto de limpieza           | No Refrigerado            |
| <b>Zona Auxiliares</b>       | <b>Temperatura Diseño</b> |
| Administración               | 24 °C                     |
| Enfermería                   | 24 °C                     |
| Vestíbulo emergencias        | No Climatizado            |
| Circulación                  | 24 °C                     |
| <b>Aseos y vestuarios</b>    | <b>Temperatura Diseño</b> |
| Aseo Femenino                | No Refrigerado            |
| Aseo Masculino               | No Refrigerado            |
| Vestuario Masculino          | No Refrigerado            |
| Vestuario Femenino           | No Refrigerado            |
| Vestuario Niños              | No Refrigerado            |
| Vestuario Niñas              | No Refrigerado            |
| Vestuario Personal           | No Refrigerado            |
| Vestuario Monitores          | No Refrigerado            |

*Tabla 2.2.5. Temperatura de Diseño para Refrigeración.*

#### 2.2.4 Horario de funcionamiento y Caudales de Ventilación

Teniendo en cuenta el tipo de edificio, la instalación de climatización y ventilación tendrá un tiempo de funcionamiento continuo durante las horas de apertura del polideportivo.

El sistema de refrigeración se usara a petición de demanda

Durante las horas que el edificio no se encuentre abierto al público, la instalación mantendrá unas condiciones mínimas de mantenimiento de temperatura y humedad.

La sala de vasos tiene un horario continuado durante todos los días del año, excepto en los meses de Julio y Agosto en que el recinto no tiene funcionamiento por razones de mantenimiento.

| Planta Baja             |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Estancias               | Caudal (m <sup>3</sup> /h) |
| Piscina A               | 3.713                      |
| Piscina B               | 1.188                      |
| Sala Aerobic            | 604,8                      |
| Sala Ciclo-Indoor       | 604,8                      |
| Sala Musculación        | 2.160                      |
| Enfermería              | 28,8                       |
| Administración          | 28,8                       |
| Vestuarios Masculinos 1 | 1.170                      |
| Vestuarios Femeninos 2  | 1.170                      |
| Vestuarios Niños 3      | 1.170                      |
| Vestuarios Niñas 4      | 1.170                      |
| Vestuarios Monitores    | 360                        |
| Vestuarios Personal     | 180                        |
| Aseos Masculinos        | 225                        |
| Aseos Femeninos         | 225                        |
| Almacén                 | 43,11                      |
| Cuarto de mantenimiento | 34,52                      |
| Cuarto de Climatización | 75,11                      |
| Cuarto de Limpieza      | 20,08                      |
| Cuarto de Caldera       | 83,58                      |

Tabla 2.2.6 Caudales de Renovación para cada espacio.



### 2.2.5 *Recuperadores de Calor.*

En la climatización uno de los factores a tener en cuenta es la recuperación de calor en ventilación mecánica. Es una de las formas de garantizar el confort que se necesita cada una de las estancias a climatizar, sin incurrir en grandes costes. Se puede definir el recuperador de calor como un sistema de intercambio de energía que hace posible el calentamiento o enfriamiento del aire exterior aprovechando la energía consumida previamente.

Las unidades que hacen posible esto hacen que el gasto energético sea menor, como se verá en la descripción de las cargas térmicas por calefacción y refrigeración.

El Reglamento de Instalaciones térmicas en edificios exige una eficiencia de este tipo de unidades, para el caso de estudio será de 50 %, en el pliego de condiciones técnicas particulares en su epígrafe 5.1.3.6 “Recuperador de calor” se puede contemplar con más detalle.

Por tanto, se debe realizar un estudio atendiendo a los tipos de recuperadores de calor que se encuentran en el mercado.

Los más comunes son:

- Intercambiador a contraflujo con una eficiencia de entre 51 % y 54 %.
- Intercambiador de placas con flujo cruzado de eficiencia entre 54% y 75%.
- Intercambiador rotativo de alta eficiencia cuya eficiencia se encuentra entre 70% y 77%.

La característica más importante a la hora de elegir un intercambiador es el volumen de aire a mover y el número de renovaciones necesarias.

En invierno, el recuperador de calor precalienta el aire gracias al intercambiador. Con temperaturas frías en el exterior, por ejemplo a 5 °C, y en el interior 20 °C, el aire nuevo puede llegar a alcanzar los 18-19 °C. En verano, con temperaturas exteriores de unos 30 °C y 21 °C en el interior, el aire puede llegar a entrar a 22 °C.

Teniendo en cuenta lo anterior, a la hora de elegir el recuperador de calor instalado se tiene un amplio abanico de posibilidades ya que cualquier tipo de intercambiador es acorde a las exigencias del Reglamento.

Por lo que se va añadir un nuevo concepto en la elección, la recuperación de calor sensible y calor latente, por ello se usaran recuperadores de calor entálpicos Tecna-Sir serie CFR-PHE+, cuya eficiencia se encuentra hasta un 75%.

Este equipo satisface las necesidades de la estancia para refrigeración y calefacción, es de flujo cruzado y su eficiencia es de 75 % en invierno y 65 % en verano.

En invierno, el recuperador de calor precalienta el aire gracias al intercambiador. Con temperaturas frías en el exterior, por ejemplo a 4 °C, y en el interior 20 °C, el aire nuevo

puede llegar a alcanzar los 18-19 °C. En verano, con temperaturas exteriores de unos 30 °C y 21 °C en el interior, el aire puede llegar a entrar a 21 °C.

Incluye de serie un filtro F7 en la aspiración de aire exterior y un filtro M5 en la aspiración de aire viciado, teniendo la posibilidad de cambiar el filtro M5 por otro filtro F7.

Los recuperadores de calor estarán dotados de los sistemas de control automático que fueran necesarios para que se mantenga en las estancias de actuación.

Todos los equipos incluyen By-Pass manual, pudiendo añadir el kit KBP para que sea automático.

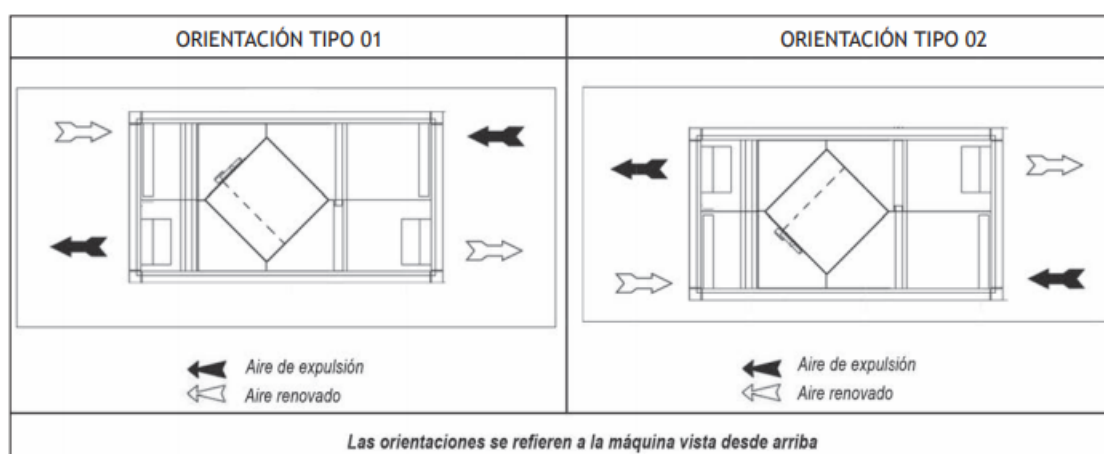


*Ilustración 2.2.1. Recuperador de calor en planta.*

## 2.2.6 Descripción de la Instalación Térmica.

### 2.2.6.1 Sala de Musculación

La sala de musculación se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica debido a que esta estancia tiene como finalidad realizar actividades deportivas.

El hecho de estar catalogada de esta forma implica una variación con respecto a la temperatura de diseño establecida en el Reglamento de Instalaciones Térmicas.

| Estación | Temperatura operativa | Humedad relativa % |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Verano   | 22,5 °C               | 50 %               |
| Invierno | 18,0 °C               | 50 %               |

*Tabla 2.2.7 Condiciones Interiores de Diseño en Sala de Musculación.*

Las condiciones que se encuentran en la Tabla 2.2.7 es el objetivo que se pretende tener en dicha sala en todo momento, para ello se buscara una instalación térmica que consiga tal objetivo.

Esta sala presenta una serie de pérdidas que intentaran modificar las condiciones interiores de diseño, se han de cuantificar de manera exhaustiva para así poder contrarrestarlas y lograr las condiciones de confort.

Las cargas térmicas en invierno se muestran en la tabla 2.2.8 y para verano en la tabla 2.2.9.

| Sala de Musculación                              | Cerramientos | Ventilación | Total             |
|--------------------------------------------------|--------------|-------------|-------------------|
| Calor Sensible (W)                               | 3.691,58     | 12.681,97   | 16.373,55         |
| Calor Latente (W)                                | -            | 5.273,25    | 5.273,25          |
| <b><math>Q_{\text{Musculacion.Total}}</math></b> |              |             | <b>21.646,8 W</b> |

*Tabla 2.2.8. Cargas Térmicas para Calefacción*

| Sala de Musculación                   |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$                   | 9.672,69 W         |
| $Q_{s.infiltraciones}$                | 1.140,57 W         |
| $Q_{s.cerramientos}$                  | 562,47 W           |
| $Q_{s.ocupacion}$                     | 2.700 W            |
| $Q_{s.iluminacion}$                   | 1.144,62 W         |
| $Q_{s.rad.solar}$                     | 1.676,37 W         |
| $Q_{l.ventilacion}$                   | 15.979,56 W        |
| $Q_{l.infiltraciones}$                | 1.884,25 W         |
| $Q_{l.ocupacion}$                     | 4.300 W            |
| <b><math>Q_{refrigeracion}</math></b> | <b>39.060,53 W</b> |

*Tabla 2.2.9. Cargas Térmicas para Refrigeración*

Esta sala presenta una perdidas elevadas en sus partidas por ventilación, por ello, se ha incorporada en dicha estancia un recuperador de energía para que de manera eficiente no se expulse toda esa energía que el aire interior, que se encuentra en condiciones de confort es renovado por aire exterior, en condiciones más desfavorables.

Se usaran recuperadores de calor entálpicos Tecna-Sir serie CFR-PHE+. En epígrafe 2.2.5 “Recuperador de Calor” se encuentran las eficiencias de dichos elementos para las distintas estaciones del año.

| Con Recuperador     | Q (W)           | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| Sala de Musculación | <b>4.488,78</b> | 262,39              | 17,10                   |

*Tabla 2.2.10. Cargas de ventilación en invierno con Recuperador de calor.*

| Con Recuperador     | Q (W)            | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|------------------|---------------------|-------------------------|
| Sala de Musculación | <b>10.206,09</b> | 262,39              | 39,10                   |

*Tabla 2.2.11. Cargas de ventilación en verano con Recuperador de calor.*

Para el sistema de refrigeración se usaran Aire Acondicionado Cassette Toshiba DAYTONAPLUS110Y-R410 con una potencia de 10 kW, para satisfacer las necesidades existentes en la sala de musculación se dispondrán de dos unidades interiores.

Las unidades exteriores se ubicaran en la azotea.

La calefacción de éste ha sido realiza a través de radiadores de aluminio con la colocación de 4 radiadores repartidos por la sala, con un número de elementos de 10 por cada radiador, la potencia de cada elemento es de 200 W, con lo que tenemos una potencia total suministrada por los radiadores de 8 kW.

#### **2.2.6.2 Sala de Aerobic**

La sala de Aerobic se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica debido a que esta estancia tiene como finalidad realizar actividades deportivas.

El hecho de estar catalogada de esta forma implica una variación con respecto a la temperatura de diseño establecida en el Reglamento de Instalaciones Térmicas.

| Estación | Temperatura operativa | Humedad relativa % |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Verano   | 22,5 °C               | 50 %               |
| Invierno | 18,0 °C               | 50 %               |

*Tabla 2.2.12 Condiciones Interiores de Diseño en Sala de Aerobic.*

Las condiciones que se encuentran en la Tabla 2.2.12 es el objetivo que se pretende tener en dicha sala en todo momento, para ello se buscara una instalación térmica que consiga tal objetivo.

Esta sala presenta una serie de pérdidas que intentaran modificar las condiciones interiores de diseño, se han de cuantificar de manera exhaustiva para así poder contrarrestarlas y lograr las condiciones de confort.

Las cargas térmicas en invierno se muestran en la tabla 2.2.13 y para verano en la tabla 2.2.14.

| Sala de Aerobic     | Cerramientos | Ventilación | Total             |
|---------------------|--------------|-------------|-------------------|
| Calor Sensible (W)  | 1.368,62     | 3.550,95    | 4.919,57          |
| Calor Latente (W)   | -            | 1.476,51    | 1.476,51          |
| $Q_{Aerobic.Total}$ |              |             | <b>6.396,08 W</b> |

Tabla 2.2.13. Cargas térmicas de calefacción en Sala de Aerobic

| Sala de Aerobic            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$        | 2.708,35 W         |
| $Q_{s.infiltraciones}$     | 580,36 W           |
| $Q_{s.cerramientos.Total}$ | 449,29 W           |
| $Q_{s.ocupacion}$          | 1.470 W            |
| $Q_{s.iluminacion}$        | 368,90 W           |
| $Q_{s.rad.solar}$          | 711,91 W           |
| $Q_{l.ventilacion}$        | 4.474,27 W         |
| $Q_{l.infiltraciones}$     | 958,77 W           |
| $Q_{l.ocupacion}$          | 1.820 W            |
| $Q_{refrigeracion}$        | <b>13.541,85 W</b> |

Tabla 2.2.14. Cargas Térmicas para Refrigeración en Sala de Aerobic.

Esta sala presenta una mayor carga térmica en los meses de verano debido a su configuración, sala que en los meses de verano se encuentra en un horario de funcionamiento menor, por lo que se va a proceder a satisfacer sus necesidades sin apoyo de recuperadores de calor.

|               | Q (W)            | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------|------------------|---------------------|-------------------------|
| Refrigeración | <b>13.541,85</b> | 72,62               | 186,47                  |
| Calefacción   | <b>6.396,08</b>  | 72,62               | 88,07                   |

Tabla 2.2.15. Necesidades Energéticas en Sala de Aerobic.

Para el sistema de refrigeración usaremos Aire Acondicionado Cassette Toshiba DAYTONAPLUS160Y-R410 con una potencia de 15 kW, con una única unidad interior.

Las unidades exteriores se ubicaran el exterior.

La calefacción de éste ha sido realiza a través de radiadores de aluminio con la colocación de 3 radiadores repartidos por la sala, con un número de elementos de 10 por cada radiador, la potencia de cada elemento es de 200 W, con lo que tenemos una potencia total suministrada por los radiadores de 6 kW.

#### 2.2.6.3 Sala de Ciclo-Indoor.

La sala de Aerobic se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica debido a que esta estancia tiene como finalidad realizar actividades deportivas.

El hecho de estar catalogada de esta forma implica una variación con respecto a la temperatura de diseño establecida en el Reglamento de Instalaciones Térmicas.

| Estación | Temperatura operativa | Humedad relativa % |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Verano   | 22,5 °C               | 50 %               |
| Invierno | 18,0 °C               | 50 %               |

*Tabla 2.2.16 Condiciones Interiores de Diseño en Sala de Ciclo-Indoor.*

Las condiciones que se encuentran en la Tabla 2.2.17 es el objetivo que se pretende tener en dicha sala en todo momento, para ello se usara una instalación térmica en dicha sala.

Esta sala presenta una serie de pérdidas que intentaran modificar las condiciones interiores de diseño, se han de cuantificar de manera exhaustiva para así poder lograr las condiciones de confort.

Esta sala presenta unas cargas térmicas similares a la sala de aerobio debido a su configuración simétrica con respecto a ello, por lo que se procederá a satisfacer sus necesidades energéticas sin necesidad de recuperadores de calor.

| Sala de<br>Ciclo-Indoor | Cerramientos | Ventilación | Total             |
|-------------------------|--------------|-------------|-------------------|
| Calor Sensible (W)      | 925,85       | 3.550,95    | 4.476.80          |
| Calor Latente (W)       | -            | 1.476,51    | 1.476,51          |
| $Q_{Ciclo.Total}$       |              |             | <b>5.953,31 W</b> |

*Tabla 2.2.17. Cargas térmicas de calefacción en Sala de Ciclo-Indoor.*

| Sala de Ciclo-Indoor       |                    |
|----------------------------|--------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$        | 2.708,35 W         |
| $Q_{s.infiltraciones}$     | 290,18 W           |
| $Q_{s.cerramientos.Total}$ | 200,95 W           |
| $Q_{s.ocupacion}$          | 1470 W             |
| $Q_{s.iluminacion}$        | 1.826,23 W         |
| $Q_{s.rad.solar}$          | 62,04 W            |
| $Q_{l.ventilacion}$        | 4.474,27 W         |
| $Q_{l.infiltraciones}$     | 290,18 W           |
| $Q_{l.ocupacion}$          | 1.820 W            |
| $Q_{refrigeracion}$        | <b>11.684,87 W</b> |

*Tabla 2.2.18. Cargas Térmicas de Refrigeración en Sala de Ciclo-Indoor.*

|               | Q (W)            | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/ m <sup>2</sup> ) |
|---------------|------------------|---------------------|--------------------------|
| Refrigeración | <b>11.684,87</b> | 72,62               | 160,90                   |
| Calefacción   | <b>5.953,31</b>  | 72,62               | 81,97                    |

*Tabla 2.2.19. Necesidades Energéticas para Sala de Ciclo-Indoor.*

Para el sistema de refrigeración usaremos Aire Acondicionado Cassette Toshiba DAYTONAPLUS160Y-R410 con una potencia de 15 kW, con una única unidad interior.

Las unidades exteriores se ubicaran el exterior.

La calefacción de éste ha sido realiza a través de radiadores de aluminio con la colocación de 3 radiadores repartidos por la sala, con un número de elementos de 10 por cada radiador, la potencia de cada elemento es de 200 W, con lo que tenemos una potencia total suministrada por los radiadores de 6 kW.

#### 2.2.6.4 Enfermería.

La estancia definida como enfermería se encuentra catalogada en espacios donde su actividad metabólica se encuentra recogida en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, el cual establece un rango de valores en su temperatura de diseño siendo la tabla 2.2.21 la elección tomada.

| Estación | Temperatura operativa | Humedad relativa % |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Verano   | 24,0 °C               | 50 %               |
| Invierno | 21,0 °C               | 50 %               |

Tabla 2.2.20. Condiciones Interiores de Diseño en Enfermería.

Las condiciones que se encuentran en la Tabla 2.2.21 es el objetivo que se pretende tener en dicha sala en todo momento, para ello se usara una instalación térmica en dicha sala.

Esta sala presenta una serie de pérdidas que intentaran modificar las condiciones interiores de diseño, se han de cuantificar de manera exhaustiva para así poder lograr las condiciones de confort.

| Enfermería             | Cerramientos | Ventilación | Total           |
|------------------------|--------------|-------------|-----------------|
| Calor Sensible (W)     | 73,33        | 197,75      | 271,08          |
| Calor Latente (W)      | -            | 98,00       | 119,31          |
| $Q_{Enfermería.Total}$ |              |             | <b>369,48 W</b> |

Tabla 2.2.21. Cargas térmicas de calefacción en Enfermería.

| Enfermería          |                 |
|---------------------|-----------------|
| $Q_{s.ventilacion}$ | 114,63 W        |
| $Q_{s.ocupacion}$   | 60,00 W         |
| $Q_{s.iluminacion}$ | 36,72 W         |
| $Q_{l.ventilacion}$ | 196,01 W        |
| $Q_{l.ocupacion}$   | 30,00 W         |
| $Q_{refrigeracion}$ | <b>437,36 W</b> |

Tabla 2.2.22. Cargas Térmicas de Refrigeración en Enfermería.

Las cargas en este espacio son menores al resto que se han visto, debido a la superficie que posee dicha estancia además de su configuración dentro de las instalaciones, haciendo que un recuperador de calor no sea necesario.



|               | Q (W)  | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/ m <sup>2</sup> ) |
|---------------|--------|---------------------|--------------------------|
| Refrigeración | 437,36 | 72,62               | 6,02                     |
| Calefacción   | 369,48 | 72,62               | 5,08                     |

*Tabla 2.2.23. Necesidades Energéticas para Enfermería.*

Para el sistema de refrigeración usaremos Aire Acondicionado 1x1 Toshiba MIRAI5-R410A con una potencia de 1,5 kW, con una única unidad interior.

Las unidades exteriores se ubicaran el exterior.

La calefacción de éste ha sido realiza a través de radiadores de aluminio con la colocación de 1 radiador en la sala, con un número de elementos de 10 por cada radiador, la potencia de cada elemento es de 200 W, con lo que se tiene una potencia total suministrada por el radiador de 2 kW.

#### *2.2.6.5 Administración.*

La administración se encuentra catalogada en espacios con actividad metabólica de 0,5 met, parámetro que depende principalmente con el nivel de actividad que se realice en dicha estancia, por lo que el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios es el encargado de establecer un rango de valores en su temperatura operativa, siendo los valores de elección los que se recogen en la tabla 2.2.25.

| Estación | Temperatura operativa | Humedad relativa % |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Verano   | 24,0 °C               | 50 %               |
| Invierno | 21,0 °C               | 50 %               |

*Tabla 2.2.24. Condiciones Interiores de Diseño en Administración.*

Las condiciones que se encuentran en la Tabla 2.2.25 es el objetivo que se pretende tener en dicha sala en todo momento, para ello se usara una instalación térmica en dicha sala.

Esta sala presenta una serie de pérdidas que intentaran modificar las condiciones interiores de diseño, se han de cuantificar de manera exhaustiva para así poder lograr las condiciones de confort.

Esta estancia se podría incorporar en el distribuidor ya que según planos se encuentra situada abierta a este espacio, pero se optara por tener tanto una calefacción como una refrigeración independientes.

| Administración                      | Cerramientos | Ventilación | Total           |
|-------------------------------------|--------------|-------------|-----------------|
| Calor Sensible (W)                  | 73,33        | 197,75      | 271,08          |
| Calor Latente (W)                   | -            | 98,00       | 119,31          |
| <i>Q<sub>Enfermería.Total</sub></i> |              |             | <b>390,39 W</b> |

*Tabla 2.2.25. Cargas térmicas de calefacción en Administración*

| Administración                   |          |
|----------------------------------|----------|
| <i>Q<sub>s.ventilacion</sub></i> | 114,63 W |
| <i>Q<sub>s.ocupacion</sub></i>   | 60,00 W  |
| <i>Q<sub>s.iluminacion</sub></i> | 47,19 W  |
| <i>Q<sub>l.ventilacion</sub></i> | 196,01 W |
| <i>Q<sub>l.ocupacion</sub></i>   | 30,00 W  |
| <i>Q<sub>refrigeracion</sub></i> | 447,83 W |

*Tabla 2.2.26. Cargas Térmicas de Refrigeración en Administración.*

|               | Q        | S     | Q/S  |
|---------------|----------|-------|------|
| Refrigeración | 447,83 W | 72,62 | 6,16 |
| Calefacción   | 389,96 W | 72,62 | 5,36 |

*Tabla 2.2.27. Necesidades Energéticas para Administración.*

Para el sistema de refrigeración usaremos Aire Acondicionado Aire Acondicionado 1x1 Toshiba MIRA15-R410A con una potencia de 1,5 kW, con una única unidad interior.

Las unidades exteriores se ubicaran el exterior.

La calefacción de éste ha sido realiza a través de radiadores de aluminio con la colocación de 1 radiador en la sala, con un número de elementos de 5 por cada radiador, la potencia de cada elemento es de 200 W, con lo que se tiene una potencia total suministrada por el radiador de 1 kW.

#### 2.2.6.6 Vestuarios.

Los vestuarios se encuentran catalogados como espacios con una actividad metabólica de 0,5 met, siendo el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios el que rige su temperatura operativa.

| Estación | Temperatura operativa | Humedad relativa % |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Invierno | 23 °C                 | 50 %               |

*Tabla 2.2.28. Condiciones Interiores de Diseño en Vestuarios.*

Los vestuarios son espacios que debido a la actividad a la que se encuentran destinados no se utilizan sistemas de refrigeración.

Las condiciones que se encuentran en la Tabla 2.2.29 es el objetivo que se pretende tener en dicha estancia en todo momento, para ello se usara una instalación térmica en dicha sala.

Esta sala presenta una serie de pérdidas que intentaran modificar las condiciones interiores de diseño, se han de cuantificar de manera exhaustiva para así poder lograr las condiciones de confort.

| Vestuarios           |                    |
|----------------------|--------------------|
| $Q_{s.cerramientos}$ | 3.250,92 W         |
| $Q_{s.ventilacion}$  | 39.265,74 W        |
| $Q_{l.ventilacion}$  | 21.625,64          |
| $Q_{Calefacción}$    | <b>64.142,30 W</b> |

*Tabla 2.2.29. Cargas térmicas de calefacción en Vestuarios.*

| Vestuarios        | Q (W)     | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-----------|---------------------|-------------------------|
| Vestuarios Masc.  | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |
| Vestuarios Femen. | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |
| Vestuarios. Niños | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |
| Vestuarios Niñas  | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |

*Tabla 2.2.30 Necesidades Energéticas en Vestuarios para Calefacción.*

Estos espacios solo se encuentran solamente calefactados.

La calefacción de éste ha sido realiza a través de radiadores de aluminio con la colocación de 30 radiadores repartidos de manera que los vestuarios de mayor tamaño tendrán 4 radiadores cada uno y los vestuarios con menor superficie tendrán 3 radiadores cada uno, con un número de elementos de 10 por cada radiador, la potencia de cada elemento es de 200 W, con lo que tenemos una potencia total suministrada por los radiadores de 60 kW.

### 2.2.6.7 Distribuidor

El distribuidor se encuentra catalogada en espacios con actividad metabólica normal, parámetro que depende principalmente del nivel de actividad.

El distribuidor es un espacio que podría catalogarse como espacio de uso no permanente y no es de obligado cumplimiento climatizarlo, se ha optado por realizar la climatización y utilizar este espacio como ayuda al resto de estancias, por lo que nuestras instalaciones quedan perfectamente climatizadas.

| Estación | Temperatura operativa | Humedad relativa % |
|----------|-----------------------|--------------------|
| Verano   | 22,5 °C               | 50 %               |
| Invierno | 18,0 °C               | 50 %               |

*Tabla 2.2.31 Condiciones Interiores de Diseño en Distribuidor.*

Las condiciones que se encuentran en la Tabla 1.2.35 es el objetivo que se pretende tener en dicha sala en todo momento, para ello se usara una instalación térmica en dicha sala.

Esta sala presenta una serie de pérdidas que intentaran modificar las condiciones interiores de diseño, se han de cuantificar de manera exhaustiva para así poder lograr las condiciones de confort.

| Distribuidor               | Cerramientos | Ventilación | Total             |
|----------------------------|--------------|-------------|-------------------|
| Calor Sensible (W)         | 3.691,58     | 12.681,97   | 16.373,55         |
| Calor Latente (W)          | -            | 5.273,25    | 5.273,25          |
| <b>Q-Musculacion.Total</b> |              |             | <b>21.646,8 W</b> |

*Tabla 2.2.32. Cargas Térmicas para Calefacción.*

Esta sala presenta unas perdidas elevadas, por ello, se ha incorporado un recuperador de calor para que de manera eficiente no se derroche todo el aire que se expulsa.

Se usaran recuperadores de calor entálpicos Tecna-Sir serie CFR-PHE+

| Con Recuperador     | Q (W)    | S (m²) | Q/S (W/m²) |
|---------------------|----------|--------|------------|
| Sala de Musculación | 4.488,78 | 262,39 | 17,10      |

*Tabla 2.2.33. Necesidades Energéticas en Sala de Muscul. Con Recuperador.*

| Distribuidor                          |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$                   | 9.672,69 W         |
| $Q_{s.infiltraciones}$                | 1.140,57 W         |
| $Q_{s.cerramientos}$                  | 562,47 W           |
| $Q_{s.ocupacion}$                     | 2.700 W            |
| $Q_{s.iluminacion}$                   | 1.144,62 W         |
| $Q_{s.rad.solar}$                     | 1.676,37 W         |
| $Q_{l.ventilacion}$                   | 15.979,56 W        |
| $Q_{l.infiltraciones}$                | 1.884,25 W         |
| $Q_{l.ocupacion}$                     | 4.300 W            |
| <b><math>Q_{refrigeracion}</math></b> | <b>39.060,53 W</b> |

Tabla 2.2.34. Pérdidas que presentan en verano.

| Con Recuperador     | Q (W)    | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|----------|---------------------|-------------------------|
| Sala de Musculación | 8.978,28 | 262,39              | 34,22                   |

Tabla 2.2.35. Necesidades Energéticas en Sala de Muscul. Con Recuperador.

|               | Q (W)             | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| Refrigeración | <b>8.978,28 W</b> | 262,39              | 34,21                   |
| Calefacción   | <b>8.180,36 W</b> | 262,39              | 31,76                   |

Tabla 2.2.36. Necesidades Energéticas para Distribuidor

Para el sistema de refrigeración se usaran Aire Acondicionado Cassette Toshiba DAYTONAPLUS110Y-R410 con una potencia de 10 kW, para satisfacer las necesidades existentes en la sala de musculación se dispondrán de dos unidades interiores.

Las unidades exteriores se ubicaran en la azotea.

La calefacción de éste ha sido realiza a través de radiadores de aluminio con la colocación de 4 radiadores repartidos por la sala, con un número de elementos de 10 por cada radiador, la potencia de cada elemento es de 200 W, con lo que tenemos una potencia total suministrada por los radiadores de 8 kW.

### 2.2.6.8 Sala de Vasos

#### 2.2.6.8.1 Cargas Resultantes para el Mantenimiento de Temperatura del Agua de las Piscinas.

El agua de las piscinas climatizadas necesita de un aporte de energía para poder mantener su confort térmico ya que la tendencia del agua será igualar la temperatura de su entorno.

En el anexo 4.1.4 y 4.1.5 “cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en la Piscina A” y “cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en la Piscina B” se encuentran los cálculos que se han realizado para obtener el aporte de energía necesario para mantener el confort.

| Meses        | Perdidas por Evaporación | Perdidas Renovación agua | Perdidas por Transmisión | Pérdidas Totales  |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Enero        | 96.220                   | 31.401,56                | 9.207                    | 136.814,96        |
| Febrero      | 96.220                   | 29.657,03                | 9.207                    | 135.070,43        |
| Marzo        | 96.220                   | 27.912,50                | 9.207                    | 133.325,90        |
| Abril        | 96.220                   | 24.423,43                | 9.207                    | 129.836,83        |
| Mayo         | 96.220                   | 20.934,37                | 9.207                    | 126.347,77        |
| Junio        | 96.220                   | 15.700,78                | 9.207                    | 121.114,18        |
| Julio        | 96.220                   | 10.467,18                | 9.207                    | 115.880,58        |
| Agosto       | 96.220                   | 12.211,71                | 9.207                    | 117.625,11        |
| Septiembre   | 96.220                   | 15.700,78                | 9.207                    | 121.114,18        |
| Octubre      | 96.220                   | 20.934,37                | 9.207                    | 126.347,77        |
| Noviembre    | 96.220                   | 26.167,96                | 9.207                    | 131.581,36        |
| Diciembre    | 96.220                   | 31.401,56                | 9.207                    | 136.814,96        |
| <b>Media</b> | 96.220                   | 20.963,53                | 9.207                    | <b>127.457,14</b> |

*Tabla 2.2.37. Necesidades Energéticas en Piscina A.*

Las pérdidas por radiación de calor y pérdidas por convección de calor se han omitido al ser valores insignificantes en comparación con los que se muestran en las tablas 2.2.41 y 2.2.42.

| Meses        | Perdidas por Evaporación | Perdidas Renovación agua | Perdidas por Transmisión | Pérdidas Totales |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| Enero        | 3.3621,1                 | 3.624,19                 | 2.898                    | 40.143,30        |
| Febrero      | 3.3621,1                 | 3.433,45                 | 2.898                    | 39.952,55        |
| Marzo        | 3.3621,1                 | 3.242,70                 | 2.898                    | 39.761,80        |
| Abril        | 3.3621,1                 | 2.861,21                 | 2.898                    | 39.380,31        |
| Mayo         | 3.3621,1                 | 2.479,71                 | 2.898                    | 38.998,82        |
| Junio        | 3.3621,1                 | 1.907,47                 | 2.898                    | 38.426,57        |
| Julio        | 3.3621,1                 | 1.335,23                 | 2.898                    | 37.854,33        |
| Agosto       | 3.3621,1                 | 1.525,97                 | 2.898                    | 38.045,08        |
| Septiembre   | 3.3621,1                 | 1.907,47                 | 2.898                    | 38.426,57        |
| Octubre      | 3.3621,1                 | 2.479,71                 | 2.898                    | 38.998,82        |
| Noviembre    | 3.3621,1                 | 3.051,95                 | 2.898                    | 39.571,06        |
| Diciembre    | 3.3621,1                 | 3.624,19                 | 2.898                    | 40.143,30        |
| <b>Media</b> | 3.3621,1                 | 2.622,18                 | 2.898                    | <b>39.141,28</b> |

*Tabla 2.2.38. Necesidades Energéticas en Piscina B*

| Perdidas en Piscinas     |                     |
|--------------------------|---------------------|
| Piscina A                | 127.457,14 W        |
| Piscina B                | 39.141,28 W         |
| <b>Total de Perdidas</b> | <b>166.598,42 W</b> |

*Tabla 2.2.39. Cuadro Resumen de Perdidas en Piscinas.*

#### 2.2.6.8.2 Sistema de Deshumectación y Tratamiento del Aire.

En las instalaciones de piscinas cubiertas donde la humedad relativa del aire interior puede llegar a ser superior a la del confort, es necesario conseguir una deshumectación del ambiente gracias a la introducción de aire exterior, ya que normalmente este aire se encuentra en mejores condiciones de humedad, sobre todo en los meses donde dicha humedad se encuentra en valores inferiores a 65 %.

Es necesario realizar un tratamiento térmico del aire exterior mezclado con el aire interior, para llevar dicha mezcla a las condiciones ambientales deseadas, recordando que se deberá recalentar dicha mezcla por encima de dichas condiciones debido a la existencia de pérdidas de calor en cerramientos y otras pérdidas que se encuentran recogido en el anexo 4.1 "Solicitudes Térmicas en Sala de Vasos" en su apartado 4.2.4 "Calculo de las necesidades para mantener la temperatura en sala de vasos".

#### 2.2.6.8.2.1 Funcionamiento de una bomba deshumectadora.

La deshumidificación es el proceso de retirar y eliminar humedad del aire, las bombas deshumectadora funciona por el principio de condensación, el aire húmedo que se encuentre en la sala de vasos es impulsado por un ventilador de retorno hacia la batería del evaporador donde es enfriado hasta alcanzar una temperatura por debajo del punto de rocío, la humedad contenida en dicho aire se condensa en forma de gotas de agua. El aire que se encuentra frío y seco debido al proceso descrito anteriormente es llevado a través de una batería condensadora donde es recalentado y enviado nuevamente al recinto, encontrándose en condiciones ambientales deseadas.

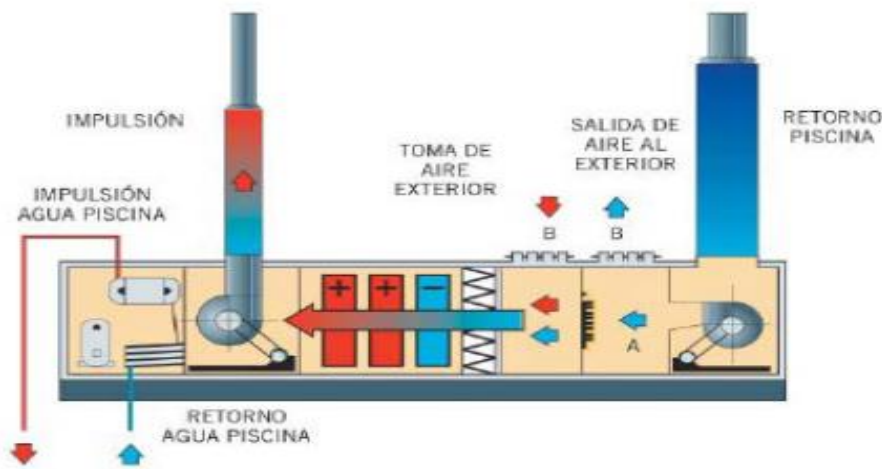


*Ilustración 2.2.2. Detalle de bomba deshumectadora*

En la Figura 1 se puede observar los elementos que componen una bomba deshumectadora.

- Ventilador de impulsión. Es el elemento encargado de impulsar el aire que se ha tratado en la sección de mezcla hacia la estancia donde se encuentran las piscinas.
- Baterías de intercambio. Es el conjunto de condensadores, evaporadores y una batería de apoyo. Este elemento permite llevar el aire que se ha absorbido del recinto a las condiciones de diseño en el interior.
- Filtro. El filtro de partículas actúa una vez que se haya realizado la mezcla y sirve para evitar partículas en los intercambiadores, ya que su acumulación en la superficie de intercambio supone un rendimiento más bajo.
- Free-cooling. Permite realizar la mezcla del caudal de aire introducido desde el exterior con el aire recirculante. Este mecanismo dispone de una serie de sensores que permiten regular ambos caudales dependiendo de las necesidades que tengamos.
- Ventilador de retorno. Es el encargado de absorber el aire del recinto de las piscinas y llevarlo a la bomba deshumectadora.



#### 2.2.6.8.2.2 Demanda deshumectación.

Las necesidades de deshumectación en demanda punta son las siguientes:

| Piscina A           | 155,90 Kg/h        |
|---------------------|--------------------|
| Piscina B           | 63,80 Kg/h         |
| Total Sala de Vasos | <b>219,70 Kg/h</b> |

*Tabla 2.2.40. Demanda de deshumectación.*

El total máximo demandado en la sala de vasos es de **219,70 Kg/h**, cada una de las unidades de tratamiento de aire que se han instalado son capaces de realizar una deshumectación de 148 kg/h, sin tener en cuenta la deshumectación que realiza el propio aire exterior de ventilación, por lo que la deshumectación máxima está garantizada.

Los cálculos realizados para la obtención de este valor se encuentran recogidos en Anexos en su epígrafe 5.2 “Solicitaciones Térmicas de Climatización en Sala de Vasos”.

#### 2.2.6.8.2.3 Demanda de calefacción debido a la transmisión.

Las pérdidas por transmisión de calor se producen a través de cada uno de los cerramientos exteriores que componen la sala de vasos, además de paredes interiores y ventanas, esta transmisión es directamente proporcional a la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, al coeficiente de transmisión térmica del cerramiento y a la superficie del cerramiento

Las pérdidas por transmisión de calor debido a cerramientos en la sala de vasos son de **27.250 W**, estas pérdidas son saciadas por las unidades de tratamiento de aire.

Los cálculos realizados para la obtención se encuentran recogidos en Anexos en su epígrafe 5.2.4 “Calculo de las necesidades para mantener la temperatura en Sala de Vasos”.

#### 2.2.6.8.2.4 Demanda de calefacción debido al aire exterior.

La potencia de calor debido al aire exterior se ha calculado en el Anexo 5.2.4 “Calculo de las necesidades para mantener la temperatura en Sala de Vasos”.

| Demanda de Calefacción debido al aire exterior |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| Piscina A                                      | 109.329 W |
| Piscina B                                      | 44.813 W  |

*Tabla 2.1.41. Demanda de calefacción debido al aire exterior*

La potencia total de pérdidas debido al aire exterior asciende a **154.142 W**, necesidades que son satisfechas por la unidad de tratamiento de aire.

#### 2.2.6.8.3 Unidad de Tratamiento de Aire.

Se ha instalado un equipo de tratamiento de aire Aquair Premium BCP 360 de la marca CIAT. Estos son equipos de deshumectación mediante circuito frigorífico especialmente diseñado para piscinas cubiertas, con recuperación total del calor de condensación.

El equipo se compone de tres etapas de deshumectación mediante tres circuitos frigoríficos.

Uno de los circuitos condensa sobre un intercambiador de placas de acero inoxidable SMO 254 aleado con cromo y molibdeno, con alta resistencia a la corrosión en presencia de cloruros que, alimentado con el agua de la piscina, recupera parte de la energía consumida en el proceso de evaporación. De tal forma, que el calor cedido en la evaporación sirve para el calentamiento del vaso de la piscina, y contrarrestar las pérdidas.

Los otros dos circuitos condensan sobre una batería de aire colocada a la salida del aire procedente del evaporador, calentando el aire frío y seco de salida del mismo.

Integra también un circuito reversible de recuperación de calor de aire de extracción mediante circuito frigorífico. Permitiendo calentar el aire de la mezcla antes de la impulsión hacia la sala de vasos.

También incorpora una batería de apoyo de agua alimentada por la caldera.

Todos los circuitos participan en la deshumectación del aire al evaporar sobre una batería de tres circuitos. Se dispone de tres compresores herméticos scroll.

El funcionamiento de las BCP está controlado por el humidostato, que controla la humedad relativa del local y por una sonda de temperatura exterior.

Las ventajas y motivos por los que se ha decantado por la selección el equipo de Aquair Premium BCP 360 son las siguientes:

- Optimización del consumo energético, recuperación de energía
- Ahorro energético: Calefacción de agua y calentamiento de agua de piscina.
- Alta eficiencia COP = 5
- Enfriamiento y deshumectación gratuitos gracias al free-cooling
- Fácil instalación y numerosos montajes
- Funcionamiento de todas las estaciones con Aquair Dual
- Regulación electrónica de altas prestaciones.

#### 2.2.6.8.3.1 Características Técnicas.

La potencia térmica punta demanda en la sala de vasos se define como la suma de las siguientes pérdidas en dicha sala.

| Demanda Total de Calefacción en Piscina A |            |
|-------------------------------------------|------------|
| Evaporación                               | 127.457,14 |
| Aire Exterior                             | 109.329 W  |
| Transmisión                               | 27.250 W   |

*Tabla 2.1.42 Demanda de calefacción en Piscina A*

| Demanda Total de Calefacción en Piscina B |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| Evaporación                               | 39.141,28 |
| Aire Exterior                             | 44.813 W  |
| Transmisión                               | -         |

*Tabla 2.1.43 Demanda de calefacción en Piscina B*

La potencia total máxima demandada en la sala de vasos es **347 kW**

La unidad de tratamiento de aire y de acondicionamiento térmico para la Sala de Vasos será la siguiente

| Unidad             |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| Número de Unidades | 2                           |
| Marca              | CIAT                        |
| Modelo             | BCP AQUAIR 0360 3U MRC DUAL |

*Tabla 2.1.44. Unidad de tratamiento de aire y temperatura*

Cada una de las unidades de tratamiento de aire son capaces de satisfacer una demanda de calefacción de

Potencia calorífica útil en aire 26,5 kW

Potencia batería de agua 148 kW

Total potencia calorífica 174,5 kW (cada unidad)

Las dos unidades son capaces de satisfacer una demanda de 349 kW.

#### 2.2.6.8.4 Conductos de Ventilación.

Los conductos de ventilación serán de chapa galvanizada con los siguientes diámetros:

-Para los tramos de impulsión del aire y para los tramos de extracción de aire tenemos los siguientes diámetros: 1800 mm, 630 mm, 500 mm.

-La acometida de cada entrada hacia los distintos tramos del conducto principal de extracción de aire, tendrá un diámetro de 315 mm.

-La acometida de cada salida hacia los distintos tramos del conducto principal de impulsión de aire tendrá un diámetro de 500 mm, 630 mm, 800 mm.

El conducto de impulsión de aire está colocado a una altura de 4 m sobre la playa de la piscina.

El conducto de extracción de aire está situado en el interior de un conducto metálico de forma cuadrada que reposa sobre la playa de la piscina a lo largo del cual se encuentra una rejilla.

La disposición de los distintos tramos de ventilación y sus diámetros correspondientes la podemos encontrar en el plano nº 10: Unidades de Tratamiento de aire

### *2.2.7 Descripción de la Instalación de Agua Caliente Sanitaria.*

Los valores de demanda de agua caliente sanitaria según los espacios que se consideran han sido proporcionados por el Documento Básico HE en su sección HE 4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” y han sido seleccionados según Tabla 4.3.1 “Criterios de demanda de referencia a 60 °C”, donde se ha considerado el aforo que a continuación se muestra.

| Criterio de demanda          | Litros/día·unidad | Unidad |
|------------------------------|-------------------|--------|
| Vestuarios/Duchas colectivas | 21                | 133    |

*Tabla 2.2.45 Criterios de demanda de referencia a 60 °C.*

Se ha definido un consumo diario medio de la instalación de 2.793 litros con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C.

La energía necesaria para llevar 2.793 litros desde la temperatura de la red de distribución a la temperatura de referencia es lo que se ha definido como demanda energética en la tabla 2.2.45 (mes más desfavorable).

La energía auxiliar por biomasa debe satisfacer las necesidades de agua caliente sanitaria con los parámetros más desfavorables para que en la instalación se garantice en todo momento el consumo de ACS.

| ACS                     |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| P <sub>caldera</sub> .  | 11,84 KW              |
| Volumen de Acumulación. | 2 depósitos de 1500 l |
| Demanda Energética.     | 5.222,68 Wh/mes       |

*Tabla 2.2.46. Cuadro Resumen para Agua Caliente Sanitaria.*

En el anexo 4.3 “Agua Caliente Sanitaria” se han realizado los cálculos para la obtención del volumen de acumulación así como en el anexo 4.6 “Diseño del Sistema de Energía” la potencia de la caldera de biomasa para satisfacer las demandas.

El sistema de agua caliente sanitaria es soportado además por una instalación térmica solar que en el epígrafe 2.2.8 se describe, por lo que estas demandas quedan totalmente satisfechas.

### *2.2.8 Descripción de la Instalación Térmica Solar.*

Se ha realizado el estudio de un sistema de captación solar capaz de cubrir la demanda energética mínima exigida por normativa. Esto supondrá un importante ahorro energético para el polideportivo de la ciudad.

El edificio no tiene ningún otro edificio adosado y por su orientación, tampoco se ve afectado por las sombras que pudieran proyectar los edificios cercanos.

| LOCALIZACIÓN     |                 |
|------------------|-----------------|
| Provincia        | Granada         |
| Localidad        | Las Gabias      |
| Zona Climática   | V               |
| Energía Auxiliar | Caldera Biomasa |
| Latitud          | 37,13 °         |
| Altitud          | 677 m           |

*Tabla 2.2.47. Datos de la localización del edificio.*

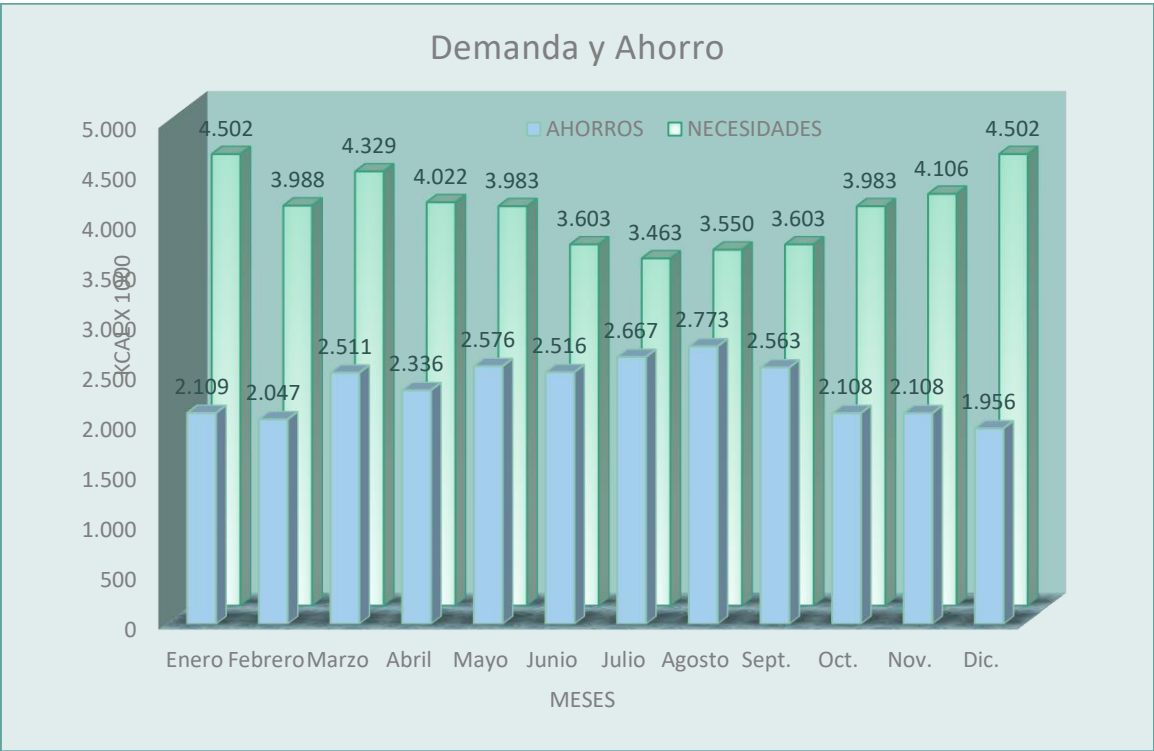
La contribución solar mínima que deberá aportar la instalación térmica solar será de un 60 % para agua caliente sanitaria y de un 70 % para las piscinas cubiertas como así se justifica en el epígrafe 2.1.3 “Exigencia Básica HE 4” del presente proyecto.

En la sala de vasos se ha realizado un estudio para la posibilidad de insertar este tipo de instalación para el calentamiento de sus piscinas, recogido en el anexo diseño del

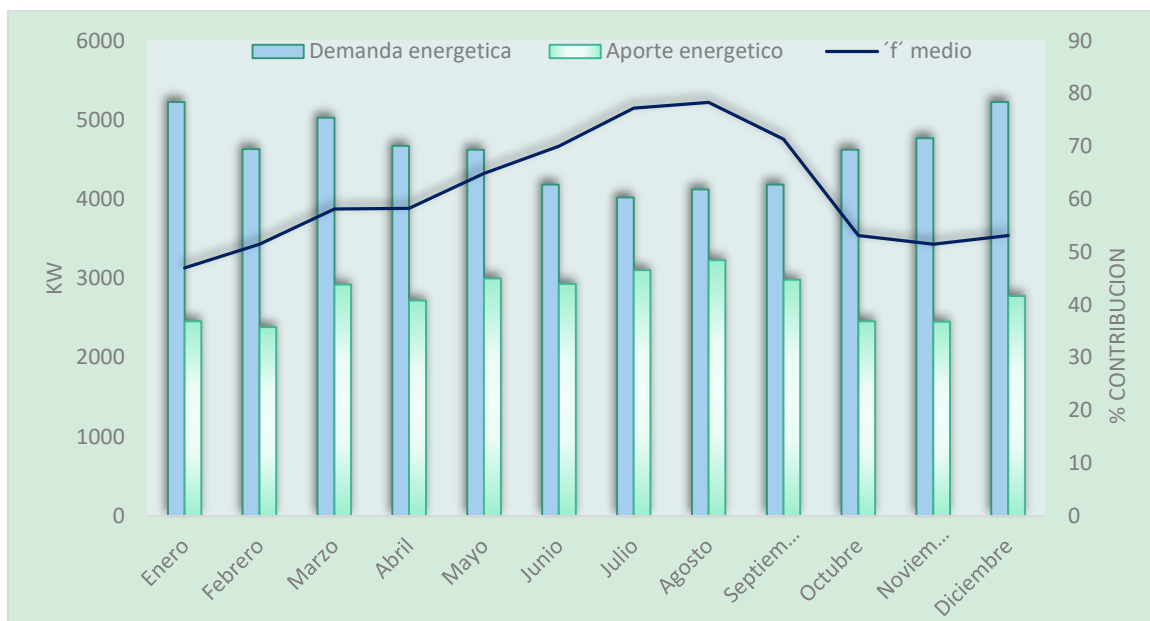
sistema solar para piscinas, siendo este tipo de contribución imposibilitado por la configuración existente en la azotea.

*2.2.8.1 Cobertura Solar anual del Agua Caliente Sanitaria.*

Para el cálculo de la cobertura solar que proporcionan los 16 captadores SIME 180 situados en la cubierta de nuestro edificio, se ha decantado por el método F-Char, estas placas proporcionan una cobertura de un 60,33 % a nuestra instalación y como consiguiente satisfaciendo la Normativa impuesta en este tipo de instalaciones.



*Grafica 2.2.1*



*Gráfica 2.2.2*

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con los requisitos del Documento Básico HE 4, donde establece una relación entre la superficie de captación y el volumen de acumulación, siendo 2000 litros el resultado de tal volumen.

## 2.2.9 Instalación Cadera Biomasa.

### 2.2.9.1 Biomasa

La biomasa es materia organica que resulta de un proceso biológico, espontaneo o provocado, que se utiliza como combustible para la obtención de energía, es decir, cualquier sustancia orgánica cuyo origen pueden ser vegetal o animal, que estos incluyen los materiales que resultan de su transformación artificial o natural. Por tanto la biomasa se considera una materia prima del tipo renovable de origen biológico que no ha padecido ningún proceso de mineralización, y se comercializa según sus distintas tipologías, cada una de las cuales ofrece características distintas dependiendo de su origen.

### 2.2.9.2 Justificación de Biomasa como Combustible.

El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE 4 exige una contribución mínima de energías del tipo renovable, en el epígrafe 4.5 del presente documento se ha presentado una primera elección para el calentamiento de la sala de vasos por instalación solar, siendo esta imposibilita por el número de placas que requiere. Al no tener suficiente espacio en la azotea del edificio, nos lleva a tener que utilizar la biomasa como combustión, además presta otras ventajas como es:

Balance neutro, ya que las emisiones CO<sub>2</sub> producidas por este tipo de combustión es el mismo que liberan plantas y árboles durante su crecimiento, por tanto, se encuentran en el mismo ciclo biológico contribuyendo a la no expansión del cambio climático.

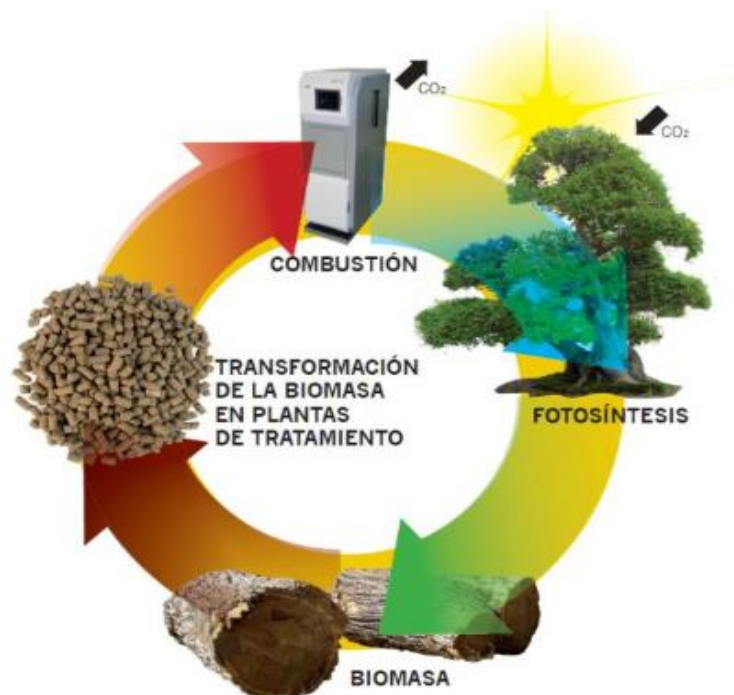


Ilustración 2.2.3.



Ahorro, ya que supone un mejor precio en comparación con otros combustibles de tipo fósil. La inversión que supone en un principio es superior frente a este tipo de instalaciones.

La operación y mantenimiento es sencillo con sistemas automáticos de control eléctrico.

Limpieza del equipo que lo compone con tecnología que se encuentra en avance y de manera automática.

Alta resistencia al desgaste y rendimientos energéticos en el punto de consumo entre 75-90 % según el equipo instalado.

### 2.2.9.3 Tipos de Biomasa

Los tipos de biomasa empleados habitualmente para sistemas de calefacción son según la Guía Técnica de Instalaciones de Biomasa Térmica en Edificios los siguientes:

Leña. Este tipo de biomasa puede ser producida por el propio consumidor o comprarla en el mercado.

Residuos agroindustriales. Este tipo de biomasa la compone huesos de aceituna, cascara de frutos, almendra, piña, etc.

Astilla. Proviene de las industrias tanto de la primera y segunda transformación de la madera (clareos, podas, cultivos energéticos leñosos, etc.)

Pélets. Este tipo de biomasa es producida de forma industrial.

No obstante, las diferencias principales se encuentran en el tipo de combustible utilizado, concretamente en el poder calorífico del combustible, ya que este determinará la cantidad de calor que genera por kilogramo de combustible.

Las propiedades de algunos de los combustibles que al comienzo del epígrafe se han comentado se encuentran en la tabla siguiente.

| Combustible             | PCI (KJ/Kg)   | Humedad b.h (%) |
|-------------------------|---------------|-----------------|
| Pélets                  | 17.000-19.000 | Menor de 15     |
| Astillas                | 10.000-16.000 | Menor de 40     |
| Hueso de aceituna       | 18.000-19.000 | Entre 7-12      |
| Cascara de frutos secos | 16.000-19.000 | Entre 8-15      |
| Leña                    | 14.400-16.200 | Menor de 20     |

Tabla 2.2.48. Propiedades de algunos combustibles.

Los pélets de biomasa son un biocombustible a nivel internacional. Tienen forma cilíndrica procedente de una compactación de serrines o virutas, o pueden llegar a

producirse de astillas. En el proceso de peletización no se utilizan productos del tipo químico, simplemente presión y vapor.

Para el presente proyecto de climatización y debido al uso principal del edificio se recomienda un pélets de madera natural y se aconseja exigir al suministrador de estos que indique claramente el origen y tipo de biomasa.

|                               | Baja Calidad   | Media Calidad | Alta Calidad   |
|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|
| PCI                           | > 3.000        | > 4.000       | > 4.300        |
| Humedad b.h (%masa)           | < 12           | < 12          | < 10           |
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> ) | > 1.000        | 1.000-1.400   | > 1.120        |
| Longitud (mm)                 | < 7 x diámetro | < 50          | < 5 x diámetro |
| Diámetro (mm)                 | < 12           | 4-10          | < 8            |

*Tabla 2.2.49. Características de los pélets.*

Si se considera un poder calorífico aproximado de unos 4.300 Kcal/Kg, se puede establecer que de 2 a 2,2 kg de pélets equivalen energéticamente hablando a un litro de gasóleo.

Una de los parámetros fundamentales a considerar en los pélets es la degradación para ciertos porcentajes de humedad, por lo que se deben almacenar en recintos donde exista una impermeabilización.

#### Astillas.

Las astillas de madera son trozos con una dimensión comprendida entre 5 y 100 mm de longitud que ostentan una calidad que dependerá de la materia prima de la que procedan, así como su recogida y de la tecnología usada.

Las astillas se pueden dividir en dos grupos dependiendo de su procedencia y calidad, estos son los siguientes:

Astillas de clase 1, son aquellos que provienen de la industria dedicada a la transformación de madera o maderas forestales limpias. Suelen presentar unas humedades menores al 30 % llegando alcanzar valores de 45 %. Son recomendadas para uso doméstico aun siendo válida para todo tipo de instalación.

Astillas de clase 2, son aquellas que provienen de tratamientos agrícolas y forestación. Puede llegar alcanzar valores de 45 % en su humedad. Suelen utilizarse para instalaciones de media a muy alta potencia, como edificios de gran albergadora y grandes redes de calefacción.

| Origen                                               | Troncos de madera                   |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Contenido de humedad                                 | $\leq 20\text{-}30\%$               |
| Dimensiones de la fracción principal (> 80% en peso) | Dimensión mayor $\leq 63\text{ mm}$ |
| Densidad energética                                  | $< 900\text{ kWh/m}^3$ apilados     |

Tabla 2.2.50. Tipos de biomasa

#### 2.2.9.4 Selección de Biocombustible

| Biocombustible            | Ventajas                                                                                                                                                                               | Inconvenientes                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pellets de madera         | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Elevado poder calorífico</li> <li>-Bajo contenido en cenizas</li> <li>-Alta eficiencia</li> <li>-Estandarizadas internacionalmente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mayor precio</li> <li>-Almacenamiento seco y aislado.</li> </ul>                                                                                                               |
| Astillas de madera        | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Coste inferior al del pellet</li> <li>-Las de clase 1 son de alta calidad.</li> <li>-Grado medio de estandarización</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Precisan mayor espacio de almacenamiento</li> <li>-Más contenido en humedad</li> <li>-El transporte solo se justifica para distancia <math>&lt; 50\text{ km}</math></li> </ul> |
| Residuos agroindustriales | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Disponibilidad y tipos</li> <li>-Grandes producciones en España.</li> <li>-Coste menor debido a que es subproducto de proceso.</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Contenido en cenizas superior al pellet.</li> <li>-Biomasa estacionales.</li> <li>-Composición variable</li> </ul>                                                             |
| Leña y briquetas          | Su uso queda limitado casi exclusivamente a calderas, no teniendo éstas autonomía propia mediante tolva u otro método.                                                                 |                                                                                                                                                                                                                        |

Tabla 2.2.51 tipos de biomasa

Los pélets de madera es nuestra elección.

### 2.2.9.5 Necesidades Energéticas

| Mes                                     | Días | Horas | Demanda energética<br>(kWh/mes) | Demanda<br>(kW) |
|-----------------------------------------|------|-------|---------------------------------|-----------------|
| Enero                                   | 31   | 15    | 5.222,68                        | 11,23           |
| Febrero                                 | 28   | 15    | 4.630,98                        | 11,03           |
| Marzo                                   | 31   | 15    | 5.026,62                        | 10,81           |
| Abril                                   | 30   | 15    | 4.669,89                        | 10,38           |
| Mayo                                    | 31   | 10    | 4.624,49                        | 14,92           |
| Junio                                   | 30   | 10    | 4.183,44                        | 13,94           |
| Julio                                   | 31   | 10    | 4.021,29                        | 12,97           |
| Agosto                                  | 31   | 10    | 4.121,83                        | 13,30           |
| Septiembre                              | 30   | 15    | 4.183,44                        | 9,30            |
| Octubre                                 | 31   | 12    | 4.624,49                        | 12,43           |
| Noviembre                               | 30   | 15    | 4.767,18                        | 10,59           |
| Diciembre                               | 31   | 15    | 5.222,68                        | 11,23           |
| <b>Potencia Agua Caliente Sanitaria</b> |      |       |                                 | <b>11,84</b>    |

Tabla 2.2.52 Potencia de agua caliente sanitaria.

El cálculo de la demanda energética de agua caliente sanitaria se ha detallado en el epígrafe 4.3 “Agua Caliente Sanitaria” del presente documento.

El cálculo de la potencia térmica necesaria para cada estancia se ha calculado en el epígrafe 4.1.2 “Cargas Térmicas para Calefacción”

| Potencia Térmica (kW)        |       |
|------------------------------|-------|
| Deshumectadora 1             | 173,1 |
| Deshumectadora 2             | 173,1 |
| Potencia “Deshumidificación” | 341   |

Tabla 1.2.53 Potencia de deshumidificación

| Potencias                        |               |
|----------------------------------|---------------|
| Potencia Agua Caliente Sanitaria | 11,84 kW      |
| Potencia "Calefacción"           | 191,53 kW     |
| Potencia “Deshumidificación”     | 341 kW        |
| <b>Total</b>                     | <b>654 kW</b> |

Tabla 2.2.54 Potencias para caldera

La potencia total se ha obtenido como la suma de las potencias debido al agua caliente sanitaria, calefacción y la potencia para la deshumectación, además de un factor de seguridad de 1,2.

La caldera de biomasa debe satisfacer unas necesidades térmicas de 684 kW

#### 2.2.9.6 Caldera de Biomasa

Se ha optado por cuatro calderas Pellematic Maxi 2 Condens en cascada con un rango de potencias de entre 50-180 kW cada una.

La elección de este número de calderas ha sido la del ahorro de energía en meses donde solo sea necesario una de ellas, en meses de verano se utilizara una, en meses de primavera utilizaremos dos, meses de otoño tres y meses de invierno las cuatro.

Es necesario remarcar que la potencia es un poco mayor que la de las necesidades energéticas, pero el cálculo realizado ha sido en días los cuales no proporciona ninguna ayuda los paneles solares y nos encontramos con una demanda energética máxima y además se puso un factor de seguridad, por lo que el hecho de no tener esa potencia no supondrá ningún tipo de problema.

Fraccionamiento de potencia

Se dispondrá del número de generadores necesarios en número, potencia y tipos según el perfil de la demanda de energía térmica prevista.

#### 2.2.10 Resumen de Presupuestos

A continuación se muestran los precios de los distintos capítulos que anteriormente se han descrito, así como las actuaciones que se deben llevar a cabo para lograrlos.

| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL |                                               |                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|
| Nº                                | CAPÍTULO                                      | IMPORTE (€)       |
| 1                                 | INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA                     | 15.838,21         |
| 2                                 | EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN                      | 90.861,56         |
| 3                                 | CONDUCTOS DE CLIMATIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE AIRE | 20.509,50         |
| 4                                 | INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CLIMATIZACIÓN        | 1.839,39          |
| 5                                 | ALBAÑILERÍA                                   | 2.341,63          |
| 6                                 | PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD                 | 2.200,00          |
| 7                                 | EQUIPOS DE CALEFACCIÓN                        | 132.593,00        |
| 8                                 | EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN                      | 25.356,40         |
|                                   | <b>TOTAL</b>                                  | <b>291.539,69</b> |

Tabla 2.2.55 Presupuestos

### 3 ANEXOS.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                                      |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3 ANEXOS.</b>                                                                                     | <b>51</b>  |
| 3.1 SOLICITACIONES TÉRMICAS DE CLIMATIZACIÓN DEL EDIFICIO                                            | 53         |
| 3.1.1 Cargas Térmicas para Calefacción.                                                              | 56         |
| 3.1.2 Cargas Térmicas para Refrigeración.                                                            | 63         |
| <b>APÉNDICE 5.1 A. CALCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN.</b>                              | <b>76</b>  |
| Sala de Musculación.                                                                                 | 76         |
| Sala de Aerobic.                                                                                     | 81         |
| Sala de Ciclo-Indoor.                                                                                | 85         |
| Enfermería                                                                                           | 90         |
| Administración                                                                                       | 93         |
| Distribuidor                                                                                         | 96         |
| <b>APÉNDICE 5.1 B. CALCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS EN CALEFACCIÓN.</b>                                | <b>101</b> |
| Sala de Musculación.                                                                                 | 101        |
| Sala de Aerobic.                                                                                     | 103        |
| Sala de Ciclo-Indoor.                                                                                | 105        |
| Enfermería.                                                                                          | 108        |
| Administración                                                                                       | 110        |
| Vestuarios.                                                                                          | 112        |
| Distribuidor.                                                                                        | 119        |
| <b>APÉNDICE 5.1.C. RECUPERADOR DE CALOR</b>                                                          | <b>122</b> |
| Sala de musculación                                                                                  | 122        |
| Distribuidor                                                                                         | 122        |
| 3.2 SOLICITACIONES TÉRMICAS DE CLIMATIZACIÓN EN SALA DE VASOS.                                       | 124        |
| 3.2.1 Calculo de las necesidades de deshumectación en el aire ambiental.                             | 127        |
| 3.2.2 Calculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en en el vaso de la piscina A | 133        |
| 3.2.3 Calculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en la Piscina B               | 143        |
| 3.2.4 Calculo de las necesidades para mantener la temperatura en Sala de Vasos.                      | 150        |
| 3.2.5 Diseño del sistema de deshumectación y tratamiento del aire.                                   | 155        |
| 3.3 AGUA CALIENTE CALIENTE SANITARIA.                                                                | 164        |
| 3.3.1 Demanda Energética de ACS.                                                                     | 164        |

|        |                                                                   |     |
|--------|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.2  | <i>Acumulación</i> .....                                          | 169 |
| 3.4    | DISEÑO DEL SISTEMA SOLAR PARA AGUA CALIENTE SANITARIA. ....       | 173 |
| 3.4.1  | <i>Descripción de la Instalación</i> .....                        | 173 |
| 3.4.2  | <i>Datos geográficos y Climatológicos</i> . ....                  | 174 |
| 3.4.3  | <i>Demanda Energética de ACS</i> .....                            | 176 |
| 3.4.4  | <i>Contribución Solar Mínima</i> .....                            | 176 |
| 3.4.5  | <i>Características de los captadores solares</i> .....            | 177 |
| 3.4.6  | <i>Calculo de la separación entre filas de captadores</i> . ....  | 178 |
| 3.4.7  | <i>Calculo de la cobertura solar</i> .....                        | 178 |
| 3.4.8  | <i>Perdidas por sombras, inclinación y orientación</i> . ....     | 182 |
| 3.4.9  | <i>Calculo del dimensionado del Volumen de Acumulación</i> . .... | 184 |
| 3.4.10 | <i>Energía Auxiliar</i> . ....                                    | 184 |
| 3.4.11 | <i>Diseño del circuito hidráulico</i> .....                       | 184 |
| 3.4.12 | <i>Fluido caloportador</i> .....                                  | 185 |
| 3.5    | DISEÑO DEL SISTEMA SOLAR PARA PISCINAS.....                       | 187 |
| 3.5.1  | <i>Demanda Energética de Piscinas</i> .....                       | 187 |
| 3.5.2  | <i>Contribución Solar Mínima</i> .....                            | 188 |
| 3.5.3  | <i>Calculo de la cobertura solar</i> .....                        | 189 |
| 3.6    | DISEÑO DEL SISTEMA DE ENERGÍA. ....                               | 191 |
| 3.6.1  | <i>Necesidades Energéticas</i> . ....                             | 191 |
| 3.6.2  | <i>Selección de Calderas de Biomasa</i> .....                     | 192 |
| 3.6.3  | <i>Fraccionamiento de potencia</i> . ....                         | 193 |
| 3.6.4  | <i>Sala de Calderas</i> . ....                                    | 193 |
| 3.6.5  | <i>Silo de Almacenamiento de Biomasa</i> . ....                   | 194 |
| 3.6.6  | <i>Ventilación de la Sala de Calderas</i> .....                   | 195 |
| 3.6.7  | <i>Deposito Inercia de Producción</i> . ....                      | 195 |
| 3.7    | DESCRIPCIÓN DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....          | 197 |
| 3.7.1  | <i>Cerramiento</i> . ....                                         | 197 |
| 3.7.2  | <i>Cubiertas</i> . ....                                           | 199 |
| 3.7.3  | <i>Forjado Sanitario</i> . ....                                   | 200 |
| 3.7.4  | <i>Huecos en fachada</i> . ....                                   | 203 |

### 3.1 Solicitaciones Térmicas de Climatización del Edificio

El concepto de carga térmica está relacionado con sistemas de calefacción y refrigeración. Se refiere a la cantidad de energía por unidad tiempo (potencia térmica) que un local, el cual se encuentra cerrado, intercambia con el medio exterior debido a las diferentes condiciones de temperatura y humedad que existen entre ellos.

Se puede realizar una primera clasificación atendiendo a lo último expuesto de las cargas térmicas:

Cargas térmicas sensibles, son aquellas que van a provocar una modificación en la temperatura del aire.

Cargas térmicas latentes, son aquellas que van a provocar una modificación en la humedad absoluta del ambiente.

La importancia de un buen cálculo en este apartado supondrá la aplicación de un adecuado sistema de calefacción y refrigeración, dimensionando la instalación para las situaciones más desfavorables, por tanto, será necesario dicho cálculo para las cargas térmicas de diseño tanto en verano como en invierno.

Tanto la pérdida como la ganancia de potencia térmica en nuestra instalación, será una modificación en las condiciones térmicas de diseño. Las condiciones de confort que se ha diseñado para nuestra instalación se encuentran recogidas en el epígrafe 1.2.3 “Condiciones Interiores” del presente documento.

| Zona Deportiva       | Q (W)    | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|----------|---------------------|-------------------------|
| Sala de musculación  | 21.646,8 | 262,39              | 82,49                   |
| Sala de Aerobic      | 6.396,08 | 72,62               | 88,07                   |
| Sala de Ciclo-Indoor | 5.953,31 | 72,62               | 81,97                   |

*Tabla 3.1.1 Necesidades Energéticas en Zona Deportiva para Calefacción.*

| Con Recuperador     | Q (W)    | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|----------|---------------------|-------------------------|
| Sala de Musculación | 4.488,80 | 262,39              | 17,10                   |

*Tabla 3.1.2. Necesidades Energéticas en Sala de Muscul. Con Recuperador*



| Zona Deportiva    | Q (W)     | S (m <sup>2</sup> ) | Q/S (W/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-----------|---------------------|-------------------------|
| Administración    | 389,96    | 7,23                | 53,93                   |
| Enfermería        | 369,48    | 9,29                | 39,77                   |
| Distribuidor      | 14.062,59 | 294,60              | 47,41                   |
| Vestuarios        | Q (W)     | S (m2)              | Q/S (W/m2)              |
| Vestuarios Masc.  | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |
| Vestuarios Femen. | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |
| Vestuarios. Niños | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |
| Vestuarios Niñas  | 14.388,14 | 65,73               | 218,89                  |

*Tabla 3.1.3 Necesidades Energéticas en Zona y Vestuarios para Calefacción.*

| Con Recuperador | Q (W)    | S (m2) | Q/S (W/m2) |
|-----------------|----------|--------|------------|
| Distribuidor    | 2.164,11 | 294,60 | 7,34       |

*Tabla 3.1.4. Necesidades Energéticas en Distribuidor con Recuperador.*

Por otro lado, para las estaciones de verano se tendrán otras condiciones en el exterior y supondrán otras pérdidas.

|                      | Q <sub>refrigeracion</sub> |
|----------------------|----------------------------|
| Sala de Musculación  | 39.060,53                  |
| Sala de Aerobic      | 13.541,87                  |
| Sala de Ciclo-Indoor | 11.684,87                  |
| Enfermería           | 437,36                     |
| Administración       | 447,83                     |
| Distribuidor         | 14.678,30                  |

*Tabla 3.1.5. Necesidades Energéticas para Refrigeración*

| Con Recuperador     | Q (W)    | S (m2) | Q/S (W/m2) |
|---------------------|----------|--------|------------|
| Sala de Musculación | 7.182,08 | 294,60 | 24,37      |

*Tabla 3.1.6. Necesidades Energéticas en Distribuidor con Recuperador*

| Con Recuperador | Q (W)    | S (m2) | Q/S (W/m2) |
|-----------------|----------|--------|------------|
| Distribuidor    | 3.999,74 | 294,60 | 10,86      |

*Tabla 3.1.7. Necesidades Energéticas en Distribuidor con Recuperador*

### 3.1.1 Cargas Térmicas para Calefacción.

En la época de frío se prevé la existencia de cargas térmicas sensibles, debidas a la diferencia de temperatura y a la radiación térmica, y cargas latentes, debidas a la aportación de humedad al aire.

El objetivo de este cálculo será la de obtener la demanda térmica máxima para calefacción con la finalidad de obtener una bomba de calor que pueda satisfacer estas necesidades. Por este motivo, se comenzara a calcular las demandas máximas.

Para una mayor comprensión se estudiara las distintas componentes de las cargas térmicas atendiendo a la Norma UNE-EN 12831 “Método para el cálculo de la carga térmica de diseño” donde el campo de aplicación de nuestra instalación se encuentra.

Durante los meses que se requiera una demanda de calefacción para mantener las condiciones de diseño deseadas se ha teniendo en cuenta la demanda la carga térmica a través de cerramientos y la carga térmica por ventilación.

| <i>Sala de Musculación</i>        | <i>Cerramientos</i> | <i>Ventilación</i> | <i>Total</i>      |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Calor Sensible (W)                | 3.691,58            | 12.681,97          | 16.373,55         |
| Calor Latente (W)                 | -                   | 5.273,25           | 5.273,25          |
| <b><i>Q-Musculacion.Total</i></b> |                     |                    | <b>21.646,8 W</b> |

*Tabla 3.1.8. Cargas térmicas de calefacción en Sala de Musculación*

| <i>Sala de Aerobic</i>                  | <i>Cerramientos</i> | <i>Ventilación</i> | <i>Total</i>      |
|-----------------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Calor Sensible (W)                      | 1.368,62            | 3.550,95           | 4.919,57          |
| Calor Latente (W)                       | -                   | 1.476,51           | 1.476,51          |
| <b><i>Q<sub>Aerobic</sub>.Total</i></b> |                     |                    | <b>6.396,08 W</b> |

*Tabla 3.1.9 Cargas térmicas de calefacción en Sala de Aerobic*

| <i>Sala de<br/>Ciclo-Indoor</i>       | <i>Cerramientos</i> | <i>Ventilación</i> | <i>Total</i>      |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Calor Sensible (W)                    | 925,85              | 3.550,95           | 4.476.80          |
| Calor Latente (W)                     | -                   | 1.476,51           | 1.476,51          |
| <b><i>Q<sub>Ciclo</sub>.Total</i></b> |                     |                    | <b>5.953,31 W</b> |

*Tabla 3.1.10 Cargas térmicas de calefacción en Sala de Ciclo-Indoor.*

| <i>Enfermería</i>                   | <i>Cerramientos</i> | <i>Ventilación</i> | <i>Total</i>    |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Calor Sensible (W)                  | 73,33               | 197,75             | 271,08          |
| Calor Latente (W)                   | -                   | 98,00              | 98,00           |
| <i>Q<sub>Enfermería.Total</sub></i> |                     |                    | <b>369,48 W</b> |

*Tabla 3.1.11. Cargas térmicas de calefacción en Enfermería.*

| <i>Administración</i>                   | <i>Cerramientos</i> | <i>Ventilación</i> | <i>Total</i>    |
|-----------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Calor Sensible (W)                      | 94,21               | 197,75             | 291,96          |
| Calor Latente (W)                       | -                   | 98,00              | 98,00           |
| <i>Q<sub>Administración.Total</sub></i> |                     |                    | <b>389,96 W</b> |

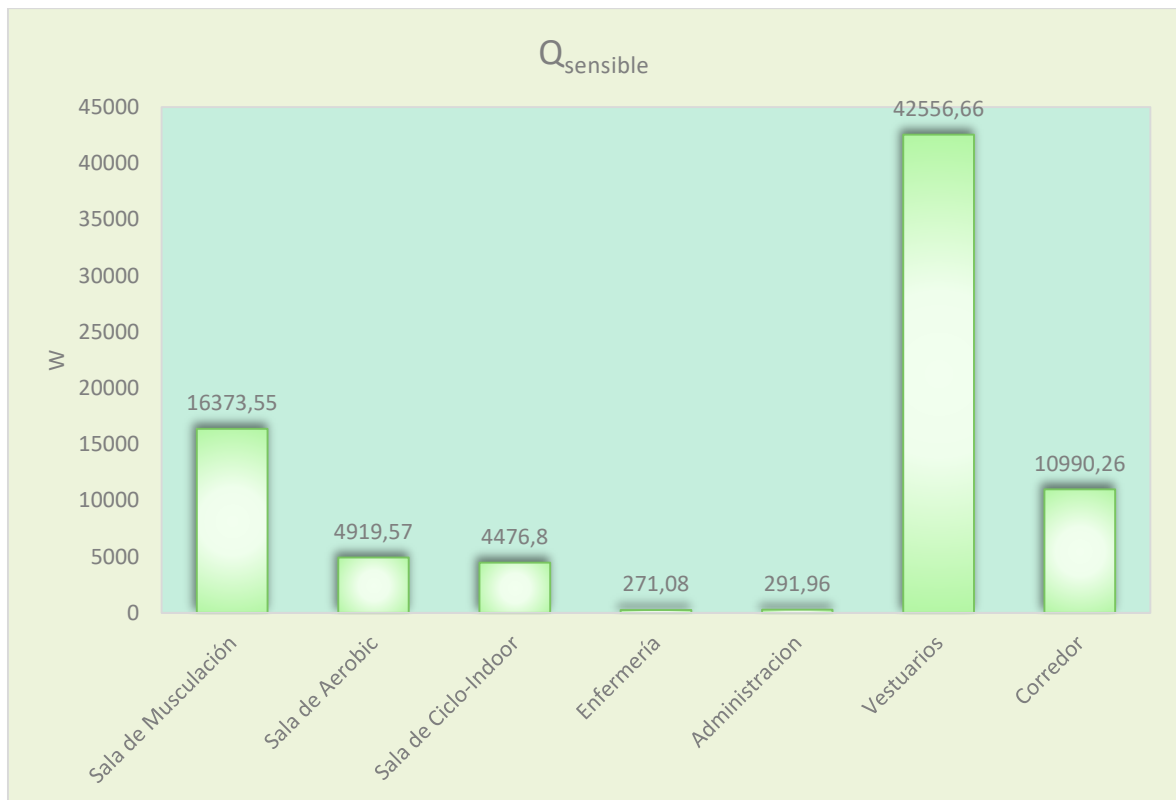
*Tabla 3.1.12. Cargas térmicas de calefacción en Administración.*

| <i>Distribuidor</i>                   | <i>Cerramientos</i> | <i>Ventilación</i> | <i>Total</i>       |
|---------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Calor Sensible (W)                    | 5.406,13            | 5.584,13           | 10.990,26          |
| Calor Latente (W)                     | -                   | 3.072,33           | 3.072,33           |
| <i>Q<sub>Circulaciónr.Total</sub></i> |                     |                    | <b>14.062,59 W</b> |

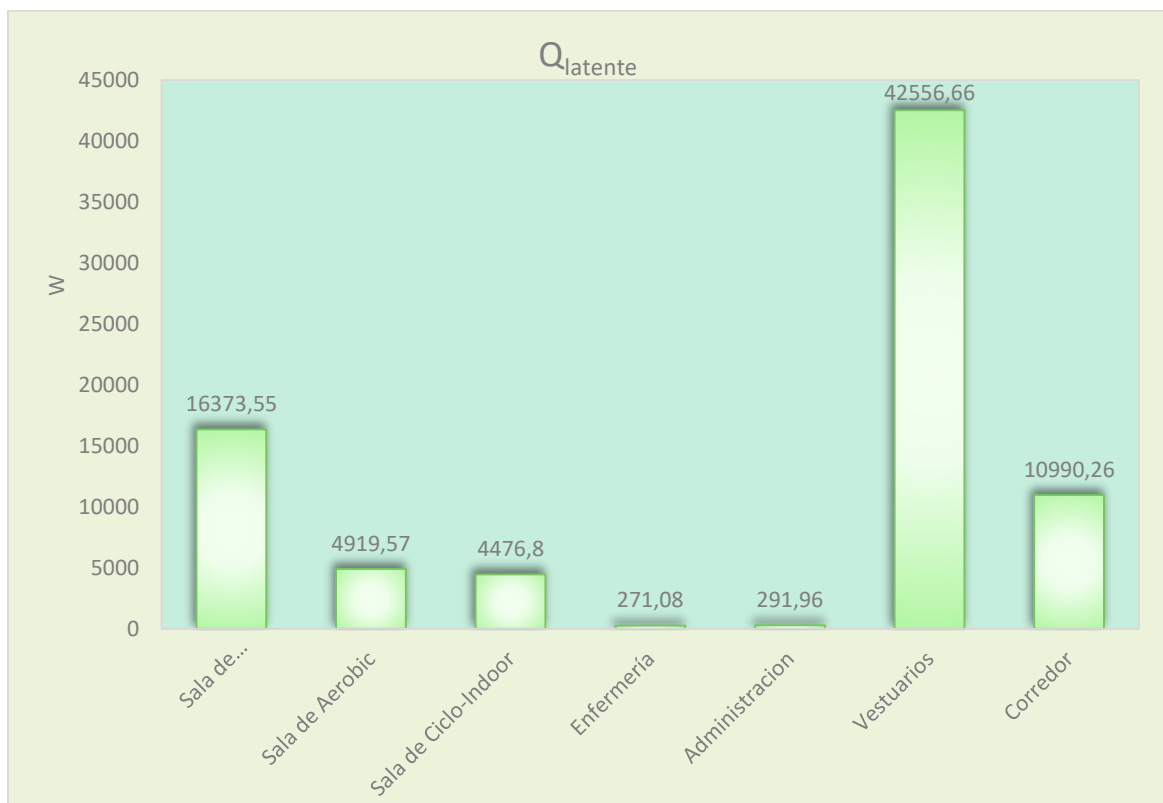
*Tabla 3.1.13. Cargas térmicas de calefacción en Distribuidor.*

| <i>Vestuarios</i>                   | <i>Q<sub>s.cerramientos</sub> (W)</i> | <i>Q<sub>s.ventilacion</sub> (W)</i> | <i>Q<sub>l.ventilacion</sub> (W)</i> |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| V.Masculino                         | 731,10                                | 8.809,91                             | 4.847,13                             |
| V.Femenino                          | 731,10                                | 8.809,91                             | 4.847,13                             |
| V.Niños                             | 731,10                                | 8.809,91                             | 4.847,13                             |
| V.Niñas                             | 731,10                                | 8.809,91                             | 4.847,13                             |
| V.Monitores                         | 93,40                                 | 2.710,74                             | 1.491,42                             |
| V.Personal                          | 233,12                                | 1.355,36                             | 745,70                               |
| Q <sub>suma</sub>                   | 3.50,92                               | 39.305,74                            | 21.625,64                            |
| <i>Q<sub>Vestuarios.Total</sub></i> |                                       |                                      | <b>64.182 W</b>                      |

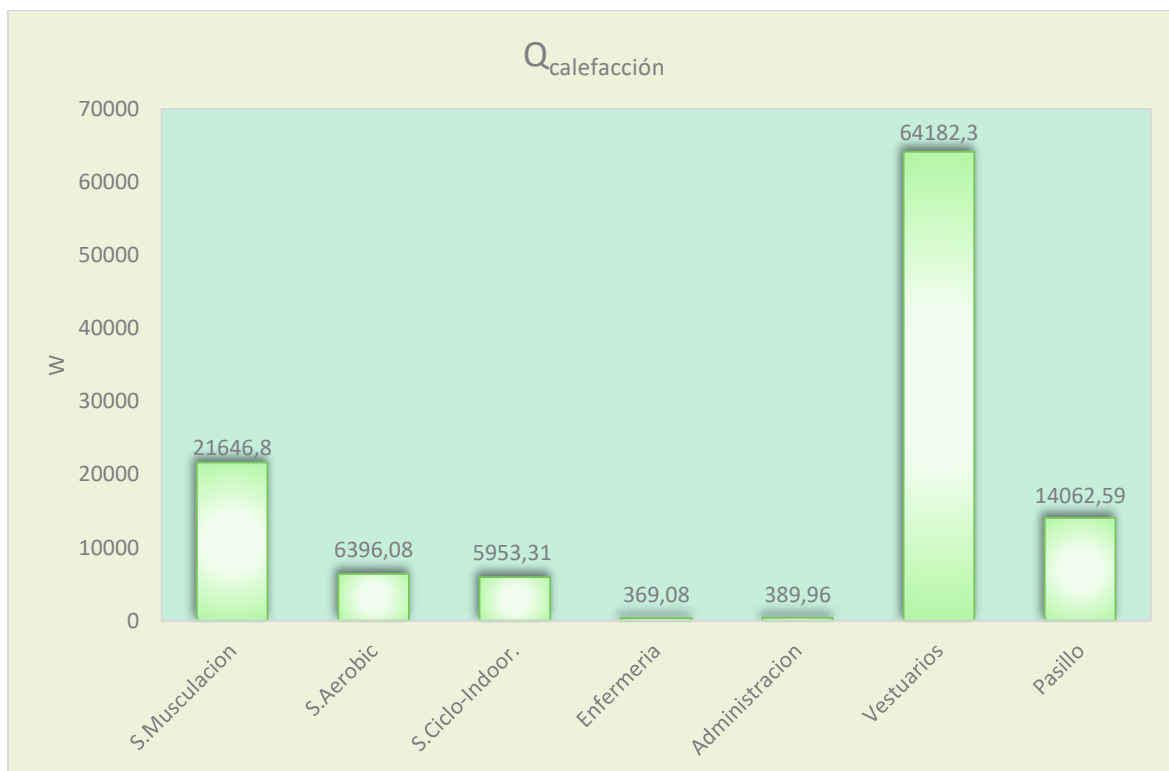
*Tabla 3.1.14. Cargas térmicas en Vestuarios*



*Grafica 3.1.1 Cargas Sensibles para Calefacción.*



*Grafica 3.1.2 Cargas Latentes para Calefacción*



*Grafica 3.1.3 Cargas Térmicas para Calefacción.*

| Q calefacción              |                     |
|----------------------------|---------------------|
| Sala de Musculación        | 21.646,80 W         |
| Sala de Aerobic            | 6.396,08 W          |
| Sala de Ciclo-Indoor       | 5.953,31 W          |
| Enfermería                 | 369,08 W            |
| Administración             | 389,96 W            |
| Vestuarios                 | 64.182,30 W         |
| Distribuidor               | 14.062,59 W         |
| <b>Q calefacción.Total</b> | <b>113.021,83 W</b> |

*Tabla 3.1.15. Resumen de cargas térmicas para calefacción.*

#### *3.1.1.1 Carga Sensible a través de Cerramientos.*

El calor se transmite a través de todos los elementos que componen los cerramientos de nuestro recinto (muros, techos, suelos), siempre y cuando exista una diferencia de temperatura entre el aire que se encuentra en el interior y el exterior.

La carga térmica a través de los cerramientos se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{s.transmision} = U \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_t$$

*Ecuación 3.1.1*

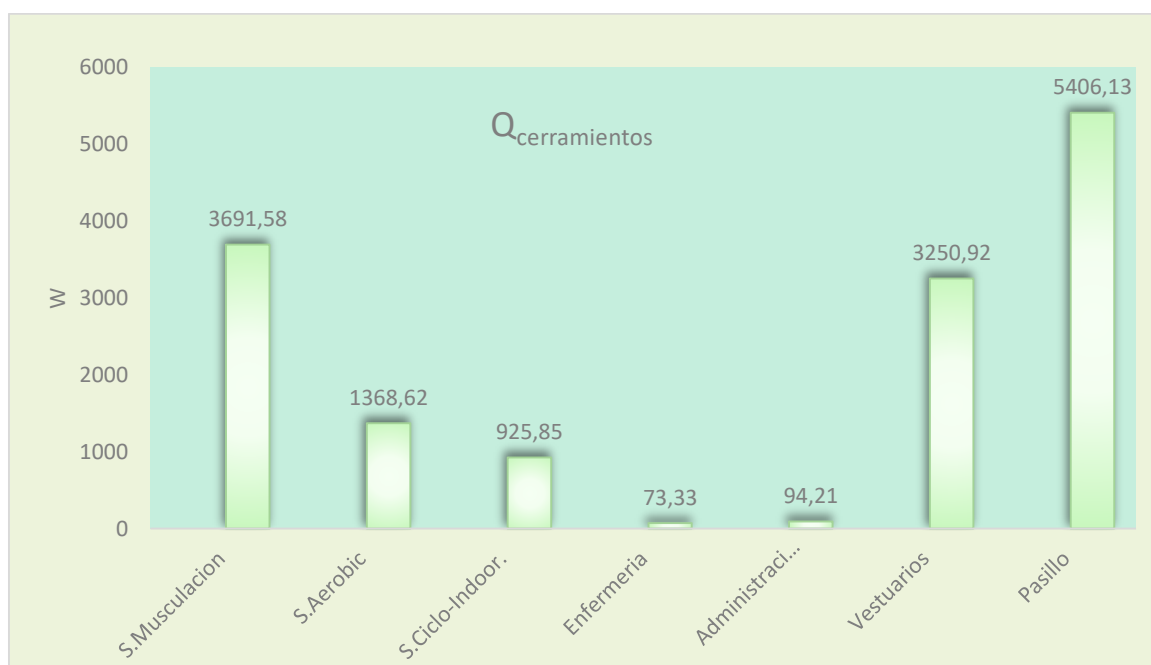
$Q_{transmisión}$ , Calor perdido o ganado a través de los cerramientos en (W).

$C_t$ , Coeficiente de orientación de los cerramientos, habitualmente se emplean los valores siguientes valores para los coeficientes de orientación. Norte: 1,55 Sur; 1,20 Este; 1,55 Oeste: 1,40.

$U$ , Coeficiente global de transmisión térmica del cerramiento en ( $W/m^2 \cdot K$ ).

$S$ , Superficie del cerramiento expuesta a la diferencia de temperatura en ( $m^2$ ).

$\Delta T$ , es la diferente de temperatura existente entre la temperatura interior de diseño y la temperatura exterior de diseño.



*Grafica 3.1.4 Cargas sensibles a través de cerramientos*

En el Anexo Descripción de Materiales y Elementos Constructivos, en el apartado Cerramientos, podemos encontrar el coeficiente global de transmisión.

Para la temperatura exterior de diseño y su humedad relativa usaremos los datos facilitados en la Guía Técnica “Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto

Para la temperatura de diseño en el interior hemos tomado los valores de la Tabla X, que se recoge en el apartado X “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”.

### 3.1.1.2 Carga Sensible a través de Ventilación.

Debido que para el cálculo de las cargas sensibles a través de ventilación no se han considerado las debidas a las infiltraciones, debemos de compensarlas con un coeficiente de seguridad, que se aplicara a la suma de cargas totales.

El cálculo de la carga sensible a través de la ventilación se determina con la siguiente expresión:

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

*Ecuación 3.1.2*

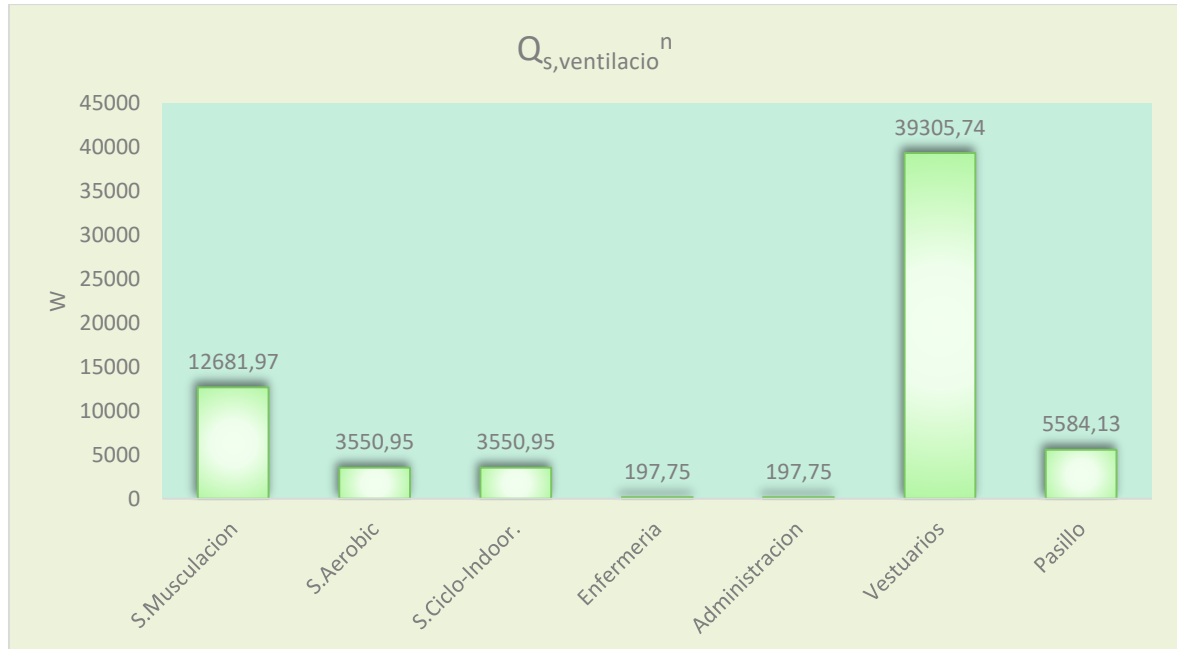
$Q_{ventilacion}$  = Carga sensible por ventilación en (W).

$C_p$ , Calor específico del aire para la temperatura exterior (J/ Kg °C).

$\rho$ , es la densidad del aire a la temperatura exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

$\Delta T$  = Diferencia de temperaturas existentes entre el aire exterior y el aire interior en (°C)

$Q_{renovacion}$ , es el caudal que introducimos en (m<sup>3</sup>/h).



Grafica 3.1.5 Cargas sensibles a través de ventilación

### 3.1.1.3 Carga Latente a través de Ventilación.

El aporte de aire exterior a la instalación supone una modificación tanto para la temperatura como para la humedad absoluta del aire que se encuentra en el interior, en



esta sección se estudiara la carga latente debido la ventilación, o lo que es lo mismo, la modificación en su humedad.

La carga latente por ventilación se determina con la expresión siguiente:

$$Q_{l,ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

*Ecuación 3.1.3*

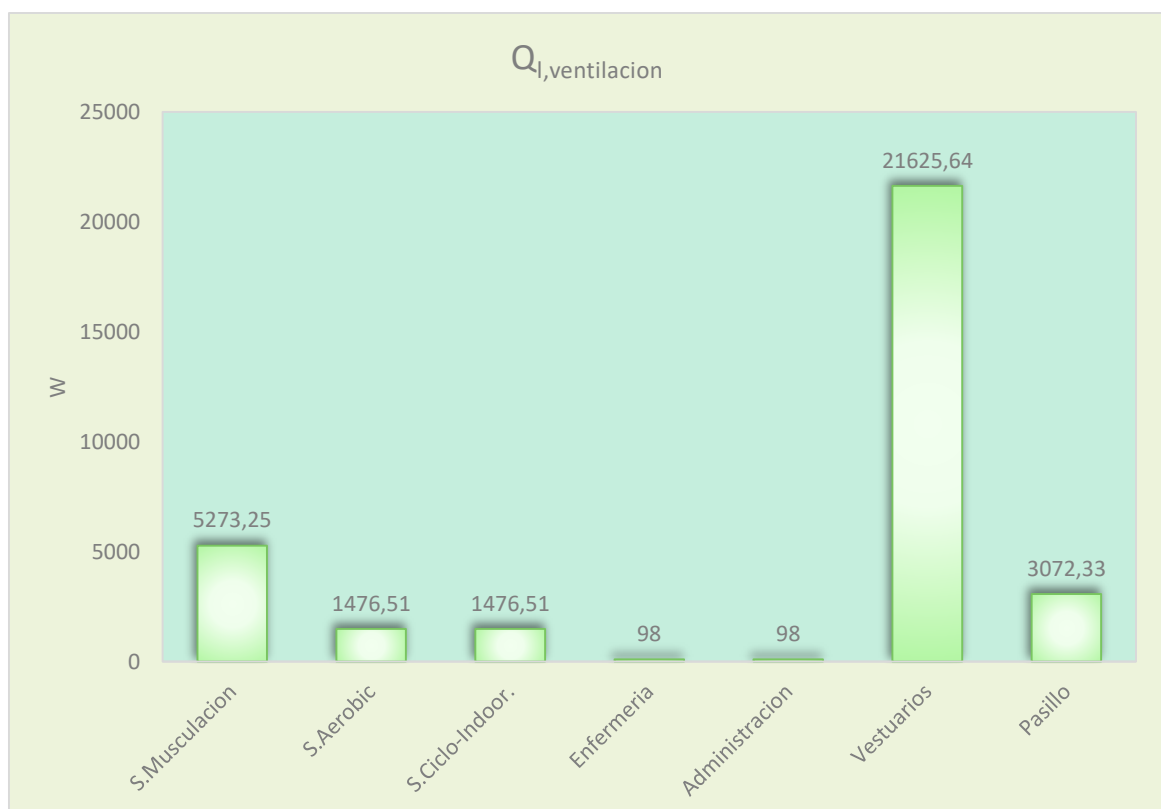
$Q_{l,ventilacion}$  = Carga latente por ventilación en (W).

$C_p$ , Calor específico del agua para la temperatura exterior (J/ Kg °C).

$\rho$ , es la densidad del aire a la temperatura exterior (Kg/m³).

$\Delta w$  = Diferencia de humedad absolutas entre el aire exterior y el aire interior en (g/Kg)

$Q_{renovacion}$ , es el caudal que introducimos en (m³/h).



*Grafica 3.1.6. Carga latente a través de ventilación*

### 3.1.2 Cargas Térmicas para Refrigeración.

En la tabla 5.1.16 se muestran las cargas térmicas para los meses de verano en las distintas estancias que componen la instalación, pérdidas que serán necesarias vencer por los equipos de refrigeración.

Posteriormente se muestran en los epígrafes siguientes los cálculos que se han realizado para llegar a estos resultados.

| Qrefrigeracion       |           |
|----------------------|-----------|
| Sala de Musculación  | 39.742,14 |
| Sala de Aerobic      | 13.541,87 |
| Sala de Ciclo-Indoor | 11.684,87 |
| Enfermería           | 437,36    |
| Administración       | 447,83    |
| Distribuidor         | 14.678,30 |

Tabla 3.1.16. Cargas Térmicas para Refrigeración

#### 3.1.2.1 Calor Sensible debido a Ventilación.

La Normativa exige un sistema de ventilación que aporte un caudal exterior para evitar la formación de concentraciones contaminantes en los distintos espacios que componen nuestra instalación.

En el epígrafe 2.1.2.1.1 “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente” del presente documento se registran los caudales mínimos que se deben aportar a cada recinto.

Este aire se encuentra en condiciones más desfavorables con respecto al aire que se encuentra en el interior, por lo que supondrá un aumento de la carga sensible.

El aporte de aire exterior a la instalación supone una modificación tanto para la temperatura como para la humedad absoluta del aire que se encuentra en el interior, en esta sección se estudiara la carga sensible debido la ventilación, o lo que es lo mismo, la modificación en su temperatura.

El cálculo para las cargas térmicas sensibles debido a la ventilación se determina con la expresión que a continuación se muestra:

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

Ecuación 3.1.4

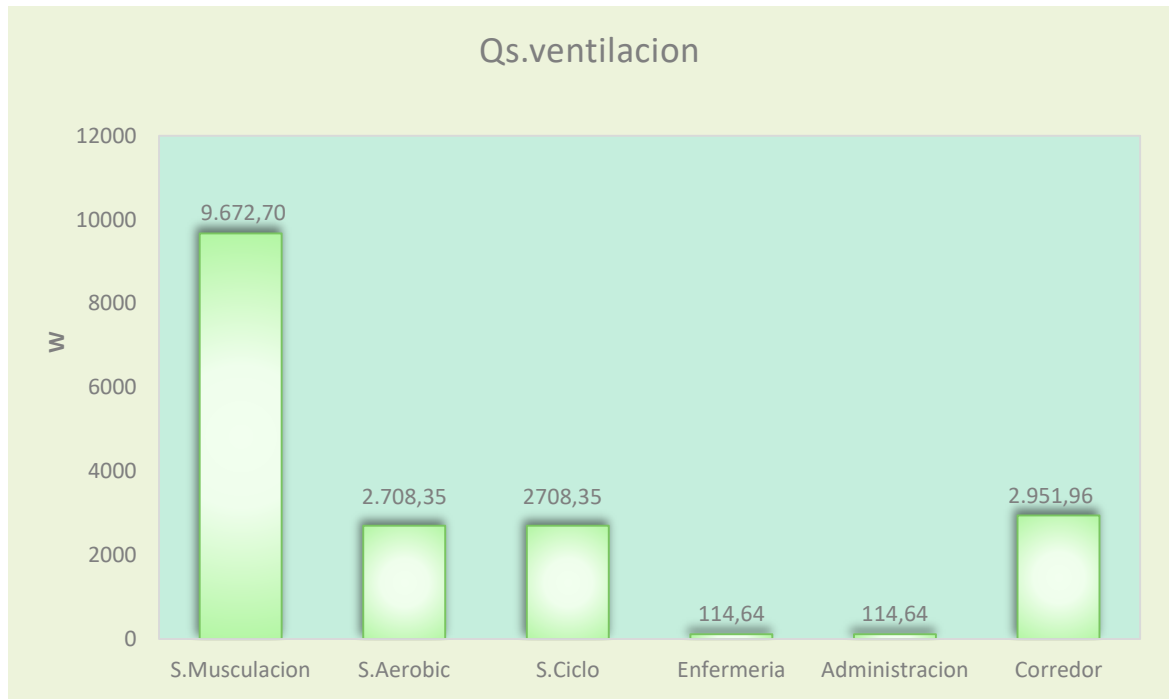
$Q_{\text{ventilacion}}$  = Carga sensible por ventilación en (W).

$C_p$ , Calor específico del aire para la temperatura exterior (J/ Kg °C).

$\rho$ , es la densidad del aire a la temperatura exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

$\Delta T$  = Diferencia de temperaturas existentes entre el aire exterior y el aire interior en (°C)

$Q_{\text{renovacion}}$ , es el caudal que introducimos en (m<sup>3</sup>/h).



*Grafica 3.1.7 Calor sensible debido a Ventilación.*

### *3.1.2.2 Calor Sensible debido a las Infiltraciones de aire exterior.*

Estas cargas se deben al flujo de aire que se introduce en el edificio a través de intersticios tales como puertas y ventanas. Estas infiltraciones se deben principalmente a la diferencia de presión que existe entre el exterior y el interior a causa del viento. Debido a lo expuesto anteriormente esta carga es difícil de estimar con demasiada precisión, pero si se puede realizar un cómputo general de estas pérdidas.

El cálculo de esta partida se realiza con el mismo procedimiento para las solicitudes térmicas de refrigeración como de calefacción, la única salvedad que para los meses de verano serán positivas y para los meses de invierno serán negativas, de ahí que solo se tengan en cuenta en la refrigeración.

La carga sensible debida a las infiltraciones se calcula con la siguiente expresión, expresión similar a la introducida en ventilación.

$$Q_{s.infiltraciones} = V_{infiltracion} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

*Ecuación 3.1.5*

$Q_{s.infiltraciones}$  es la carga sensible debido a las infiltraciones en (W).

$V_{infiltracion}$  es el caudal de aire infiltrado en (m<sup>3</sup>/h).

$\rho$ , es la densidad del aire a la temperatura exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

$C_p$ , Calor específico del aire para la temperatura exterior (J/ Kg °C).

$T_{ext}$ , es la temperatura exterior de diseño.

$T_{int}$ , es la temperatura interior de diseño.

Para el cálculo del volumen de aire infiltrado usaremos la siguiente expresión:

$$V_{infiltracion} = V_{permeabilidad} \cdot A$$

*Ecuación 3.1.6*

$V_{infiltracion}$  es el caudal de aire infiltrado en (m<sup>3</sup>/h)

$V_{permeabilidad}$  es la permeabilidad al aire límite en (m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>).

A es el área del cerramiento en (m<sup>2</sup>).

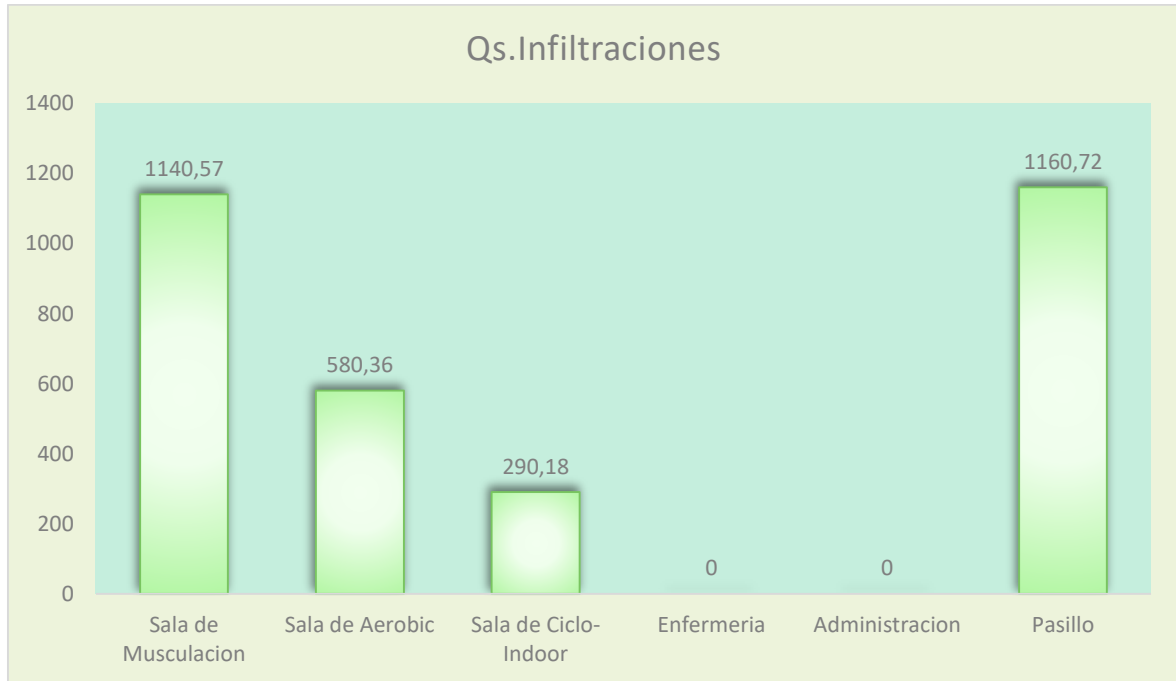
Para la determinación de  $V_{permeabilidad}$  nos hemos basado en el Documento Básico HE" Ahorro de energía" donde se presenta la tabla que a continuación mostremos.

| Parámetro                       | Zonas climáticas de invierno |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                 | $\alpha$                     | A    | B    | C    | D    | E    |
| Permeabilidad al aire de huecos | ≤ 50                         | ≤ 50 | ≤ 50 | ≤ 27 | ≤ 27 | ≤ 27 |

*Tabla 3.1.17. Permeabilidad al aire de huecos en (m<sup>3</sup>/ h·m<sup>2</sup>)*

Esta tabla muestra los valores máximos permitidos para la permeabilidad al aire de huecos y corresponden con lo establecido en la norma UNE-EN 12207. Ventanas y Puertas. Permeabilidad al aire

Para el caso que atañe cuya zona climática de invierno es C, tendremos una permeabilidad al aire de huecos de  $\leq 27$ .



*Grafica 3.1.8 Calor sensible debido a Ventilación.*

### 3.1.2.3 Calor Sensible generado por Personas.

Las personas que se encuentran en cada una de las zonas que componen la instalación se encuentran a una temperatura normalmente superior a la de dicha instalación, por lo tanto, existirá una diferencia de temperaturas y como consecuencia una transferencia de calor entre el local y la persona, será un dato relevante conforme mayor sea la superficie de estudio, ya que supone una mayor ocupación.

La carga sensible generada por personas se calcula con la expresión que a continuación se muestra:

$$Q_{s.ocupacion} = Q_{sp} \cdot N$$

*Ecuación 3.1.7*

$Q_{ocupación}$ , es la ganancia interna de carga sensible debida a la ocupación del local.

$Q_{sp}$ , es el calor sensible por persona.

$N$ , es el número de personas que se encuentra en el local.

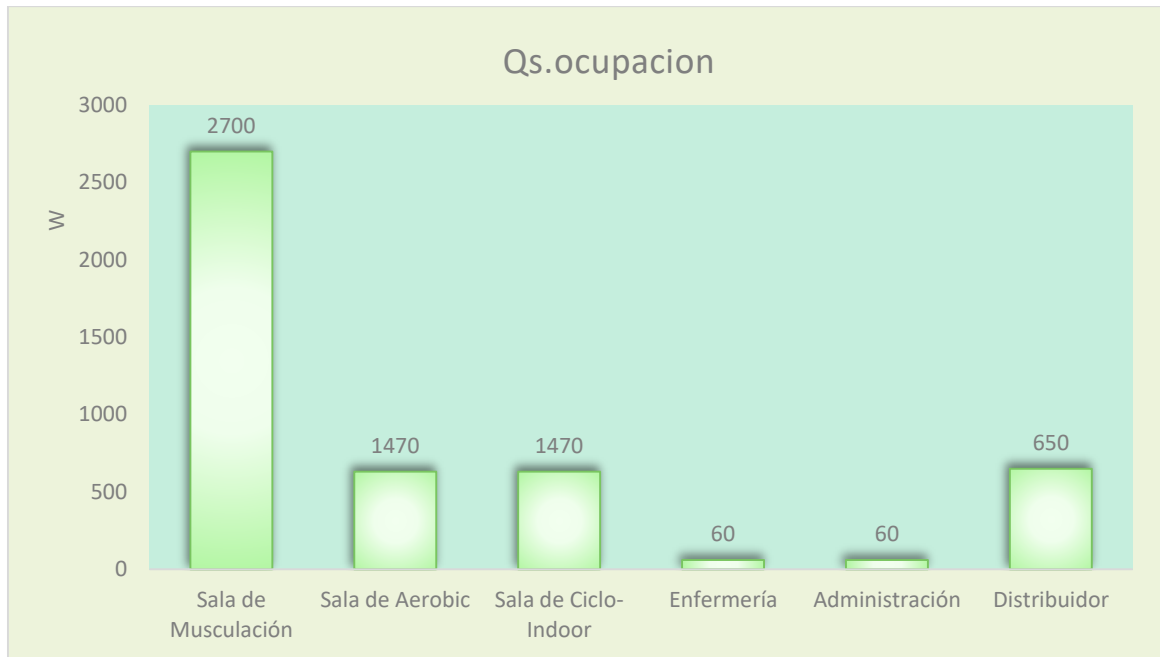
Se debe tener en cuenta que el número de personas que se considera es el que se espera como valor medio, no se utiliza los datos de ocupación máximo ya que no se espera que la instalación se encuentre en ocupación máxima en todo momento, por tanto, se vuelve a tener presente el buen diseño y criterio en los datos de partida.

El calor sensible aportado por persona se encuentra en función de la actividad que se encuentre realizando en ese espacio y en la NTP 323 (guías de buenas prácticas) se encuentra la ilustración.\*

| Cuadro de actividad        | 28°C     |         | 27°C     |         | 26°C     |         | 24°C     |         |
|----------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                            | 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 activ. 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     |

*Ilustración 3.1.1 Calor emitido por persona en función de la actividad que realice dado en Kcal/h*

Se va a suponer una ocupación del 40% en los espacios donde se aplica dicha expresión que es lo que se espera como media anual para la instalación del presente estudio.



*Grafica 3.1.9. Calor Sensible generado por Personas.*

#### 3.1.2.4 Calor Sensible debido a Iluminación

Estas cargas se deben al calor que aportan las fuentes de luz, este calor será sensible ya que modificara las condiciones en la temperatura del interior de la estancia en las que se encuentre. Esta partida dependerá principalmente del tipo de lámparas que se han instalado, en el proyecto que se estudia, son del tipo lámpara incandescente.

La carga sensible debido a la iluminación se consigue a través de la expresión:

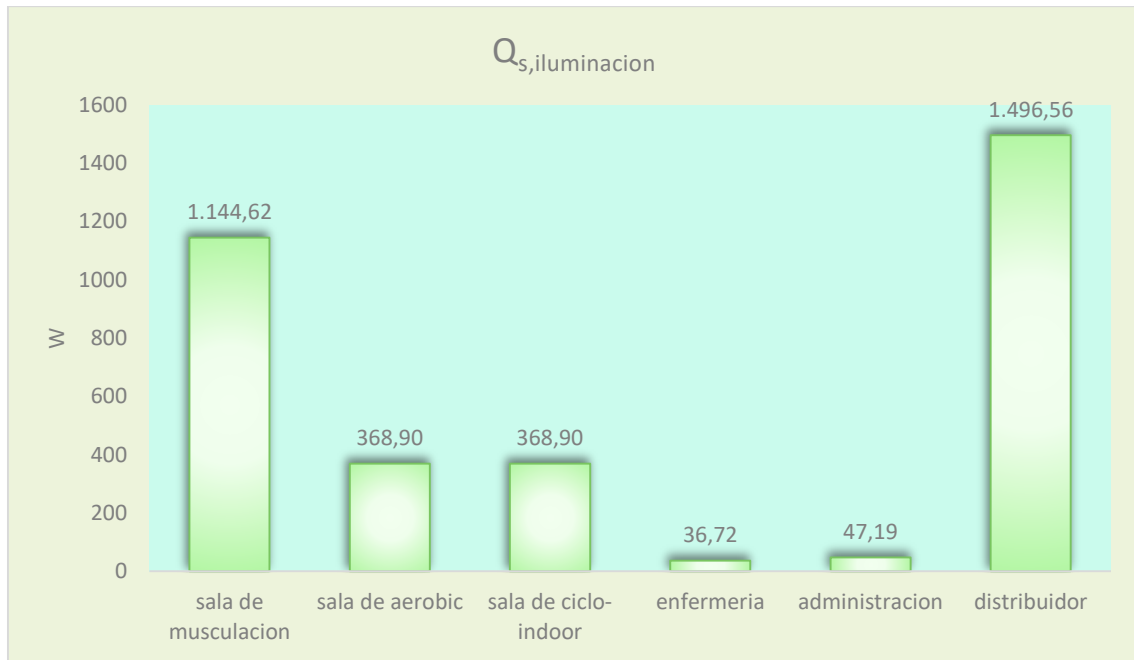
$$Q_{s.iluminacion} = P_{lampara} \cdot 0.86 \text{ (W)}$$

*Ecuación 3.1.8*

$Q_{s.iluminacion}$  es la carga sensible debido a la iluminación en (W).

$P_{lampara}$  es la potencia de la lámpara en (W).

\*Mira esto porque creo que la lámpara da entre metros cuadrados



*Grafica 3.1.10 Calor sensible debido a la Iluminación*

### 3.1.2.5 Calor Sensible por Radiación Solar.

La radiación solar atraviesa las superficies vidriadas e incide sobre las superficies interiores de los locales provocando un aumento en su temperatura.

Las cargas por radiación solar se obtienen a través de la expresión siguiente:

$$Q_{\text{srsolar}} = S \cdot R \cdot f \cdot 1,163 \text{ (W)}$$

*Ecuación 3.1.9*

$Q_{\text{srsolar}}$  es el calor sensible debido a la radiación solar en (W).

R, Transmisión a través de los vidrios (Kcal/h·m<sup>2</sup>).

f, factor de corrección de la ilustración 3 para tener en cuenta otros efectos como persianas.

S, Superficie del cerramiento expuesta a la diferencia de temperatura en (m<sup>2</sup>).

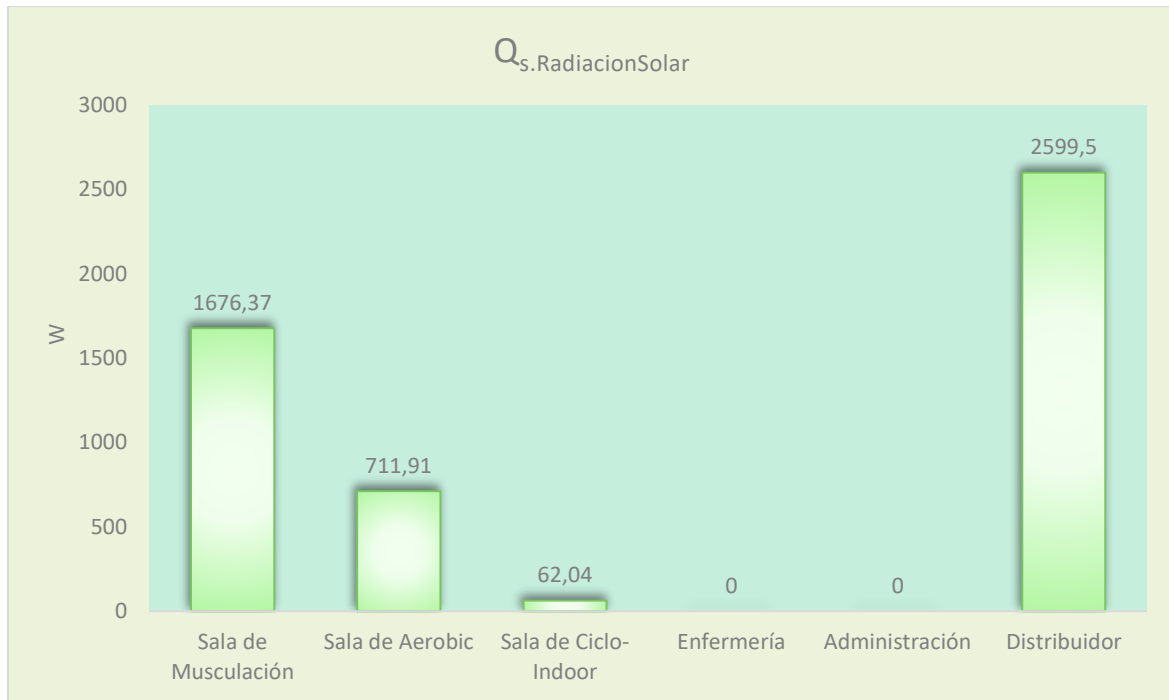


| 0°            |            |            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 0°          |                   |  |
|---------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------------|-------------------|--|
| Latitud Norte |            | Hora solar |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    | 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          | 0          | 122 | 176 | 200 | 211 | 217 | 222 | 217 | 211 | 200 | 176 | 122 | 0  | S           | 22 diciemb<br>bre |  |
|               | NE         | 0          | 322 | 423 | 417 | 360 | 267 | 143 | 54  | 38  | 35  | 29  | 16  | 0  | SE          |                   |  |
|               | E          | 0          | 314 | 398 | 366 | 252 | 116 | 38  | 38  | 38  | 35  | 29  | 16  | 0  | E           |                   |  |
|               | SE         | 0          | 100 | 113 | 73  | 40  | 38  | 38  | 38  | 38  | 35  | 29  | 16  | 0  | NE          |                   |  |
|               | S          | 0          | 16  | 29  | 35  | 38  | 38  | 38  | 38  | 38  | 35  | 29  | 16  | 0  | N           |                   |  |
|               | SO         | 0          | 16  | 29  | 35  | 38  | 38  | 38  | 38  | 40  | 73  | 113 | 100 | 0  | NO          |                   |  |
|               | O          | 0          | 16  | 29  | 35  | 38  | 38  | 38  | 116 | 252 | 366 | 398 | 314 | 0  | O           |                   |  |
|               | NO         | 0          | 16  | 29  | 35  | 38  | 54  | 143 | 267 | 360 | 417 | 423 | 322 | 0  | SO          |                   |  |
|               | Horizontal | 0          | 75  | 235 | 398 | 588 | 588 | 612 | 588 | 518 | 398 | 235 | 75  | 0  | Horizontal  |                   |  |

Ilustración 3.1.2. Radiación solar a través de vidrios.

| Tipo de vidrio                     | Sin Pantalla | Persiana interna con lamas horizontales a 45°<br>(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         |                                                                                         |             |              |

Ilustración 3.1.3. Factor de corrección f



*Grafica 3.1.11 Calor Sensible por Radiación Solar.*

#### 3.1.2.6 Calor Latente por Ventilación.

El aporte de aire exterior a la instalación supone una modificación tanto para la temperatura como para la humedad absoluta del aire que se encuentra en el interior, en esta sección se estudiara la carga latente debido la ventilación, o lo que es lo mismo, la modificación en su humedad.

La carga latente por ventilación se determina con la expresión siguiente:

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

*Ecuación 3.1.10*

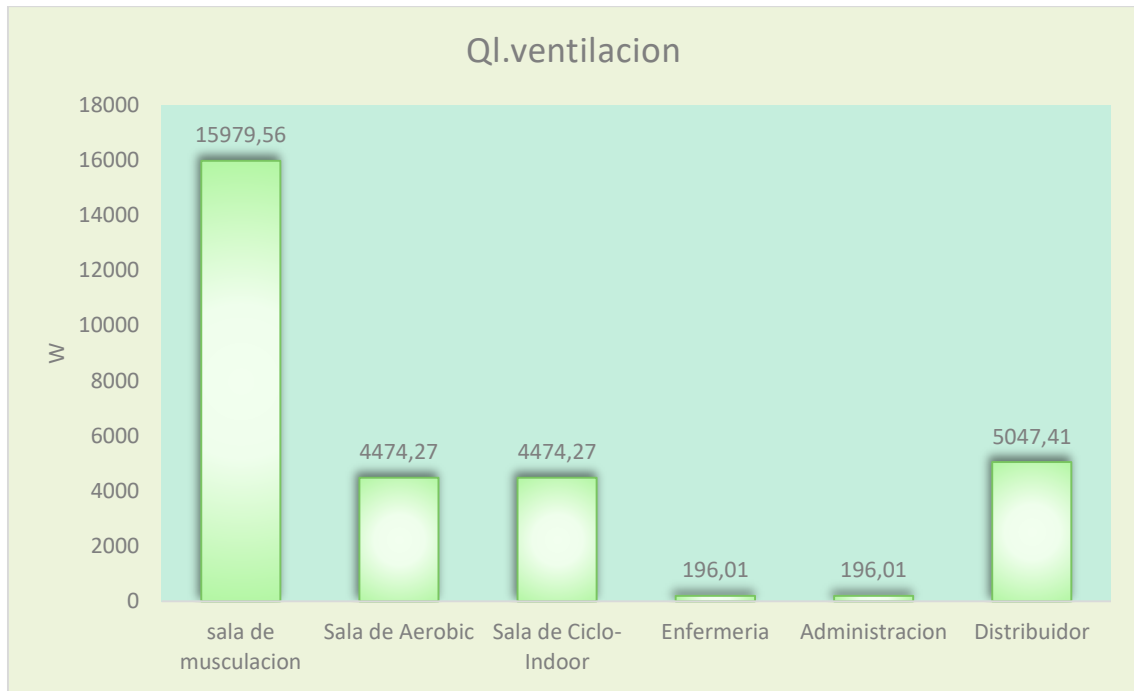
$Q_{ventilacion}$  = Carga latente por ventilación en (W).

$C_p$ , Calor específico del aire para la temperatura exterior (J/ Kg °C).

$\rho$ , es la densidad del aire a la temperatura exterior (Kg/m³).

$\Delta w$  = Diferencia de humedad absolutas entre el aire exterior y el aire interior en (g/Kg)

$Q_{renovacion}$ , es el caudal que introducimos en (m³/h).



*Grafica 3.1.11. Calor Latente por Ventilación.*

### 3.1.2.7 Calor Latente debido a Infiltraciones de aire exterior.

Estas cargas se deben al flujo de aire que se introduce en el edificio a través de intersticios tales como puertas y ventanas, y como consecuencia, una modificación en las condiciones de humedad en su interior.

La carga sensible debida a las infiltraciones se calcula por el mismo procedimiento que las cargas sensibles por la misma cuestión.

$$Q_{l.infiltraciones} = V_{infiltracion} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (w_{ext} - w_{int})$$

*Ecuación 3.1.11*

$Q_{l.infiltraciones}$  es la carga latente debido a las infiltraciones en (W).

$V_{infiltracion}$  es el caudal de aire infiltrado en (m<sup>3</sup>/h).

$\rho$ , es la densidad del aire a la temperatura exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

$C_p$ , Calor especifico del aire para la temperatura exterior (J/ Kg °C).

$w_{ext}$  es la humedad absoluta en el aire exterior en

$w_{int}$  es la humedad absoluta en el aire interior en

Para el cálculo del volumen de aire infiltrado usaremos la siguiente expresión:

$$V_{\text{infiltracion}} = V_{\text{permeabilidad}} \cdot A$$

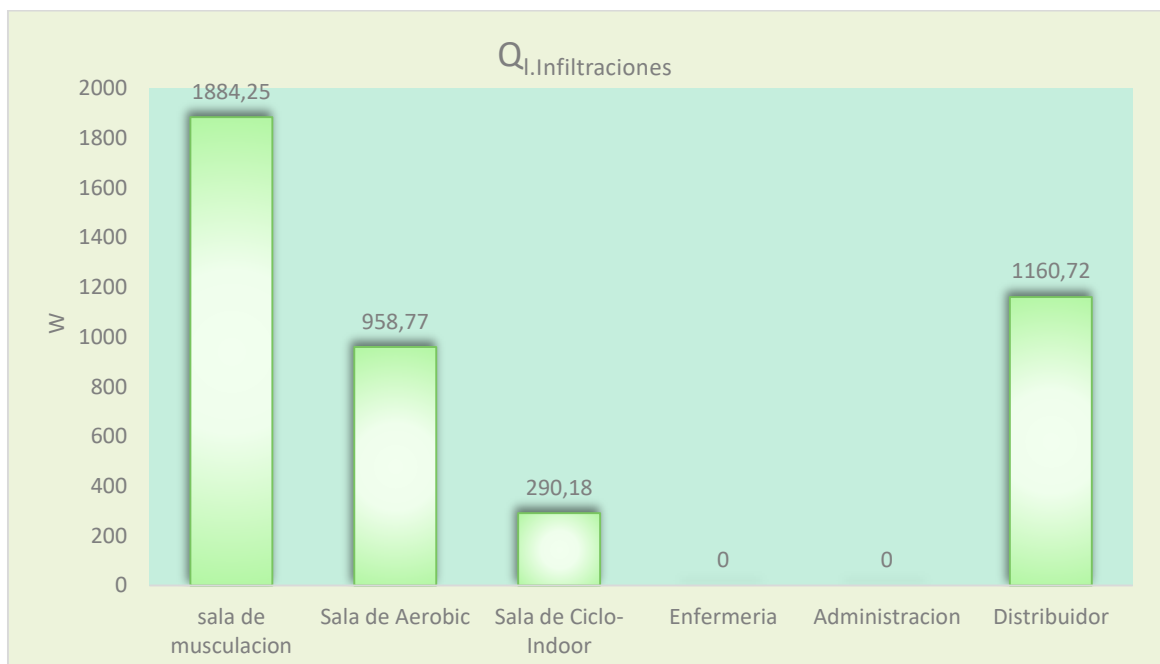
*Ecuación 3.1.12*

$V_{\text{infiltracion}}$  es el caudal de aire infiltrado en (m<sup>3</sup>/h)

$V_{\text{permeabilidad}}$  es la permeabilidad al aire límite en (m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup>).

A es el área del cerramiento en (m<sup>2</sup>).

La  $V_{\text{permeabilidad}}$  se encuentra calculada en el apartado “Calor sensible debido a las infiltraciones de aire exterior” dentro de la sección 4.1.1 “Cargas Térmicas para Refrigeración”.



*Grafica 3.1.12. Calor Latente por Infiltraciones de aire exterior.*

### 3.1.2.8 Calor Latente generado por Personas.

Las personas que se encuentran en cada una de las zonas que componen la instalación se encuentran respirando, lo que supone un aporte de vapor de agua que aumentara la humedad relativa del aire y como consecuencia una transferencia de calor

entre el local y la persona, será un dato relevante conforme mayor sea la superficie de estudio, ya que supone una mayor ocupación.

También dependiendo de la actividad que se encuentren realizando puede existir una evaporación cutánea, como en el caso de las zonas deportivas, aportando un calor importante en los meses de verano.

La carga sensible generada por personas se calcula con la expresión que a continuación se muestra:

$$Q_{l.ocupacion} = Q_{sp} \cdot N$$

*Ecuación 3.1.13*

$Q_{l.ocupación}$ , es la ganancia interna de carga latente debida a la ocupación del local en (W)

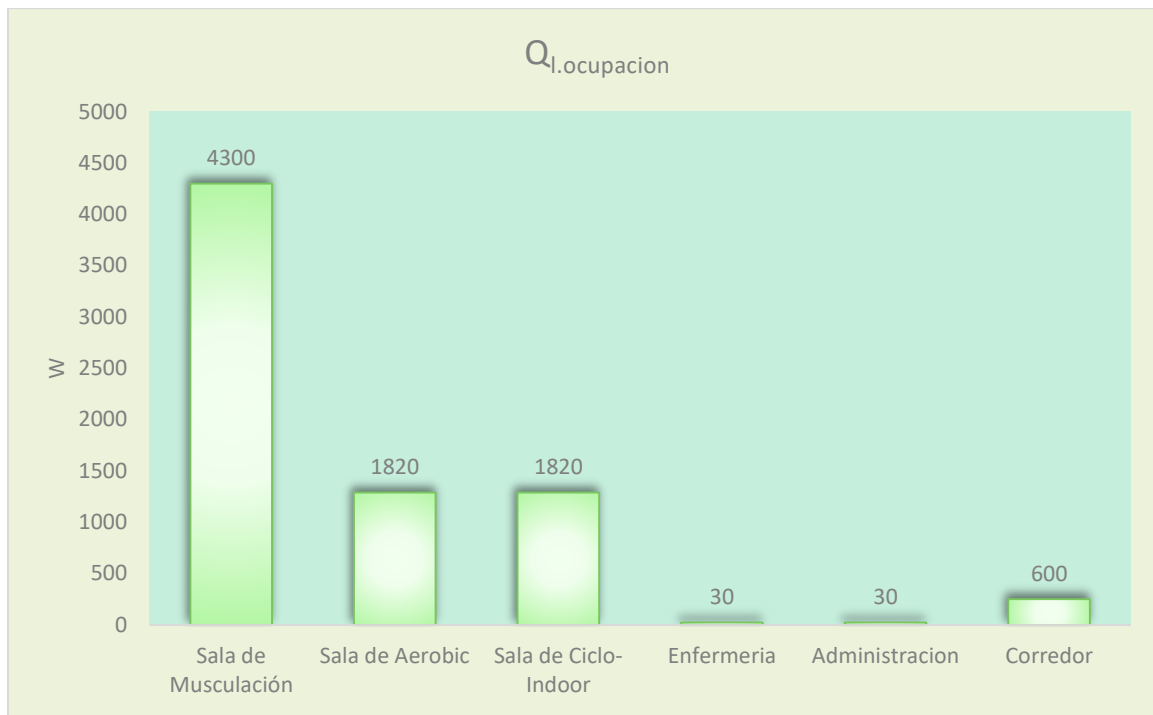
$Q_{lp}$ , es el calor latente por persona en (W)

$N$ , es el número de personas que se encuentra en el local.

El calor sensible aportado por persona se encuentra en función de la actividad que se encuentre realizando en ese espacio y en la NTP 323 (guías de buenas prácticas) se encuentra la tabla X.\*

| Cuadro de actividad       | 28°C     |         | 27°C     |         | 26°C     |         | 24°C     |         |
|---------------------------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                           | 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     |

*Ilustración 3.1.4. Calor emitido sensible por persona en función de la actividad que realice dado en Kcal/h.*



*Grafica 3.1.13. Calor Latente generado por personas.*

#### 3.1.2.9 Calor sensible a través de cerramientos

En éste apartado consideraremos los cerramientos que envuelven cada estancia, la expresión para calcular el calor sensible a través de paredes, viene dada por:

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

*Ecuación 3.1.14*

S: Superficie del elemento (m<sup>2</sup>)

U: Transmitancia del cerramiento (W/m<sup>2</sup>·K)

Δt: Salto térmico en °C

La transmitancia del cerramiento se encuentra recogido en Anexos en su epígrafe 5.7 “Descripción de materiales y elementos constructivos”

### Apéndice 3.1 A. Calculo de las Cargas Térmicas de Refrigeración.

#### *Sala de Musculación.*

La sala de musculación se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica.

A continuación se muestran las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para refrigeración.

|                     | T.interior | H.R | T.exterior | H.R  | w.exterior | w.interior |
|---------------------|------------|-----|------------|------|------------|------------|
| Sala de Musculación | 22,5 °C    | 50% | 36 °C      | 49 % | 0,0184     | 0,0084     |

*Tabla 3.1.A.1 Condiciones climatológicas para Sala de Musculación*

#### Carga Sensible debido a Ventilación

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Musculación |                        |
|---------------------|------------------------|
| $Q_{renovacion}$    | 0,60 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$          | 13,5 °C                |
| $C_p$               | 1.012 J/ kg °C         |
| $\rho$              | 1,18 Kg/m <sup>3</sup> |
| $Q_{s.ventilacion}$ | <b>9.672,69 W</b>      |

*Tabla 3.1.A.2. Carga sensible a través de ventilación en sala de musculación en W.*

La carga sensible por ventilación de 9.672,69 W, carga que se encuentra en un valor elevado, lo que hace pensar que es necesario un recuperador de calor para que el aire exterior sea previamente enfriado, debido al aire interior que ya se encuentra en condiciones de confort.

Además el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios considera la recuperación a partir de 0,5 m<sup>3</sup>/s de aire expulsado.

En el Apéndice 5.1.C “Recuperador de Calor” se describe el ahorro de energía gracias al recuperador de calor.

### Carga Sensible debido a las Infiltraciones de aire exterior.

En la sala de musculación tenemos elementos tales como ventanas y puertas que proporcionan una carga sensible debido a dichas infiltraciones.

$$Q_{s.infiltraciones} = \frac{V_{infiltracion} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{ext} - T_{int})}{V_{infiltracion} = V_{permeabilidad} \cdot A}$$
$$Q_{s.infiltraciones} = V_{permeabilidad} \cdot A \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

$$V_{permeabilidad} = 0,005$$

$$A = 14,15$$

| Sala de Musculación    |                                        |
|------------------------|----------------------------------------|
| $V_{permeabilidad}$    | 0,005 m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> |
| $\Delta T$             | 13,5 °C                                |
| $C_p$                  | 1.012 J/ kg °C                         |
| $\rho$                 | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>                 |
| $A$                    | 14,15 m <sup>2</sup>                   |
| $V_{infiltracion}$     | 0,070 m <sup>3</sup> /s                |
| $Q_{s.infiltraciones}$ | <b>1.140,57 W</b>                      |

Tabla 3.1.A.3 Carga sensible a través de infiltraciones en sala de musculación en W

### Carga Sensible debido a la transmisión por Cerramientos.

$$Q_{transmision} = 0,864 \cdot U \cdot S \cdot DTE \text{ (W)}$$

|                                       | Á(m <sup>2</sup> ) | U (W/m <sup>2</sup> °C) | DTE (°C) | Q <sub>cerramiento</sub> (W) |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|----------|------------------------------|
| Muro Norte                            | 48,19              | 0,26                    | 12,28    | 132,93                       |
| Muro Oeste                            | 60,78              | 0,26                    | 31,46    | 429,54                       |
| <b>Q<sub>Cerramientos.Total</sub></b> |                    |                         |          | <b>562,47</b>                |

Tabla 3.1.A.4. Carga sensible debido a la transmisión por cerramientos en sala de musculación en W.



#### Carga Sensible generado por Personas.

$$Q_{s.ocupacion} = Q_{sp} \cdot N \text{ (W)}$$

|                     | $Q_{sp} \text{ (W)}$ | $N \text{ (personas)}$ | $Q_{s.ocupacion} \text{ (W)}$ |
|---------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|
| Sala de Musculación | 135                  | 20                     | 2.700                         |

Tabla 3.1.A.5. Carga sensible generado por personas en Sala de Musculación en W.

#### Carga Sensible debido a la Iluminación.

En esta partida se ha utilizado iluminación del tipo LED, que nos proporciona un mayor ahorro de energía cuando se necesita de ellas sin ninguna interrupción. Aparte debemos de tener en cuenta que hemos considerado que nuestras instalaciones se encuentren con una potencia de 8 W/m<sup>2</sup>.

$$Q_{s.iluminacion} = P_{lampara} \cdot 0.86$$

|                     | $A \text{ (m}^2\text{)}$ | $P_{lamparas} \text{ (W/m}^2\text{)}$ | $Q_{s.iluminacion} \text{ (W)}$ |
|---------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| Sala de Musculación | 262,39                   | 5,08                                  | 1.144,62                        |

Tabla 3.1.A.6 Carga sensible debido a la iluminación en Sala de Musculación en W

#### Carga Sensible debido a la Radiación Solar.

Esta sala tiene una 3 ventanas con lo que la superficie total es de 10,80 se encuentran orientadas al oeste por lo que la transmisión máxima que tenemos para el 21 de Junio es de 398. Aplicando el factor de corrección para un vidrio doble de color medio de 0,39.

$$Q_{s.solar} = S \cdot R \cdot f \cdot 1,163 \text{ (W)}$$

|          | $\dot{A} \text{ (m}^2\text{)}$ | $R$ | $f$  | $Q_{s.rad.solar} \text{ (W)}$ |
|----------|--------------------------------|-----|------|-------------------------------|
| Ventanas | 10,80                          | 398 | 0,39 | 1.676,37                      |

Tabla 3.1.A.7 Carga sensible debido a la radiación solar en Sala de Musculación en W.

### Carga Latente debido a la Ventilación.

$$Q_{l.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Musculación                   |                                             |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| $Q_{renovacion}$                      | 0,60 m <sup>3</sup> /s                      |
| $\Delta w$                            | 0,01 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_{l,agua}$                          | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                 |
| $\rho$                                | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>     |
| <b><math>Q_{l.ventilacion}</math></b> | <b>15.979,56 W</b>                          |

Tabla 3.1.A.8 Carga latente a través de ventilación en sala de musculación en W.

### Carga Latente debido a Infiltraciones de aire exterior

$$Q_{l.infiltraciones} = V_{infiltracion} \cdot p \cdot C_{l,agua} \cdot (w_{ext} - w_{int})$$

$$V_{infiltracion} = V_{permeabilidad} \cdot A$$

$$Q_{s.infiltraciones} = V_{permeabilidad} \cdot A \cdot p \cdot C_{l,agua} \cdot (w_{ext} - w_{int})$$

| Sala de Musculación                      |                                             |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $V_{permeabilidad}$                      | 0,005 m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup>      |
| $\Delta w$                               | 0,01 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_{l,agua}$                             | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                 |
| $\rho$                                   | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>                      |
| $A$                                      | 14,15 m <sup>2</sup>                        |
| $V_{infiltracion}$                       | 0,070 m <sup>3</sup> /s                     |
| <b><math>Q_{l.infiltraciones}</math></b> | <b>1.884,25 W</b>                           |

Tabla 3.1.A.9 Carga sensible a través de infiltraciones en sala de musculación en W

### Carga Latente generado por Personas.

$$Q_{l.ocupacion} = Q_{sp} \cdot N \text{ (W)}$$

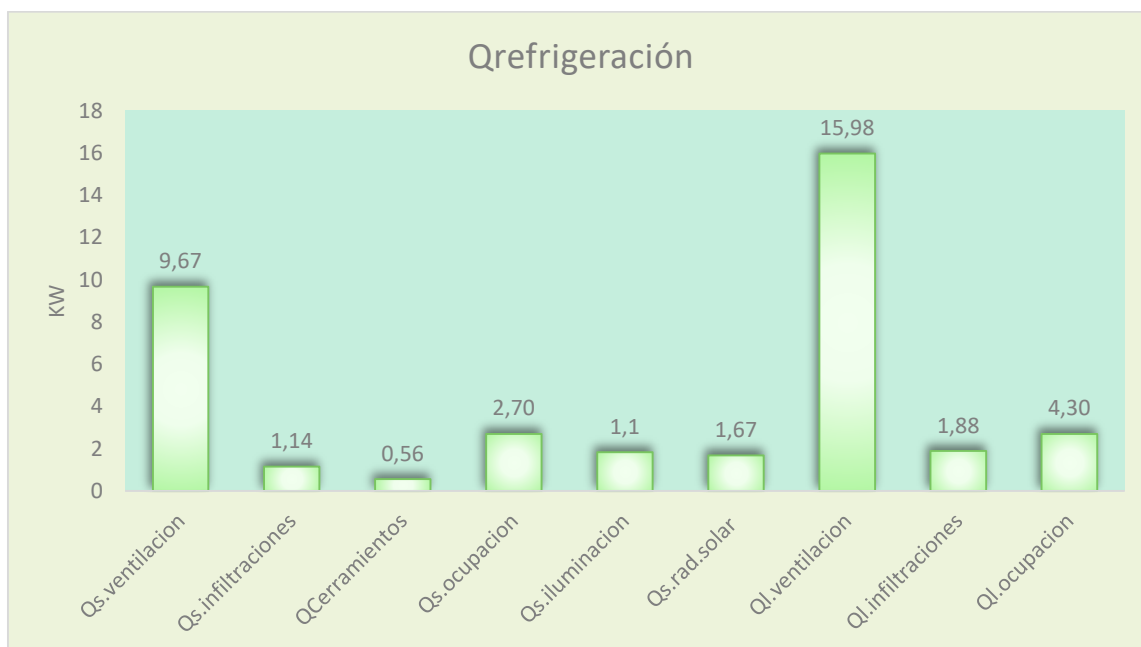
|                     | $Q_{lp}$ (W) | N (personas) | $Q_{l.ocupacion}$ (W) |
|---------------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Sala de Musculación | 215          | 20           | 4.300                 |

*Tabla 3.1.A.10 Carga latente generado por personas en Sala de Musculación*

A continuación se muestra la Tabla 5.1.A.10, donde se muestran todos los datos registrados y calculados anteriormente.

| Sala de Musculación                   |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$                   | 9.672,69 W         |
| $Q_{s.infiltraciones}$                | 1.140,57 W         |
| $Q_{s.cerramientos}$                  | 562,47 W           |
| $Q_{s.ocupacion}$                     | 2.700 W            |
| $Q_{s.iluminacion}$                   | 1.144,62 W         |
| $Q_{s.rad.solar}$                     | 1.676,37 W         |
| $Q_{l.ventilacion}$                   | 15.979,56 W        |
| $Q_{l.infiltraciones}$                | 1.884,25 W         |
| $Q_{l.ocupacion}$                     | 4.300 W            |
| <b><math>Q_{refrigeracion}</math></b> | <b>39.060,53 W</b> |

*Tabla 3.1.A.10 Resumen de Cargas para Refrigeración en Sala de Musculación*



*Grafica 3.1.A.1 Resumen de Cargas Térmicas para Refrigeración en Sala de Musculación.*

### Sala de Aerobic.

La sala de aerobic se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica.

A continuación se muestran los parámetros de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para refrigeración.

|                 | T.interior | H.R | T.exterior | H.R  | w.exterior | w.interior |
|-----------------|------------|-----|------------|------|------------|------------|
| Sala de Aerobic | 22,5 °C    | 50% | 36 °C      | 49 % | 0,0184     | 0,0084     |

*Tabla 3.1.A.11. Condiciones climatológicas para Sala de Aerobic*

### Carga Sensible a través de la ventilación.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Aerobic     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| $Q_{renovacion}$    | 0,168 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$          | 13,5 °C                 |
| $C_p$               | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$              | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{s.ventilacion}$ | <b>2.708,35 W</b>       |

*Tabla 3.1.A.12. Carga sensible a través de ventilación en sala de aerobic en W.*

### Carga Sensible a través de las infiltraciones.

En la sala de aerobic tenemos elementos tales como ventanas y puertas que proporcionan una carga sensible debido a dichas infiltraciones.

Esta partida de cargas es más relevantes donde existan cerramientos exteriores.

$$Q_{s.infiltraciones} = \frac{V_{infiltracion}}{V_{permeabilidad} \cdot A} \cdot p \cdot C_p \cdot (T_{ext} - T_{int})$$
$$V_{infiltracion} = V_{permeabilidad} \cdot A$$
$$Q_{s.infiltraciones} = V_{permeabilidad} \cdot A \cdot p \cdot C_p \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

$$V_{\text{permeabilidad}} = 0,005.$$

$$A = 7,20 \text{ m}^2.$$

| Sala de Aerobic               |                                        |
|-------------------------------|----------------------------------------|
| $V_{\text{permeabilidad}}$    | 0,005 m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> |
| $\Delta T$                    | 13,5 °C                                |
| $C_p$                         | 1.012 J/ kg °C                         |
| $\rho$                        | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>                 |
| $A$                           | 7,20 m <sup>2</sup>                    |
| $V_{\text{infiltracion}}$     | 0,070 m <sup>3</sup> /s                |
| $Q_{s.\text{infiltraciones}}$ | <b>580,36 W</b>                        |

Tabla 3.1.A.13. Carga sensible a través de ventilación en sala de aerobic en W.

Carga Sensible debido a la transmisión por cerramientos.

$$Q_{\text{transmision}} = 0,864 \cdot U \cdot S \cdot DTE \text{ (W)}$$

|                                         | Á(m <sup>2</sup> ) | U (W/m <sup>2</sup> °C) | DTE (°C) | Q <sub>cerramiento</sub> (W) |
|-----------------------------------------|--------------------|-------------------------|----------|------------------------------|
| Muro Sur                                | 19,12              | 0,26                    | 42,74    | 183,57                       |
| Muro Oeste                              | 37,60              | 0,26                    | 31,46    | 265,72                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos.Total</sub></b> |                    |                         |          | <b>449,29</b>                |

Tabla 3.1.A.14. Carga sensible debido a la transmisión por cerramientos en sala de Aerobic en W.

Carga Sensible generado por persona.

$$Q_{s.\text{ocupacion}} = Q_{sp} \cdot N \text{ (W)}$$

|                 | Q <sub>sp</sub> (W) | N (personas) | Q <sub>s.ocupacion</sub> (W) |
|-----------------|---------------------|--------------|------------------------------|
| Sala de Aerobic | 105                 | 14           | 1.470                        |

Tabla 3.1.A.15. Carga sensible generada por personas en sala de aerobic.

Carga Sensible debido a la iluminación.

$$Q_{s.\text{iluminacion}} = P_{\text{lampara}} \cdot 0.86$$

|                 | A (m <sup>2</sup> ) | P <sub>lamparas</sub> (W/m <sup>2</sup> ) | Q <sub>s.iluminacion</sub> (W) |
|-----------------|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Sala de Aerobic | 72,62               | 5,08                                      | 368,90                         |

Tabla 3.1.A.16. Carga sensible debido a la iluminación en sala de aerobic.

Carga Sensible debido a la radiación solar.

Esta sala tiene una 3 ventanas con lo que la superficie total es de 10,80 se encuentran orientadas al oeste y ventana sur por lo que la transmisión máxima que tenemos para el 21 de Junio es de 398. Aplicando el factor de corrección para un vidrio doble de color medio de 0,39.

$$Q_{s.\text{solar}} = S \cdot R \cdot f \cdot 1,163 \text{ (W)}$$

|                                | Á(m <sup>2</sup> ) | R   | f    | Q <sub>s.rad.solar</sub> (W) |
|--------------------------------|--------------------|-----|------|------------------------------|
| Ventana O                      | 3,60               | 398 | 0,39 | 649,87                       |
| Ventana S                      | 3,60               | 38  | 0,39 | 62,04                        |
| Q <sub>s.rad.solar.Total</sub> |                    |     |      | 711,91 W                     |

Tabla 3.1.A.17. Carga sensible debido a la radiación solar en Sala de Aerobic.

Carga latente a través de la ventilación.

$$Q_{l.\text{ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Aerobic            |                                             |
|----------------------------|---------------------------------------------|
| Q <sub>renovacion</sub>    | 0,168 m <sup>3</sup> /s                     |
| Δw                         | 0,01 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| C <sub>l,agua</sub>        | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                 |
| ρ                          | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>     |
| Q <sub>l.ventilacion</sub> | 4.474,27 W                                  |

Tabla 3.1.A.18. Carga latente a través de ventilación en sala de aerobic en W.

Carga latente a través de las infiltraciones.

$$Q_{l.infiltraciones} = V_{infiltracion} \cdot \rho \cdot C_{l,agua} \cdot (w_{ext} - w_{int})$$

$$V_{infiltracion} = V_{permeabilidad} \cdot A$$

$$Q_{s.infiltraciones} = V_{permeabilidad} \cdot A \cdot \rho \cdot C_{l,agua} \cdot (w_{ext} - w_{int})$$

| Sala de Aerobic                          |                                             |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $V_{permeabilidad}$                      | 0,005 m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup>      |
| $\Delta w$                               | 0,01 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_{l,agua}$                             | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                 |
| $\rho$                                   | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>                      |
| $A$                                      | 7,20 m <sup>2</sup>                         |
| $V_{infiltracion}$                       | 0,070 m <sup>3</sup> /s                     |
| <b><math>Q_{l.infiltraciones}</math></b> | <b>958,77 W</b>                             |

Tabla 3.1.A.19 Carga latente a través de infiltraciones en sala de aerobic en W

Carga latente generado por personas

$$Q_{l.ocupacion} = Q_{lp} \cdot N \text{ (W)}$$

|                 | $Q_{lp} \text{ (W)}$ | N (personas) | $Q_{l.ocupacion} \text{ (W)}$ |
|-----------------|----------------------|--------------|-------------------------------|
| Sala de Aerobic | 130                  | 14           | 1.820                         |

Tabla 3.1.A.20 Carga sensible generado por personas en Sala de Aerobic

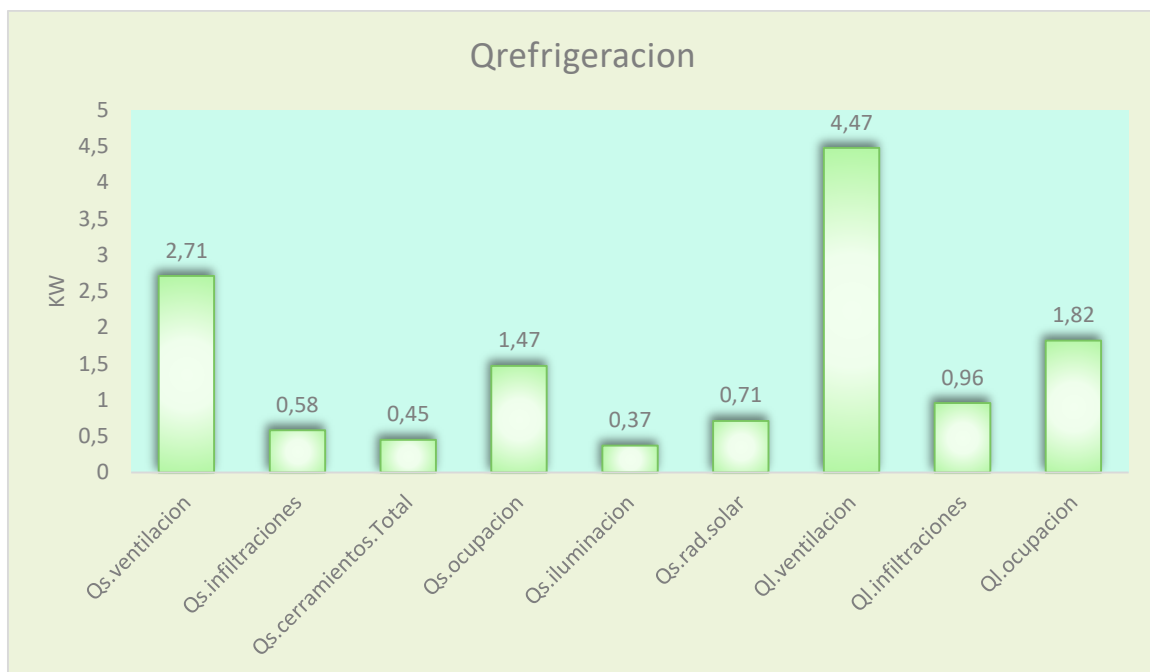
A continuación se muestra la Tabla X, donde se muestran todos los datos registrados y calculados anteriormente.

| Sala de Aerobic            |            |
|----------------------------|------------|
| $Q_{s.ventilacion}$        | 2.708,35 W |
| $Q_{s.infiltraciones}$     | 580,36 W   |
| $Q_{s.cerramientos.Total}$ | 449,29 W   |
| $Q_{s.ocupacion}$          | 1.470 W    |

Tabla 3.1.A.21. Cargas Térmicas para Refrigeración en Sala de Aerobic.

| Sala de Aerobic                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| $Q_{s.iluminacion}$                   | 368,90 W           |
| $Q_{s.rad.solar}$                     | 711,91 W           |
| $Q_{l.ventilacion}$                   | 4.474,27 W         |
| $Q_{l.infiltraciones}$                | 958,77 W           |
| $Q_{l.ocupacion}$                     | 1.820 W            |
| <b><math>Q_{refrigeracion}</math></b> | <b>13.541,85 W</b> |

Tabla 3.1.A.21. Continuación de Cargas Térmicas para Refrigeración en Sala de Aerobic.



Grafica 3.1.A.2. Cargas Térmicas de Refrigeración en Sala de Aerobic

### Sala de Ciclo-Indoor.

La sala de Ciclo-Indoor se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado 2.1.2.1.1 “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente” del presente documento. A continuación se mostraran las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de las cargas térmicas para refrigeración.

|               | T.interior | H.R | T.exterior | H.R  | w.exterior | w.interior |
|---------------|------------|-----|------------|------|------------|------------|
| Sala de Ciclo | 22,5 °C    | 50% | 36 °C      | 49 % | 0,0184     | 0,0084     |

Tabla 3.1.A.22. Condiciones climatológicas para Sala de Ciclo-Indoor.



#### Carga Sensible a través de la ventilación.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Ciclo-Indoor |                         |
|----------------------|-------------------------|
| $Q_{renovacion}$     | 0,168 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$           | 13,5 °C                 |
| $C_p$                | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$               | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{s.ventilacion}$  | <b>2.708,35 W</b>       |

Tabla 3.1.A.23. Carga sensible a través de ventilación en sala de Ciclo-Indoor en W.

#### Carga Sensible debido a la transmisión por cerramientos.

$$Q_{transmision} = 0,864 \cdot U \cdot S \cdot DTE \text{ (W)}$$

|                          | Á(m <sup>2</sup> ) | U (W/m <sup>2</sup> °C) | DTE (°C) | $Q_{cerramiento(W)}$ |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|----------|----------------------|
| Muro Sur                 | 20,93              | 0,26                    | 42,74    | 200,95               |
| $Q_{Cerramientos.Total}$ |                    |                         |          | <b>200,95</b>        |

Tabla 3.1.A.24 Carga sensible debido a la transmisión por cerramientos en sala de Ciclo-Indoor

#### Carga Sensible a través de las infiltraciones.

En la sala de aerobio tenemos elementos tales como ventanas que proporcionan una carga sensible debido a dichas infiltraciones.

Esta partida de carga es más relevante donde existan cerramientos exteriores, si la estancia está rodeada de zonas climatizadas, esta partida es irrelevante.

$$Q_{s.infiltraciones} = V_{infiltracion} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{ext} - T_{int})$$
$$V_{infiltracion} = V_{permeabilidad} \cdot A$$
$$Q_{s.infiltraciones} = V_{permeabilidad} \cdot A \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

$$V_{\text{permeabilidad}} = 0,005.$$

$$A = 3,60 \text{ m}^2.$$

| Sala de Ciclo-Indoor       |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| $V_{\text{permeabilidad}}$ | 0,005 m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> |
| $\Delta T$                 | 13,5 °C                                |
| $C_p$                      | 1.012 J/ kg °C                         |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>                 |
| $A$                        | 3,60 m <sup>2</sup>                    |
| $V_{\text{infiltracion}}$  | 0,070 m <sup>3</sup> /s                |
| $Q_{s.\text{ventilacion}}$ | <b>290,18 W</b>                        |

Tabla 3.1.A.25. Carga sensible a través de ventilación en Sala de Ciclo-Indoor en W.

Carga Sensible generado por persona.

$$Q_{s.\text{ocupacion}} = Q_{sp} \cdot N \text{ (W)}$$

|                      | $Q_{sp} \text{ (W)}$ | $N \text{ (personas)}$ | $Q_{s.\text{ocupacion}} \text{ (W)}$ |
|----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Sala de Ciclo-Indoor | 105                  | 14                     | 1.470                                |

Tabla 3.1.A.26. Carga sensible generada por personas en sala de Ciclo-Indoor

Carga Sensible debido a la iluminación.

$$Q_{s.\text{iluminacion}} = P_{\text{lampara}} \cdot 0.86$$

|                      | $A \text{ (m}^2\text{)}$ | $P_{\text{lamparas}} \text{ (W/m}^2\text{)}$ | $Q_{s.\text{iluminacion}} \text{ (W)}$ |
|----------------------|--------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|
| Sala de Ciclo-Indoor | 72,62                    | 5,08                                         | 368,90                                 |

Tabla 3.1.A.27. Carga sensible debido a la iluminación en sala de Ciclo-Indoor

Carga Sensible debido a la radiación solar.

Esta sala tiene una 3 ventanas con lo que la superficie total es de 10,80 se encuentran orientadas al oeste y ventana sur por lo que la transmisión máxima que tenemos para el 21 de Junio es de 398. Aplicando el factor de corrección para un vidrio doble de color medio de 0,39.

$$Q_{\text{srsolar}} = S \cdot R \cdot f \cdot 1,163 \text{ (W)}$$

|           | Á(m²) | R  | f    | Q <sub>s.rad.solar</sub> (W) |
|-----------|-------|----|------|------------------------------|
| Ventana O | 3,60  | 38 | 0,39 | 62,04 W                      |

Tabla 3.1.A.28. Carga sensible debido a la radiación solar en sala de Ciclo-Indoor

Carga latente a través de la ventilación.

$$Q_{\text{l.ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Ciclo-Indoor       |                                             |
|----------------------------|---------------------------------------------|
| Q <sub>renovacion</sub>    | 0,168 m³/s                                  |
| Δw                         | 0,01 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| C <sub>p</sub>             | 2257 KJ/kg <sub>agua</sub>                  |
| ρ                          | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m³                 |
| Q <sub>l.ventilacion</sub> | 4.474,27 W                                  |

Tabla 3.1.A.29. Carga latente a través de ventilación en Sala de Ciclo-Indoor en W.

Carga latente a través de las infiltraciones.

En la sala de Ciclo-Indoor se tienen elementos tales como ventanas y puertas que proporcionan una carga sensible debido a dichas infiltraciones.

$$Q_{\text{l.infiltraciones}} = V_{\text{infiltracion}} \cdot p \cdot C_{\text{l,agua}} \cdot (w_{\text{ext}} - w_{\text{int}})$$

$$V_{\text{infiltracion}} = V_{\text{permeabilidad}} \cdot A$$

$$Q_{\text{s.infiltraciones}} = V_{\text{permeabilidad}} \cdot A \cdot p \cdot C_{\text{l,agua}} \cdot (w_{\text{ext}} - w_{\text{int}})$$

| Sala de Ciclo-Indoor       |               |
|----------------------------|---------------|
| V <sub>permeabilidad</sub> | 0,005 m³/s m² |
| ΔT                         | 0,01          |
| C <sub>p</sub>             | 1012 J/ kg °C |
| ρ                          | 1,18 Kg/m³    |
| A                          | 3,60 m²       |

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| $V_{\text{infiltracion}}$  | 0,070 m <sup>3</sup> /s |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$ | 290,18 W                |

*Tabla 3.1.A.30 Carga sensible a través de ventilación en sala de Ciclo-Indoor en W*

Carga latente generado por personas.

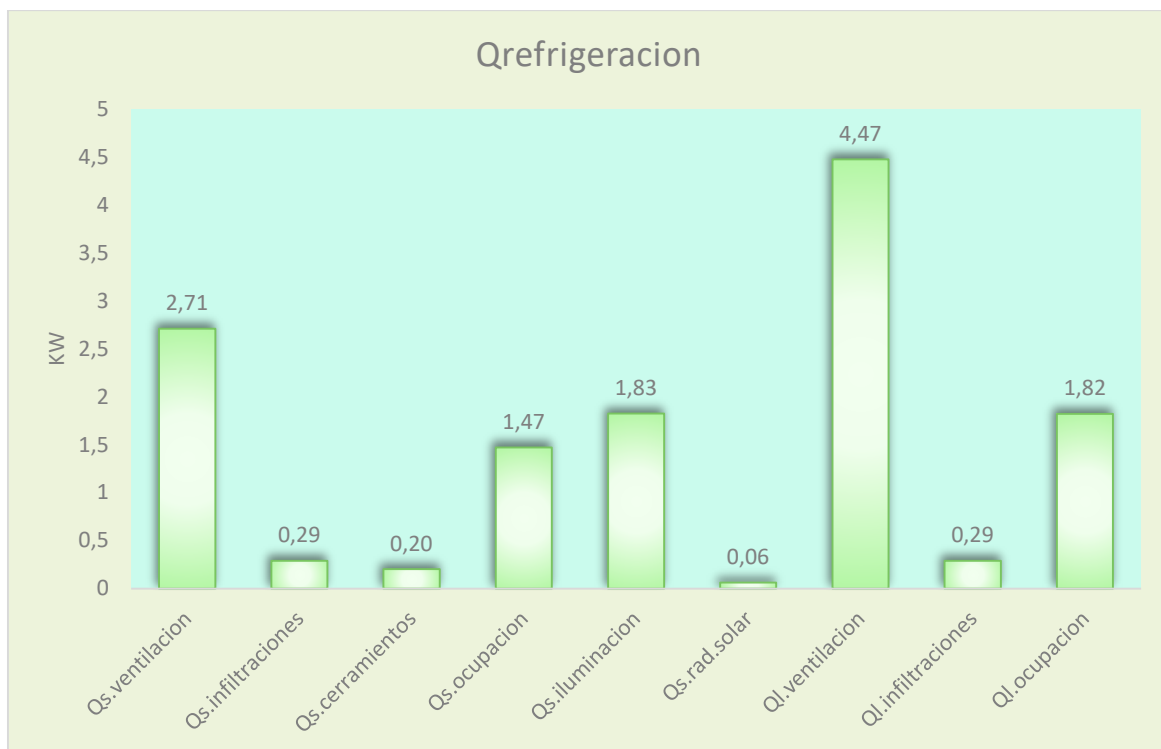
$$Q_{\text{l.ocupacion}} = Q_{\text{lp}} \cdot N \text{ (W)}$$

|                   | $Q_{\text{lp}} \text{ (W)}$ | $N \text{ (personas)}$ | $Q_{\text{l.ocupacion}} \text{ (W)}$ |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Sala Ciclo-Indoor | 130                         | 14                     | 1.820                                |

*Tabla 3.1.A.31 Carga sensible generado por personas en Sala de Ciclo-Indoor*

| Sala de Ciclo-Indoor                         |                    |
|----------------------------------------------|--------------------|
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$                   | 2.708,35 W         |
| $Q_{\text{s.infiltraciones}}$                | 290,18 W           |
| $Q_{\text{s.cerramientos}}$                  | 200,95 W           |
| $Q_{\text{s.ocupacion}}$                     | 1470 W             |
| $Q_{\text{s.iluminacion}}$                   | 1.826,23 W         |
| $Q_{\text{s.rad.solar}}$                     | 62,04 W            |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$                   | 4.474,27 W         |
| $Q_{\text{l.infiltraciones}}$                | 290,18 W           |
| $Q_{\text{l.ocupacion}}$                     | 1.820 W            |
| <b><math>Q_{\text{refrigeracion}}</math></b> | <b>11.684,87 W</b> |

*Tabla 3.1.A.32. Cargas Térmicas de Refrigeración en Sala de Ciclo-Indoor.*



*Grafica 3.1.A.3 Cargas Térmicas de Refrigeración para Sala de Ciclo-Indoor.*

### Enfermería

La sala de Enfermería se encuentra catalogada en espacios con una actividad metabólica normal, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación se muestran los parámetros característicos de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para refrigeración.

|            | T.interior | H.R | T.exterior | H.R  | w.exterior | w.interior |
|------------|------------|-----|------------|------|------------|------------|
| Enfermería | 24 °C      | 50% | 36 °C      | 49 % | 0,0184     | 0,0092     |

*Tabla 3.1.A.33. Condiciones climatológicas para Enfermería.*

### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Enfermería         |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$    | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                 | 12,0 °C                 |
| $C_p$                      | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$ | 114,63 W                |

Tabla 3.1.A.34. Carga sensible a través de ventilación en Enfermería.

#### Carga sensible debido a las infiltraciones de aire exterior.

Esta partida de carga se supone irrelevante ya que la sala de enfermería se encuentra con un alrededor climatizado, aun siendo meticulosos existirían unas infiltraciones de aire exterior que provienen de la cubierta. No se han tenido en cuenta debido a su valor irrisorio en comparación al resto de cargas de dicha estancia.

#### Carga Sensible generado por persona.

$$Q_{\text{s.ocupacion}} = Q_{\text{sp}} \cdot N \text{ (W)}$$

|            | $Q_{\text{sp}}$ (W) | N (personas) | $Q_{\text{s.ocupacion}}$ (W) |
|------------|---------------------|--------------|------------------------------|
| Enfermería | 60                  | 1            | 60                           |

Tabla 3.1.A.35. Carga sensible generado por persona en Enfermería

#### Carga Sensible debido a la iluminación.

$$Q_{\text{s.iluminacion}} = P_{\text{lampara}} \cdot 0.86$$

|            | A (m <sup>2</sup> ) | $P_{\text{lamparas}}$ (W/m <sup>2</sup> ) | $Q_{\text{s.iluminacion}}$ (W) |
|------------|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Enfermería | 7,23                | 5,08                                      | 36,72                          |

Tabla 3.1.A.36. Carga sensible debido a la iluminación en Enfermería

#### Carga latente a través de la ventilación.

$$Q_{\text{l.ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Enfermería         |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$    | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta w$                 | 0,0092 Kg/Kg            |
| $C_p$                      | 2.257 J/ kg °C          |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$ | <b>196,01 W</b>         |

*Tabla 3.1.A.37. Carga latente a través de ventilación en Enfermería.*

Carga latente generado por personas.

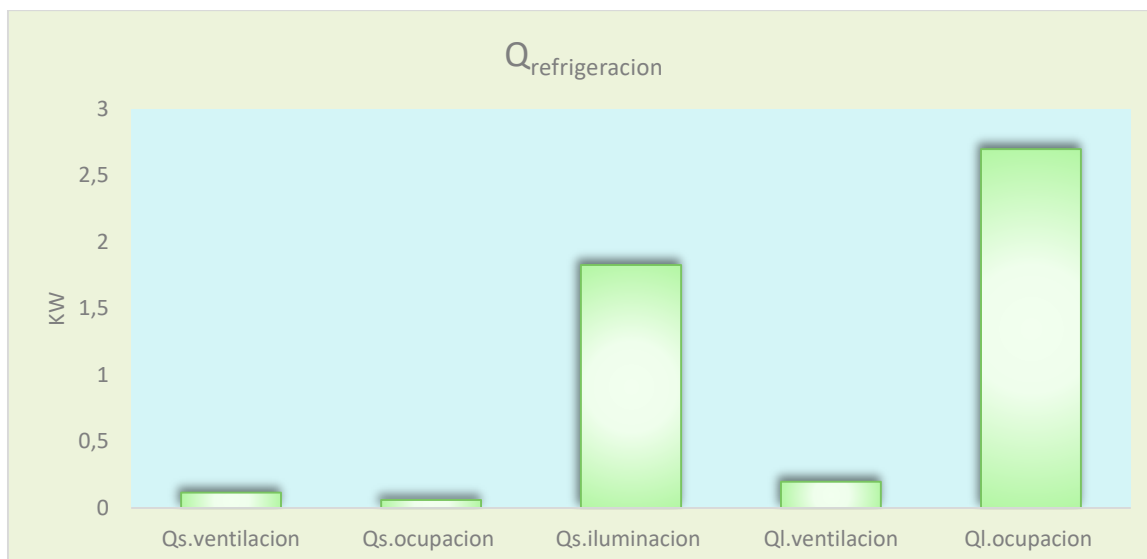
$$Q_{\text{l.ocupacion}} = Q_{\text{lp}} \cdot N \text{ (W)}$$

|            | $Q_{\text{lp}} \text{ (W)}$ | N (personas) | $Q_{\text{l.ocupacion}} \text{ (W)}$ |
|------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Enfermería | 30                          | 1            | 30                                   |

*Tabla 3.1.A.38. Carga sensible generado por personas en Enfermería*

| Enfermería                 |                 |
|----------------------------|-----------------|
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$ | 114,63 W        |
| $Q_{\text{s.ocupacion}}$   | 60,00 W         |
| $Q_{\text{s.iluminacion}}$ | 36,72 W         |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$ | 196,01 W        |
| $Q_{\text{l.ocupacion}}$   | 30,00 W         |
| $Q_{\text{refrigeracion}}$ | <b>437,36 W</b> |

*Tabla 3.1.A.39. Cargas Térmicas de Refrigeración en Enfermería.*



*Grafica 3.1.A.4. Cargas Térmicas de Refrigeración en Enfermería.*

### *Administración*

La sala de Administración se encuentra catalogada en espacios con una actividad metabólica normal, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación se muestran las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

En este espacio las cargas sensibles por radiación solar no se han tenido en cuenta debido a la no existencia de ventanas que den al exterior.

Tampoco se han tenido en cuenta las cargas debido a las infiltraciones ya que es un espacio que se encuentra rodeado por estancias climatizadas, por lo tanto, estas cargas son nulas.

|                | T.interior | H.R | T.exterior | H.R  | w.exterior | w.interior |
|----------------|------------|-----|------------|------|------------|------------|
| Administración | 24 °C      | 50% | 36 °C      | 49 % | 0,0184     | 0,0092     |

*Tabla 3.1.A.40 Condiciones climatológicas para Administración*

### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$



| Sala de Administración     |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$    | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                 | 12,0 °C                 |
| $C_p$                      | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$ | <b>114,63 W</b>         |

*Tabla 3.1.A.41. Carga sensible a través de ventilación en Administración.*

Carga Sensible generado por persona.

$$Q_{\text{s.ocupacion}} = Q_{\text{sp}} \cdot N \text{ (W)}$$

|                | $Q_{\text{sp}}$ (W) | N (personas) | $Q_{\text{s.ocupacion}}$ (W) |
|----------------|---------------------|--------------|------------------------------|
| Administración | 60                  | 1            | 60                           |

*Tabla 3.1.A.42. Carga sensible generada por personas en Administración*

Carga Sensible debido a la iluminación.

$$Q_{\text{s.iluminacion}} = P_{\text{lampara}} \cdot 0.86$$

|                     | A (m <sup>2</sup> ) | $P_{\text{lamparas}}$ (W/m <sup>2</sup> ) | $Q_{\text{s.iluminacion}}$ (W) |
|---------------------|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Sala de Musculación | 9,29                | 5,08                                      | 47,19                          |

*Tabla 3.1.A.43. Carga sensible debido a la iluminación en Administración*

Carga latente a través de la ventilación.

$$Q_{\text{l.ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Aerobic            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$    | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta w$                 | 0,0092 Kg/Kg            |
| $C_p$                      | 2257 J/ kg °C           |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$ | 196,01 W                |

*Tabla 3.1.A.44. Carga latente a través de ventilación en Administración*

Carga latente generado por personas.

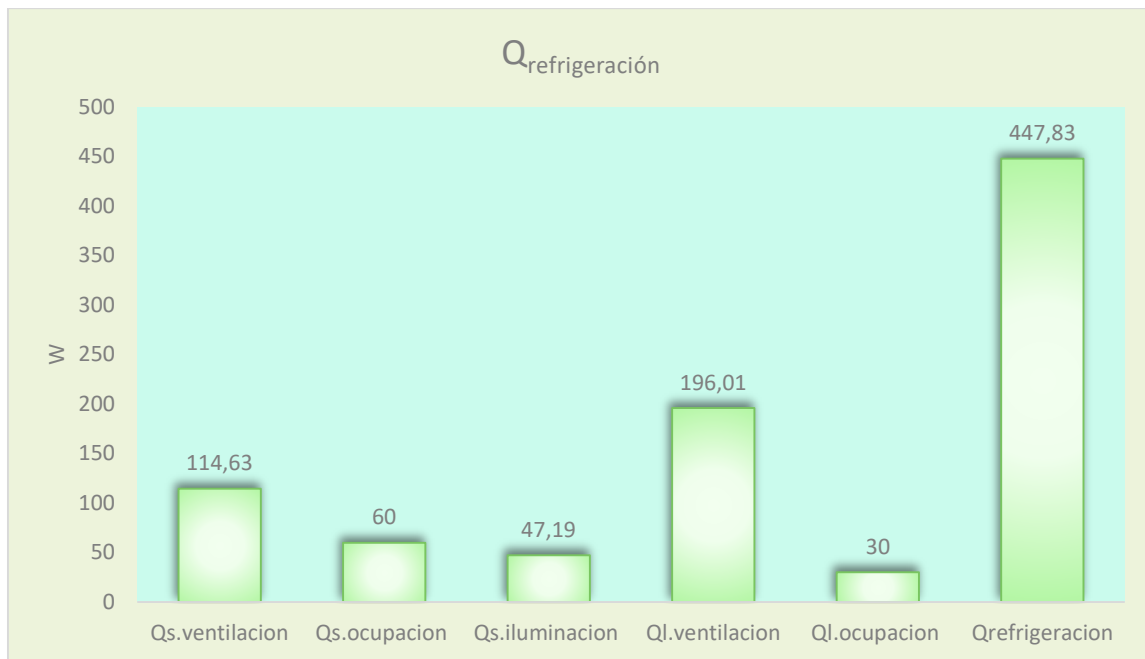
$$Q_{\text{l.ocupacion}} = Q_{\text{lp}} \cdot N \text{ (W)}$$

|                | $Q_{\text{lp}} \text{ (W)}$ | N (personas) | $Q_{\text{l.ocupacion}} \text{ (W)}$ |
|----------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Administración | 30                          | 1            | 30                                   |

*Tabla 3.1.A.45. Carga sensible generado por personas en Administración*

| Administración             |                 |
|----------------------------|-----------------|
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$ | 114,63 W        |
| $Q_{\text{s.ocupacion}}$   | 60,00 W         |
| $Q_{\text{s.iluminacion}}$ | 47,19 W         |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$ | 196,01 W        |
| $Q_{\text{l.ocupacion}}$   | 30,00 W         |
| $Q_{\text{refrigeracion}}$ | <b>447,83 W</b> |

*Tabla 3.1.A.46 Cargas Térmicas de Refrigeración en Administración.*



*Grafica 3.1.A.5 Cargas Térmicas de Refrigeración en Administración*

### *Distribuidor*

El distribuidor se encuentra catalogado en espacios con una actividad metabólica normal, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación se muestran las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para refrigeración.

Este espacio es el que se ha tenido mayor precisión a la hora de su cálculo, ya que es la estancia donde existe un mayor choque térmico debido al ser estancia de entrada al polideportivo.

|              | T.interior | H.R | T.exterior | H.R  | w.exterior | w.interior |
|--------------|------------|-----|------------|------|------------|------------|
| Distribuidor | 24 °C      | 50% | 36 °C      | 49 % | 0,0184     | 0,0092     |

*Tabla 3.1.A.47. Condiciones climatológicas para Circulación.*

### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

El Código Técnico no aparece ninguna ventilación mínima por lo que se ha supuesto una ventilación mínima como si de un espacio de uso no permanente se tratase.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Distribuidor               |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$    | 0,206 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                 | 12,0 °C                 |
| $C_p$                      | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$ | <b>2.951,96 W</b>       |

*Tabla 3.1.A.48. Carga sensible a través de ventilación en Distribuidor.*

#### Carga Sensible a través de las infiltraciones.

En la sala de musculación tenemos elementos tales como ventanas y puerta de emergencia que proporcionan una carga sensible debido a dichas infiltraciones.

$$Q_{\text{s.infiltraciones}} = V_{\text{infiltracion}} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{\text{ext}} - T_{\text{int}})$$

$$V_{\text{infiltracion}} = V_{\text{permeabilidad}} \cdot A$$

$$Q_{\text{s.infiltraciones}} = V_{\text{permeabilidad}} \cdot A \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{\text{ext}} - T_{\text{int}})$$

$$V_{\text{permeabilidad}} = 0,005$$

$$A = 14,40$$

| Distribuidor               |                                        |
|----------------------------|----------------------------------------|
| $V_{\text{permeabilidad}}$ | 0,005 m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> |
| $\Delta T$                 | 12,00 °C                               |
| $C_p$                      | 1.012 J/ kg °C                         |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>                 |
| $A$                        | 14,40 m <sup>2</sup>                   |
| $V_{\text{infiltracion}}$  | 0,070 m <sup>3</sup> /s                |
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$ | <b>1.160,72 W</b>                      |

*Tabla 3.1.A.49. Carga sensible a través de infiltraciones en Distribuidor*

#### Carga Sensible debido a la transmisión por cerramientos.

$$Q_{\text{transmission}} = 0,864 \cdot U \cdot S \cdot DTE \text{ (W)}$$

|                                 | Á(m²) | U (W/m² °C) | DTE (°C) | Q <sub>cerramiento</sub> (W) |
|---------------------------------|-------|-------------|----------|------------------------------|
| Muro Sur                        | 60,61 | 0,26        | 42,74    | 581,92                       |
| Muro Oeste                      | 94,88 | 0,26        | 31,46    | 670,53                       |
| Muro Este                       | 7,57  | 0,26        | 25,84    | 43,94                        |
| Muro Norte                      | 48,31 | 0,26        | 12,28    | 133,26                       |
| Q <sub>Cerramientos.Total</sub> |       |             |          | 1.429,65                     |

*Tabla 3.1.A.50. Carga sensible debido a la transmisión por cerramientos en Distribuidor*

Carga Sensible generado por persona.

$$Q_{s.ocupacion} = Q_{sp} \cdot N \text{ (W)}$$

|              | Q <sub>sp</sub> (W) | N (personas) | Q <sub>s.ocupacion</sub> (W) |
|--------------|---------------------|--------------|------------------------------|
| Distribuidor | 65                  | 10           | 650                          |

*Tabla 3.1.A.51. Carga sensible generado por personas en Distribuidor*

Carga Sensible debido a la iluminación.

$$Q_{s.iluminacion} = P_{lampara} \cdot 0.86$$

|              | A (m²) | P <sub>lamparas</sub> (W/m²) | Q <sub>s.iluminacion</sub> (W) |
|--------------|--------|------------------------------|--------------------------------|
| Distribuidor | 294,60 | 5,08                         | 1.496,56                       |

*Tabla 3.1.A.52. Carga sensible debido a la iluminación.*

Carga Sensible debido a la radiación solar.

Esta sala tiene una 3 ventanas con lo que la superficie total es de 10,80 se encuentran orientadas al oeste y ventana sur por lo que la transmisión máxima que tenemos para el 21 de Junio es de 398. Aplicando el factor de corrección para un vidrio doble de color medio de 0,39.

$$Q_{rsolar} = S \cdot R \cdot f \cdot 1,163 \text{ (W)}$$

|           | Á(m²) | R  | f    | Q <sub>s.rad.solar</sub> (W) |
|-----------|-------|----|------|------------------------------|
| Ventana S | 14,40 | 38 | 0,39 | 248,19                       |

Tabla 3.1.A.53. Carga sensible debido a la radiación solar en Distribuidor

#### Carga latente a través de la ventilación.

En este apartado vamos a calcular la humedad absoluta de las distintas temperaturas en las que nos encontramos, es decir, para la temperatura de diseño y para la temperatura exterior

$$Q_{l.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Distribuidor               |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Q <sub>renovacion</sub>    | 0,206 m³/s        |
| Δw                         | 0,0092 Kg/Kg      |
| C <sub>p</sub>             | 2.257 J/ kg °C    |
| ρ                          | 1,18 Kg/m³        |
| Q <sub>s.ventilacion</sub> | <b>5.047,41 W</b> |

Tabla 3.1.A.54. Carga latente a través de ventilación en Distribuidor

#### Carga latente a través de las infiltraciones.

$$Q_{l.infiltraciones} = V_{infiltracion} \cdot \rho \cdot C_{l,agua} \cdot (W_{ext} - W_{int})$$

$$V_{infiltracion} = V_{permeabilidad} \cdot A$$

$$Q_{s.infiltraciones} = V_{permeabilidad} \cdot A \cdot \rho \cdot C_{l,agua} \cdot (W_{ext} - W_{int})$$

$$V_{permeabilidad} = 0,005$$

$$A = 14,40$$

| Distribuidor               |               |
|----------------------------|---------------|
| V <sub>permeabilidad</sub> | 0,005 m³/s m² |
| ΔT                         | 0,0092        |
| C <sub>p</sub>             | 1012 J/ kg °C |
| ρ                          | 1,18 Kg/m³    |

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| A                          | 14,40 m <sup>2</sup>    |
| V <sub>infiltracion</sub>  | 0,070 m <sup>3</sup> /s |
| Q <sub>s.ventilacion</sub> | 1.160,72 W              |

*Tabla 3.1.A.55. Carga sensible a través de infiltraciones en Distribuidor*

Carga latente generado por personas.

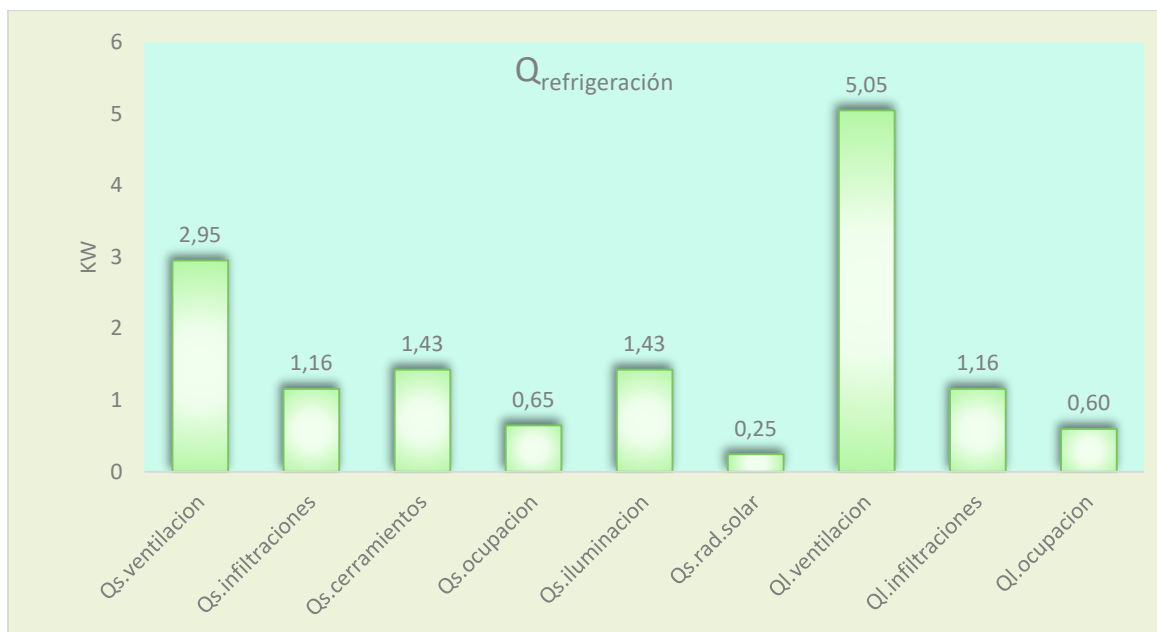
$$Q_{l.ocupacion} = Q_{lp} \cdot N \text{ (W)}$$

|              | Q <sub>lp</sub> (W) | N (personas) | Q <sub>l.ocupacion</sub> (W) |
|--------------|---------------------|--------------|------------------------------|
| Distribuidor | 60                  | 10           | 600                          |

*Tabla 3.1.A.56 Carga sensible generado por personas en Distribuidor*

| Distribuidor                     |                    |
|----------------------------------|--------------------|
| Q <sub>s.ventilacion</sub>       | 2.951,96 W         |
| Q <sub>s.infiltraciones</sub>    | 1.160,72 W         |
| Q <sub>s.cerramientos</sub>      | 1.429,65 W         |
| Q <sub>s.ocupacion</sub>         | 650 W              |
| Q <sub>s.iluminacion</sub>       | 1.429,65 W         |
| Q <sub>s.rad.solar</sub>         | 248,19 W           |
| Q <sub>l.ventilacion</sub>       | 5.047,41 W         |
| Q <sub>l.infiltraciones</sub>    | 1.160,72 W         |
| Q <sub>l.ocupacion</sub>         | 600 W              |
| <b>Q<sub>refrigeracion</sub></b> | <b>14.678,30 W</b> |

*Tabla 3.1.A.57. Cargas Térmicas de Refrigeración en Distribuidor.*



Grafica 5.1.A.6. Cargas Térmicas de Refrigeración en Distribuidor.

### Apéndice 3.1 B. Cálculo de las Cargas Térmicas en Calefacción.

#### Sala de Musculación.

La sala de musculación se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica.

A continuación se muestran las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

|                     | T.interior | H.R | T.exterior | H.R | w.exterior | w.interior |
|---------------------|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| Sala de Musculación | 18 °C      | 50% | 0,3 °C     | 81% | 0,0031     | 0,0064     |

Tabla 3.1.B.1. Cargas Térmicas de Refrigeración en Distribuidor

#### Carga Sensible por Transmisión a través de los Cerramientos.

A continuación se realiza el cálculo de las cargas por transmisión a través de los cerramientos, sala que si bien se puede observar en el plano de superficies, se encuentra con un muro que se sitúa en el Norte y otro muro que se encuentra en el Oeste, este muro se encuentra con tres ventanas, aparte del forjado sanitario del tipo 2 y de su cubierta.

$$Q_{s.transmisión} = U \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_t$$



|                                   | $\dot{A}(\text{m}^2)$ | $U (\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ | $\Delta T (^\circ\text{C})$ | $C_t$ | $Q_{\text{transmision}}(\text{W})$ |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|-------|------------------------------------|
| Muro Norte                        | 48,19                 | 0,26                                       | 17,7                        | 1,55  | 343,74                             |
| Muro Oeste                        | 60,78                 | 0,26                                       | 17,7                        | 1,40  | 391,59                             |
| Cubierta                          | 262,39                | 0,23                                       | 17,7                        | 1,00  | 1.068,18                           |
| Forjado                           | 262,39                | 0,26                                       | 17,7                        | 1,00  | 1.207,51                           |
| Ventanas                          | 10,80                 | 2,36                                       | 17,7                        | 1,40  | 631,59                             |
| Puerta                            | 3,35                  | 0,59                                       | 17,7                        | 1,40  | 48,97                              |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |                       |                                            |                             |       | <b>3.691,58</b>                    |

Tabla 3.1.B.2. Carga Sensible por Transmisión en Sala de Musculación en W

Carga Sensible a través de la ventilación.

$$Q_{s.\text{ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Musculación              |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| <b>Q<sub>renovacion</sub></b>    | 0,60 m <sup>3</sup> /s |
| <b><math>\Delta T</math></b>     | 17,7 °C                |
| <b>C<sub>p</sub></b>             | 1.012 J/ kg °C         |
| <b><math>\rho</math></b>         | 1,18 Kg/m <sup>3</sup> |
| <b>Q<sub>s.ventilacion</sub></b> | <b>12.681,97 W</b>     |

Tabla 3.1.B.3. Carga sensible a través de ventilación en sala de musculación en W.

Carga latente a través de la ventilación.

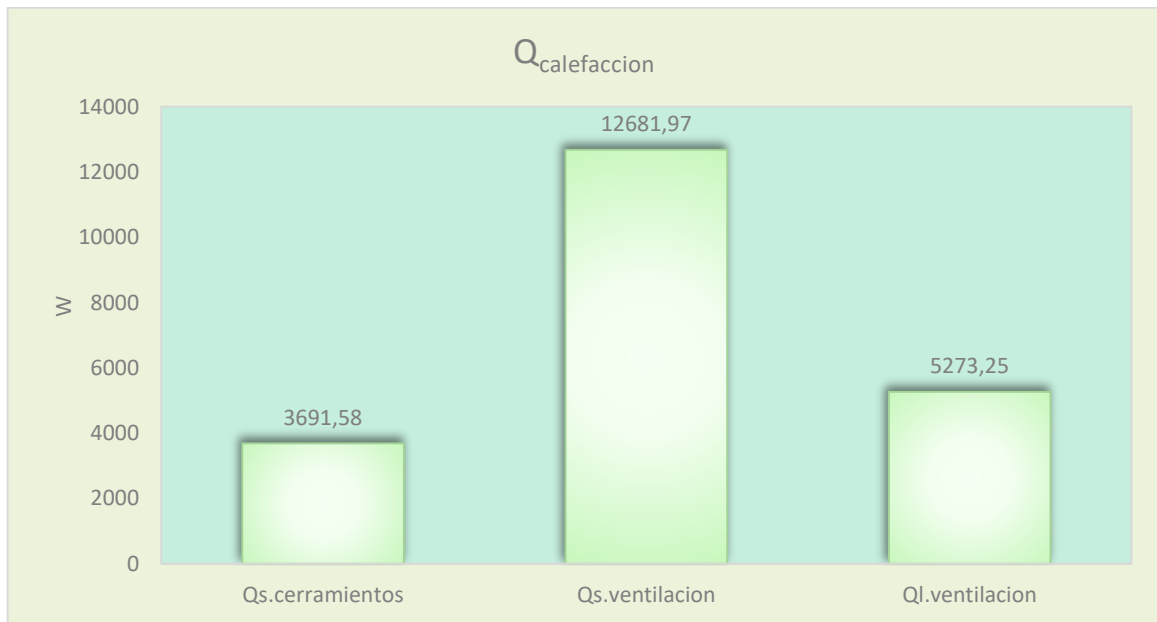
$$Q_{l.\text{ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta w \cdot C_{p,\text{agua}} \cdot \rho$$

| Sala de Musculación              |                                               |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Q<sub>renovacion</sub></b>    | 0,60 m <sup>3</sup> /s                        |
| <b><math>\Delta w</math></b>     | 0,0033 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| <b>C<sub>l,agua</sub></b>        | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| <b><math>\rho</math></b>         | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b>Q<sub>l.ventilacion</sub></b> | <b>5.273,25 W</b>                             |

Tabla 3.1.B.4. Carga latente a través de ventilación en sala de musculación en W

| <b>Sala de Musculación</b>          |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| $Q_{s.cerramientos}$                | 3.691,58 W         |
| $Q_{s.ventilacion}$                 | 12.681,97 W        |
| $Q_{l.ventilacion}$                 | 5.273,25 W         |
| <b><math>Q_{Calefacción}</math></b> | <b>21.646,80 W</b> |

*Tabla 3.1.B.5. Cargas térmicas para calefacción en Sala de Musculación*



*Grafica 3.1.B.1. Cargas Térmicas en Sala de Musculación*

### Sala de Aerobic.

La sala de aerobic se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica.

A continuación mostraremos las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

|         | T.interior | H.R | T.exterior | H.R | w.exterior | w.interior |
|---------|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| Aerobic | 18 °C      | 50% | 0,3 °C     | 81% | 0,0031     | 0,0064     |

*Tabla 3.1.B.6. Condiciones climatológicas para Sala de Aerobic.*

### Carga Sensible debido a Cerramientos.

A continuación vamos a realizar el cálculo de las cargas por transmisión, sala que si bien se observa en el plano de superficies, se encuentra con un muro que se sitúa en el

Sur y otro en el Oeste, además de su forjado del tipo 2 y cubierta. En cada uno de los muros tenemos una ventana.

$$Q_{s.transmission} = U \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_t$$

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>cerramiento</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Muro Sur                          | 19,12 | 0,26        | 17,7   | 1,20           | 105,58                       |
| Muro Oeste                        | 37,60 | 0,26        | 17,7   | 1,40           | 242,24                       |
| Cubierta                          | 72,62 | 0,23        | 17,7   | 1,00           | 295,63                       |
| Forjado                           | 72,62 | 0,26        | 17,7   | 1,00           | 334,19                       |
| Ventana O                         | 3,60  | 2,36        | 17,7   | 1,40           | 210,53                       |
| Ventana S                         | 3,60  | 2,36        | 17,7   | 1,20           | 180,45                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>1.368,62</b>              |

*Tabla 3.1.B.7. Perdidas por transmisión en sala de aerobio*

#### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| <i>Sala de Aerobic</i>           |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| Q <sub>renovacion</sub>          | 0,168 m³/s        |
| ΔT                               | 17,70 °C          |
| C <sub>p</sub>                   | 1.012 J/ kg °C    |
| ρ                                | 1,18 Kg/m³        |
| <b>Q<sub>s.ventilacion</sub></b> | <b>3.550,95 W</b> |

*Tabla 3.1.B.9. Carga sensible a través de ventilación en sala de aerobio*

#### Carga latente a través de la ventilación.

En este apartado vamos a calcular la humedad absoluta de las distintas temperaturas en las que nos encontramos, es decir, para la temperatura de diseño y para la temperatura exterior.

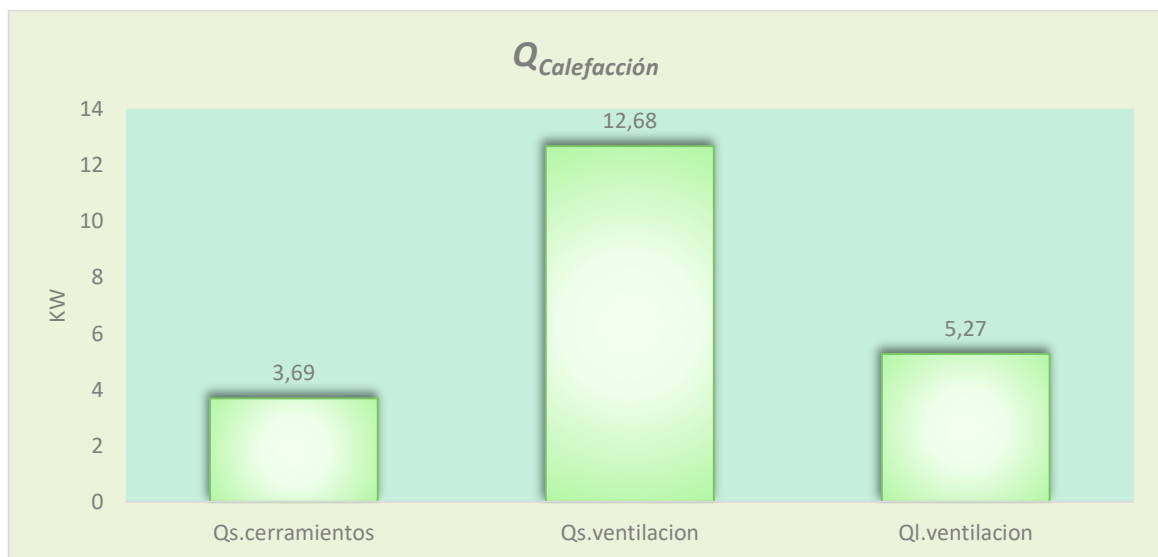
$$Q_{l.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Sala de Aerobic                       |                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{renovacion}$                      | 0,168 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                            | 0,0033 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                 | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{s.ventilacion}</math></b> | <b>1.476,51 W</b>                             |

Tabla 3.1.B.10. Carga latente a través de ventilación en sala de aerobic

| Sala de Aerobic                     |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| $Q_{s.cerramientos}$                | 1.368,62 W        |
| $Q_{s.ventilacion}$                 | 3.550,95 W        |
| $Q_{l.ventilacion}$                 | 1.476,51 W        |
| <b><math>Q_{Calefacción}</math></b> | <b>6.396,08 W</b> |

Tabla 3.1.B.11. Cargas Térmicas para Calefacción en Sala de Aerobic



Grafica 3.2.B. Cargas Térmicas para Calefacción en Sala de Aerobic

#### Sala de Ciclo-Indoor.

La sala de ciclo-Indoor se encuentra catalogada en espacios con alta actividad metabólica, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación se muestran

las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

|                         | T.interior | H.R | T.exterior | H.R | w.exterior | w.interior |
|-------------------------|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| Sala de<br>Ciclo-Indoor | 18 °C      | 50% | 0,3 °C     | 81% | 0,0031     | 0,0064     |

*Tabla 3.1.B.12. Condiciones climatológicas para Sala de Ciclo-Indoor.*

#### Carga Sensible debido a Cerramientos.

A continuación vamos a realizar el cálculo de las cargas por transmisión, sala que si bien podemos observar en el plano de superficies, nos encontramos con un muro que se sitúa en el Sur, además de su forjado del tipo 2 y cubierta.

$$Q_{s.transmision} = U \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_t$$

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Muro Sur                          | 20,93 | 0,26        | 17,7   | 1,20           | 115,58                       |
| Cubierta                          | 72,62 | 0,23        | 17,7   | 1,00           | 295,63                       |
| Forjado                           | 72,62 | 0,26        | 17,7   | 1,00           | 334,19                       |
| Ventana S                         | 3,60  | 2,36        | 17,7   | 1,20           | 180,45                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>925,85</b>                |

*Tabla 3.1.B.13. Perdidas por transmisión en sala de Ciclo-Indoor en W.*

#### Carga Sensible a través de la ventilación.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| <i>Sala de Ciclo-Indoor</i>      |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Q <sub>renovacion</sub>          | 0,168 m³/s      |
| ΔT                               | 17,7 °C         |
| C <sub>p</sub>                   | 1.012 J/ kg °C  |
| ρ                                | 1,18 Kg/m³      |
| <b>Q<sub>s.ventilacion</sub></b> | <b>3.550,95</b> |

*Tabla 3.1.B.14. Carga sensible a través de ventilación en sala de Ciclo Indoor*

### Carga latente a través de la ventilación.

En este apartado vamos a calcular la humedad absoluta de las distintas temperaturas en las que nos encontramos, es decir, para la temperatura de diseño y para la temperatura exterior.

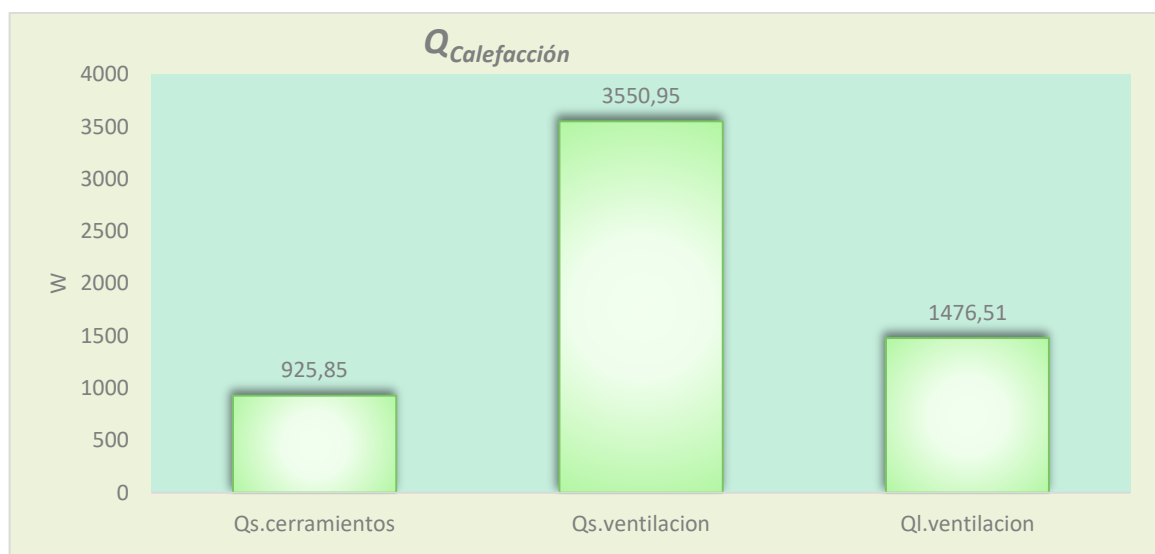
$$Q_{l.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| <i>Sala de Ciclo-Indoor</i> |                                               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{renovacion}$            | 0,168 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                  | 0,0033 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                       | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                      | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| $Q_{s.ventilacion}$         | <b>1.636,78 W</b>                             |

*Tabla 3.1.B.15. Carga latente a través de ventilación en sala de Ciclo-Indoor*

| <i>Sala de Ciclo-Indoor</i> |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| $Q_{s.cerramientos}$        | 925,85 W          |
| $Q_{s.ventilacion}$         | 3.550,95 W        |
| $Q_{l.ventilacion}$         | 1.476,51 W        |
| $Q_{Calefacción}$           | <b>5.953,31 W</b> |

*Tabla 3.1.B.16. Cargas Térmicas para Calefacción en sala de Ciclo-Indoor*



*Grafica 3.1.B.2. Cargas Térmicas para Calefacción en Sala de Ciclo-Indoor.*

Tabla X.

### Enfermería.

La sala de Enfermería se encuentra catalogada en espacios con una actividad metabólica normal, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación mostraremos las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

|            | T.interior | H.R | T.exterior | H.R | w.exterior | w.interior |
|------------|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| Enfermería | 21 °C      | 50% | 0,3 °C     | 81% | 0,0031     | 0,0077     |

Tabla 3.1.B.17. Condiciones climatológicas para Enfermería.

### Carga Sensible debido a Cerramientos.

A continuación vamos a realizar el cálculo de las cargas por transmisión, sala que si bien podemos observar en el plano de superficies, nos encontramos con un muro que se sitúa en el Sur y otro en el Oeste, además de su forjado del tipo 2 y cubierta.

$$Q_{s.transmision} = U \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_t$$

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 7,23  | 0,23        | 20,7   | 1,00           | 34,42                        |
| Forjado                           | 7,23  | 0,26        | 20,7   | 1,00           | 38,91                        |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>73,33</b>                 |

Tabla 3.1.B.18. Perdidas por transmisión a través de cerramientos en Enfermería

### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Enfermería                                   |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 20,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>197,75 W</b>         |

Tabla 3.1.B.19. Carga sensible a través de ventilación en Enfermería

Carga latente a través de la ventilación.

En este apartado vamos a calcular la humedad absoluta de las distintas temperaturas en las que nos encontramos, es decir, para la temperatura de diseño y para la temperatura exterior.

$$Q_{\text{l.ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

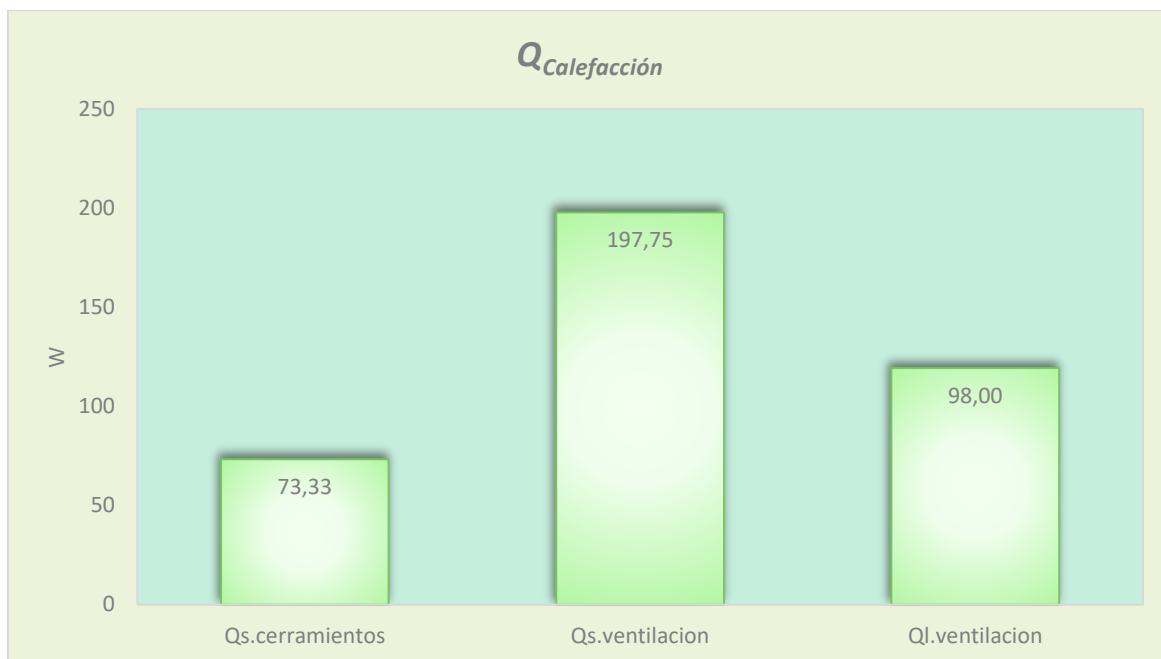
| Enfermería                                   |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta w$                                   | 0,0046 Kg/Kg            |
| $C_p$                                        | 2257 J/ kg °C           |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>98,00 W</b>          |

Tabla 3.1.B.20. Carga latente a través de ventilación en Enfermería.

| Enfermería                                 |                 |
|--------------------------------------------|-----------------|
| $Q_{\text{s.cerramientos}}$                | 73,73 W         |
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$                 | 197,75 W        |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$                 | 98,00 W         |
| <b><math>Q_{\text{Calefaccion}}</math></b> | <b>369,48 W</b> |

Tabla 3.1.B.21. Cargas Térmicas para Calefacción en Enfermería





*Grafica 3.1.B.4 Cargas Térmicas para Calefacción en Enfermería*

#### *Administración.*

La sala de Enfermería se encuentra catalogada en espacios con una actividad metabólica normal, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación mostraremos las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

|            | T.interior | H.R | T.exterior | H.R | w.exterior | w.interior |
|------------|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| Enfermería | 21 °C      | 50% | 0,3 °C     | 81% | 0,0031     | 0,0077     |

*Tabla 3.1.B.22. Condiciones climatológicas para Administración.*

#### Carga Sensible debido a Cerramientos.

A continuación vamos a realizar el cálculo de las cargas por transmisión, sala que si bien podemos observar en el plano de superficies, nos encontramos con un muro que se sitúa en el Sur y otro en el Oeste, además de su forjado del tipo 2 y cubierta.

$$Q_{s.transmission} = U \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_t$$

|                                               | $\dot{A}(\text{m}^2)$ | $U (\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ | $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ | $C_t$ | $Q_{\text{transmision}}(\text{W})$ |
|-----------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|-------|------------------------------------|
| Cubierta                                      | 9,29                  | 0,23                                              | 20,7                         | 1,00  | 44,22                              |
| Forjado                                       | 9,29                  | 0,26                                              | 20,7                         | 1,00  | 49,99                              |
| <b><math>Q_{\text{s.cerramientos}}</math></b> |                       |                                                   |                              |       | <b>94,21</b>                       |

Tabla 3.1.B.23. Perdidas por transmisión a través de los cerramientos en Administración.

#### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

$$Q_{\text{s.ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| <i>Sala de Administración</i>                |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 20,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>197,75 W</b>         |

Tabla 3.1.B.24. Carga sensible a través de ventilación en Administración

#### Carga latente a través de la ventilación.

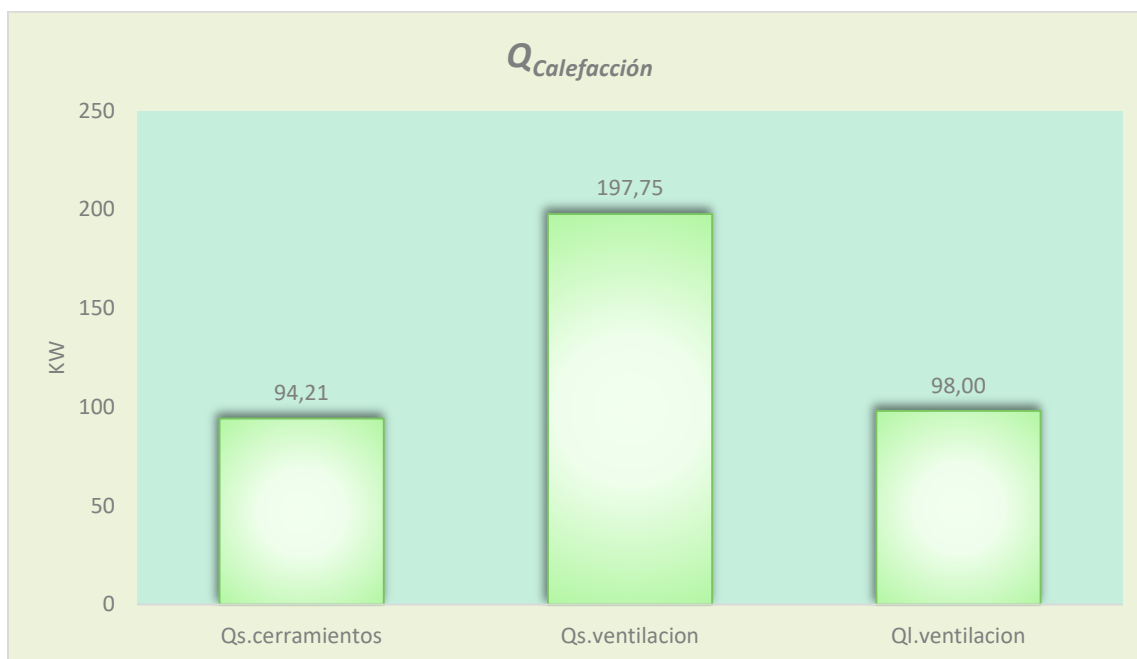
$$Q_{\text{l.ventilacion}} = Q_{\text{renovacion}} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| <b>Administración</b>                        |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,008 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta w$                                   | 0,0046 Kg/Kg            |
| $C_p$                                        | 2257 J/ kg °C           |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{l.ventilacion}}</math></b> | <b>98,00 W</b>          |

Tabla 3.1.B.25. Carga latente a través de ventilación en Administración

| Administración       |               |
|----------------------|---------------|
| $Q_{s.cerramientos}$ | 94,21 W       |
| $Q_{s.ventilacion}$  | 197,75 W      |
| $Q_{l.ventilacion}$  | 98,00         |
| $Q_{Calefacción}$    | <b>389,96</b> |

Tabla 3.1.B.26. Cargas Térmicas para Calefacción en Administración



Grafica 3.1.B.5 Cargas Térmicas para Calefacción en Administración

### Vestuarios.

Los vestuarios se encuentran catalogados en espacios con una actividad metabólica normal, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación se muestran las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

|            | T.interior | H.R | T.exterior | H.R | w.exterior | w.interior |
|------------|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| Vestuarios | 23 °C      | 50% | 0,3 °C     | 81% | 0,0031     | 0,0087     |

Tabla 3.1.B.27. Condiciones climatológicas para Vestuarios.

Carga Sensible por Transmisión a través de los Cerramientos.

En los vestuarios solo existirá diferencia de temperatura a través de la cubierta y el forjado ya que los espacios restantes que rodean a todos ellos, se encuentran climatizados. El cálculo para los vestuarios se ha realizado por espacios individuales, y como se verá a continuación en las tablas se repiten los cálculos.

$$Q_{s.transmision} = U \cdot S \cdot \Delta T \cdot C_t$$

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 65,73 | 0,23        | 22,7   | 1,00           | 343,17                       |
| Forjado                           | 65,73 | 0,26        | 22,7   | 1,00           | 387,93                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>731,10</b>                |

*Tabla 3.1.B.28. Perdidas por transmisión en Vestuarios Masculinos en W*

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 65,73 | 0,23        | 22,7   | 1,00           | 343,17                       |
| Forjado                           | 65,73 | 0,26        | 22,7   | 1,00           | 387,93                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>731,10</b>                |

*Tabla 3.1.B.29. Perdidas por transmisión en Vestuarios Femeninos*

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 65,73 | 0,23        | 22,7   | 1,00           | 343,17                       |
| Forjado                           | 65,73 | 0,26        | 22,7   | 1,00           | 387,93                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>731,10</b>                |

*Tabla 3.1.B.30. Perdidas por transmisión en Vestuarios Niños*

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 65,73 | 0,23        | 22,7   | 1,00           | 343,17                       |
| Forjado                           | 65,73 | 0,26        | 22,7   | 1,00           | 387,93                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>731,10</b>                |

*Tabla 3.1.B.31. Perdidas por transmisión en Vestuarios Niñas*

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 4,20  | 0,23        | 22,7   | 1,00           | 21,92                        |
| Forjado                           | 4,20  | 0,26        | 22,7   | 1,00           | 24,78                        |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>46,70</b>                 |

*Tabla 3.1.B.32. Perdidas por transmisión en Vestuario Personal Masculino*

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 4,20  | 0,23        | 22,7   | 1,00           | 21,92                        |
| Forjado                           | 4,20  | 0,26        | 22,7   | 1,00           | 24,78                        |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>46,70</b>                 |

*Tabla 3.1.B.33. Perdidas por transmisión en Vestuario Personal Femenino*

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 10,48 | 0,23        | 22,7   | 1,00           | 54,71                        |
| Forjado                           | 10,48 | 0,26        | 22,7   | 1,00           | 61,85                        |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>116,56</b>                |

*Tabla 3.1.B.34. Perdidas por transmisión en Monitores Masculinos*

|                                   | Á(m²) | U (W/m² °C) | ΔT(°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|-------|-------------|--------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 10,48 | 0,23        | 22,70  | 1,00           | 54,71                        |
| Forjado                           | 10,48 | 0,26        | 22,70  | 1,00           | 61,85                        |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |       |             |        |                | <b>116,56</b>                |

*Tabla 3.1.B.35. Perdidas por transmisión en Monitores Femeninos*

#### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Vestuarios Masculinos                        |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>8.809,91 W</b>       |

Tabla 3.1.B.36. Carga sensible a través de ventilación en Vestuarios Masculinos.

| Vestuarios Femeninos                         |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>8.809,91 W</b>       |

Tabla 3.1.B.37. Carga sensible a través de ventilación en Vestuarios Femeninos.

| Vestuarios Niños                             |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>8.809,91 W</b>       |

Tabla 3.1.B.38. Carga sensible a través de ventilación en Vestuarios Niños.

| Vestuarios Niñas                             |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>8.809,91 W</b>       |

Tabla 3.1.B.39. Carga sensible a través de ventilación en Vestuarios Niñas

| <i>Vestuarios Personal Masculino</i>         |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,025 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>677,68 W</b>         |

*Tabla 3.1.B.40. Carga sensible a través de ventilación en Vestuario Personal Masculino.*

| <i>Vestuarios Personal Femenino</i>          |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,025 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                 |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C          |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>677,68 W</b>         |

*Tabla 3.1.B.41. Carga sensible a través de ventilación en Vestuario Personal Femenino.*

| <i>Vestuarios Monitores Masculinos.</i>      |                        |
|----------------------------------------------|------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,05 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C         |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup> |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>1.355,37 W</b>      |

*Tabla 3.1.B.42. Carga sensible a través de ventilación en Vestuario de Monitores Masculinos.*

| <i>Vestuarios Monitores Femeninos.</i>       |                        |
|----------------------------------------------|------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,05 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta T$                                   | 22,7 °C                |
| $C_p$                                        | 1.012 J/ kg °C         |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg/m <sup>3</sup> |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>1.355,37 W</b>      |

*Tabla 3.1.B.43. Carga sensible a través de ventilación en Vestuario de Monitores Femeninos.*

Carga latente a través de la ventilación.

$$Q_{l.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| <i>Vestuarios Masculinos</i>          |                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{renovacion}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                            | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                 | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{s.ventilacion}</math></b> | <b>4.847,13 W</b>                             |

Tabla 3.1.B.44. Carga latente a través de ventilación en Vestuarios Masculinos.

| <i>Vestuarios Femeninos</i>           |                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{renovacion}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                            | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                 | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{s.ventilacion}</math></b> | <b>4.847,13 W</b>                             |

Tabla 3.1.B.45. Carga latente a través de ventilación en Vestuarios Femeninos

| <i>Vestuarios Niños</i>               |                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{renovacion}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                            | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                 | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{s.ventilacion}</math></b> | <b>4.847,13 W</b>                             |

Tabla 3.1.B.46. Carga latente a través de ventilación en Vestuarios Niños.

| <i>Vestuarios Niñas</i>               |                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{renovacion}$                      | 0,325 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                            | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                 | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{s.ventilacion}</math></b> | <b>4.847,13 W</b>                             |

Tabla 3.1.B.47. Carga latente a través de ventilación en Vestuarios Niñas.



| <i>Vestuarios Personal Masculino</i>         |                                               |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,025 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                                   | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                        | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>372,85 W</b>                               |

*Tabla 3.1.B.48. Carga latente a través de ventilación en Vestuarios Personal Masculino*

| <i>Vestuarios Personal Femenino</i>          |                                               |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,025 m <sup>3</sup> /s                       |
| $\Delta w$                                   | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                        | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>372,85 W</b>                               |

*Tabla 3.1.B.49. Carga latente a través de ventilación en Vestuarios Personal Femenino.*

| <i>Vestuarios Monitores Masculinos</i>       |                                               |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,05 m <sup>3</sup> /s                        |
| $\Delta w$                                   | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                        | 2.257 KJ/kg <sub>agua</sub>                   |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>745,71 W</b>                               |

*Tabla 3.1.B.50. Carga latente a través de ventilación en Vestuario Monitores Masculinos*

| <i>Vestuarios Monitores Femeninos.</i>       |                                               |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$                      | 0,05 m <sup>3</sup> /s                        |
| $\Delta w$                                   | 0,0056 Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> |
| $C_p$                                        | 2257 KJ/kg <sub>agua</sub>                    |
| $\rho$                                       | 1,18 Kg <sub>aire</sub> /m <sup>3</sup>       |
| <b><math>Q_{\text{s.ventilacion}}</math></b> | <b>745,71 W</b>                               |

*Tabla 3.1.B.51. Carga latente a través de ventilación en Vestuario Monitores Femeninos.*

| Vestuarios           |                    |
|----------------------|--------------------|
| $Q_{s.cerramientos}$ | 3.250,92           |
| $Q_{s.ventilacion}$  | 39.305,74          |
| $Q_{l.ventilacion}$  | 21.625,64          |
| $Q_{Calefacción}$    | <b>64.182,30 W</b> |

Tabla 3.1.B.51 Cargas Térmicas para Calefacción en Vestuarios

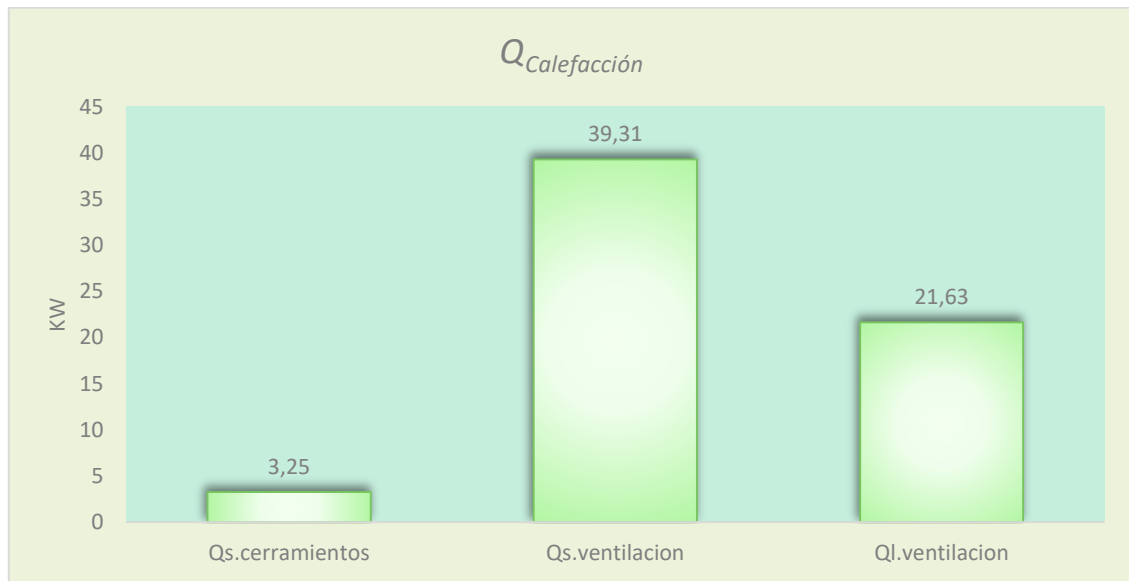


Grafico 3.1.B.6 Cargas Térmicas para Calefacción en Vestuarios.

### Distribuidor.

El corredor se encuentra catalogado en espacios con una actividad metabólica normal, por lo tanto la temperatura de diseño es la establecida en la Tabla X del apartado “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente”. A continuación mostraremos las características de diseño que se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de sus cargas térmicas para calefacción.

|         | T.interior | H.R | T.exterior | H.R | w.exterior | w.interior |
|---------|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| Pasillo | 23 °C      | 50% | 0,3 °C     | 81% | 0,0031     | 0,0087     |

Tabla 3.1.B.52. Condiciones climatológicas para Pasillo de Circulación.

### Carga Sensible por Transmisión a través de los Cerramientos.

A continuación se va a realizar el cálculo de las cargas por transmisión, sala que si bien se puede observar en el plano de superficies, se encuentra con una envolvente en todas las direcciones, además de su forjado del tipo 2 y cubierta.

| Circulación                       | Á (m²) | U (W/m² °C) | ΔT (°C) | C <sub>t</sub> | Q <sub>transmision</sub> (W) |
|-----------------------------------|--------|-------------|---------|----------------|------------------------------|
| Cubierta                          | 270,06 | 0,23        | 22,70   | 1,00           | 1409,98                      |
| Forjado                           | 270,06 | 0,26        | 22,70   | 1,00           | 1593,89                      |
| Muro Sur                          | 60,61  | 0,26        | 22,70   | 1,20           | 429,26                       |
| Muro Este                         | 7,57   | 0,26        | 22,70   | 1,55           | 69,25                        |
| Muro Norte                        | 48,31  | 0,26        | 22,70   | 1,10           | 441,94                       |
| Muro Oeste                        | 94,88  | 0,26        | 22,70   | 1,40           | 536,09                       |
| Ventana S                         | 14,40  | 2,36        | 22,70   | 1,20           | 925,72                       |
| <b>Q<sub>s.cerramientos</sub></b> |        |             |         |                | <b>5406,13</b>               |

*Tabla 3.1.B.53. Perdidas por transmisión a través de cerramientos en Distribuidor*

#### Carga Sensible a través de la ventilación.

En la Tabla 1.9 “Caudales de Renovación para cada espacio” se encuentra el caudal de renovación necesario para el cálculo de esta partida.

$$Q_{s.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta T \cdot C_p \cdot \rho$$

| Distribuidor                     |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| Q <sub>renovacion</sub>          | 0,206 m³/s        |
| ΔT                               | 22,7 °C           |
| C <sub>p</sub>                   | 1.012 J/ kg °C    |
| ρ                                | 1,18 Kg/m³        |
| <b>Q<sub>s.ventilacion</sub></b> | <b>5.584,13 W</b> |

*Tabla 3.1.B.54. Carga sensible a través de ventilación en Distribuidor.*

#### Carga latente a través de la ventilación.

En este apartado vamos a calcular la humedad absoluta de las distintas temperaturas en las que nos encontramos, es decir, para la temperatura de diseño y para la temperatura exterior.

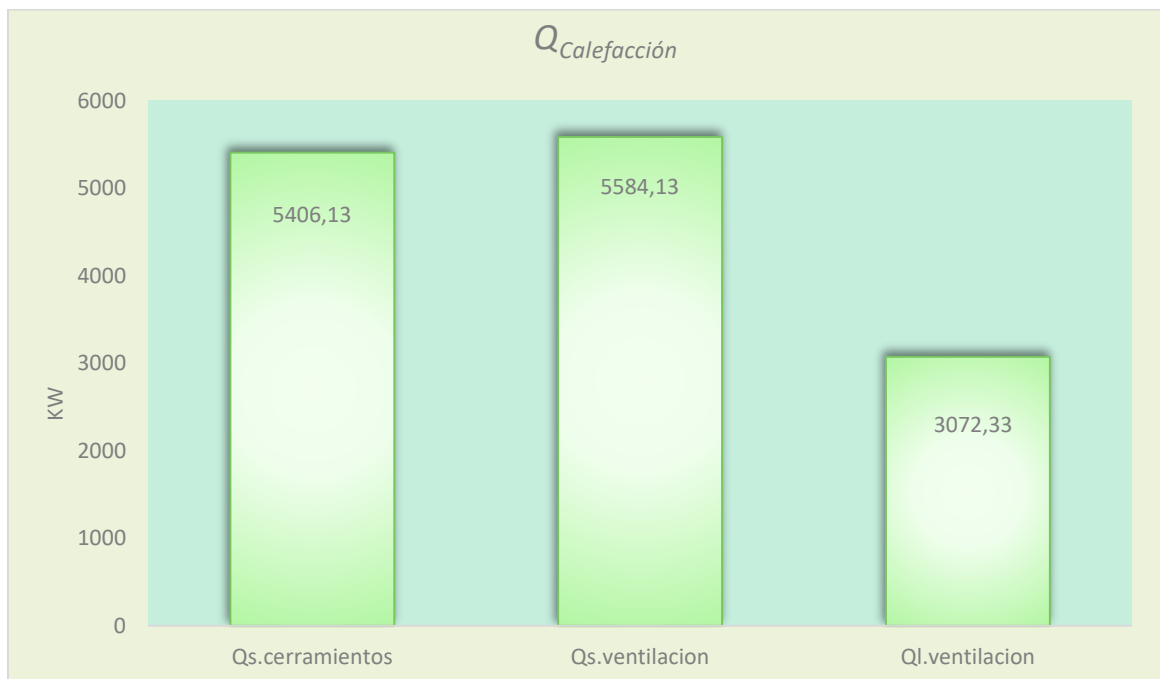
$$Q_{l.ventilacion} = Q_{renovacion} \cdot \Delta w \cdot C_p \cdot \rho$$

| Distribuidor               |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| $Q_{\text{renovacion}}$    | 0,206 m <sup>3</sup> /s |
| $\Delta w$                 | 0,0056 Kg/Kg            |
| $C_p$                      | 2.257 J/ kg °C          |
| $\rho$                     | 1,18 Kg/m <sup>3</sup>  |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$ | <b>3.072,33 W</b>       |

Tabla 3.1.B.55. Carga latente a través de ventilación en Distribuidor

| Distribuidor                |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| $Q_{\text{s.cerramientos}}$ | 5.406,13 W         |
| $Q_{\text{s.ventilacion}}$  | 5.584,13           |
| $Q_{\text{l.ventilacion}}$  | 3.072,33           |
| $Q_{\text{Calefacción}}$    | <b>14.062,59 W</b> |

Tabla 3.1.B.56. Cargas Térmicas para Calefacción en Distribuidor



Grafica 3.1.B.6. Cargas Térmicas para Calefacción en Distribuidor

### Apéndice 3.1.C. Recuperador de Calor

#### *Sala de musculación*

Las necesidades que presenta este tipo de sala como se ha visto en el apéndice 3.1 A y 3.1 B son realmente elevadas, para ello, se va a optar por un recuperador de calor.

La serie de recuperadores que vamos a instalar permiten la recuperación de calor sensible y calor latente por ventilación gracias al intercambiador de placas instalado en él, alcanza una eficiencia de 75 % en invierno y 60 % en verano, cumpliendo con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, para un recuperador de calor con un funcionamiento de más de 6.000 horas al año.

| <i>Sala de Musculación</i>      |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$             | 12.681,97 W       |
| $Q_{l.ventilacion}$             | 5.273,25 W        |
| $Q_{Calefacción}$               | 17.955,22 W       |
| <b>Con Recuperador de Calor</b> | <b>4.488,80 W</b> |

Tabla 3.1.C.1

| <b>Sala de Musculación</b>      |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$             | 9.672,69 W         |
| $Q_{l.ventilacion}$             | 15.979,56 W        |
| $Q_{refrigeracion}$             | 25.652,25 W        |
| <b>Con Recuperador de calor</b> | <b>10.206,09 W</b> |

Tabla 3.1.C.2

#### *Distribuidor*

Las necesidades que presenta este tipo de sala como se ha visto en el apéndice 3.1 A y 3.1 B son realmente elevadas, para ello, se va a optar por un recuperador de calor.

La serie de recuperadores que vamos a instalar permiten la recuperación de calor sensible y calor latente gracias al intercambiador de placas instalado en él, alcanza una eficiencia de 75 % en invierno y 60 % en verano, cumpliendo con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, para un recuperador de calor con un funcionamiento de más de 6.000 horas al año.

| <i>Distribuidor</i>             |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$             | 5.584,13 W        |
| $Q_{l.ventilacion}$             | 3.072,33 W        |
| $Q_{Calefacción}$               | 8.656,46 W        |
| <b>Con Recuperador de Calor</b> | <b>2.164,11 W</b> |

Tabla 3.1.C.1

| <b>Distribuidor</b>             |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| $Q_{s.ventilacion}$             | 2.951,96 W        |
| $Q_{l.ventilacion}$             | 5.047,41 W        |
| $Q_{refrigeracion}$             | 7.999,37 W        |
| <b>Con Recuperador de calor</b> | <b>3.999,74 W</b> |

Tabla 3.1.C.2

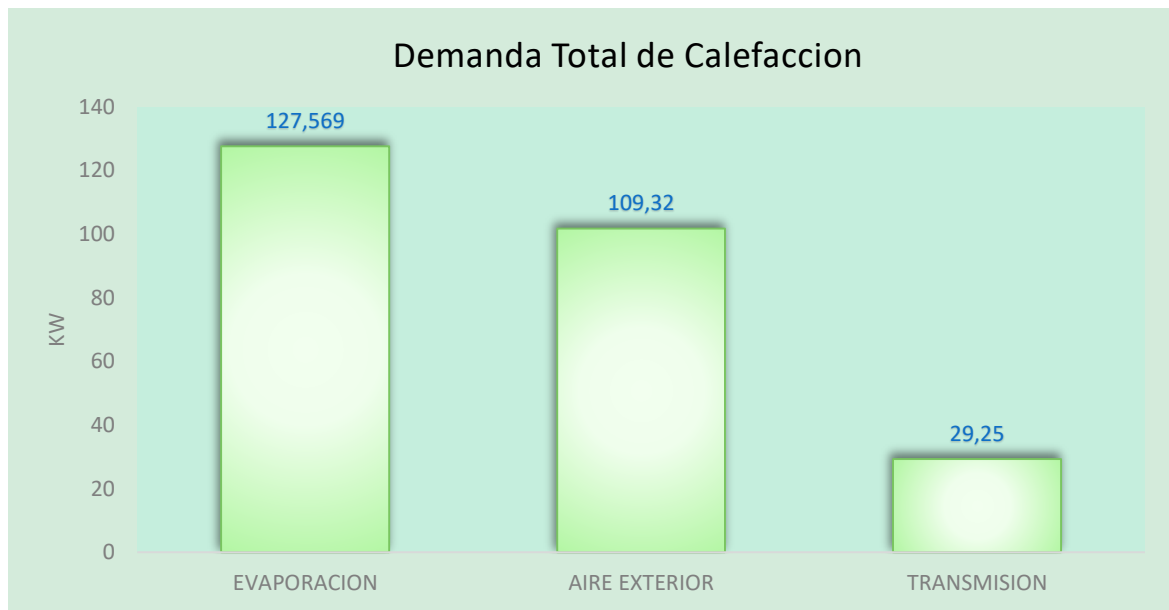
### 3.2 Solicitaciones Térmicas de Climatización en Sala de Vasos.

Los vasos de las piscinas se encuentran en continuo intercambio con el entorno que los envuelve. Este intercambio produce una serie de pérdidas de masa de agua que suponen una disminución en su temperatura.

La interacción entre agua y aire provoca la evaporación del agua de los vasos de la piscina, con lo que conlleva un aumento de la humedad absoluta.

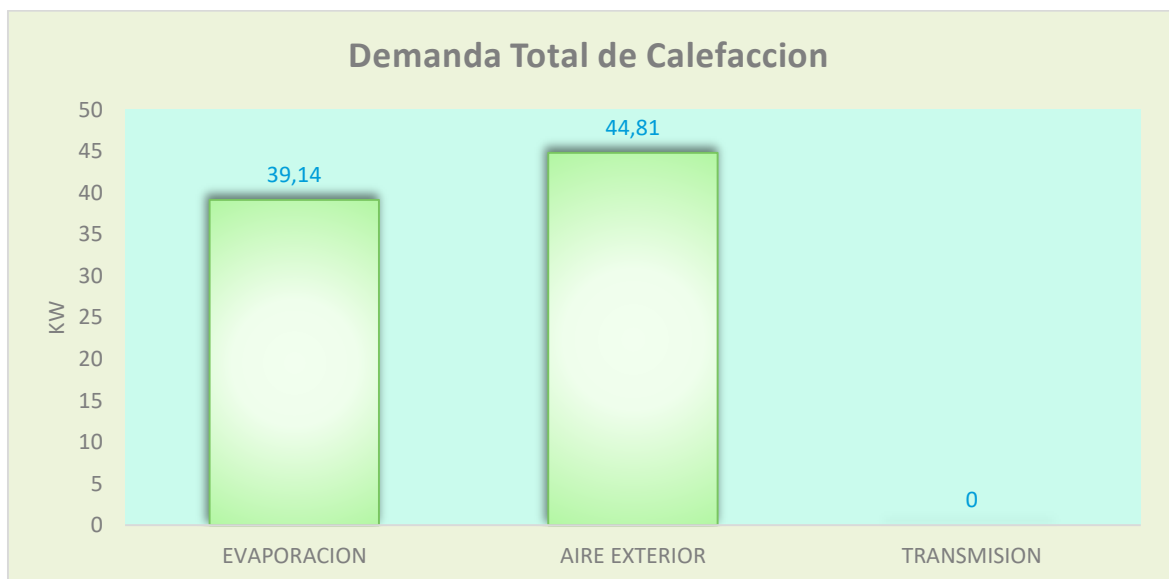
Por ello, el objetivo será alcanzar y mantener las siguientes condiciones:

- Mantener la temperatura en la sala de vasos (apartado 3.1.3)



Grafica 3.2.1. Demanda total de calefacción para Piscina A.

La potencia térmica punta demanda total de calefacción es de 347 kW

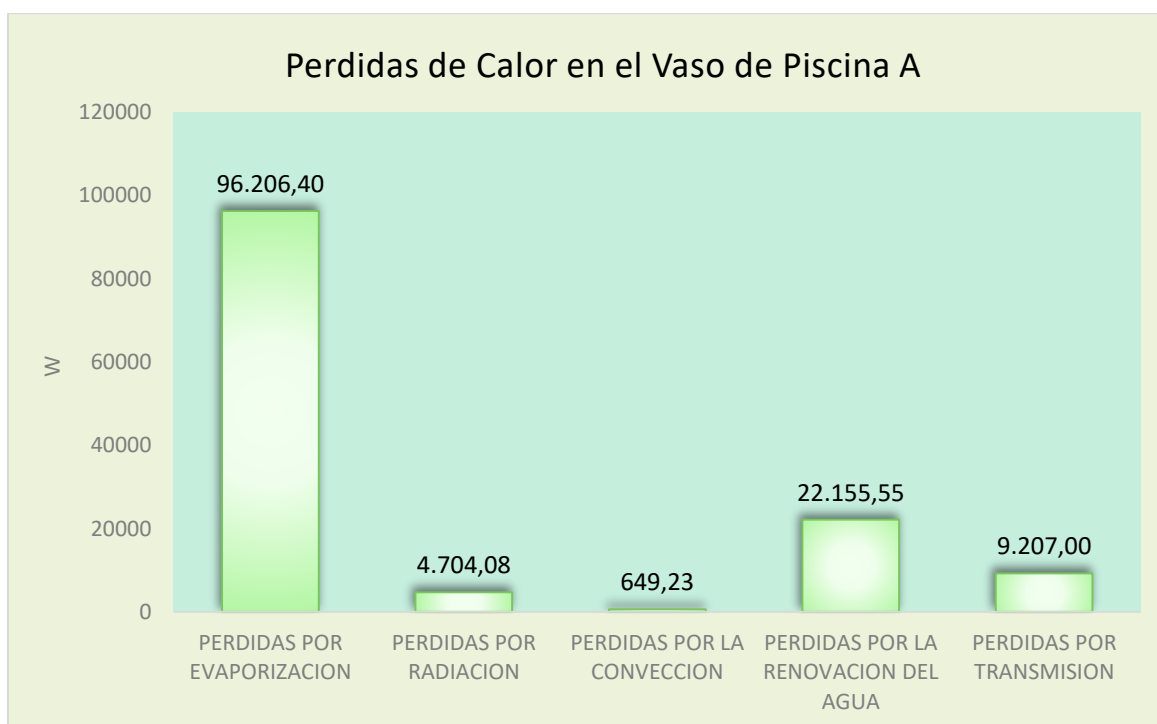


Grafica 3.5.2. Demanda total de calefacción para Piscina B.

- Mantener la temperatura del vaso de las piscinas (apartado 3.2.2 y 3.2.3)

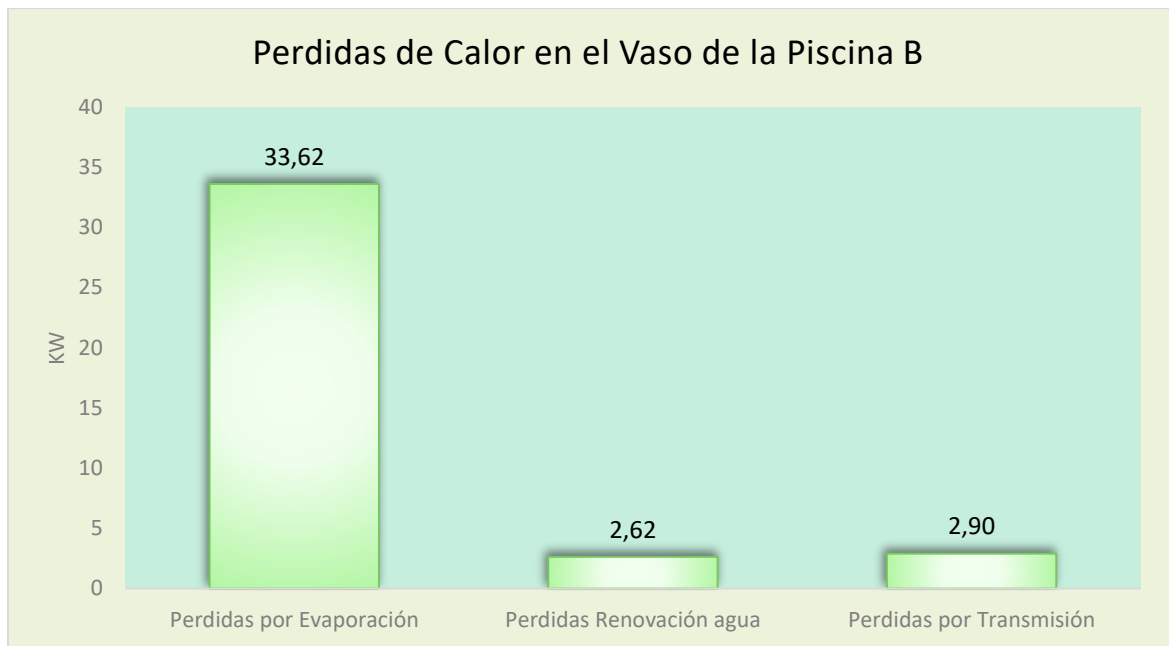
| Perdidas en Piscinas            |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| Perdidas por Evaporación        | 129.826 W         |
| Perdidas por Radiación          | 4.704 W (no suma) |
| Perdidas por Convección         | 649,23 (no suma)  |
| Perdidas por Renovación de Agua | 24.775,55 W       |
| Perdidas por Transmisión        | 12.107 W          |
| Ganancias por Radiación Solar   | 0                 |
| <b>Pérdidas Totales</b>         | <b>166.70 W</b>   |

*Tabla 3.2.1. Resumen de pérdidas de calor en el agua de las Piscinas*



*Grafica 3.2.3. Perdidas de calor en el vaso de la Piscina A*





*Grafica 3.2.4. Perdidas de calor en el vaso de la Piscina B*

En la tabla X se muestra las pérdidas en las piscinas que se encuentran en la sala de vasos, estas pérdidas son la suma de las pérdidas en piscina A y pérdidas en piscina B que se recogen en la gráfica X y X.

- Mantener la humedad en la sala de vasos (apartado 3.2.1)

El flujo másico de agua que se evapora debido al número total de ocupantes calculado en la Tabla 3, incluye tanto el agua que se encuentra en reposo como los espectadores. Por tanto la masa de evaporación es la suma de  $M_{\text{espectadores}}$  más  $M_{\text{ocupantes}}$ .

$$\underline{M_e = 219,72 \text{ Kg/h}}$$

- Aire de ventilación mínimo higiénico

Mínimo de ventilación 2,5 l/s m<sup>2</sup> según R.I.T.E

Caudal mínimo de aire de ventilación 3713 m<sup>3</sup>/h.

- Evitar condensaciones en los cerramientos.

Aquí debemos de poner la anotación que debemos de evitar las condensaciones en los cerramientos que es la temperatura de rocío.

A continuación se realizara el estudio de las necesidades energéticas en los vasos de la piscina para mantener la temperatura del agua y con ello conseguir el confort y disfrute de los bañistas que dan uso a las instalaciones así como las necesidades que debemos de cubrir para el mantenimiento de la temperatura en el salón de vasos.

Finalmente se diseñara un sistema de deshumectación y tratamiento del aire para conseguir el mantenimiento de todos los puntos anteriores.

### *3.2.1 Cálculo de las necesidades de deshumectación en el aire ambiental.*

Los factores que influyen en el incremento de la humedad ambiental se muestran a continuación:

~ La evaporación en la lámina de agua: Este flujo másico está directamente relacionado con las dimensiones de la piscina y en particular con la ocupación de la misma por bañistas, ya que la interacción entre agua y aire en flujo turbulento favorece la evaporación. Además la velocidad del aire en la lámina del agua también favorece dicho flujo másico de vapor de agua.

~ La evaporación en las playas mojadas. Se denomina playa mojada aquella superficie que se encuentra situada alrededor de la piscina y que como consecuencia del arrastre de agua debido a los bañistas que salen del vaso de la piscina, salpicaduras provocadas por los mismos, se encuentran con agua. La superficie que se estima dependerá del número de bañistas que se encuentren ocupando el vaso.

~ La evaporación debido a la carga latente de los ocupantes del recinto: Se define como ocupantes del recinto a todo público en general (bañistas, espectadores y monitores). En el caso de piscinas de recreo esta carga latente puede llegar a ser un factor importante ya que las gradas o zona de espectadores es elevada.

~ La evaporación debido a la carga latente del aire exterior de ventilación. En ocasiones el aire exterior de ventilación se encuentra con una humedad absoluta mayor que la que pueda tener el aire del ambiente interior, aumentando su humedad, pero normalmente el aire exterior de ventilación se encuentra con una humedad absoluta menor lo que contribuye favorablemente.

La masa de evaporación se mezcla con el flujo de aire del recinto, el cual experimentara un proceso de saturación adiabática, si dicho aire alcanzara su temperatura de punto de rocío ( temperatura a la que se inicia la condensación ) comenzara a formarse condensaciones en las superficies de las paredes del recinto, esto provoca que el ambiente no se encuentre en la zona de confort e incluso que nadar no sea agradable, ni que decir que algunos de los equipos que componen las instalaciones no se encuentran adaptados para la introducción de vapor de agua, provocando así una disminución en su duración.

Teniendo en cuenta los factores que anteriormente se han enunciado se procederá a definir las dimensiones y condiciones de las distintas piscinas que componen la sala de vasos, valores que posteriormente se utilizarán para el cálculo del flujo másico de agua evaporada.

El emplazamiento de las piscinas dentro de la sala de vasos se encuentra recogidos en los planos del presente documento.

| <b>DIMENSIONES<br/>PISCINA A</b> |  |                       |
|----------------------------------|--|-----------------------|
| Largo                            |  | 25 m                  |
| Ancho                            |  | 16,5 m                |
| Profundidad                      |  | 1,75 m (Prof. Media)  |
| Superficie                       |  | 142,5 m <sup>2</sup>  |
| Volumen                          |  | 721,87 m <sup>3</sup> |

*Tabla 3.2.2. Dimisiones de piscina A.*

| <b>CONDICIONES<br/>PISCINA A</b> |  |       |
|----------------------------------|--|-------|
| Temperatura del agua             |  | 26 °C |
| Temperatura del aire interior    |  | 28 °C |
| Temperatura del aire exterior    |  | 15 °C |
| Humedad                          |  | 65 %  |
| Bañistas                         |  | 137   |

*Tabla 3.2.3. Condiciones de diseño para piscina A.*

| <b>DIMENSIONES<br/>PISCINA A</b> |  |                     |
|----------------------------------|--|---------------------|
| Largo                            |  | 16,5 m              |
| Ancho                            |  | 8 m                 |
| Profundidad                      |  | 0,6 m (Prof. Media) |
| Superficie                       |  | 132 m <sup>2</sup>  |
| Volumen                          |  | 79,2 m <sup>3</sup> |

*Tabla 3.2.4. Dimisiones de piscina B.*

| CONDICIONES<br>PISCINA B      |  |       |
|-------------------------------|--|-------|
| Temperatura del agua          |  | 27 °C |
| Temperatura del aire interior |  | 28 °C |
| Temperatura del aire exterior |  | 15 °C |
| Humedad                       |  | 65 %  |
| Bañistas                      |  | 38    |

*Tabla 3.2.5. Condiciones de diseño para piscina B.*

Existen numerosas expresiones para determinar el flujo másico que experimenta una evaporación. Las dos expresiones que más se emplean son: la fórmula de Bernier y la formula de Carreras, no siendo cuestión principal la elección de una de ellas, sino los valores tomados en las tablas anteriores.

La elección que se ha tomado a la hora del cálculo de la masa de evaporación es la fórmula de Bernier y se tomara como la suma de la masa de agua que se evapora estando la piscina en reposo más la masa del agua que se evapora debida a la agitación de la superficie por ocupantes, a esto se le añadirá el termino debido al número total de espectadores.

$$Me = S \cdot [(16 + 133 \cdot n) \cdot (We - Ga \cdot Was)] + 0,1 \cdot N$$

A continuación se mostrara las partes que componen dicha expresión para mayor facilidad a la hora de su comprensión.

~ Superficie de agua en reposo.

El flujo másico que se evapora cuando la piscina se encuentra en reposo, es decir, no se contempla ningún bañista dentro de ella, viene determinado por la expresión que a continuación se presenta.

$$M_{\text{reposo}} = 16 \cdot (We - Ga \cdot Was) \cdot S$$

$M_{\text{reposo}}$  = Flujo másico de agua evaporada (kg/h).

$S$  = Superficie del vaso de la piscina (m<sup>2</sup>).

$G_a$  = Grado de saturación.

$W_{as}$  = Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire interior (Kg<sub>agua</sub>/Kg<sub>aire</sub>).

$W_e$  = Humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua (kg<sub>agua</sub> /kg<sub>aire</sub>).

Los valores de las humedades absolutas del aire saturado a las distintas temperaturas se consiguen mediante el diagrama psicométrico.

| T<br>(°C) | Humedad absoluta:<br>W (Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> ) |
|-----------|------------------------------------------------------------------|
| 24        | 0.0187                                                           |
| 25        | 0.0200                                                           |
| 26        | 0.0213                                                           |
| 27        | 0.0225                                                           |
| 28        | 0.0240                                                           |

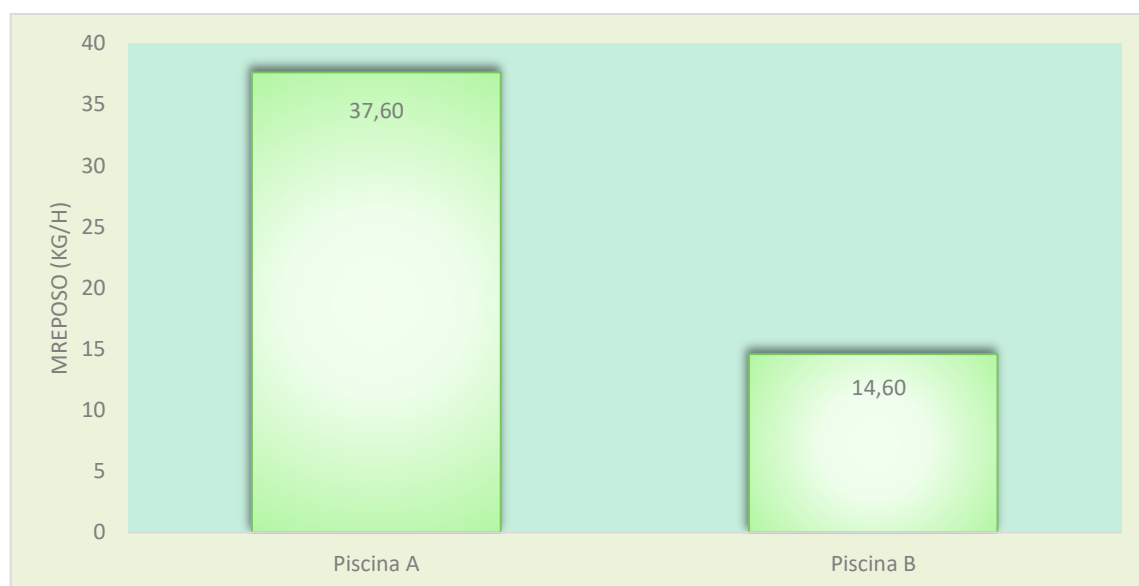
*Tabla 3.2.6. Humedad absoluta del aire saturado a diferentes temperaturas a presión atmosférica.*

| W <sub>as</sub> (Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> ) | W <sub>e</sub> (Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> ) | G <sub>a</sub> | S (m <sup>2</sup> ). | M <sub>reposo</sub> (kg/h) |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------------|----------------------------|
| 0,024                                                     | 0,0213                                                   | 0,65           | 412,5                | 37,60                      |

*Tabla 3.2.7. Flujo másico de vapor de agua en situación de reposo para piscina A.*

| W <sub>as</sub> (Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> ) | W <sub>e</sub> (Kg <sub>agua</sub> /Kg <sub>aire</sub> ) | G <sub>a</sub> | S (m <sup>2</sup> ). | M <sub>reposo</sub> (kg/h) |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|----------------------|----------------------------|
| 0,0225                                                    | 0,024                                                    | 0,65           | 132                  | 14,60                      |

*Tabla 3.2.8. Flujo másico de vapor de agua en situación de reposo para piscina B.*



*Grafica 3.2.5. Masa evaporada cuando el agua se encuentra en reposo*

~ Agitación superficie por ocupantes.

$$M_{\text{ocupantes}} = 133 \cdot (W_e - G_a \cdot W_{as}) \cdot n$$

n = Numero de bañistas por metro cuadrado de superficie de lámina de agua.

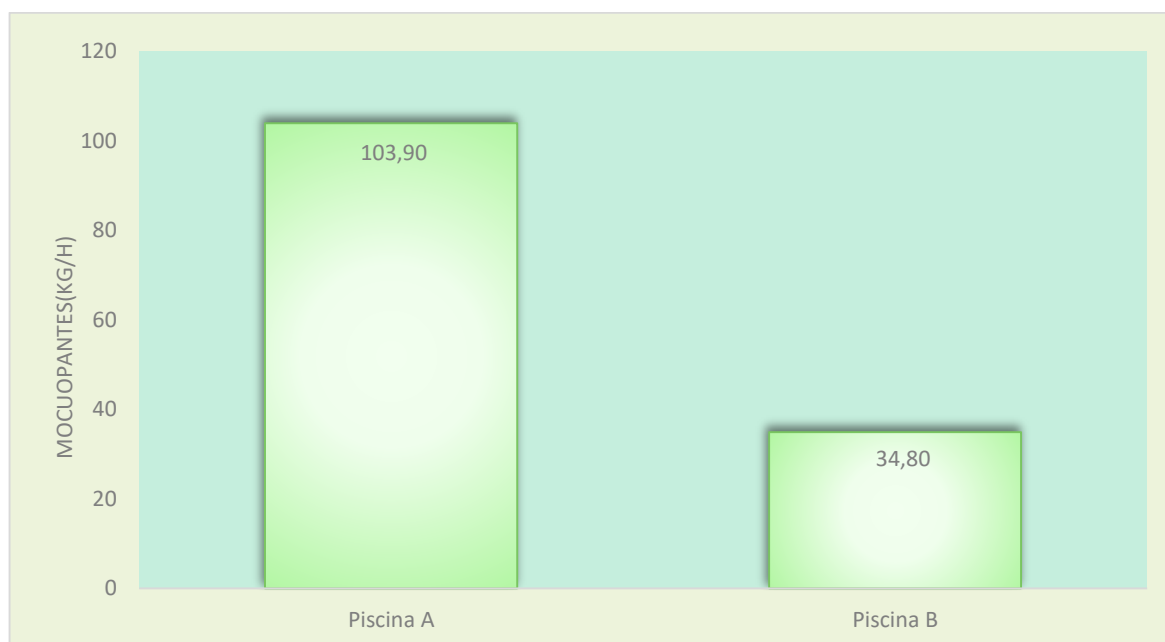
| $W_{as}$ | $W_e$  | $G_a$ | n   | $M_{\text{ocupantes}}$ |
|----------|--------|-------|-----|------------------------|
| 0,024    | 0,0213 | 0,65  | 137 | 103,90                 |

*Tabla 3.2.9. Flujo másico de agua que se evapora debido a la agitación de la superficie por ocupantes para Piscina A*

| $G_a$ | n  | $W_{as}$ | $W_e$ | $M_{\text{ocupantes}}$ |
|-------|----|----------|-------|------------------------|
| 0,65  | 38 | 0,0225   | 0,024 | 34,80                  |

*Tabla 3.2.10. Flujo másico de agua que se evapora debido a la agitación de la superficie por ocupantes para Piscina B.*

En esta partida el principal parámetro que se ha considerado es la ocupación máxima se puede llegar albergar las piscinas. Este dato se ha recogido en el Reglamento del régimen Técnico de Piscinas Públicas.



*Grafica 3.2.6 Masa evaporada cuando el agua se encuentra con max.ocupacion en sala de vasos.*

~ Espectadores.

$$M_{\text{espectadores}} = 16 \cdot (W_e - G_a \cdot W_{as}) \cdot S + 0.1 N$$

n = Número total de ocupantes que se encuentran en las gradas (espectadores).

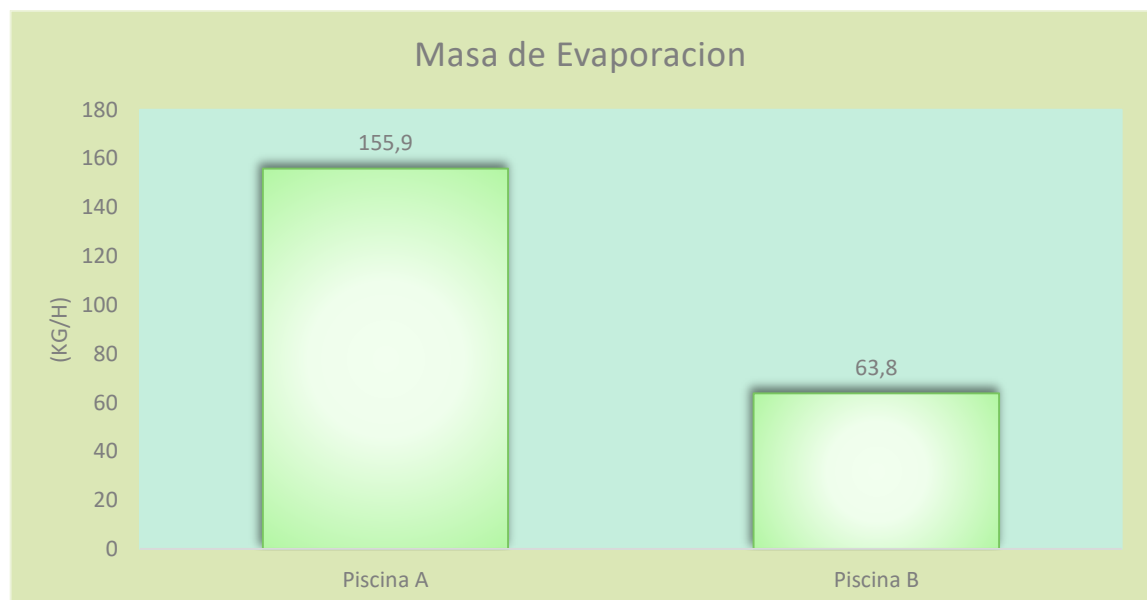
| $W_{as}$ | $W_e$  | $G_a$ | N   | $M_{\text{espectadores}}$ |
|----------|--------|-------|-----|---------------------------|
| 0,024    | 0,0213 | 0,65  | 144 | 118,30                    |

*Tabla 3.2.11. Flujo másico de agua que se evapora debido al número total de ocupantes en Piscina A.*

| $W_{as}$ | $W_e$ | $G_a$ | N   | $M_{\text{espectadores}}$ |
|----------|-------|-------|-----|---------------------------|
| 0,0225   | 0,024 | 0,65  | 144 | 28,90                     |

*Tabla 3.2.12. Flujo másico de agua que se evapora debido al número total de ocupantes en Piscina B.*

Esta partida tiene como parámetro principal el número máximo de personas que se pueden encontrar en nuestras gradas, este número viene delimitado por el número de asientos que se encuentran dentro de la sala de vasos.



*Grafica 3.2.7. Resumen de Perdidas por Evaporación en Sala de Vasos*

|                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| Masa en reposo     | 37,60 kg/h         |
| Masa por ocupantes | 103,90 kg/h        |
| <b>Masa Total</b>  | <b>141,50 Kg/h</b> |

*Tabla 3.2.13. Flujo másico de agua evaporada total para Piscina A*

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| Masa en reposo     | 14,60 kg/h        |
| Masa por ocupantes | 34,80 kg/h        |
| <b>Masa Total</b>  | <b>49,40 Kg/h</b> |

*Tabla 3.2.14. Flujo másico de agua que se evapora total para Piscina B*

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Masa debido a espectadores | 14,40 kg/h        |
| <b>Masa Total</b>          | <b>14,40 Kg/h</b> |

*Tabla 3.2.1 Flujo másico de agua que se evapora debido a espectadores.*

Por tanto la masa de evaporación que se produce en la sala de vasos es:

$$M_e = 219,70 \text{ Kg/h}$$

Por tanto, es conveniente que la temperatura del agua no se encuentre alta y que la temperatura del aire sea siempre mayor que la del agua para que la evaporación y las condiciones de confort sean las adecuadas, puesto que cuanto mayor sea la temperatura del agua será mayor su humedad absoluta en la saturación y como consecuencia aumentara la cantidad de agua evaporada, en las mismas condiciones del aire ambiente.

La masa debido a los expectores se debe sumar a la masa total evaporada en la piscina A y a la masa total evaporada en la piscina B.

El flujo de masa evaporada es la que se debe, por medio de sistemas de deshumidificación, cuyos dispositivos generan una higrometría óptima en el espacio dedicado a las piscinas climatizadas.

### *3.2.2 Calculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en en el vaso de la piscina A*

El agua de las piscinas climatizadas necesita de un aporte de energía para poder mantener su confort térmico ya que la tendencia del agua será igualar la temperatura de su entorno. En el caso de que la temperatura de su entorno sea menor, la temperatura del vaso del agua va a ir disminuyendo, disminuirá en función de las condiciones en las que



se encuentre su entorno, condiciones tales como temperatura del aire en la sala de vasos, temperatura de los cerramientos que envuelve dichas piscinas y temperatura del suelo donde se encuentra.

En el siguiente esquema se representa las pérdidas existentes en el vaso del agua por los motivos expresados anteriormente.

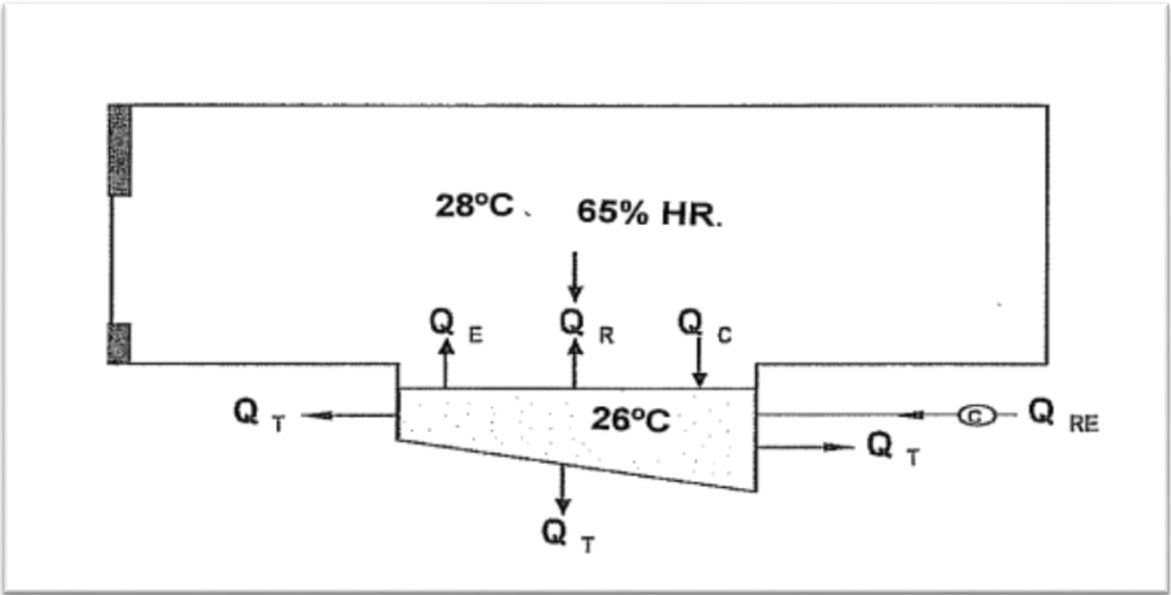
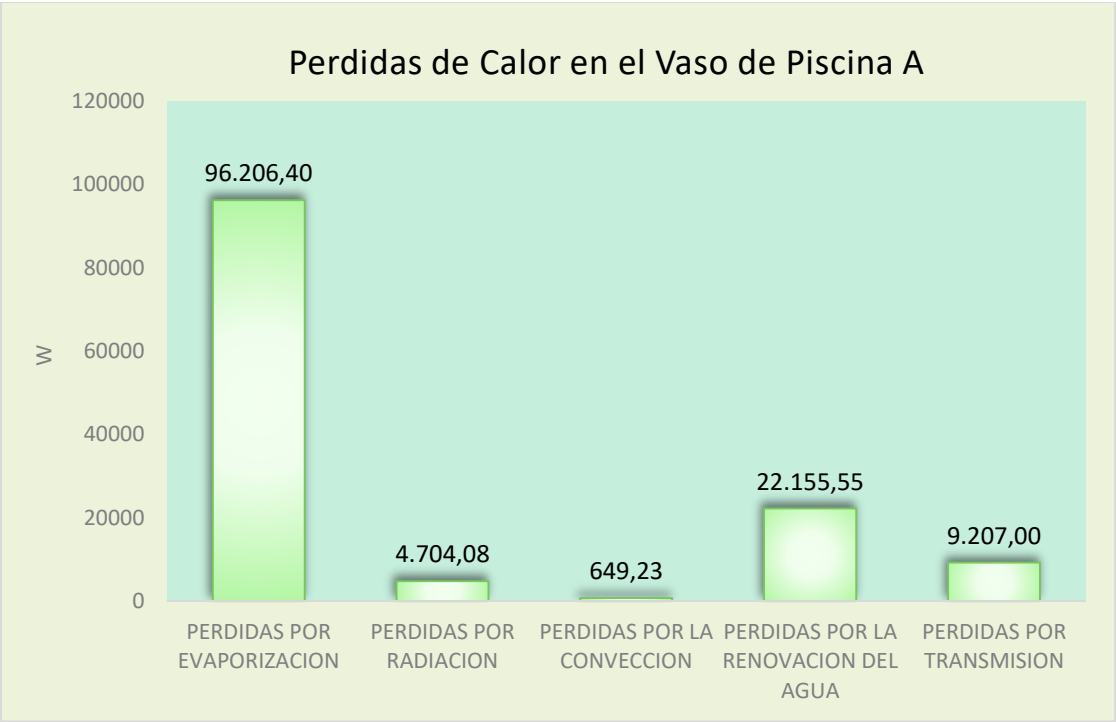


Imagen 3.2.1. Pérdidas y Ganancias en el vaso de la piscina.



Grafica 3.2.8. Perdidas de calor en el vaso de Piscina A.

| Meses        | Perdidas por Evaporación | Perdidas Renovación agua | Perdidas por Transmisión | Pérdidas Totales |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| Enero        | 96.220                   | 31.401,56                | 9.207                    | 136.814,96       |
| Febrero      | 96.220                   | 29.657,03                | 9.207                    | 135.070,43       |
| Marzo        | 96.220                   | 27.912,50                | 9.207                    | 133.325,90       |
| Abril        | 96.220                   | 24.423,43                | 9.207                    | 129.836,83       |
| Mayo         | 96.220                   | 20.934,37                | 9.207                    | 126.347,77       |
| Junio        | 96.220                   | 15.700,78                | 9.207                    | 121.114,18       |
| Julio        | 96.220                   | 10.467,18                | 9.207                    | 115.880,58       |
| Agosto       | 96.220                   | 12.211,71                | 9.207                    | 117.625,11       |
| Septiembre   | 96.220                   | 15.700,78                | 9.207                    | 121.114,18       |
| Octubre      | 96.220                   | 20.934,37                | 9.207                    | 126.347,77       |
| Noviembre    | 96.220                   | 26.167,96                | 9.207                    | 131.581,36       |
| Diciembre    | 96.220                   | 31.401,56                | 9.207                    | 136.814,96       |
| <b>Media</b> | 96.220                   | 20.963,53                | 9.207                    | 127.457,14       |

*Tabla 3.2.16 Pérdidas Totales en Piscina A*

Se muestra que las pérdidas por evaporación son las que más peso tiene que las pérdidas por convección y pérdidas por radiación son las que hemos considerados prácticamente nulas y de echo no se han tenido en cuenta a la hora del cálculo. Las pérdidas por renovación del agua se han plasmado en su temperatura media.

A continuación todas estas pérdidas se detallaran y se mostrara cada uno de los cálculos para llegar a ella. (Explicación Mala)

Aquí también debemos de incluir la puesta en marcha para que cuando leas simplemente esto ya si quieres leer el resto sea por curiosidad

#### *3.2.2.1 Pérdidas por Evaporación.*

Cuando el agua se evapora en el vaso de la piscina, este flujo absorbe el calor del agua de la piscina por lo que provoca un enfriamiento del resto de la masa de agua que no sufre la evaporación. Dicho de otra forma, si la evaporación de nuestra piscina que se encuentra calculada en el apartado 4.1.1 “Cálculo de las necesidades de deshumectación el aire ambiental” es elevada provocara un mayor enfriamiento en el vaso de la piscina, lo que conlleva una mayor necesidad de energía en el sistema de deshumectación y para mantener su confort térmico.

Para calcular las pérdidas por evaporación emplearemos la siguiente expresión:

$$Q_{\text{evaporación}} = \frac{[S \cdot (16 + 133 n) \cdot (W_e - G_a \cdot W_{as})] \cdot C_{\text{vap}}}{1}$$

$$Q_{\text{evaporación}} = M_{\text{evaporación}} \cdot C_{\text{vap}}$$

Esta expresión se puede leer como el flujo de masa de evaporización, quitando los espectadores, multiplicada por el calor de vaporización del agua para una temperatura de 26 °C. O lo que es lo mismo, la masa de evaporización en reposo más la masa de evaporización debido a los bañistas.

Donde:

$C_{\text{vap}}$ . Calor de vaporización del agua para una temperatura de 26° C (680 Wh/kg).

$Q_e = (141,50 \text{ Kg/h}) \cdot (680 \text{ Wh/kg}) = \mathbf{96.220 \text{ W}}$ .

Estas pérdidas, como se pueden contemplar son independientes del mes en el que nos encontramos, por tanto, serán las mismas tanto para las cargas de verano como para las cargas de invierno.

Las pérdidas de calor por la evaporización del agua, serán directamente proporcionales a la cantidad de bañistas que se encuentren en el vaso, por lo que se debe recalcar la importancia de un buen diseño.

### 3.2.2.2 Pérdidas por Radiación de Calor.

Stefan-Boltzmann estableció que si un cuerpo se encuentra a una determinada temperatura, este interactúa con el medio emitiendo radiación térmica, por tanto, el vaso de la piscina emitirá una energía por radiación que se calculará con la ley de Stefan-Boltzmann, esta dependerá principalmente de la diferencia de temperaturas existentes entre el agua de la piscina y los cerramientos.

$$Q_{\text{radiacion}} = \sigma \cdot \epsilon_a \cdot S \cdot (T_{\text{piscina}}^4 - T_{\text{recinto}}^4)$$

$Q_{\text{radiacion}}$  = Energía de radiación (W)

$\sigma$  = Constante de Stefan-Boltzmann (W / m<sup>2</sup>K<sup>4</sup>).

$\epsilon_a$  = Emisividad o emitancia del agua (K).

$T_{\text{piscina}}$  = Temperatura del vaso del agua (K).

$T_{\text{recinto}}$  = Temperatura superficial de los cerramientos (K).

$S$  = Superficie del vaso de la piscina.

| S     | D                     | E    | T <sub>agua</sub> | T <sub>superficial</sub> | Q <sub>radiacion</sub> |
|-------|-----------------------|------|-------------------|--------------------------|------------------------|
| 412,5 | 5,67x10 <sup>-8</sup> | 0,95 | 299               | 299                      | 4.704,07               |

*Tabla 3.2.17 Pérdidas por radiación de calor en el vaso de las piscinas*

Se contempla en la Tabla 2 que dichas pérdidas por radiación de calor se puede llegar a la conclusión que son relativamente pequeñas si las comparamos con el resto, esto se debe, a que la diferencia de temperaturas es baja. Normalmente las pérdidas por radiación en piscinas cubiertas se consideran despreciables, y en verano al encontrarse la temperatura de los cerramientos por encima de la del vaso de las piscinas dichas perdidas serán negativas, es decir, favorecen.

A efectos de cálculo no hemos tenido en cuenta dichas perdidas.

### 3.2.2.3 *Pérdidas por Convección de Calor.*

Las pérdidas por convección de calor se deben al intercambio de energía que experimenta el vaso de la piscina con el aire que se encuentra en el recinto, siempre y cuando exista una diferencia de temperaturas entre ambas. Se da el caso de tener ganancias, debido a que el recinto donde se encuentra el vaso de la piscina está diseñado para que se encuentre a una temperatura mayor que la del vaso de la piscina.

Para calcular las perdidas por convección de calor utilizaremos la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{conveccion}} = 0,6246 \cdot S \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{ambiente}})^{(4/3)}$$

$Q_{\text{conveccion}}$  = Energía por convección (W)

$T_{\text{agua}}$  = Temperatura del vaso del agua. (°C)

$T_{\text{ambiente}}$  = Temperatura del aire del recinto. (°C)

S = Superficie del vaso de la piscina. (m<sup>2</sup>)

| S     | T <sub>agua</sub> | T <sub>ambiente</sub> | Q <sub>conveccion</sub> |
|-------|-------------------|-----------------------|-------------------------|
| 412,5 | 26                | 28                    | 649,23                  |

*Tabla 3.2.18. Pérdidas de calor convección*

De igual forma que en las pérdidas por radiación en el caso de las piscinas cubiertas las pérdidas por convección suelen despreciarse, ya que el valor de los resultados obtenidos es pequeño debido a que las diferencias de temperaturas es incluso menor que en el caso de radiación.

A efectos de cálculo no hemos tenido en cuenta dichas pérdidas.

#### 3.2.2.4 Pérdidas por Renovación.

Según la Normativa de Instalaciones Deportivas y Esparcimiento se deberá aportar un volumen de agua de la red no inferior al 5% del volumen del vaso diario, lo que provoca una pérdida de calor. La cantidad de estas pérdidas dependerán de la temperatura del agua de suministro y de su diferencia con la temperatura en la que se encuentre la piscina.

Las pérdidas por renovación se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Q_{\text{renovacion}} = V_{\text{renovacion}} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{\text{piscina}} - T_{\text{red}})$$

$Q_{\text{renovacion}}$  = Calor perdido por renovación del agua. (W)

$\rho$  = Densidad del agua a la temperatura de 25 grados centígrados. (Kg/m<sup>3</sup>)

$T_{\text{piscina}}$  = Temperatura del vaso de la piscina (°C).

$T_{\text{red}}$  = Temperatura del agua en la red de distribución (°C).

$C_p$  = Calor específico del agua (Wh/kg·°C).

| V       | V <sub>renovacion</sub> | $\rho$ | T <sub>piscina</sub> | T <sub>red</sub> | C <sub>p</sub> | Q <sub>renovacion</sub> |
|---------|-------------------------|--------|----------------------|------------------|----------------|-------------------------|
| 721,875 | 36,09                   | 1.000  | 26                   | 13,3             | 1,16           | 22.155,55               |

Tabla 3.2.19. Pérdidas por la renovación de agua

Estas pérdidas dependen de la temperatura a la que se encuentra el agua en la red de distribución, por tanto, para la obtención del calor cedido en este apartado hemos realizado la media de todos los meses, obteniendo como temperatura media del agua en la red de distribución de 13,3 °C.

En la tabla 5 hemos realizado el cálculo para los distintos meses del años para, como podemos observar en los meses de verano donde la temperatura de la red es más elevada obtenemos unas perdidas por renovación de agua más bajas.

| Meses        | T <sub>red</sub> | Perdidas por Renovación |
|--------------|------------------|-------------------------|
| Enero        | 8                | 31.401,56               |
| Febrero      | 9                | 29.657,03               |
| Marzo        | 10               | 27.912,50               |
| Abril        | 12               | 24.423,43               |
| Mayo         | 14               | 20.934,37               |
| Junio        | 17               | 15.700,78               |
| Julio        | 20               | 10.467,18               |
| Agosto       | 19               | 12.211,71               |
| Septiembre   | 17               | 15.700,78               |
| Octubre      | 14               | 20.934,37               |
| Noviembre    | 11               | 26.167,96               |
| Diciembre    | 8                | 31.401,56               |
| <b>Media</b> | <b>13,3</b>      | <b>22.155,54</b>        |

*Tabla 3.2.20 Pérdidas por renovación de agua en W para los distintos meses del año.*

### 3.2.2.5 Pérdidas por Transmisión

Las pérdidas debido a la transmisión se deben al intercambio existente de energía entre el exterior y el interior de la edificación debido a la diferencia de temperaturas existente a través de los cerramientos de la piscina, dependerán principalmente de las características con las que se ha construido la piscina, es decir, de la arquitectura de la piscina y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado. En el presente estudio la instalación está construida en hormigón dentro del sótano del mismo, y sus pérdidas por transmisión se calcularan a través de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{transmission}} = S_{\text{cerramiento}} \cdot C_t \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{exterior}})$$

$Q_{\text{transmission}}$  = Calor por transmisión (W).

$C_t$  = Coeficiente de transmisión de muros y solerías. Para la capa de azulejos y base de hormigón ( $W/m^2\text{ }^\circ\text{C}$ ).

$S_{\text{ceramiento}}$  = Superficie de cerramiento del vaso de la piscinas ( $m^2$ ). La superficie de cerramiento del vaso de la piscina se calcula como el perímetro más la superficie del vaso.

$T_{\text{agua}}$  = Temperatura del vaso de la piscina ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_{\text{exterior}}$  = Temperatura a la que se encuentra el cerramiento soterrado en el sótano ( $^\circ\text{C}$ ).

| $S_{\text{ceramiento}}$ | $C_t$ | $T_{\text{agua}}$ | $T_{\text{exterior}}$ | $Q_{\text{transmision}}$ |
|-------------------------|-------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| 560                     | 1,5   | 26                | 15                    | 9240                     |

*Tabla 3.2.21 Pérdidas por transmisión.*

Para un cálculo conservador, se selecciona la variable más adversa como temperatura media exterior al cerramiento.

#### *3.2.2.6 Ganancias por Radiación Solar.*

Como se tratan de ganancias no se toman en cuenta al igual que el cálculo anteriormente efectuado de pérdidas por convección y radiación ya que contribuyen a paliar las distintas necesidades térmicas. Se debe de comentar, que según la disposición en la que se encuentre situada nuestra piscina con respecto a los puntos cardinales, la selección del tipo de carpintería y acristalamiento y la superficie, en algunos meses del año están ganancias si se han de tener en cuenta ya que aumentan considerablemente la temperatura ambiente de la sala de vasos. En estos casos, es aconsejable que la instalación disponga de un sistema de free-cooling que permita disminuir la temperatura interior de manera gratuita.

Si la piscina fuese a ser usada durante los meses de verano puede que se necesite baterías de refrigeración para contrarrestar dichas ganancias térmicas. Como en el caso que se estudia la piscina permanecerá cerrada para realizar acciones de mantenimiento exigidas por la ley no será necesario la incorporación de tales elementos con tal fin.

#### *3.2.2.7 Potencia necesaria para la Puesta en Marcha.*

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su IT 10.2.2 “Calculo” la puesta en régimen al comienzo admitirá una duración de varios días y esta acción se deberá realizar al menos una vez al año según Normativa de Instalaciones Deportivas y Esparcimiento, en el caso de este estudio siempre se realizar en el mes de

Agosto, ya que se encuentran cerradas las instalaciones y cuando la temperatura del agua en la red de distribución es más elevada, contribuyendo al ahorro energético para tal uso.

Para calcular la potencia necesaria para la puesta en marcha de la piscina A debemos de utilizar la siguiente expresión:

$$Q_{\text{puestamarcha}} = (V \cdot \rho \cdot C_e \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{red}})) / t$$

$Q_{\text{puestamarcha}}$  = Potencia necesaria para la puesta en marcha (W).

$T_{\text{agua}}$  = Temperatura del vaso de la piscina (°C).

$T_{\text{red}}$  = Temperatura de la red en el municipio de Las Gabias (°C).

$t$  = Tiempo de puesta en marcha (7 días = 168 horas).

$\rho$  = Densidad del agua a la temperatura del vaso del agua de la piscina (kg/m<sup>3</sup>).

$C_e$  = Calor específico del agua a la temperatura del vaso del agua (Wh/Kg °C).

$V$  = Volumen de las piscinas (m<sup>3</sup>).

| Meses      | $T_{\text{red}}$ | $Q_{\text{puestamarcha}}$ |
|------------|------------------|---------------------------|
| Enero      | 8                | 209.343,75                |
| Febrero    | 9                | 197.713,54                |
| Marzo      | 10               | 186.083,33                |
| Abril      | 12               | 162.822,91                |
| Mayo       | 14               | 139.562,50                |
| Junio      | 17               | 104.671,87                |
| Julio      | 20               | 69.781,25                 |
| Agosto     | 19               | 81.411,45                 |
| Septiembre | 17               | 104.671,87                |
| Octubre    | 14               | 139.562,50                |
| Noviembre  | 11               | 174.453,12                |
| Diciembre  | 8                | 209.343,75                |

Tabla 3.2.22. Potencia en W para la puesta en marcha en los distintos meses del año.



Es necesario precisar que la potencia necesaria para la puesta en marcha de la piscina A es un valor que no se va a tener en cuenta a la hora del dimensionado de la caldera ya que esto supondría un sobredimensionado en ella, cuando esta potencia se requiere en un momento puntual cuando las instalaciones se encuentran cerradas.



*Grafica 3.2.9. Potencia para puesta en marcha en piscina A*

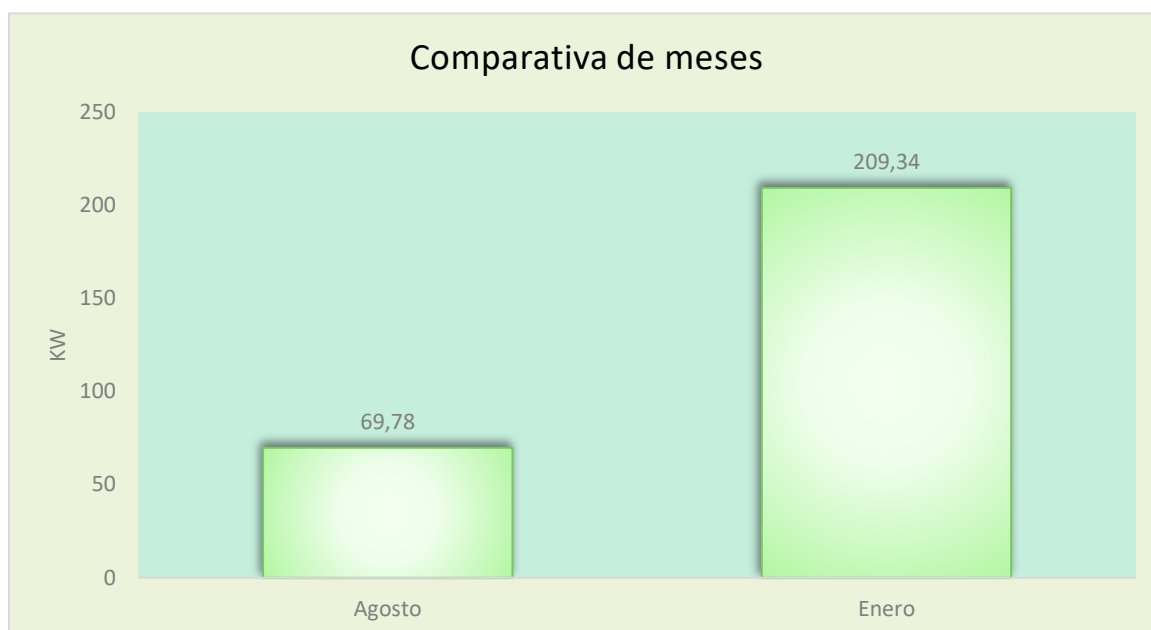
| V      | T <sub>agua</sub> | T <sub>red</sub> | t  | ρ     | C <sub>e</sub> | Q <sub>puetamarcha</sub> |
|--------|-------------------|------------------|----|-------|----------------|--------------------------|
| 721,87 | 26                | 13,3             | 72 | 1.000 | 1,16           | 147.703,64               |

*Tabla 3.2.23 Potencia en W para la puesta en marcha para la temperatura media.*

Se tomara el tiempo de puesta en régimen especificado en la Tabla 8 para que la potencia que se ha calculado no requiera de equipos auxiliares o de mayor potencia. Además al considerar nuestras instalaciones cerradas en el periodo estival la temperatura del agua en la red de distribución favorecerá.

A continuación, vamos a realizar una comparativa si se hiciera la puesta en marcha en el mes más desfavorable en relación a la temperatura del agua en la red de distribución que sería el mes de Diciembre, en este caso se podría realizar la operación aprovechando las vacaciones que se encuentran durante ese mes.

Además que debido a la Normativa se debe realizar una puesta en marcha como mínimo una vez al año, esto se debe a motivos de higiene.



*Gráfica 3.2.10 Comparativa de ahorro de energía.*

Como se puede observar en la gráfica 3 está totalmente justificada la realización de la puesta en marcha en el mes de agosto debido a la temperatura del agua en la distribución de la red, encontrándose en este mes lo más cercano a la temperatura del vaso de la piscina, en cambio en el mes de enero al encontrarse dicha temperatura por encima de la del vaso aumentara considerablemente la potencia.

### *3.2.3 Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en la Piscina B*

En este apartado se calculara todas las pérdidas de calor en el agua que afectan a la piscina B, recordando que las pérdidas por radiación, perdidas por convección así como las ganancias por la radiación solar no se han tenido en cuenta tanto por considerarse positivas en algunos casos como por ser relativamente pequeñas en comparación con el resto.

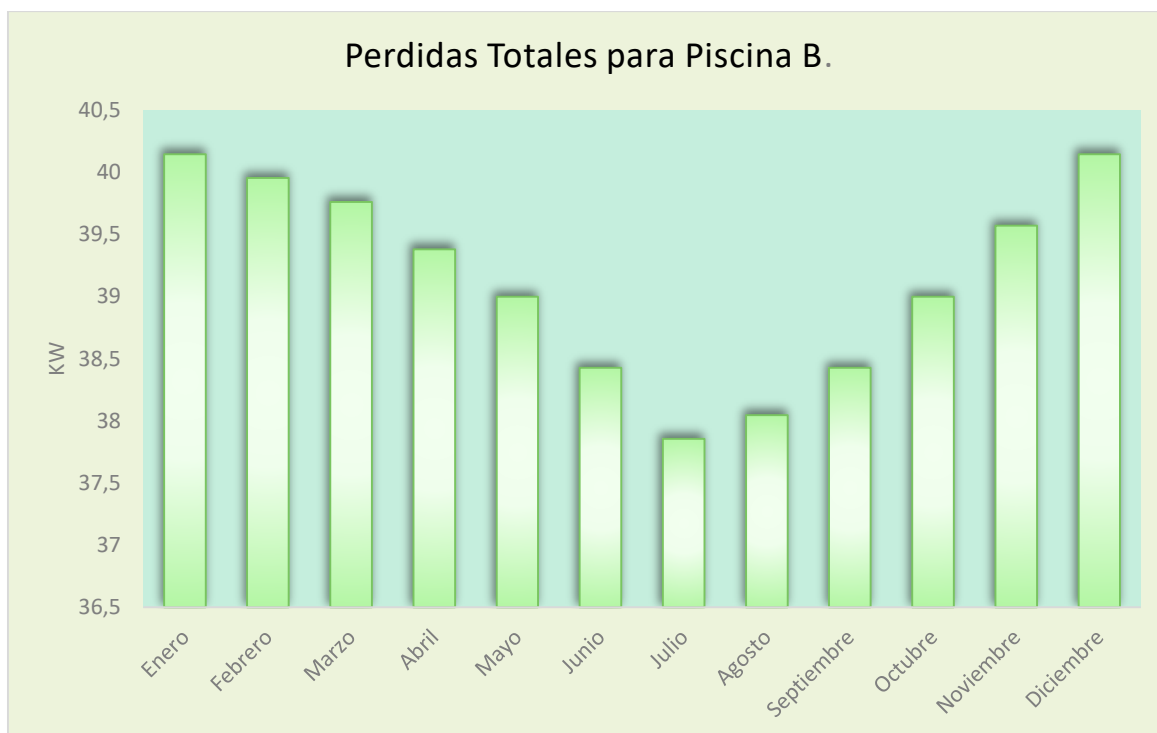
Esta no consideración no nos afecta debido a que en el diseño del resto de perdidas hemos considerado los datos más desfavorables, por tanto, se compensan.

Se realizara por el mismo método aplicado en el cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en la piscina A, de manera que se procederá al cálculo de manera más escueta.

A continuación se muestra la Tabla 5.2.23 donde se recogen todas las pérdidas que en los epígrafes siguientes se detallaran su cálculo.

| Meses        | Perdidas por Evaporación | Perdidas Renovación agua | Perdidas por Transmisión | Pérdidas Totales |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| Enero        | 33.621,1                 | 3.624,19                 | 2.898                    | 40.143,30        |
| Febrero      | 33.621,1                 | 3.433,45                 | 2.898                    | 39.952,55        |
| Marzo        | 33.621,1                 | 3.242,70                 | 2.898                    | 39.761,80        |
| Abril        | 33.621,1                 | 2.861,21                 | 2.898                    | 39.380,31        |
| Mayo         | 33.621,1                 | 2.479,71                 | 2.898                    | 38.998,82        |
| Junio        | 33.621,1                 | 1.907,47                 | 2.898                    | 38.426,57        |
| Julio        | 33.621,1                 | 1.335,23                 | 2.898                    | 37.854,33        |
| Agosto       | 33.621,1                 | 1.525,97                 | 2.898                    | 38.045,08        |
| Septiembre   | 33.621,1                 | 1.907,47                 | 2.898                    | 38.426,57        |
| Octubre      | 33.621,1                 | 2.479,71                 | 2.898                    | 38.998,82        |
| Noviembre    | 33.621,1                 | 3.051,95                 | 2.898                    | 39.571,06        |
| Diciembre    | 33.621,1                 | 3.624,19                 | 2.898                    | 40.143,30        |
| <b>Media</b> | 33.621,1                 | 2.622,18                 | 2.898                    | <b>39.141,28</b> |

Tabla 3.2.24. Resumen de pérdidas de calor en el agua de la piscina B en W



Gráfica 3.2.11. Pérdidas totales de calor en el agua de Piscina B para los distintos meses



Gráfica 3.2.12. Valor medio de las distintas pérdidas de calor en el agua para piscina B.

### 3.2.3.1 Pérdidas por evaporación.

Para calcular las pérdidas causadas por este motivo emplearemos la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{evaporación}} = \frac{[S \cdot (16 + 133 n) \cdot (W_e - G_a \cdot W_{as})] \cdot C_{\text{vap}}}{M_{\text{evaporación}} \cdot C_{\text{vap}}}$$

$$Q_{\text{evaporación}} = M_{\text{evaporación}} \cdot C_{\text{vap}}$$

$Q_{\text{evaporación}}$  = Pérdidas por evaporación (W).

$C_{\text{vap}}$  = Calor de vaporización del agua para una temperatura de 28 °C (Wh/Kg).

$M_{\text{evaporación}}$  = Masa total de evaporación (Kg/h)

| $C_{\text{vap}}$ | $M_{\text{evaporación}}$ | $Q_{\text{evaporación}}$ |
|------------------|--------------------------|--------------------------|
| 680              | 49,4                     | 33.621,1                 |

Tabla 3.2.25. Pérdidas por evaporación en piscina pequeña.

Estas pérdidas no dependen del mes del año en el que nos encontremos.

### 3.2.3.2 Pérdidas por renovación de agua.

Se debe a la evaporación y al agua vertida por los rebosaderos debido a los bañistas, asimismo el reglamento técnico sanitario de piscinas de Andalucía en su artículo 2 establece un 5% de renovación del volumen total de agua cada 24 horas.

Para el cálculo de las pérdidas que depende principalmente del volumen de agua de renovación que introducimos emplearemos la ecuación siguiente:

$$Q_{\text{renovacion}} = V_{\text{renovacion}} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{\text{piscina}} - T_{\text{red}})$$

$Q_{\text{renovacion}}$  = Calor perdido por renovación del agua. (Wh/día)

$V_{\text{renovacion}}$  = Volumen de renovación (5% del volumen vasos) ( $\text{m}^3$ )

$V_{\text{renovacion}} = V_{\text{piscina}} \cdot 5\% = 3,96 \text{ m}^3/\text{día}$ .

$\rho$  = Densidad del agua a la temperatura de 28 grados centígrados.  $996,59 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$ , esta se mantiene constante a lo largo del año.

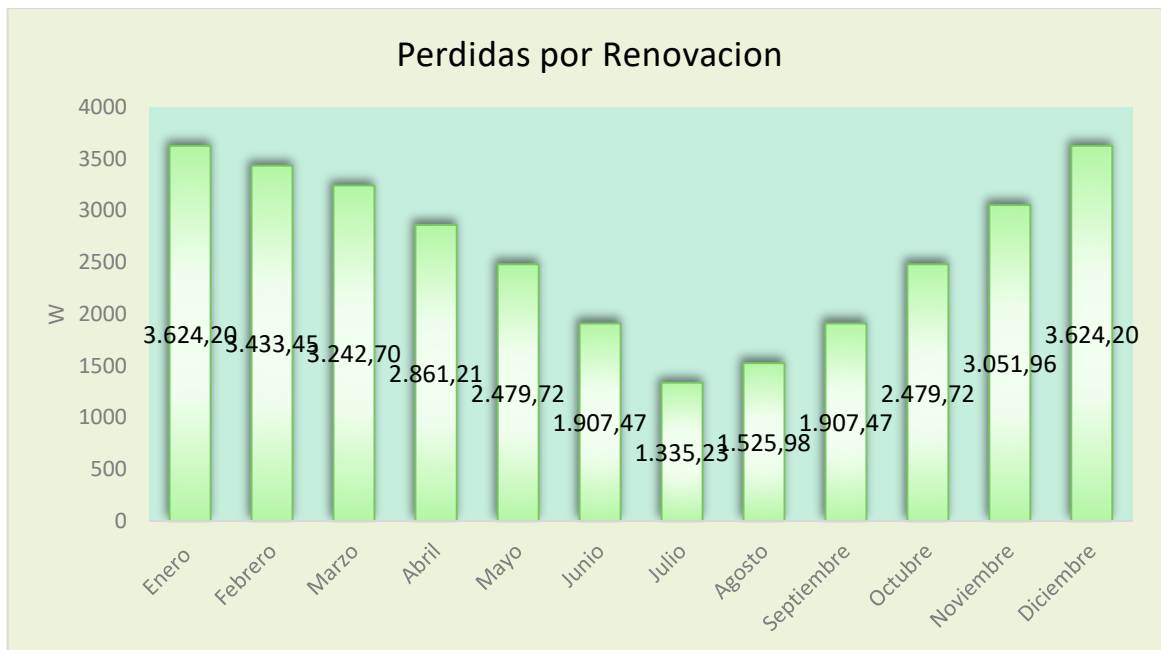
$T_{\text{piscina}}$  = Temperatura del vaso de la piscina ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$T_{\text{red}}$  = Temperatura del agua en la red de distribución ( $^{\circ}\text{C}$ ).

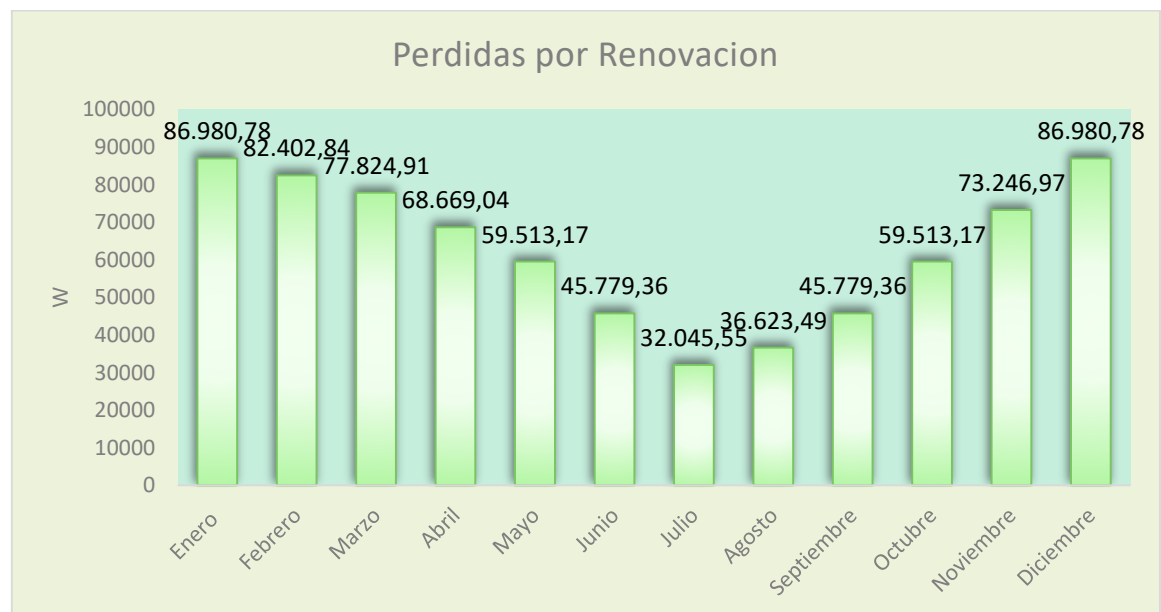
$C_p$  = Calor específico del agua  $1,15 \text{ (Wh/kg} \cdot ^{\circ}\text{C)}$ , esta se mantiene constante.

| Meses        | $T_{\text{red}}$ | $T_{\text{piscina}}$ | $Q_{\text{renovacion}}$ |
|--------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| Enero        | 8                | 27                   | 86.980,78               |
| Febrero      | 9                | 27                   | 82.402,84               |
| Marzo        | 10               | 27                   | 77.824,90               |
| Abril        | 12               | 27                   | 68.669,03               |
| Mayo         | 14               | 27                   | 59.513,16               |
| Junio        | 17               | 27                   | 45.779,35               |
| Julio        | 20               | 27                   | 32.045,55               |
| Agosto       | 19               | 27                   | 36.623,48               |
| Septiembre   | 17               | 27                   | 45.779,35               |
| Octubre      | 14               | 27                   | 59.513,16               |
| Noviembre    | 11               | 27                   | 73.246,92               |
| Diciembre    | 8                | 27                   | 86.980,78               |
| <b>Media</b> | <b>13,3</b>      | <b>27</b>            | <b>62.932,32</b>        |

Tabla 3.2.26. Pérdidas por renovación de agua para los distintos meses del año en piscina pequeña en Wh/día.



Gráfica 3.2.13 Representación de las pérdidas por renovación en piscina B en W.



Gráfica 3.2.14 Representación de las pérdidas por renovación en piscina B en Wh/día

### 3.2.3.3 Pérdidas por la transmisión.

Las pérdidas debido a la transmisión dependerán principalmente de las características con las que se ha construido la piscina. En nuestro caso la instalación está construido en hormigo dentro del sótano del mismo, las pérdidas por transmisión se calcularan a través de la siguiente expresión:

$$Q_{\text{transmision}} = S_{\text{cerramiento}} \cdot C_t \cdot (T_{\text{agua}} - T_{\text{exterior}})$$

$Q_{transmission}$  = Pérdidas de calor por transmisión (W).

$C_t$  = Coeficiente de transmisión de muros y solerías. Para la capa de azulejos y base de hormigón ( $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ).

$S_{cerramiento}$  = Superficie de cerramiento del vaso de la piscina ( $m^2$ ).

$T_{agua}$  = Temperatura del vaso de la piscina ( $^\circ C$ ).

$T_{exterior}$  = Temperatura exterior al cerramiento ( $^\circ C$ ).

| $S_{cerramiento}$ | $C_t$ | $T_{agua}$ | $T_{exterior}$ | $Q_{transmission}$ |
|-------------------|-------|------------|----------------|--------------------|
| 161               | 1,5   | 27         | 15             | 2.898              |

*Tabla 3.2.27 Pérdidas por la transmisión para piscina pequeña.*

#### 3.2.3.4 Potencia necesaria para puesta en marcha

En función del volumen de agua de la piscina, de la densidad y calor específico del agua así como de la temperatura que se quiere alcanzar y de la temperatura del agua de llenado y del tiempo de puesta a régimen, la potencia necesaria para la puesta en marcha se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{puestamarcha} = (V_{piscina} \cdot \rho \cdot C_e \cdot (T_{agua} - T_{red})) / t$$

$Q_{puestamarcha}$  = Potencia necesaria para la puesta en marcha o régimen (W).

$T_{agua}$  = Temperatura del vaso de la piscina ( $^\circ C$ ).

$T_{red}$  = Temperatura del agua en la red del municipio de Las Gabias ( $^\circ C$ ).

$t$  = Tiempo de puesta en marcha (horas).

$\rho$  = Densidad del agua a la temperatura del vaso del agua de la piscina ( $kg/m^3$ ).

$C_e$  = Calor específico del agua a la temperatura del vaso del agua ( $Wh/kg \cdot ^\circ C$ ).

$V$  = Volumen de la piscina pequeña ( $m^3$ ).

Para la puesta en marcha se ha calculado para todos los meses del año, en el presenta proyecto la piscina municipal se mantendrá cerrada durante el mes de agosto para su mantenimiento y puesta en marcha

| Meses      | $T_{red}$ | $T_{piscina}$ | $\rho$ | $t$ | $C_p$ | $V$  | $Q_{puesta\ marchas}$ |
|------------|-----------|---------------|--------|-----|-------|------|-----------------------|
| Enero      | 8         | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 24.161,33             |
| Febrero    | 9         | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 22.889,68             |
| Marzo      | 10        | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 21.618,03             |
| Abril      | 12        | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 19.074,73             |
| Mayo       | 14        | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 16.531,43             |
| Junio      | 17        | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 12.716,49             |
| Julio      | 20        | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 8.901,54              |
| Agosto     | 19        | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 10.173,19             |
| Septiembre | 17        | 27            | 996,59 | 72  | 1,16  | 79,2 | 12.716,49             |

*Tabla 3.2.28. Potencia necesaria para la puesta a régimen para la piscina pequeña*

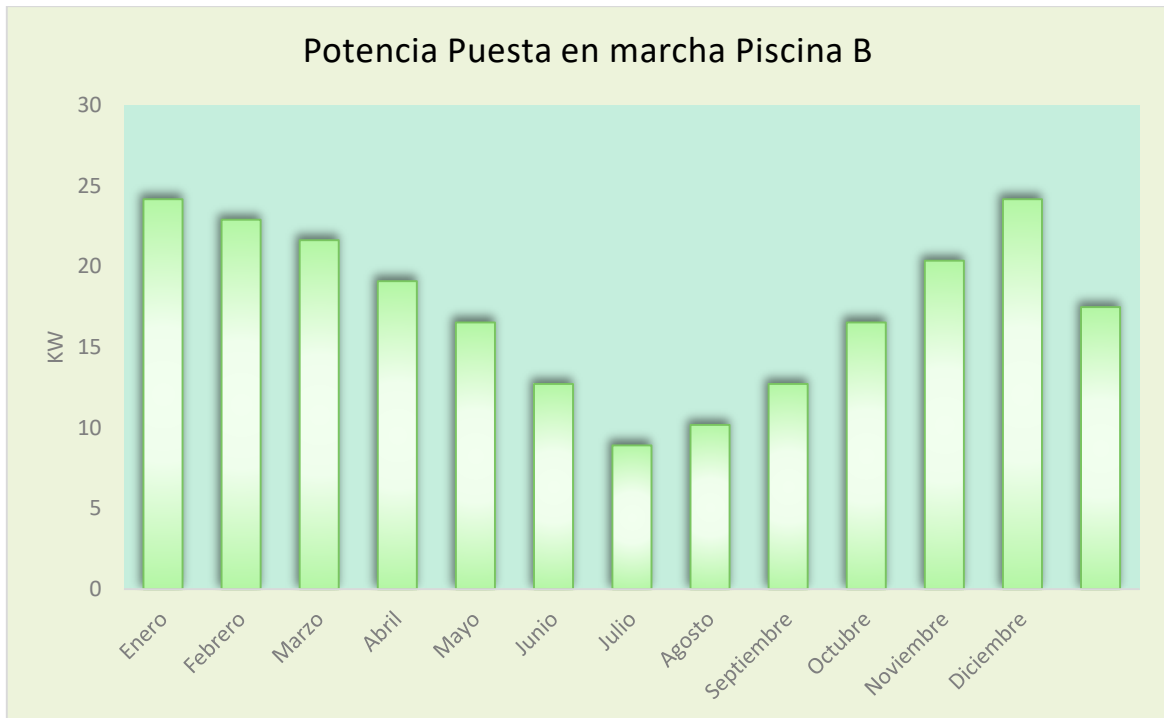
|              |      |    |        |    |      |      |           |
|--------------|------|----|--------|----|------|------|-----------|
| Octubre      | 14   | 27 | 996,59 | 72 | 1,16 | 79,2 | 16.531,43 |
| Noviembre    | 11   | 27 | 996,59 | 72 | 1,16 | 79,2 | 20.346,38 |
| Diciembre    | 8    | 27 | 996,59 | 72 | 1,16 | 79,2 | 24.161,33 |
| <b>Media</b> | 13,3 | 27 | 996,59 | 72 | 1,16 | 79,2 | 17.481,20 |

*Tabla 3.2.28. Continuación. Potencia necesaria para la puesta a régimen para piscina B*

Como se puede observar en el mes de agosto es cuando será necesaria menor potencia para tal fin, ya que la diferencia de temperatura de la red de distribución con respecto a la que se quiere alcanzar en nuestra piscina es menor.

Para el cálculo, se va a considerar la media para que en todo momento sea posible realizar dicho mantenimiento en cualquier mes del año, sin que ello suponga ningún inconveniente. Aun así es recomendable que el mes de agosto sea el elegido para tal acción.





*Gráfica 3.2.15 Representación de la potencia necesaria para la puesta en marcha de piscina B*

#### **3.2.4 Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura en Sala de Vasos.**

Las necesidades que debemos de cubrir para el mantenimiento de la temperatura en la sala de vasos son debidas al calentamiento.

El aporte de vapor de agua aumenta la humedad en el aire interior tanto absoluta como relativa y en consecuencia también nos aumentara la temperatura de rocío. \*Por tanto, el aire en el interior que se encuentre en contacto con cerramientos cuya temperatura superficial se encuentra por debajo de la del rocío (que en las condiciones de estudio para una temperatura de diseño en la sala de vasos es de 28 °C y 65% HR, se tendrá una temperatura de rocío de aproximadamente 20 °C) experimentara un cambio de estado formándose gotas de agua. Se debe evitar este tipo de condensaciones ya que suponen graves problemas como es el daño en la estructura y la corrosión.

Como conclusión a lo expuesto anteriormente, se debe de tener en cuenta la distribución de aire que introducimos en la sala de vasos para que en todo momento evitar temperaturas en la superficie de los cerramientos inferiores a la del punto de rocío, teniendo una mayor consideración a todas aquellas superficies que se encuentran acristaladas ya que este tipo de superficies al no ser absorbentes son más susceptibles en la aparición de condensaciones.

Por tanto, en todo momento se debe de mantener un control en la temperatura ambiental por encima de la temperatura del vaso de la piscina para asegurarnos las condiciones de confort para todos aquellos usuarios que se encuentren en las instalaciones y así asegurarnos un cumplimiento de la norma.

Para evitar masas de aire estancado, que seguramente se acaban enfriando y condenando, es recomendable asegurar una tasa de circulación de entre 4 y 8 veces el volumen total del recinto.

#### 3.2.4.1 Caudal de aire necesario.

De acuerdo con el apartado 2.1.2.1.1 “Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente” del presente documento todos los espacios de la instalación de estudio deberán de disponer de un sistema de ventilación que aporte un caudal mínimo de aire exterior, recogida dicha información en el epígrafe 2.1.2.1.2 “ Cumplimiento de calidad de aire interior”.

##### Caudal de aire Total.

$$V_{\text{aire total}} = V_{\text{recinto}} \cdot T_{\text{recirculacion}}$$

$V_{\text{recinto}}$  = Volumen de la sala de vasos ( $\text{m}^3$ ).

$T_{\text{recirculacion}}$  = Tasa de recirculación, considerando 5. Debido a lo expuesto en el punto 2.3 la tasa de recirculación de aire suele ser entre 4 a 8 veces el volumen del recinto para asegurar la correcta circulación de aire.

$$V_{\text{aire total}} = 9590 \cdot 5 = 47.950 \text{ m}^3/\text{h}.$$

##### Caudal de aire Exterior.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios ofrece un valor de aire exterior mínimo a introducir en el espacio donde se encuentran las piscinas de  $9 \text{ m}^3/\text{s}$  por metro cuadro de superficie de la lámina de agua. Por tanto:

$$V_{\text{aire mínimo}} = 9 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot 412,5 \text{ m}^2 = 3.712,5 \text{ m}^3/\text{h}. \quad (\text{Piscina A})$$

$$V_{\text{aire mínimo}} = 9 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot 132 \text{ m}^2 = 1.188 \text{ m}^3/\text{h}. \quad (\text{Piscina B})$$

### 3.2.4.2 Perdidas por Ventilación.

El objetivo de la ventilación es, sustituir el aire que se encuentra cargado con diversos productos químicos utilizados para tratar el agua y productos de desinfección y limpieza por un aire que se encuentra más puro. La condensación más alta de los contaminantes en una piscina cubierta, se sitúa en el volumen de aire que se encuentra justamente encima de la lámina de agua. Como se puede observar en los planos los conductos que se encargan de retirar aire de la sala de vasos se encuentran encima de la lámina de agua debido a tal motivo, así como los conductos que se encargan de introducir el aire necesario esta en las paredes donde se encuentran las zonas acristaladas.

Sin duda, cuidar la calidad del aire interior en la sala de vasos es fundamental para la salud de las personas que se encuentran en ella. El sistema de ventilación se encarga tanto de introducir dicho caudal de aire exterior como de retirar parte del aire interior, asegurando una recirculación.

En todo caso, el sistema de ventilación será desfavorable para el cálculo de nuestras cargas térmicas, ya que retira aire del interior, el cual, se encuentra en condiciones de confort y lo sustituye por aire exterior previamente filtrado en condiciones más desfavorables.

A continuación se procederá al cálculo del aire necesario desde el exterior que es necesario introducir en el local para deshumectar.

#### Piscina A

|               | $\rho$ ( Kg/m <sup>3</sup> ) | W (Kg <sub>agua</sub> /kg <sub>aire</sub> ) | T ( °C) | HR (%) |
|---------------|------------------------------|---------------------------------------------|---------|--------|
| Aire Interior | 1,13                         | 0,0157                                      | 28      | 65     |
| Aire Exterior | 1,19                         | 0,0097                                      | 15      | 90     |

Tabla 5.2.29 Condiciones de cálculo

El caudal de aire exterior para deshumectar se calcula con la expresión:

$$V_{\text{aire exterior}} = M_{\text{evaporacion}} / (W_{\text{aire interior}} \cdot \rho_{\text{aire interior}} - W_{\text{aire exterior}} \cdot \rho_{\text{aire exterior}})$$

$V_{\text{aire exterior}}$ . Volumen de aire exterior (m<sup>3</sup>/h).

$M_{\text{evaporacion}}$ . Masa de evaporización (Kg/h).

$W_{\text{aire interior}}$ . Humedad absoluta del aire interior (Kg de agua /kg de aire seco).

$\rho_{\text{aireinterior}}$ . Densidad del aire interior (Kg/m<sup>3</sup>).

$W_{\text{aireexterior}}$ . Humedad absoluta del aire exterior (Kg de agua /kg de aire seco).

$\rho_{\text{aireexterior}}$ . Densidad del aire exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

| $M_{\text{evaporizacion}}$ | $W_{\text{aireinterior}}$ | $\rho_{\text{aireinterior}}$ | $W_{\text{aireexterior}}$ | $\rho_{\text{aireexterior}}$ | $V_{\text{aireexterior}}$ |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 155,9                      | 0,0157                    | 1,16                         | 0,0097                    | 1,19                         | 23.376                    |

*Tabla 3.2.30. Cuadro resumen del caudal de aire exterior para deshumectar toda la masa de evaporización en Piscina A.*

La potencia de calor por aire exterior es:

$$Q_{\text{aireexterior}} = (P \cdot C_p / 0,86) * V_{\text{aireexterior}} * \Delta T$$

$Q_{\text{aireexterior}}$ . Perdidas debido a la renovación del aire.

P. Peso específico del aire.

$C_p$ . Calor especifico del aire. 0,26

$V_{\text{aireexterior}}$ . Caudal de aire exterior.

$\Delta T$ . Diferencias de temperatura entre el exterior y el interior.

| P Kg/m <sup>3</sup> | $C_p$ Kcal/Kg °C | $V_{\text{aireexterior}}$ m <sup>3</sup> /h | $\Delta T$ (°C) | $Q_{\text{aireexterior}}$ (W) |
|---------------------|------------------|---------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1,19                | 0,26             | 23.376                                      | 13              | 109.329                       |

*Tabla 3.2.31 Cuadro resumen,*

### Piscina B

|               | $\rho$ ( Kg/m <sup>3</sup> ) | W (Kg <sub>agua</sub> /kg <sub>aire</sub> ) | T ( °C) | HR (%) |
|---------------|------------------------------|---------------------------------------------|---------|--------|
| Aire Interior | 1,13                         | 0,0157                                      | 28      | 65     |
| Aire Exterior | 1,19                         | 0,0097                                      | 15      | 90     |

*Tabla 3.2.32. Condiciones de cálculo*

El caudal de aire exterior para deshumectar se calcula con la expresión:

$$V_{\text{aire exterior}} = M_{\text{evaporación}} / (W_{\text{aire interior}} \cdot \rho_{\text{aire interior}} - W_{\text{aire exterior}} \cdot \rho_{\text{aire exterior}})$$

$V_{\text{aire exterior}}$ . Volumen de aire exterior (m<sup>3</sup>/h).

$M_{\text{evaporación}}$ . Masa de evaporación (Kg/h).

$W_{\text{aire interior}}$ . Humedad absoluta del aire interior (Kg de agua /kg de aire seco).

$\rho_{\text{aire interior}}$ . Densidad del aire interior (Kg/m<sup>3</sup>).

$W_{\text{aire exterior}}$ . Humedad absoluta del aire exterior (Kg de agua /kg de aire seco).

$\rho_{\text{aire exterior}}$ . Densidad del aire exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

| $M_{\text{evaporación}}$ | $W_{\text{aire interior}}$ | $\rho_{\text{aire interior}}$ | $W_{\text{aire exterior}}$ | $\rho_{\text{aire exterior}}$ | $V_{\text{aire exterior}}$ |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 63,8                     | 0,0157                     | 1,13                          | 0,0097                     | 1,19                          | 10.293,64                  |

*Tabla 3.2.33 Cuadro resumen del caudal de aire exterior para deshumectar toda la masa de evaporación en Piscina B.*

La potencia de calor por aire exterior es:

$$Q_{\text{aire exterior}} = (P \cdot C_p / 0,86) \cdot V_{\text{aire exterior}} \cdot \Delta T$$

$Q_{\text{aire exterior}}$ . Perdidas debido a la renovación del aire.

P. Peso específico del aire.

$C_p$ . Calor específico del aire.

$V_{\text{aire exterior}}$ . Caudal de aire exterior.

$\Delta T$ . Diferencias de temperatura entre el exterior y el interior.

| P Kg/m <sup>3</sup> | $C_p$ Kcal/Kg °C | $V_{\text{aire exterior}}$ m <sup>3</sup> /h | $\Delta T$ (°C) | $Q_{\text{aire exterior}}$ (W) |
|---------------------|------------------|----------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| 1,19                | 0,24             | 10.293,64                                    | 13              | 44.813 W                       |

*Tabla 3.2.34. Cuadro resumen*

### 3.2.4.3 Pérdidas debido a la transmisión.

Las pérdidas por transmisión de calor se producen a través de cada uno de los cerramientos exteriores que componen la sala de vasos, además de paredes interiores y ventanas, esta transmisión es directamente proporcional a la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, al coeficiente de transmisión térmica del cerramiento y a la superficie del cerramiento.

$$Q_{\text{transmision}} = k \cdot S \cdot (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

$Q_{\text{transmision}}$  = Pérdidas por transmisión (W).

$k$  = Coeficiente Global de transferencia de paredes ( $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

$T_{\text{interior}}$  = Temperatura interior en la sala de vasos ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_{\text{exterior}}$  = Temperatura exterior de diseño ( $^\circ\text{C}$ ).

$S$  = Superficie de la pared ( $\text{m}^2$ ).

| S     | k   | $T_{\text{interior}}$ | $T_{\text{exterior}}$ | $Q_{\text{transmision}}$ |
|-------|-----|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1.500 | 1,5 | 28                    | 15                    | 29.250                   |

Tabla 3.2.35 Pérdidas por transmisión a través de los cerramientos en Sala de Vaso.

### 3.2.5 Diseño del sistema de deshumectación y tratamiento del aire.

El objetivo de esta sección será la de diseñar un sistema que proporcione los parámetros ambientales que hemos definido para la sala de vasos, venciendo todas las pérdidas comentadas en las secciones anteriores del presente anexo.

#### 3.2.5.1 Deshumectación del aire interior debido al aire exterior.

El valor de flujo másico de vapor de agua que se consigue disminuir debido al caudal procedente del exterior dependerá de la diferencia de humedad absoluta existente entre ambos caudales y viene dado por la expresión que a continuación se presenta:

$$M_e = Q_{\text{aireexterior}} \cdot \rho_{\text{aireexterior}} \cdot (W_{\text{aireinterior}} - W_{\text{aireexterior}})$$

$M_e$ . Flujo másico de vapor de agua (kg/h).

$Q_{aire\ exterior}$ . Caudal de aire procedente del exterior (m<sup>3</sup>/h).

$\rho_{aire\ exterior}$ . Densidad del aire procedente del exterior (Kg/m<sup>3</sup>).

$W_{aire\ interior}$ . Humedad absoluta del aire procedente del interior (Kg<sub>agua</sub>/Kg<sub>aire</sub>).

$W_{aire\ exterior}$ . Humedad absoluta del aire procedente del exterior (Kg<sub>agua</sub>/Kg<sub>aire</sub>).

| $T_{media}$ | $\rho$ | $W_{aire\ interior}$ | $W_{aire\ exterior}$ | $Q_{aire\ exterior}$ | $M_e$ |
|-------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|-------|
| 15          | 1,19   | 0,0157               | 0,0097               | 8000                 | 59,20 |

*Tabla 3.2.36 Deshumectación del aire interior provocado por la mezcla con aire exterior.*

Se puede observar como en condiciones de diseño el aire exterior donde la humedad absoluta difiere a la humedad absoluta del aire interior, aporta una deshumectación de 59,20 Kg<sub>vaporagua</sub>/h, el resto de humedad tendrá que ser evacuada a través del sistema de la bomba deshumectadora que se pretende diseñar.

Por tanto, según los calculados que se han realizado anteriormente en la sección “Calculo del tratamiento de aire para la piscina A y piscina B” donde el total demandado es de 205,3 Kg/h, únicamente se necesita deshumectar 146,1 Kg/h del total por parte de la bomba deshumectadora.

#### 3.2.5.2 Estudio Psicométrico.

Para el estudio de la deshumectación es preciso determinar la humedad y temperatura de descarga del aire impulsado para compensar el enfriamiento provocado por la evaporación del agua y las pérdidas a través de los cerramientos, teniendo en cuenta las pérdidas y ganancias que se producen.

Partiendo de los siguientes dato:

|                                           |                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Temperatura del aire interior</b>      | <b>29 °C</b>                |
| <b>Humedad relativa del aire interior</b> | 65%                         |
| <b>Volumen de vapor de agua a extraer</b> | 205,3 Kg <sub>agua</sub> /h |
| <b>Caudal de aire de circulación</b>      | 47950 m <sup>3</sup> /h     |

|                                          |                     |
|------------------------------------------|---------------------|
| <b>Volumen total del recinto</b>         | 9590 m <sup>3</sup> |
| <b>Temperatura de diseño en invierno</b> | 15 °C               |
| <b>Humedad relativa de invierno</b>      | 90 %                |

*Tabla 3.2.37. Datos de partida.*

#### 3.2.5.2.1 Masa de aire impulsado

Es preciso conocer la masa de aire que se debe de impulsar, conociendo el caudal de aire de circulación y mediante la siguiente expresión obtenemos:

$$M_{\text{aireimpulsado}} = \frac{\text{Caudal de aire de circulación}}{\text{volumen específico}}$$

Caudal de aire de circulación = 47950 (m<sup>3</sup>/h).

Volumen específico = 0,872 (m<sup>3</sup> / Kg<sub>aireseco</sub>) para condiciones interiores.

$$M_{\text{aireimpulsado}} = 54988,53 \text{ (Kg /h)}$$

#### 3.2.5.2.2 Humedad absoluta de descarga.

Se puede calcular la variación de humedad absoluta conociendo la masa de aire que se encuentra en circulación en la sala de vasos y la masa total de evaporación, datos que se encuentran registrados en X del presente documento.

$$\Delta w = \frac{\text{Masa total de evaporacion}}{\text{Masa de aire impulsada}}$$

Masa de evaporación para piscina grande = 155,9 Kg/h.

Masa de evaporación para piscina pequeña = 49,4 Kg/h.

Masa total de evaporación = 205,3 Kg/h.

$M_{\text{aireimpulsado}} = 54988,53 \text{ Kg/h.}$

$$\Delta w = 0,003733 \text{ (Kg}_{\text{agua}}/\text{Kg}_{\text{aire}})$$



Con un 65% de humedad relativa y una temperatura de 28 °C se tiene una humedad absoluta de 0,0157 Kg<sub>agua</sub>/ Kg<sub>aire</sub>. Con la variación de humedad absoluta calculada anteriormente, quedará una humedad absoluta de descarga de 0,01196 Kg<sub>agua</sub>/ Kg<sub>aire</sub>. Esta es la humedad absoluta con la que debe salir de la bomba deshumectadora para contrarrestar la evaporación continua de los vasos de las piscinas y alcanzar los datos de diseño.

$$\underline{w_{\text{descarga}} = 0,01196 \text{ (Kg}_{\text{agua}}/\text{ Kg}_{\text{aire}}\text{)}}$$

### 3.2.5.2.3 Temperatura de mezcla y descarga del aire.

En el epígrafe 4.1.3.3 “Perdidas debido a la transmisión” se obtuvo la demanda de calefacción debido a la transmisión en la sala de vasos. Con este dato se puede obtener la entalpía que se ha de recuperar debido a las pérdidas por transmisión de calor a través de los cerramientos.

$$\Delta h = \frac{\text{Perdidas por transmision}}{\text{Masa de aire impulsado}}$$

$$Q_{\text{transmision}} = 29250 \text{ W} = 105300 \text{ (KJ /h)}.$$

$$M_{\text{aireimpulsado}} = 54988,53 \text{ (Kg/h)}.$$

$$\Delta h = 1,91 \text{ (KJ /Kg)} = h_{\text{perdidas}}$$

La entalpía en las condiciones interiores es de 67,5 KJ /kg de aire seco, esta entalpía la hemos sacado del diagrama psicrométrico y es la que debe de mantenerse en el interior según las condiciones de diseño impuestas en el interior, por tanto, la descarga de aire ha de contrarrestar esas pérdidas de entalpía debidas a las pérdidas de calor a través de los cerramientos.

$$h_{\text{descarga}} - h_{\text{perdidas}} = h_{\text{interior}}.$$

Por tanto la entalpía de descarga es de:

$$h_{\text{descarga}} = 67,5 + 1,91 = 69,41 \text{ (KJ / Kg)}$$

$$\underline{h_{\text{descarga}} = 69,41 \text{ (KJ / Kg)}}.$$

Con estos datos de entalpía y de humedad absoluta o específica de descarga ya se puede conocer las condiciones finales del aire de impulsión.

|             | H ( KJ/Kg) | HR (%) | T (° C) | W (Kg <sub>a</sub> /Kg <sub>a</sub> ) |
|-------------|------------|--------|---------|---------------------------------------|
| A. Exterior | 67,5       | 65 %   | 28      | 0,00157                               |
| A. Interior | 40         | 90 %   | 15      | 0,0097                                |
| A. Descarga | 69,41      | 25 %   | 39      | 0,01196                               |

Tabla 3.2.38. Cuadro resumen de propiedades del aire

### 3.2.5.3 Recuperación de Calor.

La normativa exige la recuperación de energía térmica del aire de extracción, concretamente, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su IT 1.2 “Exigencia de Eficiencia Energética” expone que para aquellos sistemas de climatización cuyo caudal de aire expulsado hacia el exterior sea superior a 1800 m<sup>3</sup>/h, será de obligado cumplimiento la recuperación de calor para el precalentamiento del aire nuevo que proceda del exterior.

La recuperación de calor es llevada a cabo para prevenir la pérdida excesiva de calor debido a la extracción de aire del interior, el cual se encuentra en condiciones de confort. El recuperador es un elemento que permite recuperar gran parte de la energía del aire que se encuentra climatizado en el interior mediante un intercambiador que pone en contacto el aire interior que se extrae con el aire exterior que se introducirá en la sala de vasos.

El R.I.T.E en su IT 1.2.4.5.2 “Recuperación de calor de aire de extracción”, exige una eficiencia de recuperación mínima al tratarse de una piscina climatizada y expulsar un caudal superior a 0,5 m<sup>3</sup>/h, la batería de la deshumectadora tendrá que recuperar como mínimo el 55% de la energía contenida en el aire de expulsión con unas pérdidas de presión máximas de 200 Pa, acorde con la tabla que a continuación se muestra, cuya procedencia es del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

| Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación |                                             |     |            |     |            |     |           |     |      |     |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-----|------------|-----|------------|-----|-----------|-----|------|-----|
| Horas anuales de funcionamiento             | Caudal de aire exterior (m <sup>3</sup> /s) |     |            |     |            |     |           |     |      |     |
|                                             | >0,5...1,5                                  |     | >1,5...3,0 |     | >3,0...6,0 |     | >6,0...12 |     | > 12 |     |
|                                             | %                                           | Pa  | %          | Pa  | %          | Pa  | %         | Pa  | %    | Pa  |
| ≤ 2.000                                     | 40                                          | 100 | 44         | 120 | 47         | 140 | 55        | 160 | 60   | 180 |
| > 2.000 ... 4.000                           | 44                                          | 140 | 47         | 160 | 52         | 180 | 58        | 200 | 64   | 220 |
| > 4.000 ... 6.000                           | 47                                          | 160 | 50         | 180 | 55         | 200 | 64        | 220 | 70   | 240 |
| > 6.000                                     | 50                                          | 180 | 55         | 200 | 60         | 220 | 70        | 240 | 75   | 260 |

Tabla 3.2.39 Eficiencia de la recuperación.

De esta manera, asegurando lo exigido por el Reglamento se procederá a realizar el cálculo de la potencia necesaria para la recuperación de dicho calor.

| Condiciones Interiores |                             |
|------------------------|-----------------------------|
| Temperatura            | 29 °C                       |
| Humedad Relativa       | 65 %                        |
| Entalpia               | 71,08 KJ/Kg <sub>aire</sub> |
| Volumen especifico     | 0,8777 m <sup>3</sup> /Kg   |

*Tabla 3.2.40 Condiciones Interiores*

| Caudal de Aire Expulsado |                        |
|--------------------------|------------------------|
| Piscina A                | 1188 m <sup>3</sup> /h |
| Piscina B                | 3713 m <sup>3</sup> /h |

*Tabla 5.2 41 Caudal de aire expulsado*

Con la suma de caudales mínimos de aire de ventilación y el volumen especifico en condiciones interiores, ya que se expulsa en esas condiciones, procederemos a calcular la masa de aire expulsada por hora

$$5000 \cdot (1/0.877) = 5701,25 \text{ Kg}_{\text{aire}}/\text{h}$$

Quedando una potencia de

$$\text{Potencia} = 71,08 \text{ KJ/Kg}_{\text{aire}} \cdot 5701.25 \text{ Kg}_{\text{aire}}/\text{h} = 405245,15 \text{ KJ/h} = \mathbf{112.56 \text{ KW}}$$

Se ha de recuperar como mínimo el 55% de esta potencia, lo que es lo mismo, 61,91 KW. Este valor es el que condiciona la potencia calorífica del aire de recuperación en la extracción en la batería de recuperación de la deshumectadora que se va a instalar.

#### 3.2.5.4 Tuberías

Para la obtención del caudal de las salidas y entradas se ha dividió el caudal total que circula por el conducto de extracción e impulsión entre estas, obteniendo el caudal que debe circular individualmente por cada una de ellas.

El método de cálculo, para averiguar las secciones transversales para cada conducto según el flujo de aire que lo atraviesa, se llama método por pérdidas de carga constantes. Este método está basado en el flujo que siempre tiende a ir por aquel que menos oposición presente, es decir, por el que tenga menos pérdidas de carga. Cuando el flujo va circulando por el conducto principal y se encuentra una bifurcación a una salida, ambos caminos deberán presentar las mismas pérdidas de carga, por lo que el aire no presenta ningún tipo de preferencia en su elección del conducto por el que circula.

Para llevar el método a la práctica se necesita una gráfica que nos da el diámetro de un conducto en función del caudal y las pérdidas de carga, con una velocidad previamente fijada

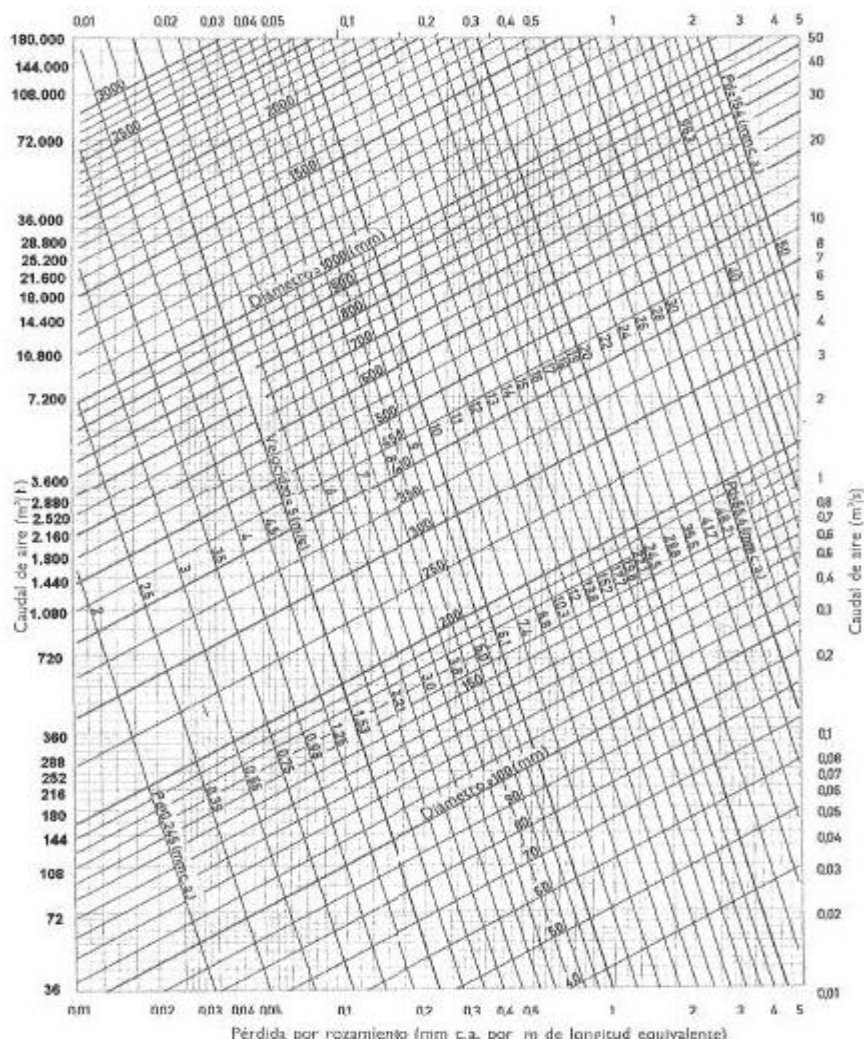


*Ilustración 3.2.4*

En el eje X van las pérdidas de carga y en el eje Y el caudal. Las líneas de pendiente positiva representan cada una un valor de diámetro y las líneas de pendiente negativa son de velocidad constante.

El método consiste en obtener una línea vertical de pérdida de carga constante que se obtiene de introducir los valores que tenemos al principio del conducto de caudal de aire y de velocidad dándonos una pérdida de carga constante, posteriormente con los distintos caudales que tenemos en los diferentes tramos del conducto se traza una línea horizontal y perpendicular a la línea de pérdida de carga constante desde el valor de cada caudal que tenemos, en la intersección de estas tendremos el diámetro de diseño.

Con la potencia que tiene la batería de calor calcularemos el caudal que transcurre por los tramos de ida y retorno. Para el cálculo de este caudal se ha utilizado la siguiente expresión:

$$P = Q \times C_p \times \Delta T \times \rho$$

*Ecuación 3.2.1*

Despejando el caudal de la fórmula obtenemos:

$$Q = P / (C_p \times \Delta T \times \rho)$$

*Ecuación 3.2.2*

Q caudal de agua, en m<sup>3</sup>/s.

P potencia, en kW.

C<sub>p</sub> calor específico del agua, 4,18 KJ/KgK.

ΔT incremento de temperatura 20 K.

ρ densidad del agua 1000 Kg/m<sup>3</sup>.

Cuando ya tenemos el caudal que circula por los tramos pasamos al cálculo de la sección con la expresión que mostramos a continuación:

$$Q = S \times V$$

*Ecuación 3.2.3*

Despejando de esta la sección:

$$S = Q / V$$

*Ecuación 3.2.3*

S sección, en m<sup>2</sup>.

Q caudal, en m<sup>3</sup>/s.

V velocidad 1,5 m/s.

Teniendo la sección, el último paso que nos queda es conocer el diámetro teórico a partir de la siguiente expresión.

$$S = (\pi \times D^2) / 4$$

*Ecuación 3.2.5*

Despejando:

$$D = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}}$$

*Ecuación 3.2.6*

- D diámetro, en cm.
- S sección, en cm<sup>2</sup>.
- Numero  $\pi$ .

### 3.3 Agua Caliente Caliente Sanitaria.

#### 3.3.1 Demanda Energética de ACS.

En la instalación de estudio, el consumo de agua caliente sanitaria no se encuentra relacionado con el caudal instantáneo (volumen de agua suministrado por unidad de tiempo) de manera proporcional, aun teniéndolo en cuenta para determinados cálculos.

Para determinar la demanda de consumo se ha tenido en cuenta la aplicación del Documento Básico HS en su sección 4 “Suministro de Agua” del Código Técnico de la Edificación.

- Consumo diario de ACS a 60 °C.

Para la estimación del consumo que se tiene cada día de agua caliente sanitaria en recintos deportivos, es necesario, conocer el número de personas que hacen uso de dichas instalaciones, no siendo suficiente el número total de duchas u otros equipos higiénicos.

En el presente proyecto se ha estipulado una afluencia de 133 personas, se ha de comentar, que este número de personas no coinciden con el aforo máximo de dichas instalaciones, pero se acerca bastante a la realidad, con el número de personas que utilizan o pueden llegar a utilizar el sistema de agua caliente sanitaria cada día.

Los valores de demanda de agua caliente sanitaria se proporcionan en el Documento Básico HE en su sección HE 4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” y han sido seleccionados según Tabla 4.3.1 “Criterios de demanda de referencia a 60 °C”, donde se ha considerado el aforo que anteriormente se ha definido.

| Criterio de demanda          | Litros/día·unidad | Unidad |
|------------------------------|-------------------|--------|
| Vestuarios/Duchas colectivas | 21                | 133    |

*Tabla 3.3.1 Criterios de demanda de referencia a 60 °C*

Se ha definido un consumo diario medio de la instalación de 2793 litros con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C.

- Tiempo de consumo punta.

Este tiempo se define como el consumo diario partido el caudal total instantáneo.

$$t = \frac{Q}{Q_{totl}} \left( \frac{s}{dia} \right).$$

Q. Consumo diario medio de la instalación (l/día)

Q<sub>total</sub>. Caudal total instantáneo (l/s)

- Caudal total instantáneo.

| Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato |                                                                |                                                          |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Tipo de aparato                                               | Caudal instantáneo mínimo de agua fría<br>[dm <sup>3</sup> /s] | Caudal instantáneo mínimo de ACS<br>[dm <sup>3</sup> /s] |
| Lavamanos                                                     | 0,05                                                           | 0,03                                                     |
| Lavabo                                                        | 0,10                                                           | 0,065                                                    |
| Ducha                                                         | 0,20                                                           | 0,10                                                     |
| Bañera de 1,40 m o más                                        | 0,30                                                           | 0,20                                                     |
| Bañera de menos de 1,40 m                                     | 0,20                                                           | 0,15                                                     |
| Bidé                                                          | 0,10                                                           | 0,065                                                    |
| Inodoro con cisterna                                          | 0,10                                                           | -                                                        |
| Inodoro con fluxor                                            | 1,25                                                           | -                                                        |
| Urinarios con grifo temporizado                               | 0,15                                                           | -                                                        |
| Urinarios con cisterna (c/u)                                  | 0,04                                                           | -                                                        |
| Fregadero doméstico                                           | 0,20                                                           | 0,10                                                     |
| Fregadero no doméstico                                        | 0,30                                                           | 0,20                                                     |
| Lavavajillas doméstico                                        | 0,15                                                           | 0,10                                                     |
| Lavavajillas industrial (20 servicios)                        | 0,25                                                           | 0,20                                                     |
| Lavadero                                                      | 0,20                                                           | 0,10                                                     |
| Lavadora doméstica                                            | 0,20                                                           | 0,15                                                     |
| Lavadora industrial (8 kg)                                    | 0,60                                                           | 0,40                                                     |
| Grifo aislado                                                 | 0,15                                                           | 0,10                                                     |
| Grifo garaje                                                  | 0,20                                                           | -                                                        |
| Vertedero                                                     | 0,20                                                           | -                                                        |

*Ilustración 3.3.1 Caudal instantáneo mínimo para los distintos aparatos higiénicos.*

Según Guía Técnica para agua caliente sanitaria el cálculo del caudal instantáneo se consiguen con la adicción de los caudales de todos los aparatos que componen el edificio, añadiendo un coeficiente de simultaneidad de uso.

En Norma UNE 149201/07 “Dimensionamiento de Instalaciones Interiores” los caudales instantáneos se obtienen con la siguiente expresión:

$$Q_c = A \cdot (Q_T)^B + C$$

Q<sub>c</sub>. Caudal simultaneo en (l/s)

Q<sub>T</sub>. Caudal total que se obtiene como la suma de los caudales de los distintos aparatos que componen el edificio.

A, B y C son los coeficientes de simultaneidad.



Para la obtención del caudal instantáneo mínimo de agua caliente sanitaria se requiere de la Tabla 2.1 del Documento Básico HS en su Sección 4 donde se recoge para los distintos aparatos que compone el edificio que nos atañe.

Por tanto ya se puede obtener el caudal total sumando los caudales instantáneos de nuestros elementos.

|                    | Unidad | Q <sub>Mínimo</sub> (l/s) | Q (l/s) |
|--------------------|--------|---------------------------|---------|
| Duchas             | 10     | 0,1                       | 1       |
| Lavabo             | 18     | 0,065                     | 1,17    |
| Q <sub>Total</sub> |        |                           | 2,17    |

Tabla 3.3.2 Caudal total

Para la obtención de los coeficientes de simultaneidad en Norma UNE 149201/07 y con el caudal obtenido en la Tabla 4.3.1 se procede aplicar formula (1).

| Tipo de edificio         | Caudales (l/s) |                | Coeficientes |        |        |
|--------------------------|----------------|----------------|--------------|--------|--------|
|                          | Q <sub>s</sub> | Q <sub>t</sub> | A            | B      | C      |
| Escuelas, polideportivos |                | ≤1,5           | 1,000        | 1,000  | 0,000  |
|                          | → Sin límite   | ≤20            | 4,400        | 0,270  | -3,410 |
|                          |                | >20            | -22,500      | -0,500 | 11,500 |

Ilustración 3.3.2 Coeficientes de simultaneidad en polideportivos.

Por tanto se obtiene un caudal instantáneo de:

$$Q_c = 4,40 \cdot (2,17)^{0,270} - 3,41 = \mathbf{2.013 \text{ l/s}}$$

Una vez obtenido el caudal instantáneo se puede resolver la expresión del tiempo de consumo punta mostrada al principio de este epígrafe.

$$t = \frac{2793 \text{ l/día}}{2,013 \text{ l/s}} = 1387,48 \frac{\text{s}}{\text{día}} = 23,12 \text{ minutos diarios}$$

Se ha de tener en cuenta que el personal no emplea una temperatura de 60 °C para ducharse, ya que eso supondría graves problemas, sino una temperatura media de unos 37 °C, por tanto es necesario realizar un recalcu de todos los parámetros anteriores.

- Consumo diario de ACS a 37 °C.

Según Documento Básico HE para una temperatura final que difiere a 60 °C la demanda de agua caliente sanitaria se obtiene:

$$D(T) = D(60^{\circ}\text{C}) \frac{60 - T_{red}}{T - T_{red}}$$

D (T) es la demanda de agua caliente sanitaria a la temperatura elegida.

D (60 °C) es la demanda de agua caliente sanitaria a la temperatura de 60 °C.

T es la temperatura elegida.

Tred es la temperatura del agua de la red de distribución.

$$D(37^{\circ}\text{C}) = 2793 \frac{60-8}{37-8} = 5008,13 \left(\frac{l}{dia}\right) \text{ a } 37^{\circ}\text{C}.$$

- Tiempo de consumo punta a 37 °C

$$t = \frac{5008,13 \text{ l/dia}}{2,013 \text{ l/s}} = 2487,89 \frac{s}{dia} = 41,46 \text{ minutos diarios}$$

- Energía Demandada.

La energía que se requiere para calentar el consumo diario en ambas temperaturas, es de:

$$E(60^{\circ}\text{C}) = D(60^{\circ}\text{C}) \left(\frac{1}{dia}\right) (60 - T_{red})(^{\circ}\text{C})(1,16) \left(\frac{\text{Wh}}{^{\circ}\text{C}}\right) = 2793(60 - 8)(1,16) = 168,473 \text{ KW}$$

$$E(37^{\circ}\text{C}) = D(60^{\circ}\text{C}) \left(\frac{1}{dia}\right) (60 - T_{red})(^{\circ}\text{C})(1,16) \left(\frac{\text{Wh}}{^{\circ}\text{C}}\right) = 5008(60 - 8)(1,16) = 168,473 \text{ KW}$$

La energía necesaria para calentar es siempre la misma ya que en ambos casos se producirá a 60 °C, los datos proporcionados anteriormente es la energía que se requiere para calentar el agua en un día, para calcular la demanda mensual simplemente se deberá multiplicar por los días del mes correspondiente.

Se procederá al cálculo de la demanda térmica mensual, la cual, expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente necesaria a partir de la expresión siguiente

$$Q = C \times \rho \times C_p \times \Delta T$$

Q. Demanda de agua caliente (KWh).

$\rho$ . Densidad volumétrica del agua (kg/m<sup>3</sup>).

C. Consumo (m<sup>3</sup>).

C<sub>p</sub>. Calor específico del agua. (KJ/kg K)

$\Delta T$ . Salto térmico (°C).

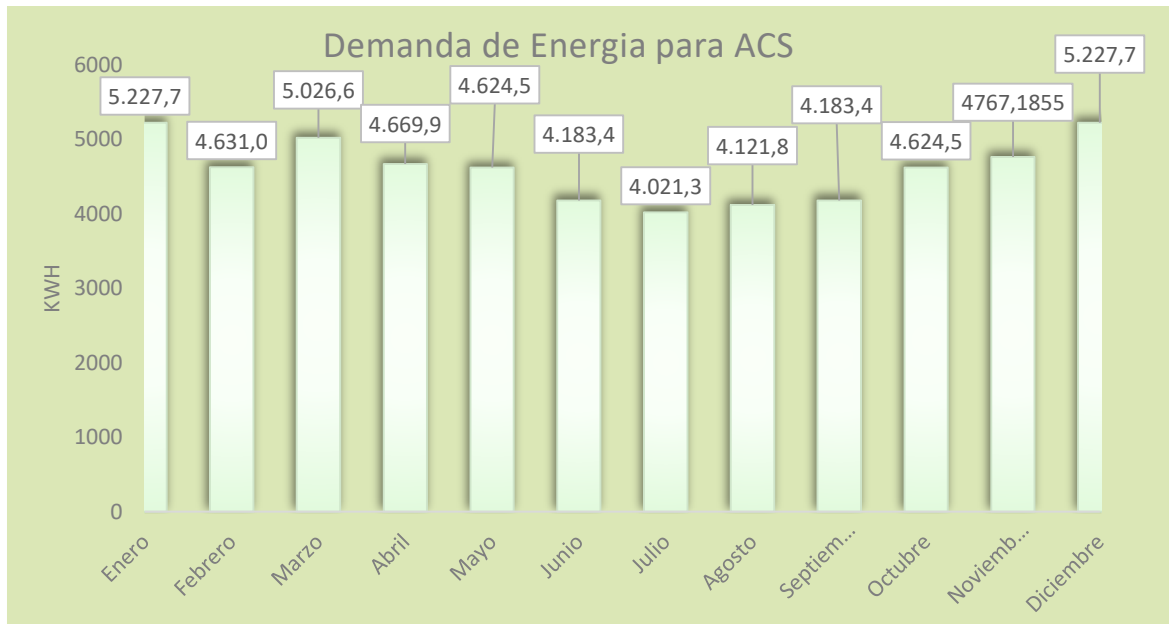
Temperatura de red (Valor mensual en °C).

Temperatura de acumulación 60 °C.

| Meses      | Consumo (m <sup>3</sup> ) | Temp. red (°C) | $\Delta T$ (°C) | $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | C <sub>p</sub> (KJ/kg K) | KWh      |
|------------|---------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|----------|
| Enero      | 86,58                     | 8              | 52              | 1.000                       | 4,18                     | 5.222,68 |
| Febrero    | 78,20                     | 9              | 51              | 1.000                       | 4,18                     | 4.630,98 |
| Marzo      | 86,58                     | 10             | 50              | 1.000                       | 4,18                     | 5.026,62 |
| Abril      | 83,79                     | 12             | 48              | 1.000                       | 4,18                     | 4.669,89 |
| Mayo       | 86,58                     | 14             | 46              | 1.000                       | 4,18                     | 4.624,49 |
| Junio      | 83,79                     | 17             | 43              | 1.000                       | 4,18                     | 4.183,44 |
| Julio      | 86,58                     | 20             | 40              | 1.000                       | 4,18                     | 4.021,29 |
| Agosto     | 86,58                     | 19             | 41              | 1.000                       | 4,18                     | 4.121,83 |
| Septiembre | 83,79                     | 17             | 43              | 1.000                       | 4,18                     | 4.183,44 |
| Octubre    | 86,58                     | 14             | 46              | 1.000                       | 4,18                     | 4.624,49 |
| Noviembre  | 83,79                     | 11             | 49              | 1.000                       | 4,18                     | 4.767,18 |
| Diciembre  | 86,58                     | 8              | 52              | 1.000                       | 4,18                     | 5.222,68 |

Tabla 3.3.3 Parámetros para la Demanda Energética de ACS

Se puede comprobar que la demanda energética mensual realizada por la ecuación anterior coincide en ambos casos.



*Grafica 3.3.1 Demanda de energía para ACS*

Podemos observar en la Grafica 4.3.1 como la demanda de energía que se requiere para satisfacer las necesidades de agua caliente sanitaria tiene como factores principales a la hora de su variación a lo largo de los meses, la temperatura media mensual de la red y el consumo necesario.

### 3.3.2 Acumulación.

Para dimensionar la instalación de producción de ACS debe considerarse que la energía aportada ha de igualar a la consumida en la punta.

La potencia a instalar se calcula a partir de la expresión siguiente:

$$P_{cald} = [Q_{pta} * (T_{ACS} - T_{red}) - V_{acumulacion} * (T_{acumulacion} - T_{red}) * F_{acumulacion}] * \frac{1,16}{\eta}$$

$Q_{pta}$  = Se tiene en polideportivos un consumo del 30 % del consumo medio diario.

$T_{acs}$  = temperatura de utilización de ACS (60 °C).

$T_{red}$  = temperatura del agua de red de distribución. Se usara la mínima en Las Gabias 8 °C

$V_{acumulacion}$  = Volumen total de los depósitos, en el caso de estudio donde existen varios depósitos en serie, el factor de uso se aplicara a uno solo.

$T_{\text{acumulacion}}$  = temperatura de acumulación, se utilizara una temperatura de 70 °C.

$\eta$  = Rendimiento del sistema de producción de ACS.

$F_{\text{acumulacion}}$  = Factor de uso del volumen acumulado.

$$F_{\text{acumulacion}} = 0,63 + 0,14 * \frac{H}{D}$$

- Considerando una acumulación del 80%

$Q_{\text{pta}} = 50\%$  de 2793 l = 2.374,05 l. (guía)

Capacidad de acumulación = 0,80 · 2.374,05 l = 1.899,24 l

Se puede tomar como el volumen de acumulación dos depósitos de 1.500 l

1. Diámetro = 1.200 mm
2. Altura = 1.660 mm

$$F_{\text{acumulacion}} = 0,63 + 0,14 * \frac{1.200}{1.660} = 0,82 \text{ (82 \%)}$$

$\eta = 81 \%$  debido a las perdidas por intercambio y perdidas distribución-acumulación.

Con estos datos se obtiene una potencia negativa, por lo que se toma un tiempo de calentamiento de dos horas para la obtención de la potencia de la caldera.

$$P_{\text{cald}} = \frac{V_{\text{acumulacion}} (l) \cdot (T_{\text{mantenimiento}} - T_{\text{red}}) (^{\circ}\text{C}) \cdot 1,16 \left(\frac{\text{Wh}}{\text{l}} \cdot ^{\circ}\text{C}\right)}{t_{\text{calentamiento}}(\text{h}) \cdot \eta}$$

$$P_{\text{cald}} = \frac{3000 \cdot (70 - 8) \cdot 1,16}{2 \cdot 0,82} = 13 \text{ KW}$$

Se ha de tener en cuenta que la potencia obtenida para la caldera se ha realizado con los parámetros de temperatura de red de distribución para el mes más desfavorable, lo que implica que para la mayoría de meses la potencia disponible para esta partida es superior a las necesidades de la instalación. Con ello se asegura cubrir todas las necesidades en el caso de que hubiera un mayor consumo en la hora punta, o si en un determinado momento existieran más usuarios al cabo del día de los que se han estimado.

Además, para el cálculo de la potencia de la caldera se ha estimado para una temperatura de mantenimiento de 70 °C, dicha temperatura solo se alcanzara en determinados momentos de mantenimiento, pero no en su uso habitual.

Para almacenar la energía térmica que se traspasara posteriormente al acumulador solar se disponen de dos depósitos de acumulación de 1500 litros para agua caliente sanitaria construido en acero al carbono de calidad S235JR, mediante soldadura con procesos automáticos, con tratamiento anticorrosivo interior hidroflonado, conexiones roscadas y boca de registro. Incorporan el ánodo de protección catódica sacrificable de magnesio.

Se han dispuesto de manera vertical debido a que se minimiza la zona de agua templada y con consecuencia el riesgo de proliferación de la legionela y también se disminuye el volumen de acumulación necesario ya que depende del factor de forma del depósito.

Las horas de funcionamiento estipuladas son 15 horas.

| <b>Demanda energética (kWh/mes)</b> | <b>Demanda (kW)</b> |
|-------------------------------------|---------------------|
| 5222,68                             | 11,23               |
| 4630,98                             | 11,03               |
| 5026,62                             | 13,51               |
| 4669,89                             | 12,97               |
| 4624,49                             | 14,92               |
| 4183,44                             | 13,94               |
| 4021,29                             | 12,97               |
| 4121,83                             | 13,30               |
| 4183,44                             | 13,94               |
| 4624,49                             | 12,43               |
| 4767,18                             | 10,59               |
| 5222,68                             | 11,23               |

*Tabla 3.3.4 Demanda de energía para ACS*

| ACS                     |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| P <sub>caldera</sub> .  | 12,67 kW              |
| Volumen de Acumulación. | 2 depósitos de 1500 l |
| Demanda Energética.     | 5.222,68 Wh/mes       |

*Tabla 3.3.5. Cuadro Resumen para Agua Caliente Sanitaria.*

### 3.4 Diseño del Sistema Solar para Agua Caliente Sanitaria.

Este tipo de instalaciones ofrece una amplia gama de posibilidades a la hora de su configuración.

En primer lugar se ha de decidir qué tipo de colectores se usaran, para ello se debe de elegir entre tubos de vacío y los planos.

Los colectores planos presentan una mayor resistencia al viento, por lo que necesitan de un anclaje mejor para un correcto funcionamiento frente a fuertes ráfagas de viento, mientras que los colectores al vacío ofrecen poca resistencia al viento, también presentan mayores pérdidas por conducción y por convección. Los colectores planos son más robustos y pesados mientras que los colectores de tubos de vacío son más fáciles en su instalación.

Por último, los colectores de vacío, al encontrarse en tecnología de creación reciente, su tecnología y fabricación es más cara que los colectores planos, por lo que se ha decantado por los colectores planos SIME 182, ya que estos últimos pueden llegar a conseguir rendimientos mayores que algunos colectores de tubo de vacío y son más resistentes estructuralmente.

#### 3.4.1 Descripción de la Instalación.

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria se caracteriza de la siguiente forma:

- Por el principio de circulación utilizado, se clasifica el sistema como una instalación con circulación forzada.
- Por el sistema de transferencia de calor, se clasifica el sistema como una instalación con intercambiador de calor en el acumulador solar.
- Por el sistema de expansión, será un sistema cerrado.
- Por su aplicación, será una instalación para calentamiento de agua.

El sistema dispondrá de un circuito primario de captación solar, donde los captadores se dispondrán en filas construidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que pueden utilizarse para aislamiento de estos componentes durante los trabajos de mantenimiento. La bomba de agua deberá proporcionar el caudal y la presión necesarios para que se pueda realizar la circulación forzada para la obtención de dicho flujo y vencer así sus pérdidas.

Para la producción de ACS, se efectúa mediante el intercambio de calor del circuito primario al secundario mediante el intercambiador de placas. La energía que se ha



producido en los captadores servirá para elevar la temperatura del agua de la red y esta se deberá almacenar en el acumulador solar. El agua calentada en este depósito solar servirá de agua precalentada para el acumulador auxiliar sobre el que trabaja la caldera si fuera necesario para alcanzar la temperatura de consumo. Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica en cualquier circunstancia, la instalación de energía solar contara con un sistema de energía auxiliar. Este sistema de energía auxiliar debe tener suficiente potencia térmica para proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente sanitaria, en ausencia de radiación solar. La energía auxiliar se aplicara en el circuito de consumo, nunca en el circuito primario de captadores. El sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. En el caso de que el sistema de energía auxiliar no disponga de acumulación, es decir, sea una fuente de calor instantáneo, el equipo será capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente, con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

El circuito secundario deberá ser independiente de modo que el diseño impida cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos, el del primario y el de ACS. Dado el cambio de temperaturas que se producen, el circuito primario solar estará protegido con válvulas de seguridad.

### 3.4.2 Datos geográficos y Climatológicos.

Los datos geográficos y climatológicos se obtienen del “Instituto Nacional de Meteorología” y “Atlas de Radiación Solar en España”.

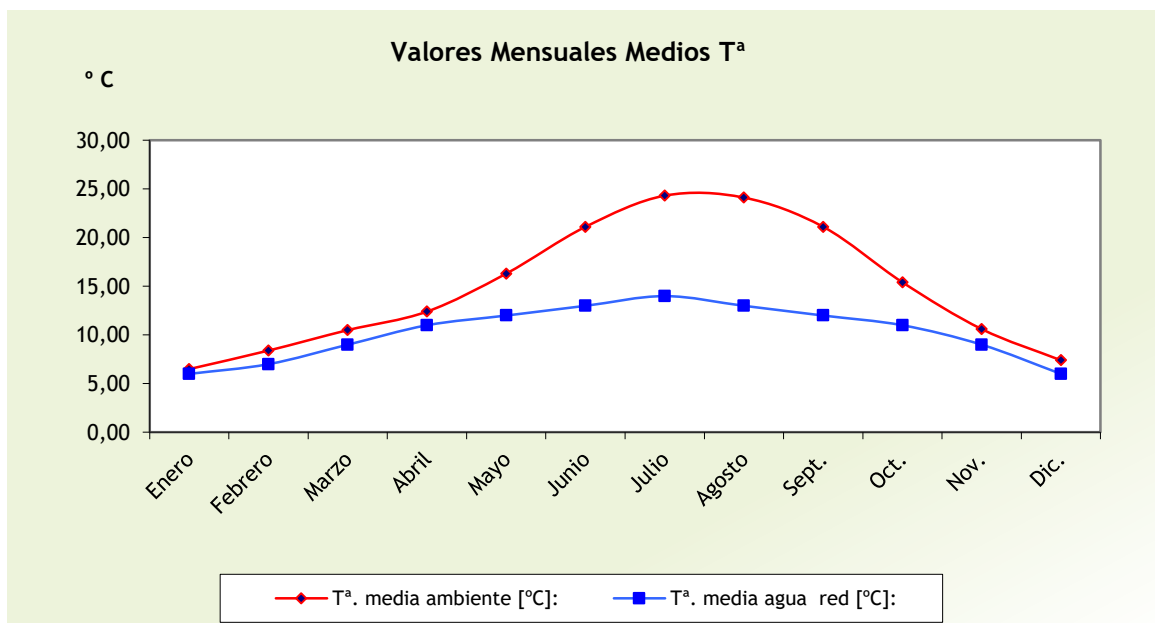
La zona climática se encuentra justificada en el epígrafe 2.1.3 Exigencia Básica HE 4 del presente documento.

| Datos Geográficos y Climatológicos          |                      |
|---------------------------------------------|----------------------|
| Provincia/Localidad                         | Las Gabias (Granada) |
| Zona climática                              | V                    |
| Radiación solar global [MJ/m <sup>2</sup> ] | H ≥18,0              |
| Latitud [°/min]                             | 37,13                |
| Altitud [m]                                 | 677                  |
| Humedad relativa media [%]                  | 49                   |
| Velocidad media del viento [km/h]           | 4                    |
| Temperatura máxima en verano [°C]           | 36                   |
| Temperatura mínima en invierno [°C]         | -2                   |

Tabla 3.4.1 Datos Geográficos y Climatológicos de Las Gabias (Granada).

| Meses      | T <sup>a</sup> media ambiente | T <sup>a</sup> media agua red | Rad.Horiz (kJ/m <sup>2</sup> /día) | Rad.Inclina (kJ/m <sup>2</sup> /día) |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Enero      | 7,00                          | 8,00                          | 47,00                              | 15.259                               |
| Febrero    | 9,00                          | 9,00                          | 51,45                              | 16.806                               |
| Marzo      | 11,00                         | 10,00                         | 58,15                              | 19.301                               |
| Abril      | 13,00                         | 12,00                         | 58,24                              | 19.445                               |
| Mayo       | 17,00                         | 14,00                         | 64,90                              | 21.606                               |
| Junio      | 22,00                         | 17,00                         | 70,00                              | 22.606                               |
| Julio      | 25,00                         | 20,00                         | 77,21                              | 24.044                               |
| Agosto     | 25,00                         | 19,00                         | 78,32                              | 24.217                               |
| Septiembre | 22,00                         | 17,00                         | 71,32                              | 21.738                               |
| Octubre    | 16,00                         | 14,00                         | 53,08                              | 16.541                               |
| Noviembre  | 11,00                         | 11,00                         | 51,47                              | 16.095                               |
| Diciembre  | 8,00                          | 8,00                          | 53,12                              | 14.037                               |
| Anual      | 15,50                         | 13,30                         | 60,33                              | 19.308                               |

Tabla 3.4.2 Descripción de los parámetros del sistema solar



Grafica 5.4.1. Valores mensuales medios de temperatura.

### 3.4.3 Demanda Energética de ACS

Es la cantidad de energía necesaria para elevar la masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales.

En el epígrafe 4.3.1 se encuentran recogidos los datos además de la expresión que ha llevado a su cálculo en esta sección se recogerán además los parámetros medios.

| Meses      | Consumo (m³) | KWh      |
|------------|--------------|----------|
| Enero      | 86,58        | 5.222,68 |
| Febrero    | 78,20        | 4.630,98 |
| Marzo      | 86,58        | 5.026,62 |
| Abril      | 83,79        | 4.669,89 |
| Mayo       | 86,58        | 4.624,49 |
| Junio      | 83,79        | 4.183,44 |
| Julio      | 86,58        | 4.021,29 |
| Agosto     | 86,58        | 4.121,83 |
| Septiembre | 83,79        | 4.183,44 |
| Octubre    | 86,58        | 4.624,49 |
| Noviembre  | 83,79        | 4.767,18 |
| Diciembre  | 86,58        | 5.222,68 |

Tabla 3.4.3 Demanda de energética para ACS

### 3.4.4 Contribución Solar Mínima.

Aquí debemos de explicar la tabla que se va a presentar a continuación

| Demanda total de ACS<br>del edificio (l/d) | Zona climática |    |     |    |    |
|--------------------------------------------|----------------|----|-----|----|----|
|                                            | I              | II | III | IV | V  |
| 50-5000                                    | 30             | 30 | 40  | 50 | 60 |
| 5000-10000                                 | 30             | 40 | 50  | 60 | 70 |
| > 10000                                    | 30             | 50 | 60  | 70 | 70 |

Tabla 3.4.4 Contribución solar mínima anual en % para agua caliente sanitaria

La contribución solar mínima que debe de aportar el sistema de captadores deberá ser de un 60 %.

### 3.4.5 Características de los captadores solares.

Los captadores solares térmicos que se han escogido para instalar son captadores planos SIME 180, los cuales, disponen de un aislamiento térmico que minimiza las pérdidas y son de elevada calidad.

Los captadores solares presentan las siguientes características:

| Características Captador Solar          |                             |
|-----------------------------------------|-----------------------------|
| Fabricante                              | SIME                        |
| Modelo                                  | 180                         |
| Superficie del Captador                 | 2,09 m <sup>2</sup>         |
| Largo                                   | 2.079 mm                    |
| Ancho                                   | 1239 mm                     |
| Factor de eficiencia del captador:      | 0,799                       |
| Coeficiente global de pérdida           | 3,4 W/(m <sup>2</sup> • °C) |
| Volumen de acumulación                  | 75 L/m <sup>2</sup>         |
| Caudal en circuito primario             | 50 (L/h)/m <sup>2</sup>     |
| Calor específico en circuito primario   | 1 Kcal/(Kg • °C)            |
| Calor específico en circuito secundario | 0,9 Kcal/(Kg • °C)          |
| Eficiencia del intercambiador:          | 0,9                         |
| Factor de eficiencia del captador:      | 0,799                       |

Tabla 3.4.5. Características del captador solar SIME 180.

| Curva de rendimiento del captador: $r = 0,799 - 3,4 * (t_e - t_a) / I_t$ |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $t_e$ :                                                                  | Temperatura de entrada del fluido al colector |
| $t_a$ :                                                                  | Temperatura media ambiente                    |
| $I_t$ :                                                                  | Radiación en [W/m <sup>2</sup> ]              |

Tabla 3.4.6 Curva de rendimiento

La estructura soporte cumple las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a la seguridad.

El cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores permiten las dilataciones térmicas necesarias, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador son suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuados, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojan sombra sobre los captadores.

### 3.4.6 *Calculo de la separación entre filas de captadores.*

La separación entre filas de captadores debe ser igual o mayor que el valor obtenido mediante la siguiente expresión:

$$d = k \cdot h$$

d es la separación entre las filas de captadores (m).

h es la altura del captador (m).

'k': Coeficiente adimensional cuyo valor es función de la latitud del emplazamiento y de la orientación del captador y que garantiza 4 horas libres de sombras en el captador en torno al mediodía del solsticio de invierno.

A continuación se muestra el valor del coeficiente 'k' para diferentes latitudes con orientación óptima:

| Valor del coeficiente de separación entre las filas de captadores (k) |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|-----------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Latitud (°)                                                           | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   | 50  |
| Coeficiente                                                           | 0.74 | 0.89 | 1.06 | 1.26 | 1.52 | 1.85 | 2.31 | 3.01 | 4.2 |

Tabla 3.4.7. Valor del coeficiente de separación entre filas

Por tanto, la separación mínima entre baterías de captadores será de 2.46 m (para un coeficiente 'k' de 2.03).

### 3.4.7 *Calculo de la cobertura solar.*

El dimensionado de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

El método consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar que se emplean en la siguiente ecuación:

$$f = 1.029 D_1 - 0.065 D_2 - 0.245 (D_1)^2 + 0.018 (D_2)^2 + 0.0215 (D_1)^3$$

f es la cobertura solar mensual y depende de los parámetros que a continuación se procederán a describir.

$$D_1 = \frac{\text{Energía absorbida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}} = \frac{A}{B}$$

$$A = E_a = S_c * F_r'(\tau\alpha) * R_1 * N$$

$S_c$  es la superficie del captador

$R_1$  es la radiación unitaria media mensual incidente sobre la superficie por unidad de área dado en ( $\text{kJ/m}^2$ )

$N$  es el número de días que presenta cada mes.

$F_r'(\tau\alpha)$  es el factor adimensional que viene dado por ésta expresión

:

$$F_r'(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n [(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n] (F_r'/F_r)$$

$F_r(\tau\alpha)_n$  es el factor de eficiencia óptica del captador.

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$  es el modificador del ángulo de incidencia, se toma 0.96 en superficie transparente sencilla y 0.94 en superficie transparente doble.

$F_r'/F_r$  es el factor corrección del conjunto=0.95

$$D_2 = \frac{\text{Energía perdida por el captador}}{\text{Carga calorífica mensual}} = \frac{C}{D}$$

$$C = E_p = S_c F_r' U_L (100 - t_a) \Delta T K_1 K_2$$

$$F_r' U_L = F_r U_L (F_r'/F_r)$$

$S_c$  es la superficie del captador

$F_r U_L$  es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador).

$t_a$  es la temperatura media mensual del ambiente durante las horas diurnas.

$\Delta t$  = Periodo de tiempo considerado en segundos

$K_1$  es el factor de corrección por almacenamiento a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [\text{kg acumulación} / (75 Sc)]^{-0.25}$$

$K_2$  es el factor de corrección para ACS

$$K_2 = (11.6 + 1.18 t_{ac} + 3.86 t_r - 2.32 t_a) / (100 - t_a)$$

$t_{ac}$  es la temperatura mínima requerida para ACS

$t_r$  es la temperatura del agua de red

$t_a$  es la temperatura media mensual del ambiente durante horas diurnas.

Con las expresiones aportadas anteriormente se procede directamente a aportar las coberturas que nuestros captadores aportan a la instalación, además del ahorro que supone esta aportación al conjunto de demanda.

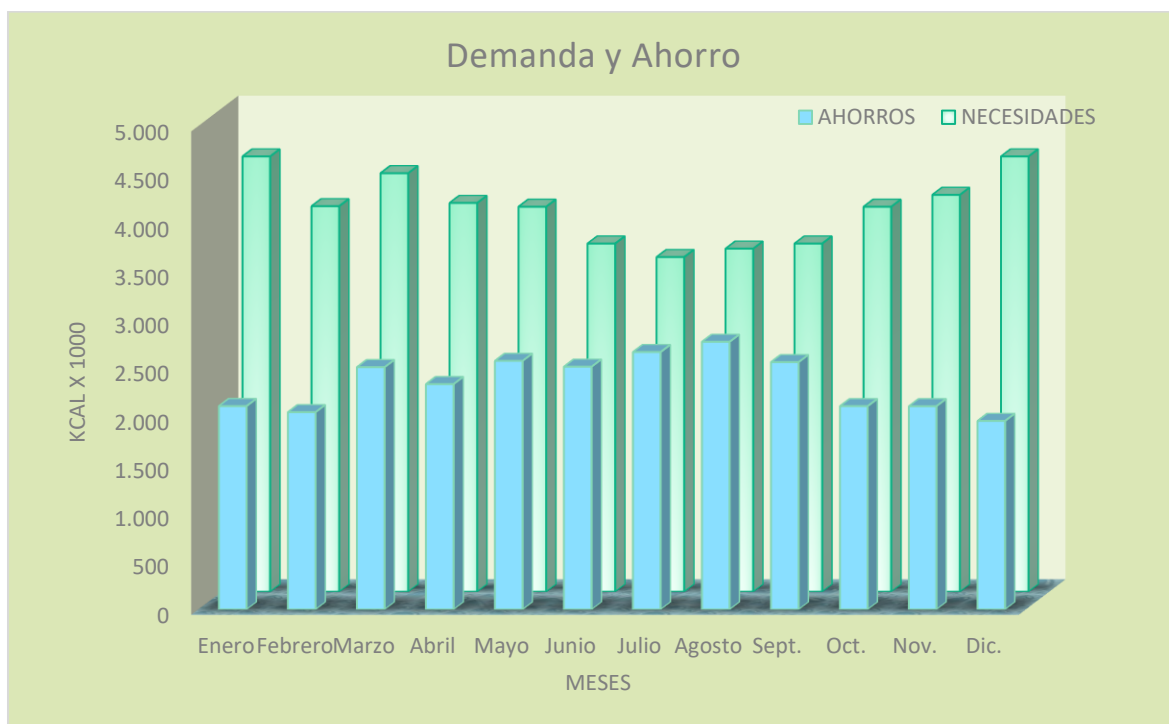
La cobertura solar se ha realizado para los distintos meses del año, siendo la media de esta la buscada y exigida por el Documento Básico HE 4.

Se presenta el aporte solar por meses que nos ofrecen 16 captadores planos SIME 180 con una Inclinación de 45° y un acimut de 0°, justificando la contribución solar mínima que debemos de satisfacer ante el Código Técnico de la Edificación.

| Meses        | Producción (KWh) | Demanda (KWh)   | Cobertura (%) |
|--------------|------------------|-----------------|---------------|
| Enero        | 2.456            | 5.222,68        | 47,00         |
| Febrero      | 2.383            | 4.630,98        | 51,45         |
| Marzo        | 2.923            | 5.026,62        | 58,15         |
| Abril        | 2.720            | 4.669,89        | 58,24         |
| Mayo         | 2.999            | 4.624,49        | 64,90         |
| Junio        | 2.929            | 4.183,44        | 70,00         |
| Julio        | 3.105            | 4.021,29        | 77,21         |
| Agosto       | 3.228            | 4.121,83        | 78,32         |
| Septiembre   | 2.984            | 4.183,44        | 71,32         |
| Octubre      | 2.455            | 4.624,49        | 53,08         |
| Noviembre    | 2.454            | 4.767,18        | 51,47         |
| Diciembre    | 2.777            | 5.222,68        | 53,12         |
| <b>Anual</b> | <b>2.770,52</b>  | <b>4.591,79</b> | <b>60,33</b>  |

Tabla 3.4.8 Cobertura solar para agua caliente sanitaria.

La energía producida no supera, en ningún mes, el 110% de la demanda de consumo, y no hay una demanda superior al 100% para tres meses consecutivos.



Grafica 3.4.2 Demanda y ahorro



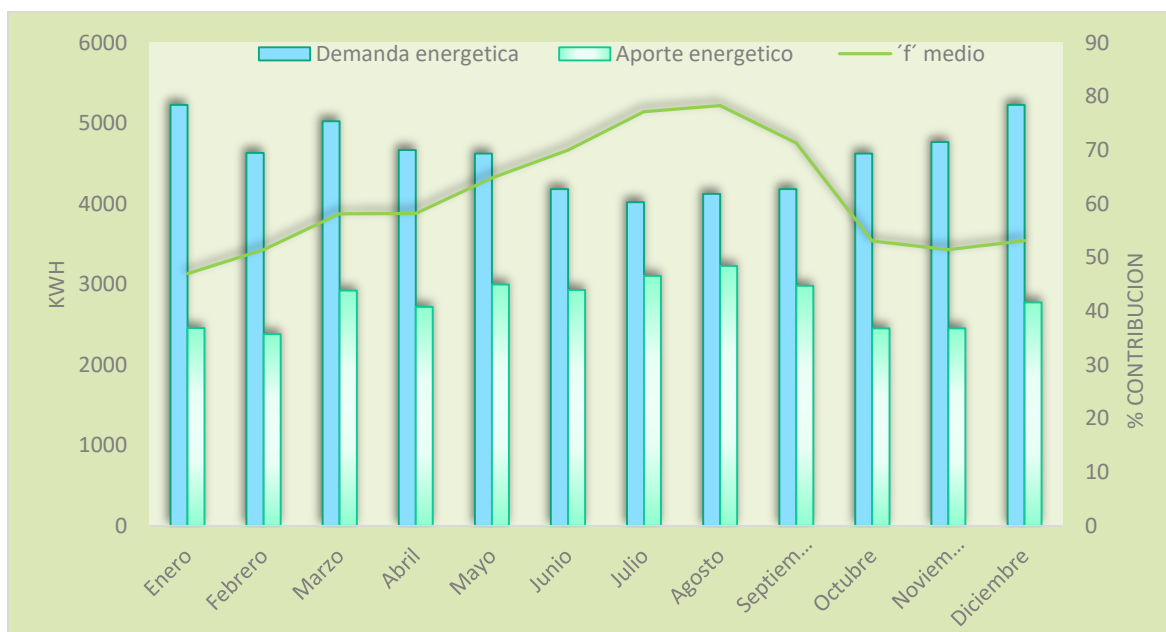


Tabla 3.4.3 Demanda y ahora en kWh

Para agua caliente sanitaria vemos que el aporte que nos proporciona nuestros captadores es mayor en los meses de verano debido a la gran radiación. En estos meses deberemos de tomar medidas de prevención a causa de un sobrecalentamiento del agua acumulada en el sistema si fuera necesario.

|                                                                      |       |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| Número de captadores                                                 | 16    |
| Área total captadores [m <sup>2</sup> ]:                             | 33,44 |
| Inclinación del captador ( $\beta$ ) [°]:                            | 45°   |
| Orientación ( $\alpha$ ) [°]:                                        | 0°    |
| Volumen de acumulación [L]:                                          | 2.000 |
| Relación volumen de acumulación/área captadores [l/m <sup>2</sup> ]: | 59,8  |
| Perdidas adicionales por orientación e inclinación y sombras (%)     | 0,73% |

Tabla 3.4.9 Características de los captadores

### 3.4.8 Pérdidas por sombras, inclinación y orientación.

Se han considerado los límites máximos admisibles en pérdidas por sombras, inclinación y orientación de la superficie de captación a partir de los obtenidos de acuerdo al Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE 4

Los resultados obtenidos de pérdidas por inclinación y orientación se quedan reflejados en la ilustración que a continuación se muestra:

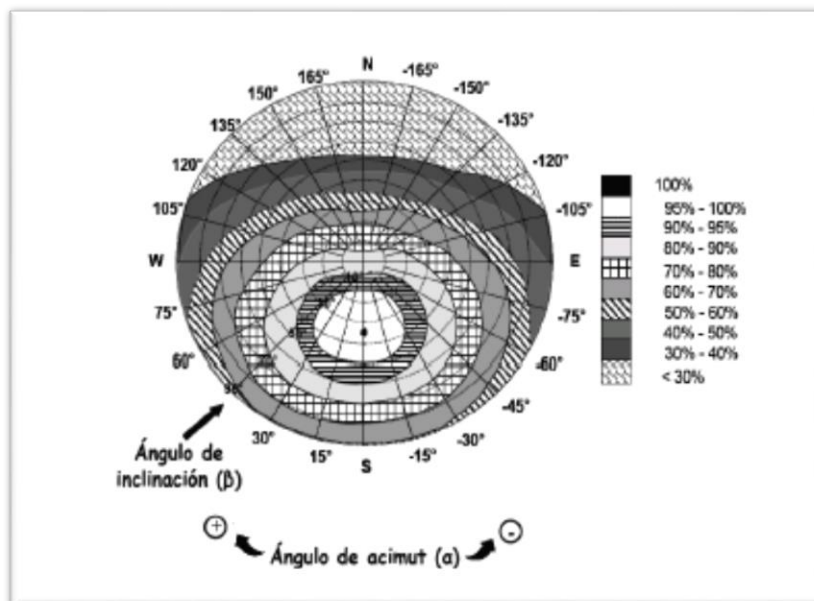


Ilustración 3.4.1. Pérdidas por orientación e inclinación.

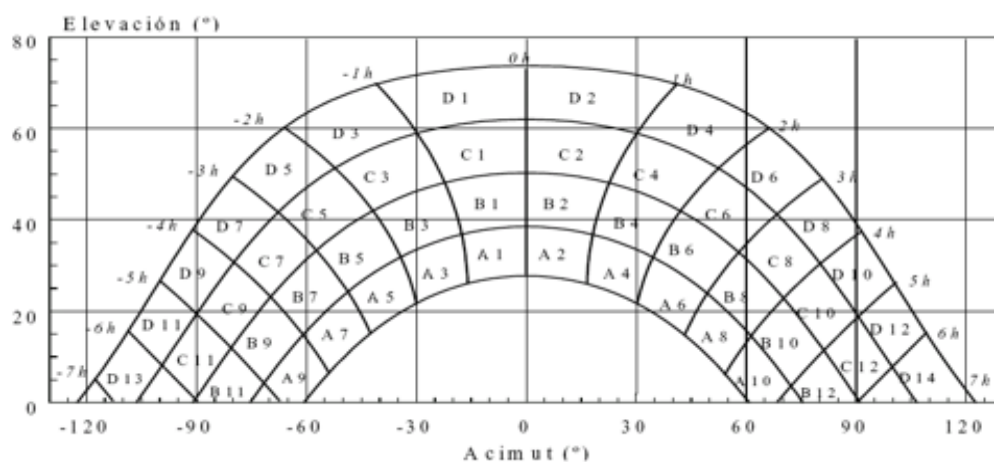


Ilustración 3.4.2. Pérdidas por sombras

| Pérdidas según gráfico (%):                 | <10% | CTE |
|---------------------------------------------|------|-----|
| Pérdidas por orientación e inclinación (%): | 0,01 | 10% |
| Pérdidas máximas por sombras                | 0,00 | 10% |
| Pérdidas máximas totales                    | 0,01 | 15% |

Ilustración 3.4.10. Pérdidas por orientación e inclinación.

### 3.4.9 *Calculo del dimensionado del Volumen de Acumulación.*

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con los requisitos del Documento Básico HE 4, donde establece una relación entre la superficie de captación y el volumen de acumulación debiendo estar comprendido entre:

$$50 < (V/A) < 180$$

$$50 < 59,8 < 180$$

A. Suma de las áreas de los captadores. 33,44 m<sup>2</sup>.

V. Volumen de acumulación expresado en litros. 2000 litros.

El acumulador estará certificado por la Directiva Europea 97/23/CEE de equipos de Presión e incorporará una placa de características, con la información del fabricante.

### 3.4.10 *Energía Auxiliar.*

Para asegurar que la instalación se encuentra abastecida en todo momento, incluso cuando en el hipotético caso de que hubiera una ausencia total de radiación solar, el agua caliente sanitaria dispone de una caldera de biomasa con suficiente potencia para la producción de ella en su totalidad.

Además este sistema auxiliar se encontrará conectado con el circuito de consumo, es decir, se dispondrá en todo momento de dicha caldera de biomasa.

### 3.4.11 *Diseño del circuito hidráulico*

#### 3.4.11.1 *Calculo del diámetro de las tuberías.*

Para el circuito primario de la instalación solar térmica se han utilizado tuberías de cobre.

El diámetro de dichas tuberías se ha seleccionado de forma que la velocidad del fluido que circula por el circuito primario sea inferior a 2 m/s. El dimensionado de las tuberías se ha realizado de forma que las pérdidas de carga no sean mayores a 40 mm.c.a/m.

El diámetro de las tuberías en el circuito principal es de 1" = 25,4 mm.

#### 3.4.11.2 *Calculo de las pérdidas de carga de la instalación.*

Para el cálculo de las pérdidas de carga en el circuito primario se utilizará la Norma UNE-EN 1057.

En el diagrama se localiza el caudal que nuestro circuito primario tiene, que es  $16 \times 50 = 800$  l/h, siguiendo la línea vertical desde ese punto, en la intersección con la recta inclinada correspondiente al diámetro de 50,8 mm, se determina el punto A. Trazando la

horizontal por este punto hasta encontrar el eje vertical a la izquierda se obtiene una pérdida de carga de 10 mm de columna de agua por metro lineal de tubo. La pérdida de carga por rozamiento a lo largo de 25 m del tramo, por tanto será  $25 \times 10 = 250 \text{ mm.c.a}$

Por otro lado, dado que la temperatura media del agua es de  $60^\circ\text{C}$ , es preciso multiplicar este valor por 0.96

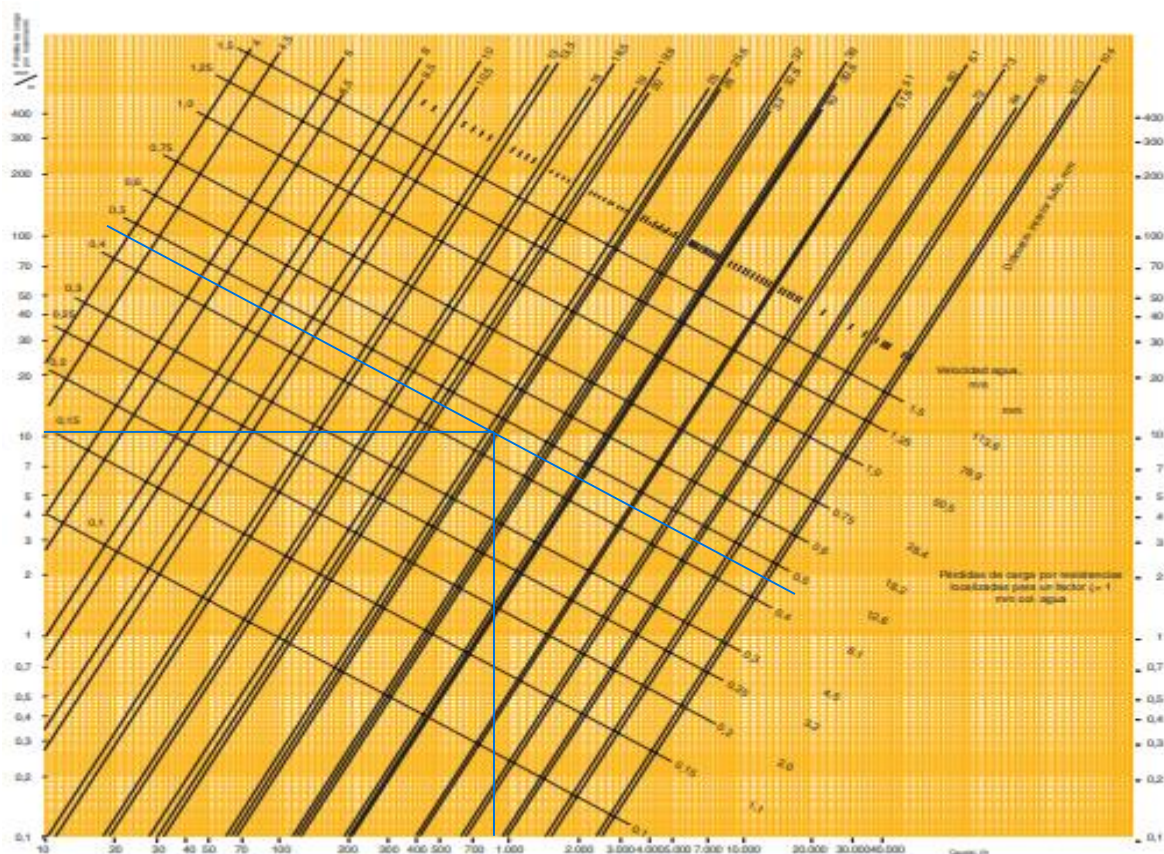


Ilustración 3.4.4.

### 3.4.11.3 Bomba de circulación.

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario se ha dimensionado para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito. El caudal de circulación tiene un valor de 800 l/h.

La pérdida totales es de 250 mm.c.a

### 3.4.12 Fluido caloportador.

Se ha de evitar riesgos de congelación en el circuito primario ya que se parte de el se encuentra en la intemperie y cuya temperatura ambiente de Las Gabias en ocasiones puede rozar valores negativos por lo que el fluido caloportador incorporara anticongelante.

En este caso, el fluido caloportador es una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 33 % con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas. En caso de fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

Densidad:  $1052.68\text{ Kg/m}^3$ .

Calor específico:  $3.593\text{ KJ/kg}\cdot\text{K}$ .

Viscosidad ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ):  $3.31\text{ mPa}\cdot\text{s}$ .

La temperatura histórica en la zona es de  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La instalación debe estar preparada para soportar sin congelación una temperatura de  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $5^{\circ}$  menos que la temperatura mínima histórica). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante será de 33% con un calor específico de  $3.593\text{ KJ/kg}\cdot\text{K}$  y una viscosidad de  $3.311120\text{ mPa}\cdot\text{s}$  a una temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.5 Diseño del Sistema Solar para Piscinas.

#### 3.5.1 Demanda Energética de Piscinas.

Las necesidades de las piscinas se componen de cada una de las pérdidas que tienen lugar en los vasos, perdidas que ya se han calculado en el apartado “Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en piscinas”.

Se ha de tener en cuenta que el cálculo realizado en ese apartado incluye la potencia necesaria para la puesta en marcha, en el cálculo de la instalación dicha partida se omitirá ya que aumentaría considerablemente, y cuyo aumento sería en un momento puntual, de manera que tendríamos un sobredimensionado de la instalación, como conclusión a lo anteriormente expuesto se dejara esa partida en la instalación de apoyo.

En la tabla se muestran las necesidades mensuales que se han en los capítulos “Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua”.

| Meses        | Perdidas por Evaporación | Perdidas Renovación agua | Perdidas por Transmisión | Pérdidas Totales |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| Enero        | 3.3621,1                 | 3.624,19                 | 2.898                    | 40.143,30        |
| Febrero      | 3.3621,1                 | 3.433,45                 | 2.898                    | 39.952,55        |
| Marzo        | 3.3621,1                 | 3.242,70                 | 2.898                    | 39.761,80        |
| Abril        | 3.3621,1                 | 2.861,21                 | 2.898                    | 39.380,31        |
| Mayo         | 3.3621,1                 | 2.479,71                 | 2.898                    | 38.998,82        |
| Junio        | 3.3621,1                 | 1.907,47                 | 2.898                    | 38.426,57        |
| Julio        | 3.3621,1                 | 1.335,23                 | 2.898                    | 37.854,33        |
| Agosto       | 3.3621,1                 | 1.525,97                 | 2.898                    | 38.045,08        |
| Septiembre   | 3.3621,1                 | 1.907,47                 | 2.898                    | 38.426,57        |
| Octubre      | 3.3621,1                 | 2.479,71                 | 2.898                    | 38.998,82        |
| Noviembre    | 3.3621,1                 | 3.051,95                 | 2.898                    | 39.571,06        |
| Diciembre    | 3.3621,1                 | 3.624,19                 | 2.898                    | 40.143,30        |
| <b>Media</b> | 3.3621,1                 | 2.622,18                 | 2.898                    | <b>39.141,28</b> |

Tabla 3.5.1. Resumen de pérdidas de calor en el agua de la piscina B en W

| NECESIDADES DE LOS VASOS DE LAS PISCINAS. |                                     |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| Piscina A                                 | Pérdidas Totales = 127.457,14 W/año |
| Piscina B                                 | Pérdidas Totales = 39.141,28 W/año  |

Tabla 3.5.2 Media de las necesidades de los vasos de las piscinas.



| Meses        | Perdidas por Evaporación | Perdidas Renovación agua | Perdidas por Transmisión | Pérdidas Totales  |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Enero        | 96.206,4                 | 31.401,5625              | 9.207                    | 136.814,96        |
| Febrero      | 96.206,4                 | 29.657,03125             | 9.207                    | 135.070,43        |
| Marzo        | 96.206,4                 | 27.912,5                 | 9.207                    | 133.325,90        |
| Abril        | 96.206,4                 | 24.423,4375              | 9.207                    | 129.836,83        |
| Mayo         | 96.206,4                 | 20.934,375               | 9.207                    | 126.347,77        |
| Junio        | 96.206,4                 | 15.700,78125             | 9.207                    | 121.114,18        |
| Julio        | 96.206,4                 | 10.467,1875              | 9.207                    | 115.880,58        |
| Agosto       | 96.206,4                 | 12.211,71875             | 9.207                    | 117.625,11        |
| Septiembre   | 96.206,4                 | 15.700,78125             | 9.207                    | 121.114,18        |
| Octubre      | 96.206,4                 | 20.934,375               | 9.207                    | 126.347,77        |
| Noviembre    | 96.206,4                 | 26.167,96875             | 9.207                    | 131.581,36        |
| Diciembre    | 96.206,4                 | 31.401,5625              | 9.207                    | 136.814,96        |
| <b>Media</b> | 96.206,4                 | 20.963,53837             | 9.207                    | <b>127.457,14</b> |

Tabla 3.5.3. Resumen de pérdidas de calor en el agua de la piscina A en W

### 3.5.2 Contribución Solar Mínima.

La contribución solar mínima que el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE 4, presenta una tabla que a continuación se muestra dependiendo de la zona climática donde se encuentre la instalación de estudio.

|                           | Zona climática |    |     |    |    |
|---------------------------|----------------|----|-----|----|----|
|                           | I              | II | III | IV | V  |
| <b>Piscinas Cubiertas</b> | 30             | 30 | 50  | 60 | 70 |

Tabla 3.5.4 Contribución solar mínima en % para la climatización de piscinas cubiertas

La contribución solar mínima que debe de aportar el sistema de captadores deberá ser de un 70 %.

Se ha de tener en cuenta que esta contribución será de obligado cumplimiento cuando no existan limitaciones en la configuración del edificio. Algunas de las limitaciones que presenta el edificio es la superficie de la azotea, ya que es un espacio con cobertura finita.

### 3.5.3 Cálculo de la cobertura solar.

A continuación se presenta un resumen de la energía necesaria para mantener la temperatura en la sala de vasos, los datos que se muestran son proporcionados por el programa usado en el "f-Chart", datos que no coinciden en su totalidad, ya que la temperatura ambiental que considera dicho programa es la provincia de Granada, pero al no diferir mucho de la temperatura ambiente de Las Gabias, los datos tienen un error prácticamente despreciable, lo que hace pensar que los datos calculados en el epígrafe 4.2.2 y 4.2.4 "Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua en el vaso de la piscina A y B" se encuentran certificados.

| Mes        | Q [ Kcal ·1000]: | FQ [Kcal ·1000]: | FQ [MJ]: | f [%]:   |
|------------|------------------|------------------|----------|----------|
| Enero      | 41471,47         | 16297,58         | 68213,54 | 39,29831 |
| Febrero    | 35097,35         | 16075,68         | 67284,75 | 45,80311 |
| Marzo      | 35844,03         | 20332,38         | 85101,18 | 56,7246  |
| Abril      | 32023,15         | 19310,11         | 80822,48 | 60,30048 |
| Mayo       | 27871,46         | 22565,15         | 94446,42 | 80,96147 |
| Junio      | 20786,05         | 23726,79         | 99308,5  | 114,1477 |
| Julio      | 17169,78         | 26968,12         | 112875   | 157,0674 |
| Agosto     | 17569,9          | 27667,49         | 115802,3 | 157,4709 |
| Septiembre | 20921,05         | 24239,27         | 101453,4 | 115,8607 |
| Octubre    | 29183,25         | 18196,02         | 76159,45 | 62,35091 |
| Noviembre  | 34561,74         | 17323,33         | 72506,79 | 50,12285 |
| Diciembre  | 40299,5          | 15315,04         | 64101,11 | 38,00306 |
| Anual      | 352798,7         | 248017           | 1038075  | 70,29985 |

Tabla 3.5.5. Cobertura solar en sistema solar para piscinas.

La cobertura proporcionada en la tabla anterior es con un sistema de captación formado por 107 placas SIMO 180, se detallara las coberturas que presenta frente a sobrecalentamientos. (Pliego de Condiciones para Agua Caliente Sanitaria).

El dimensionado de la instalación presenta en julio y agosto una energía producida por dicha instalación de un 157% , el Documento Básico HE 4 expresa un límite máximo de 110 % , y en no más de tres meses el 100% , caso que ocurre en los meses más calurosos, por tanto se deberán tomar medidas como:

- Dotar la instalación de captadores de un mecanismo que disipe dichas excedentes.
- Tapar parcialmente el campo de captadores.



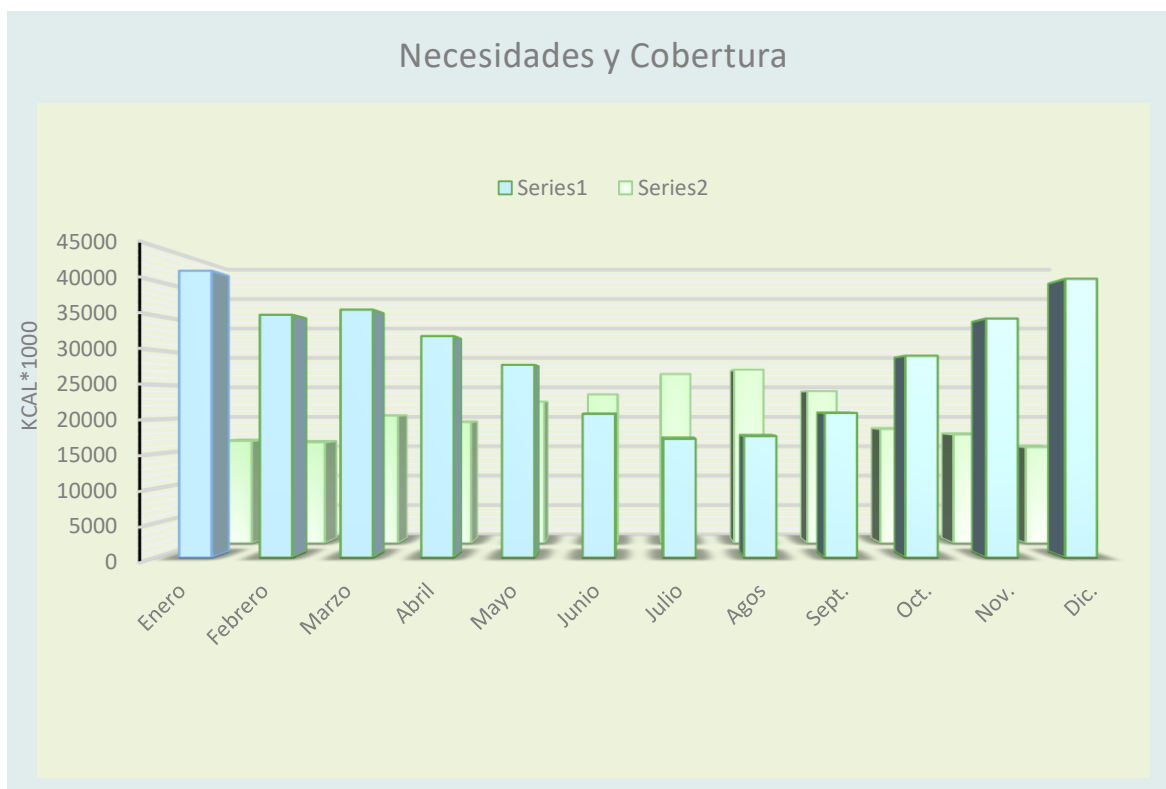
|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Número de captadores: | 107    |
| Área captadores [m2]: | 214,00 |
| Inclinación [°]:      | 45     |

*Tabla 3.5.6 Captadores del sistema solar para piscinas.*

El área que ocupa los 107 captadores solares térmicos es de 214 m<sup>2</sup>, dicha área supera cualquier configuración posible de los captadores en el emplazamiento de la azotea, por lo tanto y apoyándonos en el Documento Básico HE 4 en su epígrafe 2.2.1 punto 6 donde nos presenta las limitaciones derivadas a la configuración del edificio, se deberá sustituir totalmente la contribución solar mínima para piscinas por una instalación alternativa de otras energías renovables (biomasa).

En la gráfica X que a continuación se muestra queda reflejado en forma de diagrama de barras las demandas necesarias en cada mes por las piscinas de la sala de vasos y la cobertura que ofrece el sistema de captadores solares térmicos.

La grafica presenta los picos tan altos en los meses de calor, además por la alta radiación existente en la localidad de Las Gabias, las necesidades de las piscinas son menores debido a la alta temperatura de la red de distribución, por tanto, las necesidades son menores y la cobertura mayor, haciendo que supere el 110 %.



*Grafica 3.5.1 Necesidades y Cobertura en sistema solar para piscinas.*

### 3.6 Diseño del Sistema de Energía.

#### 3.6.1 Necesidades Energéticas.

Las necesidades se han obtenido en el epígrafe 5.3 “Agua Caliente Sanitaria”

| Mes                                     | Días | Horas | Demanda energética<br>(kWh/mes) | Demanda<br>(kW) |
|-----------------------------------------|------|-------|---------------------------------|-----------------|
| Enero                                   | 31   | 15    | 5.222,68                        | 11,23           |
| Febrero                                 | 28   | 15    | 4.630,98                        | 11,03           |
| Marzo                                   | 31   | 15    | 5.026,62                        | 10,81           |
| Abril                                   | 30   | 15    | 4.669,89                        | 10,38           |
| Mayo                                    | 31   | 10    | 4.624,49                        | 14,92           |
| Junio                                   | 30   | 10    | 4.183,44                        | 13,94           |
| Julio                                   | 31   | 10    | 4.021,29                        | 12,97           |
| Agosto                                  | 31   | 10    | 4.121,83                        | 13,30           |
| Septiembre                              | 30   | 15    | 4.183,44                        | 9,30            |
| Octubre                                 | 31   | 12    | 4.624,49                        | 12,43           |
| Noviembre                               | 30   | 15    | 4.767,18                        | 10,59           |
| Diciembre                               | 31   | 15    | 5.222,68                        | 11,23           |
| <b>Potencia Agua Caliente Sanitaria</b> |      |       |                                 | <b>11,84</b>    |

*Tabla 3.6.1 Necesidades energéticas para Agua Caliente Sanitaria.*

El cálculo de la demanda energética de agua caliente sanitaria se ha detallado en el epígrafe 5.3 “Agua Caliente Sanitaria” del presente documento.

| Estancia          | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Potencia térmica (W/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Sala Aerobic      | 72,62                        | 88,07                                |
| Sala Ciclo-Indoor | 72,62                        | 81,97                                |
| Sala Musculación  | 262,39                       | 17,10                                |
| Administración    | 7,23                         | 53,93                                |
| Enfermería        | 9,29                         | 39,77                                |

*Tabla 3.6.2 Potencia Térmica en las distintas estancias*

| Estancia                      | Superficie (m2) | Potencia térmica (W/m2) |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Distribuidor                  | 294,6           | 7,34                    |
| Vestuario Masc.               | 65,73           | 195,11                  |
| Vestuario Fem.                | 65,73           | 195,11                  |
| Vestuarios Niños.             | 65,73           | 195,11                  |
| Vestuarios Niñas              | 65,73           | 195,11                  |
| <b>Datos finales</b>          | 981,67          | 195,11                  |
| <b>Potencia "Calefacción"</b> |                 | <b>191,53</b>           |

*Tabla 3.6.2. Continuación. Potencia Térmica en las distintas estancias*

El cálculo de la potencia térmica necesaria para cada estancia se ha calculado en el epígrafe 4.1.2 "Cargas Térmicas para Calefacción"

| Potencia Térmica (kW)        |       |
|------------------------------|-------|
| Deshumectadora 1             | 173,1 |
| Deshumectadora 2             | 173,1 |
| Potencia "Deshumidificación" | 341   |

*Tabla 3.6.3 Potencia unidad de tratamiento del aire*

| Potencias (kW)                   |            |
|----------------------------------|------------|
| Potencia Agua Caliente Sanitaria | 11,84      |
| Potencia "Calefacción"           | 191,53     |
| Potencia "Deshumidificación"     | 341        |
| <b>Total</b>                     | <b>654</b> |

*Tabla 3.6.4. Potencia total para caldera*

La potencia total se ha obtenido como la suma de las potencias debido al agua caliente sanitaria, calefacción y la potencia para la deshumectación, además de un factor de seguridad de 1,2.

La caldera de biomasa debe satisfacer unas necesidades térmicas de 654 kW

### **3.6.2 Selección de Calderas de Biomasa.**

Además de las necesidades energéticas del epígrafe 4.6.1 se debe seleccionar una caldera que tenga un rendimiento mínimo instantáneo del al menos 75 % a plena carga, así cumplimos con el RITE en su IT 1.2.4.1.2.1.

## FICHA TÉCNICA

|                                  |      | 801 50    | 8010 80   | 802 20    | 802 50    | 923 00    | 923 50    | 924 00    | 924050    | 925 00    |
|----------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Potencia útil Parcial/Nominal    | kw   | 41-150    | 50-180    | 62-220    | 75-250    | 87-300    | 101-350   | 118-400   | 130-450   | 150-500   |
| Rendimiento potencia nominal     | %    | 94,1      | 94,3      | 94,4      | 94,6      | 94,1      | 94,4      | 94,5      | 94,7      | 94,8      |
| Rendimiento potencia parcial     | %    | 94,4      | 94,7      | 94,8      | 95,1      | 94,6      | 94,9      | 95,1      | 95,2      | 95,3      |
| Clase                            |      | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         | 5         |
| Volumen mínimo de Inercia        | l    | 1500      | 2000      | 2000      | 2500      | 3500      | 3500      | 4000      | 4500      | 5000      |
| Perdida de carga dt=20           | mbar | 63        | 72        | 79        | 84        | 88        | 95        | 109       | 118       | 129       |
| Peso                             | kg   | 2600      | 2650      | 2700      | 2750      | 2850      | 3000      | 3200      | 3400      | 3600      |
| Tiro mín./máx. admisible         | mbar | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 | 0,09/0,18 |
| Presión mínima de servicio       | bar  | 1,2       | 1,2       | 1,2       | 1,2       | 1,2       | 1,2       | 1,2       | 1,2       | 1,2       |
| Presión máxima de servicio       | bar  | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         |
| Contenido de agua                | l    | 370       | 425       | 452       | 493       | 651       | 715       | 784       | 857       | 905       |
| Conductos intercambiador         |      | 18        | 24        | 30        | 36        | 35        | 42        | 49        | 56        | 63        |
| Capacidad de tolvin              | kg   | 100       | 100       | 100       | 100       | 150       | 150       | 150       | 150       | 150       |
| Temperatura máxima de impulsión  | °C   | 90        | 90        | 90        | 90        | 90        | 90        | 90        | 90        | 90        |
| Temperatura mínima de retorno    | °C   | 55        | 55        | 55        | 55        | 55        | 55        | 55        | 55        | 55        |
| Temperatura de salida de gases   | °C   | 90-120    | 90-120    | 90-120    | 90-120    | 90-120    | 90-120    | 90-120    | 90-120    | 90-120    |
| Tubería de impulsión y Retorno   | DN   | 80        | 80        | 80        | 80        | 100       | 100       | 100       | 100       | 100       |
| Tubería de llenado / vaciado     | "    | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| Diámetro de chimenea             | mm   | 300       | 300       | 300       | 300       | 300       | 300       | 300       | 300       | 300       |
| Diámetro mínimo de chimenea      | mm   | 250       | 250       | 250       | 250       | 300       | 300       | 300       | 300       | 300       |
| Caudal de gases potencia nominal | kg/h | 386       | 428       | 479       | 521       | 619       | 755       | 851       | 932       | 1118      |
| Caudal de gases potencia parcial | kg/h | 168       | 183       | 194       | 226       | 255       | 263       | 272       | 294       | 305       |
| Tensión                          | V    | 3x400     | 3x400     | 3x400     | 3x400     | 3x400     | 3x400     | 3x400     | 3x400     | 3x400     |
| Intensidad                       | A    | 15        | 15        | 15        | 15        | 18        | 18        | 18        | 18        | 18        |
| Frecuencia                       | Hz   | 50        | 50        | 50        | 50        | 50        | 50        | 50        | 50        | 50        |
| Potencia absorbida               | Kw   | 5,7       | 5,7       | 5,7       | 5,7       | 6,8       | 6,8       | 6,8       | 6,8       | 6,8       |

Ilustración 3.6.1 ficha técnica de caldera

Para Calderas Pellematic Maxi 2 Condens en cascada PES512

### 3.6.3 Fraccionamiento de potencia.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su IT 1.2.4.1.2.2 dispone un número de generadores de calor dependiendo del perfil de la demanda de energía térmica que así se prevé.

Si la potencia térmica a instalar es mayor que 400 kW se deberá instalara dos o más generadores de calor.

En el proyecto presente se tomara cuatro como el número de generadores de calor dispuestos en la sala de calderas, desde el punto de vista de la eficiencia energética y las necesidades energéticas, son bastantes fluctuosas, por lo tanto habrá meses que solo serán necesarias dos de las cuatro.

### 3.6.4 Sala de Calderas.

El dimensionamiento de una sala de calderas debe cumplir con las indicaciones de la IT 1.3.4.1.2.6 del RITE.

Las dimensiones de las salas de máquinas deben permitir el acceso sin dificultar a los órganos de maniobra y control, y una correcta explotación y mantenimiento del sistema, para lo cual se respetarán siempre las indicaciones del fabricante de los equipos.

Sobre el generador siempre ha de respetarse una altura mínima libre de tuberías y obstáculos de 0,5 m. En edificios de nueva construcción, la altura mínima de la sala de máquinas debe ser de 2,50 m.

Los espacios adicionales a tener en cuenta en salas de máquinas con calderas atmosféricas:

- El espacio libre en el frente de la caldera será como mínimo de 1 m, con una altura mínima de 2 m libre de obstáculos.

- Entre calderas, así como las calderas extremas y los muros laterales y de fondo, debe existir un espacio libre de al menos 0,5 m que podrá disminuirse en los modelos en que el mantenimiento de las calderas y su aislamiento térmico lo permita. Deben tenerse en cuenta las recomendaciones del fabricante.

- Con calderas de combustibles sólidos, la distancia entre éstas y la chimenea será igual, al menos, al tamaño de la caldera.

- Las calderas de combustibles sólidos en las que sea necesaria la accesibilidad al hogar, para carga o reparto del combustible, tendrán un espacio libre frontal igual, por lo menos, a vez y media la profundidad de la caldera.

- Las calderas de biocombustibles sólidos en las que la retirada de cenizas sea manual, tendrán un espacio libre frontal igual, por lo menos, a vez y media la profundidad de la caldera.

La sala de calderas cumple con las dimensiones necesarias para la ubicación de los equipos de producción en ella cumpliendo las distancias requeridas a paredes, techo, etc.

### *3.6.5 Silo de Almacenamiento de Biomasa.*

El silo de almacenamiento debe cumplir con las premisas de la IT 1.3.4.1.4 del RITE en cuanto a la capacidad mínima de almacenamiento de biocombustible.

De esta forma se requiere un almacenamiento mínimo de combustible para cubrir el consumo de 15 días.



*Ilustración 3.6.2. Almacenamiento con suelo inclinado.*

En nuestra instalación dicho almacenamiento se denomina Sala de Climatización con una área de 29.83 m<sup>2</sup> cumpliendo las exigencias que a continuación se presenta.

\*Para silos de almacenamientos nuevos se recomienda al menos un volumen equivalente a una de las siguientes condiciones, según el caso de aplicación más razonable de acuerdo con la situación específica de la instalación:

- 1 temporada de funcionamiento de la instalación: así sólo es necesario recargar el silo una vez al año.
- 1,5 veces el volumen del camión de suministro: de esta manera es posible recargar el silo con un camión completo antes de que se acabe el combustible.
- 2 semanas de consumo máximo de combustible:

Este es el volumen mínimo exigido por el RITE para edificios de nueva construcción

### 3.6.6 Ventilación de la Sala de Calderas

Se debe garantizar la ventilación de la estancia donde se encuentran las calderas de biomasa. El objetivo de este epígrafe es cumplir con lo exigido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su IT 1.3.4.1.2.7 , en el caso que nos atañe usaremos ventilación natural directa por orificios, ya que la disposición en la que se encuentra la sala de máquinas es idónea para con un coste mínimo cumplir con lo exigido.

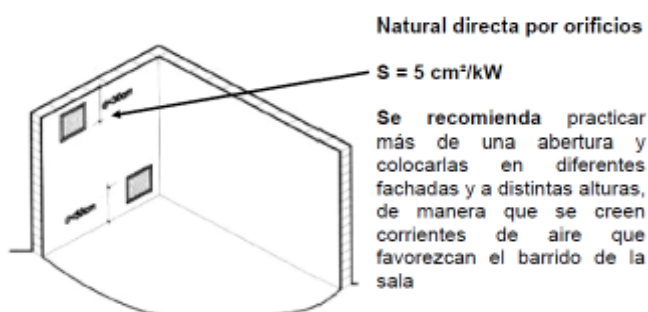


*Ilustración 3.6.3. Distribución de ventilación en la sala de calderas.*

La sección que se debe incorporar para la ventilación debe ser superior a la obtenida por la expresión que a continuación se muestra:

Se instalaran dos rejillas en paredes contiguas de una sección de 150x100 cm, es decir una sección total de 30.000 cm<sup>2</sup>

### 3.6.7 Deposito Inercia de Producción.

Dado que las calderas de biomasa tienen una elevada inercia, es decir, que se utilice la orden de paro por falta de demanda, el combustible que haya sido introducido en

la caldera se sigue quemando, es necesario colocar un volumen buffer o depósito de inercia que será el encargado de absorber ese calor residual tras el paro de las calderas.

El volumen de este depósito dependerá de la potencia de la caldera que se ha calculado en epígrafes anteriores para poder almacenar la producción de las calderas en media hora y que nos asegura poder asumir puntas de consumo de aproximadamente dos horas, en este caso se precisa de un buffer de inercia de 5.000 litros.

Se pueden colocar otros de características similares, destinada acumulación de agua caliente o fría cerrado de gran capacidad. Lleva un aislamiento térmico de poliuretano inyectado en molde, con 80 mm de espeso que forma un bloque compacto con el depósito.

Acumula el calor generado por la caldera; recomendado para cualquier sistema de calefacción. Asegura un funcionamiento óptimo de las calderas de biomasa, permitiendo que funcionen a potencia nominal incluso cuando el sistema de calefacción no necesita toda la energía producida. El calor producido se acumula y se guarda en el acumulado de inercia o buffer, y puede ser utilizado incluso después de que la caldera se haya apagado y enfriado.

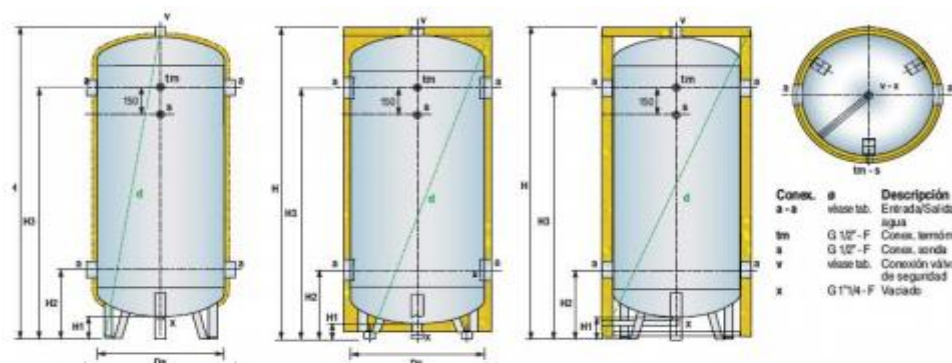


Ilustración 3.6.4

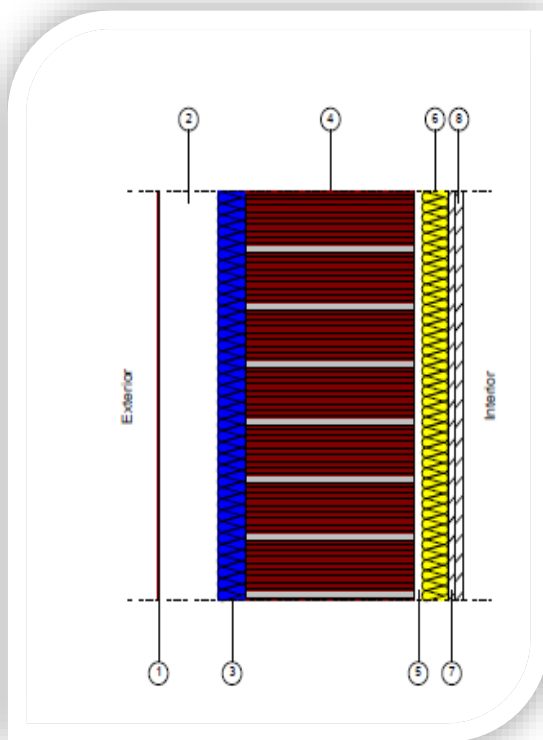
### 3.7 Descripción de Materiales y Elementos Constructivos.

#### 3.7.1 Cerramiento.

|                                         |                                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Fachada ventilada con paneles composite | Superficie total 738.17 m <sup>2</sup> |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|

Fachada ventilada con paneles composite, con cámara de aire de 10 cm de espesor, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: sistema "CORTIZO" de revestimiento para fachada ventilada, de 4 mm de espesor, con panel composite Stacbond "CORTIZO", formado por dos láminas de aleación de aluminio 3005-H44, de 0,5 mm de espesor, con lacado exterior color rojo, de 3 mm de espesor, colocado con modulación vertical, mediante sistema STB-Remachado de fijación vista, con remaches sobre una subestructura; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de Poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES", de 50 mm de espesor; HOJA PRINCIPAL: hoja de 29 cm de espesor, de fábrica de bloque de termoarcilla, para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5; formación de dinteles mediante vigueta pretensada T-18, revestida por ambos lados con plaquetas; TRASDOSADO: trasdosado autoportante libre, W 626 "KNAUF" realizado con dos placas de yeso laminado - |12,5 Standard (A) + 12,5 Standard + Aluminio (BV), anclada a los forjados mediante estructura formada por canales y montantes; 74 mm de espesor total; ACABADO INTERIOR: Pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate y dos manos de acabado con pintura plástica Denplás "REVETÓN"





#### Listado de capas:

- 1- Revestimiento de panel compósito STB-CH "Cortizo".
  - 2- Cámara de aire muy ventilado.
  - 3- Poliestireno extruido Ursa XPS NW E "URSA IBÉRICA AISLANTES".
  - 4- Fábrica de bloque de termoarcilla.
  - 5- Separación.
  - 6- Lana de vidrio T18R Ursa Terra "URSA IBÉRICA AISLANTES".
  - 7- Placa de yeso laminado.
  - 8- Placa de yeso laminado.
  - 9- Pintura plástica "Reventón".
- Espesor Total de 52.7 cm

Limitación de demanda energética  $U_m = 0.22 \text{ kcal/ (h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$

Limitación de demanda energética  $U_m = 0.26 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

|                                |                                                                              |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Protección frente al ruido     | Masa superficial: 343.75 kg/m <sup>2</sup>                                   |
|                                | Masa superficial del elemento base: 313.20 kg/m <sup>2</sup>                 |
|                                | Caracterización acústica por ensayo, $R_w(C; C_{tr})$ : 45.0(-1; -4) dB      |
|                                | Referencia del ensayo: CEC F8.3                                              |
|                                | Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento, DR: 13 dBA |
| Protección frente a la humedad | Grado de impermeabilidad alcanzado: 5                                        |
|                                | Condiciones que cumple :R2+B3+C2+H1+J2                                       |

*Tabla 3.7.1 Propiedades frente a ruido y humedad*

### 3.7.2 Cubiertas.

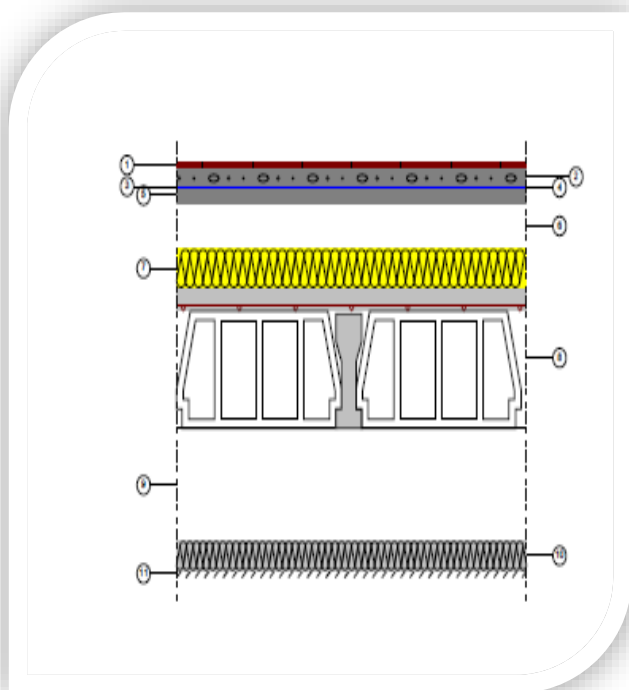
|                                                                                                                                                                                                      |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Falso techo registrable de placas de escayola, con perfilera oculta Cubierta plana transitable, ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional) | Superficie<br>2363.80 m <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|

Revestimiento exterior: Cubierta plana transitable, ventilada, con solado fijo, tipo convencional, compuesta de: formación de pendientes: tablero cerámico hueco machihembrado apoyado sobre tabiques aligerados; aislamiento térmico: fieltro aislante de lana mineral, de 80 mm de espesor; impermeabilización monocapa adherida: lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP colocada con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado; capa de protección: baldosas de gres rústico 4/3/-/E, 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, sobre capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5, rejuntadas con mortero de juntas cementoso, CG2.

|                                |                                                                       |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Protección frente al ruido     | Masa superficial: 551.93 kg/m <sup>2</sup>                            |
|                                | Masa superficial del elemento base: 372.33 kg/m <sup>2</sup>          |
|                                | Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 56.3(-1; -6) dB                 |
| Protección frente a la humedad | Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo              |
|                                | Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado |
|                                | Con cámara de aire ventilada                                          |

Tabla 3.7.2. Propiedades frente a humedad y ruido

## Listado de capas



- 1- Pavimento de gres rustico.
- 2- Mortero de cemento
- 3- Geotextil de poliéster
- 4- Imperabilización asfáltica monocapa adherida
- 5- Capa de mortero de cemento M-5.
- 6- Cámara de aire
- 7- Lana mineral
- 8- Forjado unidireccional 25+5 (bovedilla de hormigón).
- 9- Lana mineral
- 10- Falso techo registrable de placas de escayola.

Espesor Total de 52.7 cm.

Limitación de demanda energética  $U_c$  refrigeración = 0.20 kcal/ (h·m<sup>2</sup>°C).

Limitación de demanda energética  $U_c$  calefacción = 0.20 kcal/ (h·m<sup>2</sup>°C).

Limitación de demanda energética  $U_c$  refrigeración = 0.23 W/ (m<sup>2</sup>·K).

Limitación de demanda energética  $U_c$  calefacción = 0.23 W/ (m<sup>2</sup>·K).

### 3.7.3 Forjado Sanitario.

|                                                                                                                |                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Forjado sanitario - Base de árido. Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre | Superficie<br>403.56 m <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

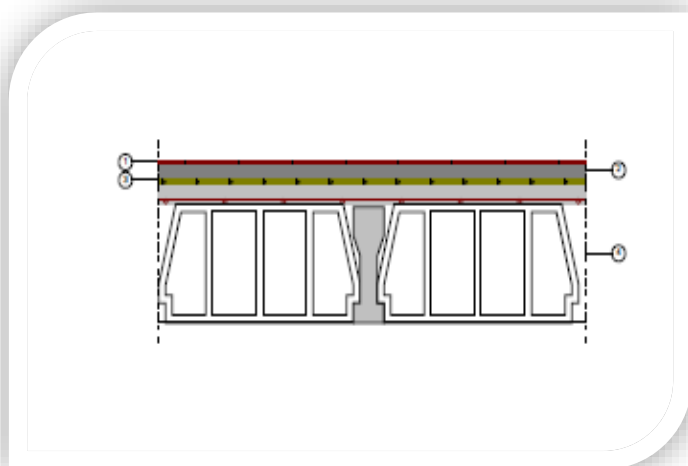
#### Revestimiento del Suelo

Pavimento: Solado de baldosas cerámicas de gres rústico, 2/0/-/-, de 30x30 cm, recibidas con mortero de cemento M-5 de 3 cm de espesor y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Base para pavimento de gravilla de machaqueo de 5 a 10 mm de diámetro, en capa de 2 cm de espesor.

#### Elemento Estructural

Forjado sanitario de hormigón armado, canto 35 = 30+5 cm, realizado con hormigón HAF-35/CR/F/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; vigueta pretensada bovedilla de hormigón, 60x20x30 cm y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2.20, 20, 20 UNE-EN

10080, en capa de compresión, sobre murete de apoyo de ladrillo cerámico perforado para revestir.



#### Lista de Capas.

1. Solado de baldosas cerámicas de gres rustico.
  2. Mortero de cemento M-5.
  3. Base de gravilla de machaqueo
  4. Forjado unidireccional 30+5 cm (Bovedilla de hormigón).
- Espesor Total = 41 cm.

Limitación de demanda energética  $U_s = 0.22 \text{ kcal/ (h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C)}.$

Limitación de demanda energética  $U_s = 0.26 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}.$

|                              |                                                                                          |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Detalle de cálculo ( $U_s$ ) | Superficie del forjado, A: 2628.03 m <sup>2</sup>                                        |
|                              | Perímetro del forjado, P: 221.57 m                                                       |
|                              | Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 1.01 m     |
|                              | Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m |
|                              | Resistencia térmica del forjado, Rf: 0.27 m <sup>2</sup> ·K/W                            |
|                              | Coeficiente de transmisión térmica del muro perimetral, Uw: 1.09 W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
|                              | Factor de protección contra el viento, fw: 0.05                                          |
|                              | Tipo de terreno: Arena semidensa                                                         |
| Protección frente al ruido   | Masa superficial: 533.83 kg/m <sup>2</sup>                                               |
|                              | Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$ : 62.1(-1; -6) dB                             |
|                              | Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$ : 68.5 dB            |

*Tabla 3.7.3. Características y protección frente a ruido de forjado sanitario.*

|                                                                           |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Forjado sanitario - Base de árido. Entarimado tradicional sobre rastreles | Superficie<br>772.05 m <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|

Forjado sanitario con base de árido el cual se encuentra entarimado de forma tradicional sobre rastreles. Este forjado servirá para cubrir el resto de instalaciones donde no se encuentre el vaso de la piscina.

Revestimiento del Suelo.

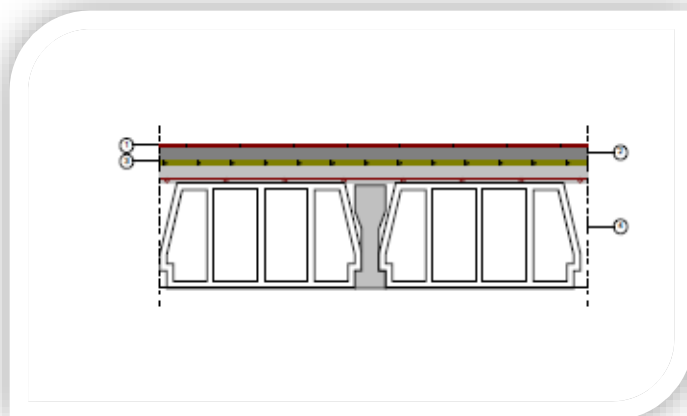
Pavimento: Entarimado tradicional de tablas de madera maciza de pino gallego de 70x22 mm, colocado sobre rastreles de madera de pino de 50x25 cm, fijados mecánicamente al soporte; BASE DE PAVIMENTACIÓN: Base para pavimento de gravilla de machaqueo de 5 a 10 mm de diámetro, en capa de 2 cm de espesor.

Elemento Estructural.

Forjado sanitario de hormigón armado, canto 35 = 30+5 cm, realizado con hormigón HAF-35/CR/F/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S; vigueta pretensada bovedilla de hormigón, 60x20x30 cm y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, en capa de compresión, sobre murete de apoyo de ladrillo cerámico perforado para revestir.

|                              |                                                                                          |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Detalle de cálculo ( $U_s$ ) | Superficie del forjado, A: 2628.03 m <sup>2</sup>                                        |
|                              | Perímetro del forjado, P: 221.57 m                                                       |
|                              | Profundidad media de la cámara sanitaria por debajo del nivel del terreno, z: 0.99 m     |
|                              | Altura media de la cara superior del forjado por encima del nivel del terreno, h: 0.00 m |
|                              | Resistencia térmica del forjado, Rf: 0.36 m <sup>2</sup> ·K/W                            |
|                              | Coeficiente de transmisión térmica del muro perimetral, Uw: 1.09 W/(m <sup>2</sup> ·K)   |
|                              | Factor de protección contra el viento, fw: 0.05                                          |
|                              | Tipo de terreno: Arena semidensa                                                         |
| Protección frente al ruido   | Masa superficial: 460.47 kg/m <sup>2</sup>                                               |
|                              | Masa superficial del elemento base: 451.83 kg/m <sup>2</sup>                             |
|                              | Caracterización acústica, $R_w(C; C_{tr})$ : 59.4(-1; -6) dB                             |
|                              | Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$ : 71.1 dB            |

Tabla 3.7.4. Características y Protección frente a ruido.



#### Lista de Capas.

1. Entarimado de tablas de madera maciza.
2. Base de gravilla de machaqueo
3. Forjado unidireccional 30+5 cm (Bovedilla de hormigón).

Espesor Total = 38,8 cm.

Limitación de demanda energética

$U_s = 0.23 \text{ kcal/ (h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}.$

Limitación de demanda energética  $U_s = 0.26 \text{ W/ (m}^2 \cdot \text{K)}.$

#### 3.7.4 Huecos en fachada.

##### Puerta de entrada a las instalaciones de acero

Puerta de entrada de acero galvanizado de dos hojas, 1840x2040 mm de luz y altura de paso, troquelada con un cuarterón superior y otro inferior a dos caras, acabado plastificado imitación roble, dos fijos laterales premarco y tapajuntas.

|                          |                                                                                              |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensiones              | Ancho x Alto: 184 x 204 cm                                                                   |
| Caracterización térmica  | Transmitancia térmica, U: 0.59 W/(m <sup>2</sup> ·K)                                         |
|                          | Absortividad, a <sub>s</sub> : 0.6 (color intermedio)                                        |
| Caracterización acústica | Absorción, a <sub>500Hz</sub> = 0.06; a <sub>1000Hz</sub> = 0.08; a <sub>2000Hz</sub> = 0.10 |

Tabla 3.7.5. Características de puerta de entrada.

Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + seguridad (laminar) "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/3+3 laminar

VIDRIO: Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + seguridad (laminar) "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/3+3 laminar.

|                            |                                                                 |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Características del vidrio | Transmitancia térmica, $U_g$ : 3.20 W/(m <sup>2</sup> ·K)       |
|                            | Factor solar, $g$ : 0.29                                        |
|                            | Aislamiento acústico, $R_w$ (C;C <sub>tr</sub> ): 36 (-1;-5) dB |

Tabla 3.7.6. Características del vidrio

|                                             |                                           |             |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|
| Dimensiones: 1329.4 x 102 cm (ancho x alto) |                                           | Unidades: 1 |
| Transmisión térmica                         | $U_w = 3.20$ W/(m <sup>2</sup> ·K)        |             |
| Soleamiento                                 | $F = 0.29$                                |             |
|                                             | $F_H = 0.16$                              |             |
| Caracterización acústica                    | $R_w$ (C;C <sub>tr</sub> ) = 34 (-1;-5)dB |             |
| Dimensiones: 282.4 x 102 cm (ancho x alto)  |                                           | Unidades; 1 |
| Transmisión térmica                         | $U_w = 3.20$ W/(m <sup>2</sup> ·K)        |             |
| Soleamiento                                 | $F = 0.29$                                |             |
|                                             | $F_H = 0.16$                              |             |
| Caracterización acústica                    | $R_w$ (C;C <sub>tr</sub> ) = 34 (-1;-5)dB |             |
| Dimensiones: 352.9 x 102 cm (ancho x alto)  |                                           | unidades: 1 |
| Transmisión térmica                         | $U_w = 3.20$ W/(m <sup>2</sup> ·K)        |             |
| Soleamiento                                 | $F = 0.29$                                |             |
|                                             | $F_H = 0.16$                              |             |
| Caracterización acústica                    | $R_w$ (C;C <sub>tr</sub> ) = 34 (-1;-5)dB |             |

Tabla 3.7.7. Características del vidrio

## **4 ÍNDICE DE PLANOS**

**4.1 Plano de Situación.**

**4.2 Plano Planta Baja.**

**4.3 Plano Planta de Cubierta**

**4.4 Plano de Superficie**

**4.5 Plano de Evacuación**

**4.6 Plano de Agua Caliente Sanitaria y Solar Térmica**

**4.7 Plano Sala de Calderas**

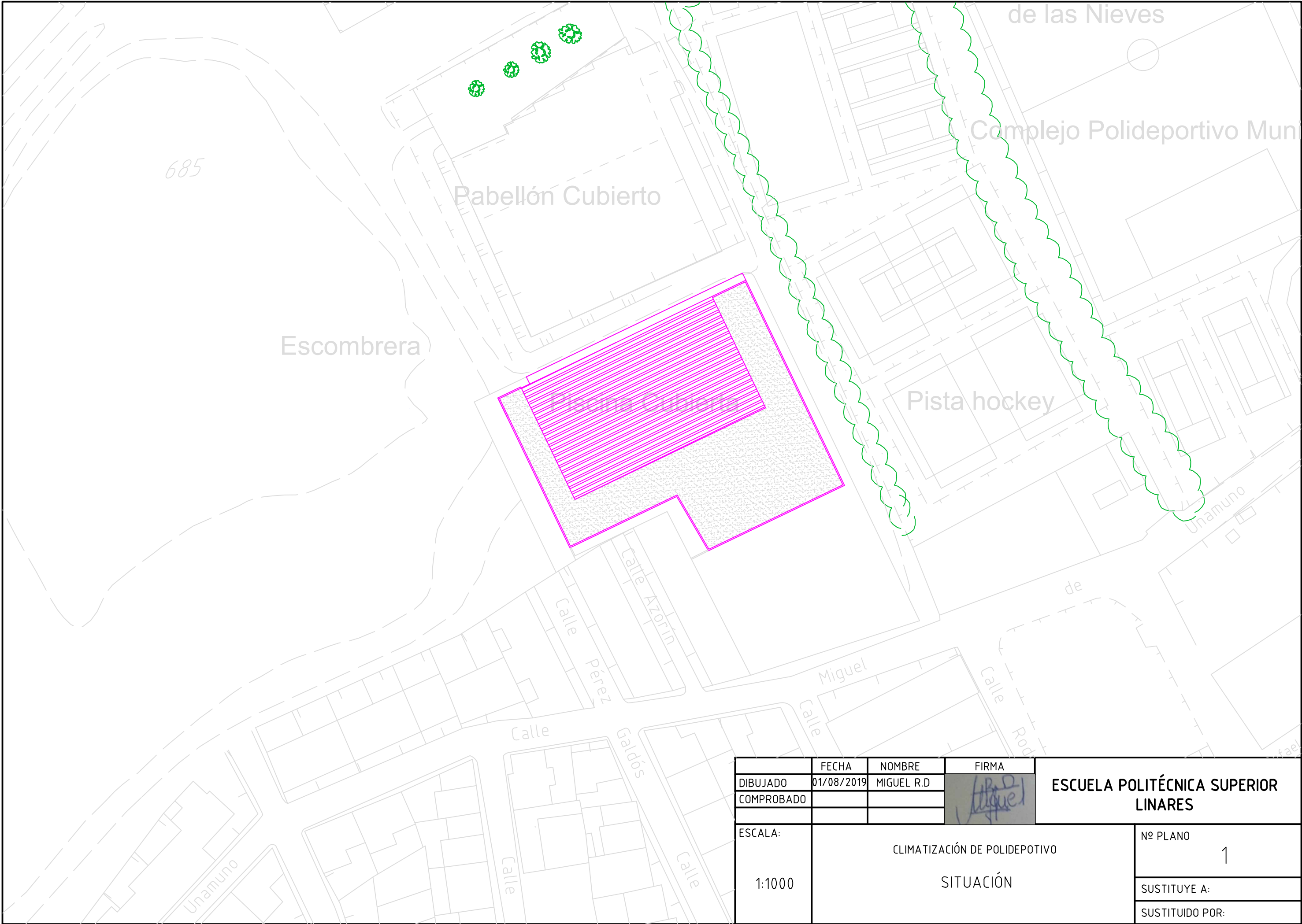
**4.8 Plano Unidad de Tratamiento**

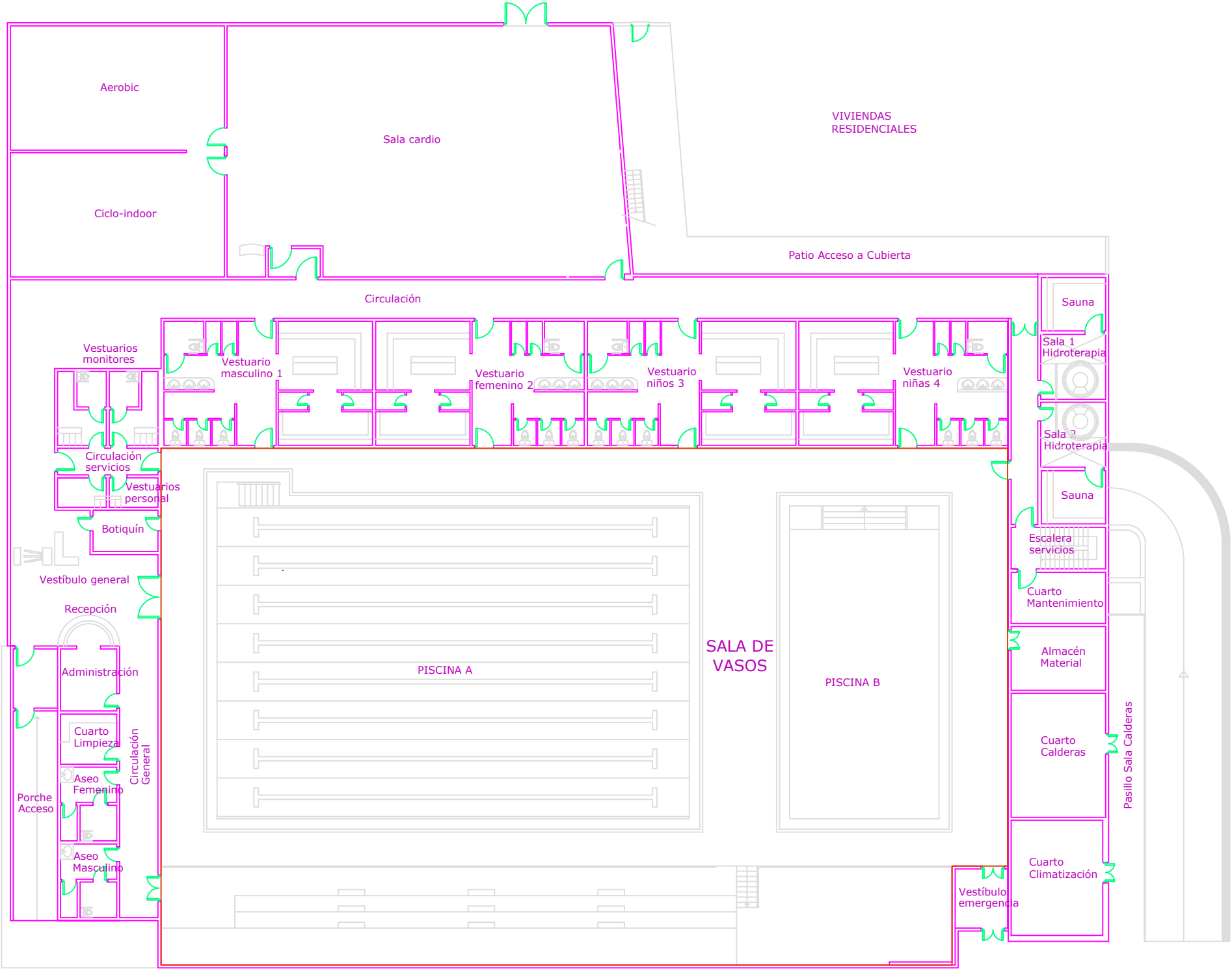
**4.9 Plano Corte en Sala de Vasos**

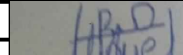
**4.10 Plano Unidad de Tratamiento de Aire**

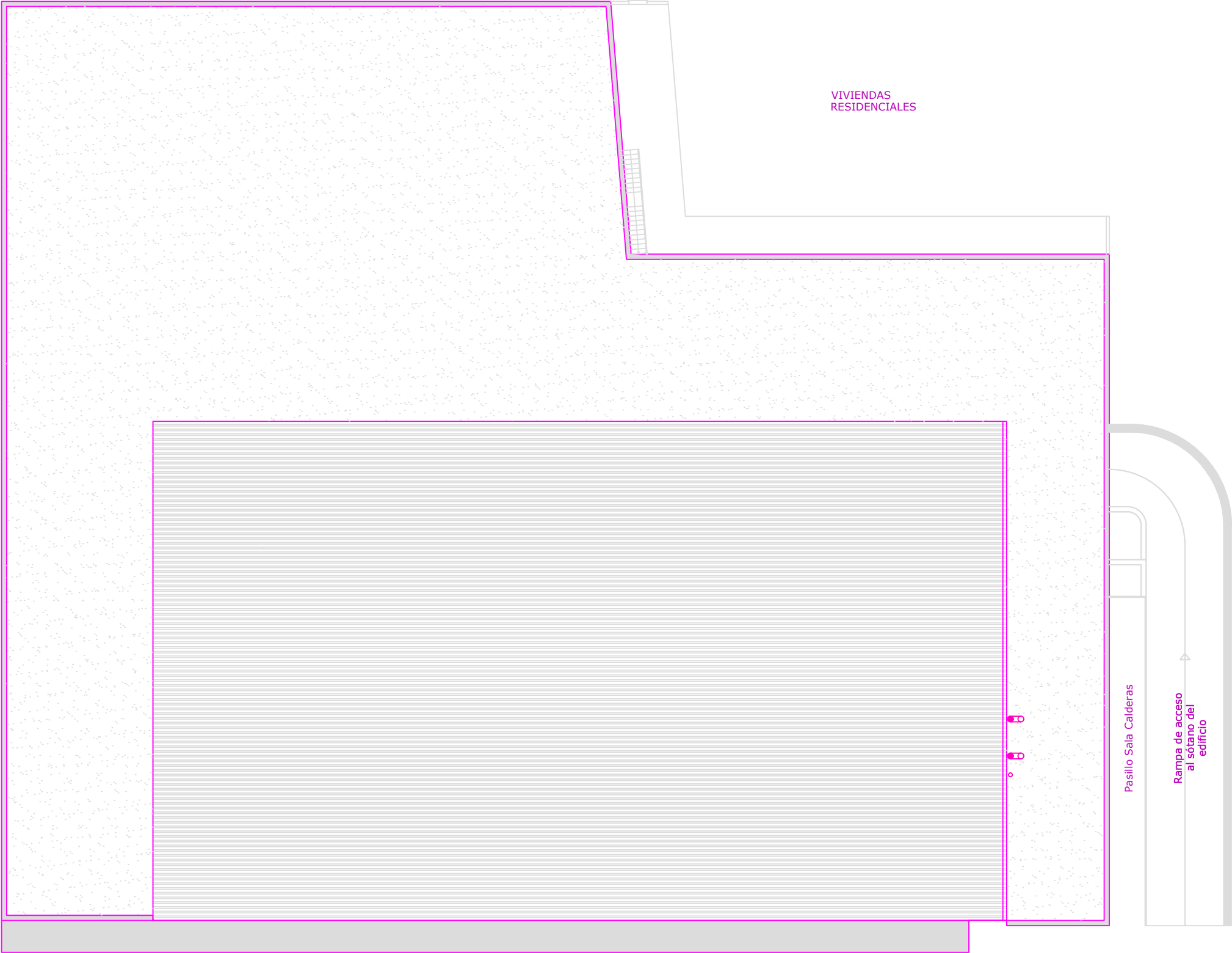
**4.11 Plano Protección Contra Incendios**

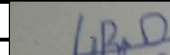


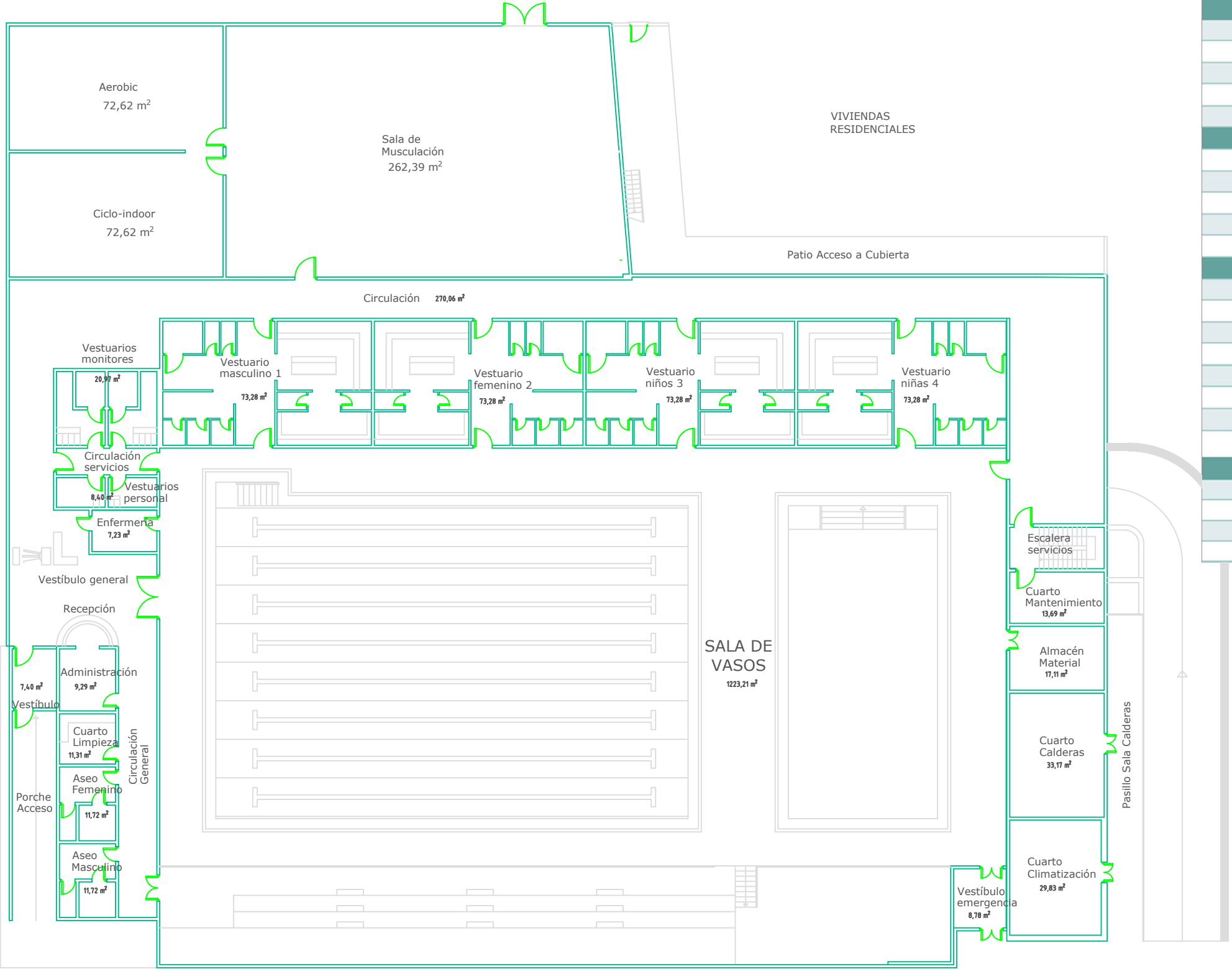




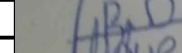
|            |                                                   |            |                                                                                       |                                         |  |
|------------|---------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                             | NOMBRE     | FIRMA                                                                                 | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | 01/08/2019                                        | MIGUEL R.D |  |                                         |  |
| COMPROBADO |                                                   |            |                                                                                       |                                         |  |
|            |                                                   |            |                                                                                       |                                         |  |
| ESCALA:    | CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPORTIVO<br><br>PLANTA BAJA |            |                                                                                       | Nº PLANO<br><br>2                       |  |
| 1:200      |                                                   |            |                                                                                       | SUSTITUYE A:                            |  |
|            |                                                   |            |                                                                                       | SUSTITUIDO POR:                         |  |

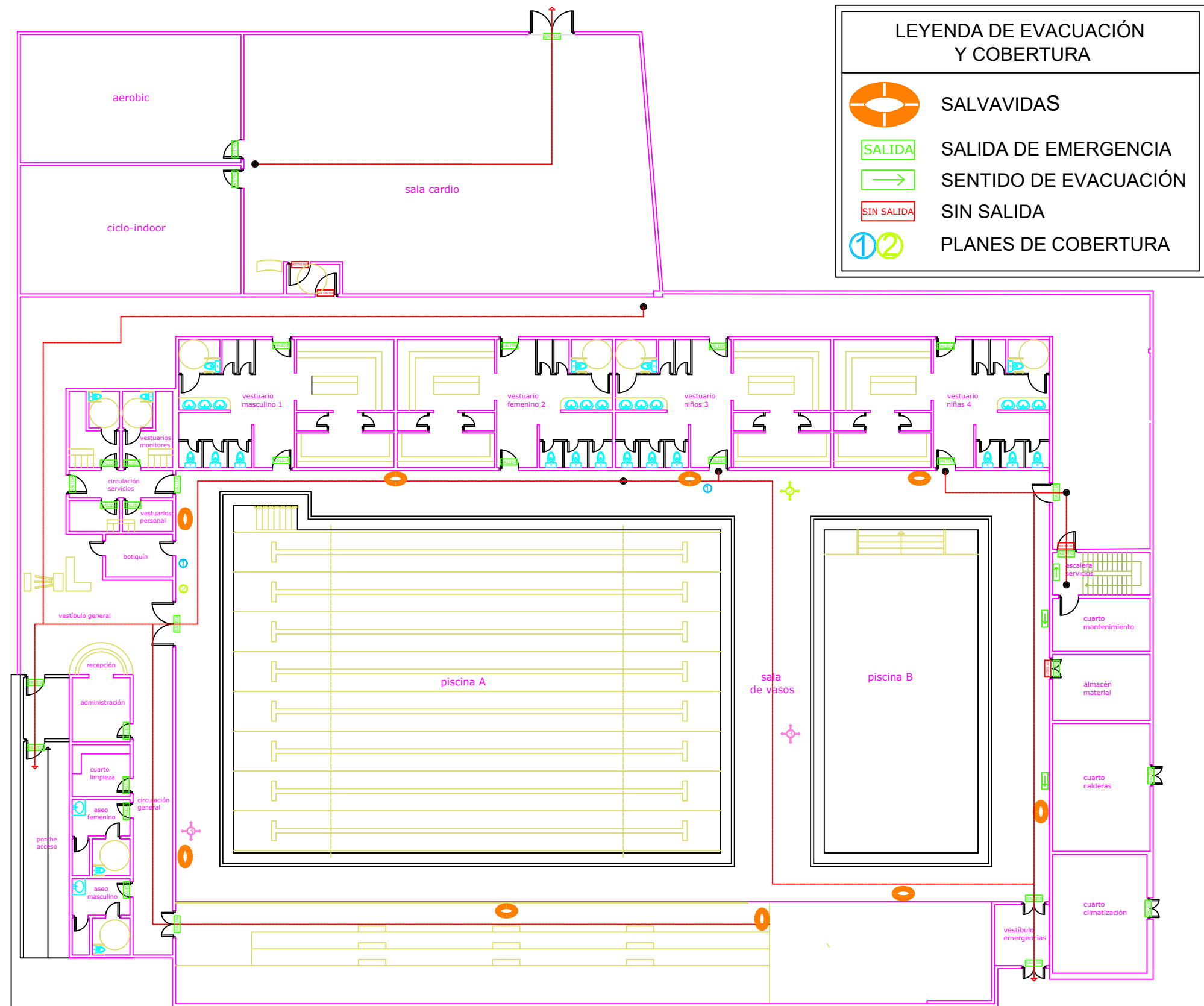


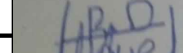
|            |                                                         |            |                                                                                       |                                         |  |
|------------|---------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                                   | NOMBRE     | FIRMA                                                                                 | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | 01/08/2019                                              | MIGUEL R.D |  |                                         |  |
| COMPROBADO |                                                         |            |                                                                                       |                                         |  |
|            |                                                         |            |                                                                                       |                                         |  |
| ESCALA:    | CLIMATIZACIÓN DE POLIDEPOTIVO<br><br>PLANTA DE CUBIERTA |            |                                                                                       | Nº PLANO<br>3                           |  |
| 1:200      |                                                         |            |                                                                                       | SUSTITUYE A:                            |  |
|            |                                                         |            |                                                                                       | SUSTITUIDO POR:                         |  |



| Zona de instalaciones   |  | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|--|------------------------------|
| Sala de calderas        |  | 33,17                        |
| Sala climatización      |  | 29,83                        |
| Cuarto de mantenimiento |  | 13,69                        |
| Almacén material        |  | 17,11                        |
| Cuarto de limpieza      |  | 11,31                        |
| Zona de instalaciones   |  | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| Distribuidor            |  | 294,60                       |
| Administración          |  | 9,29                         |
| Enfermería              |  | 7,23                         |
| Vestíbulo emergencias   |  | 8,78                         |
| Vestíbulo               |  | 7,40                         |
| Aseos y vestuarios      |  | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| Aseo Femenino           |  | 11,72                        |
| Aseo Masculino          |  | 11,72                        |
| Vestuario Masculino     |  | 65,73                        |
| Vestuario Femenino      |  | 65,73                        |
| Vestuario Niños         |  | 65,73                        |
| Vestuario Niñas         |  | 65,73                        |
| Vestuario Personal      |  | 8,40                         |
| Vestuario Monitores     |  | 20,97                        |
| Zona Deportiva          |  | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
| Sala de musculación     |  | 262,39                       |
| Sala de Ciclo-Indoor    |  | 72,62                        |
| Sala de aerobic         |  | 72,62                        |
| Sala de vasos           |  | 1.223,21                     |

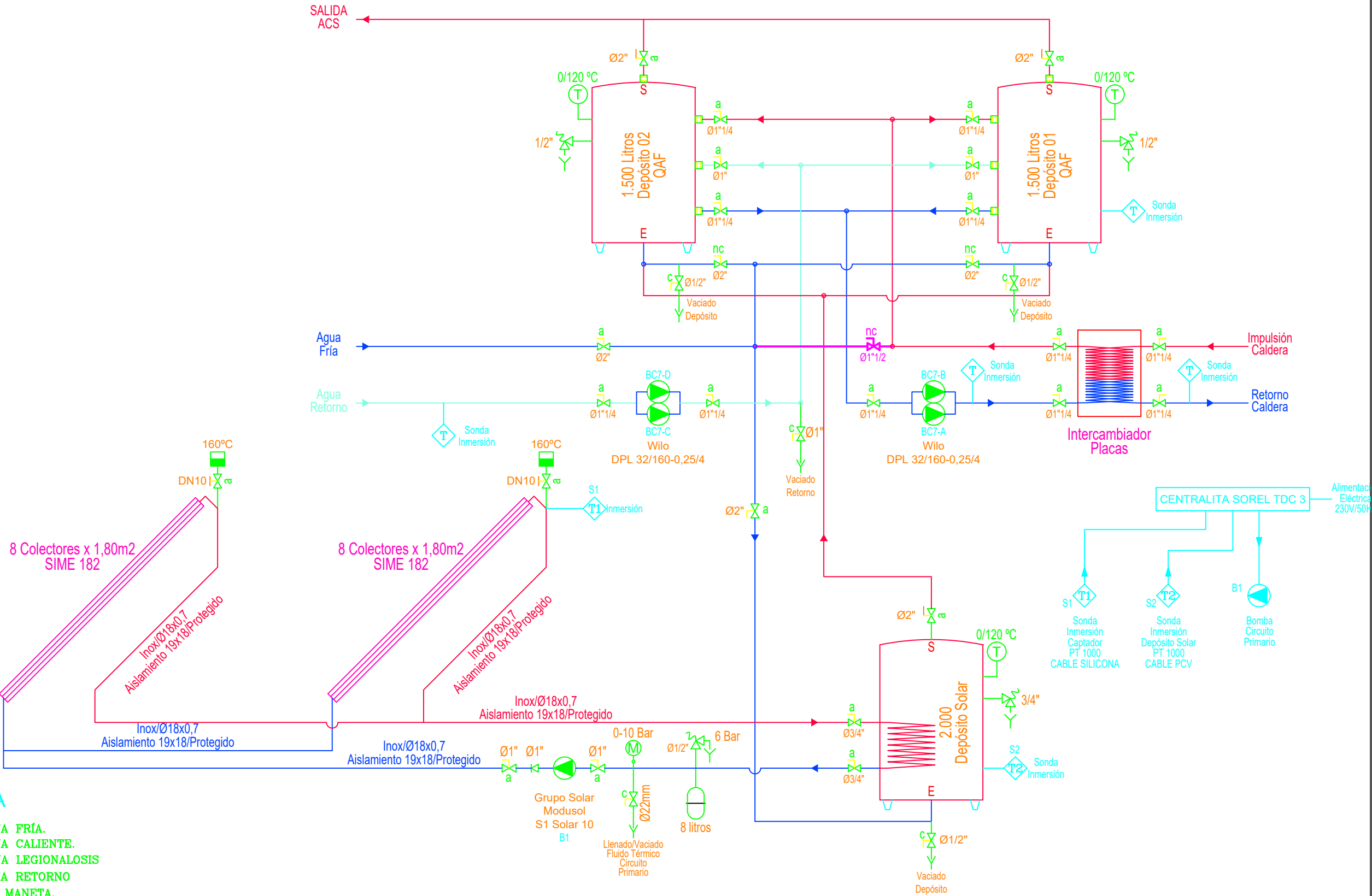
|            |                                                                  |            |                                                                                       |                                         |  |
|------------|------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                                            | NOMBRE     | FIRMA                                                                                 | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | 01/09/2019                                                       | MIGUEL R.D |  |                                         |  |
| COMPROBADO |                                                                  |            |                                                                                       |                                         |  |
|            |                                                                  |            |                                                                                       |                                         |  |
| ESCALA:    | CLIMATIZACION DEL POLIDEPORTIVO DE LAS GABIAS<br><br>SUPERFICIES |            |                                                                                       | Nº PLANO<br>4                           |  |
| N/D        |                                                                  |            |                                                                                       | SUSTITUYE A:                            |  |
|            |                                                                  |            |                                                                                       | SUSTITUIDO POR:                         |  |



|            |                                                                 |            |                                                                                       |                                         |
|------------|-----------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|            | FECHA                                                           | NOMBRE     | FIRMA                                                                                 | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | 1/08/2019                                                       | MIGUEL R.D |  |                                         |
| COMPROBADO |                                                                 |            |                                                                                       |                                         |
|            |                                                                 |            |                                                                                       |                                         |
| ESCALA:    | CLIMATIZACION DEL POLIDEPORTIVO DE LAS GABIAS<br><br>EVACUACIÓN |            |                                                                                       | Nº PLANO<br>5                           |
| N/D        |                                                                 |            |                                                                                       | SUSTITUYE A:                            |
|            |                                                                 |            |                                                                                       | SUSTITUIDO POR:                         |

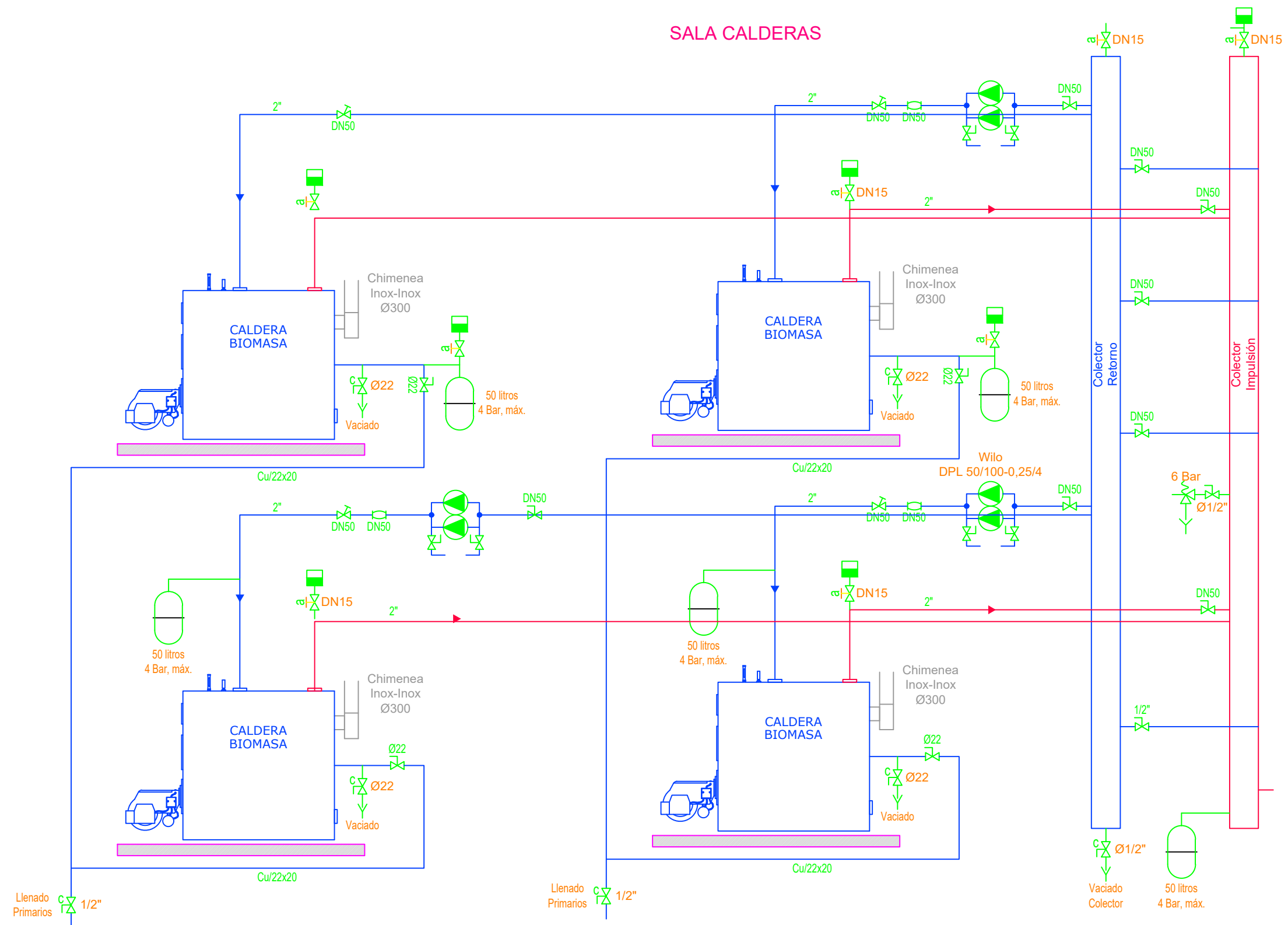
LEYENDA

- CONDUCCIÓN DE AGUA FRÍA.
- CONDUCCIÓN DE AGUA CALIENTE.
- CONDUCCIÓN DE AGUA LEGIONALOSIS
- CONDUCCIÓN DE AGUA RETORNO
- LLAVE DE CORTE DE MANETA.
- BOMBA.
- MANOMETRO CON ANTIARIEETE.
- MANOMETRO DIFERENCIAL.
- TERMOMETRO.
- PRESOSTATO.
- TERMOSTATO.
- SONDA INMERSION TEMPERATURA.
- SONDA AMBIENTE EXTERIOR.
- SONDA DE PRESION.

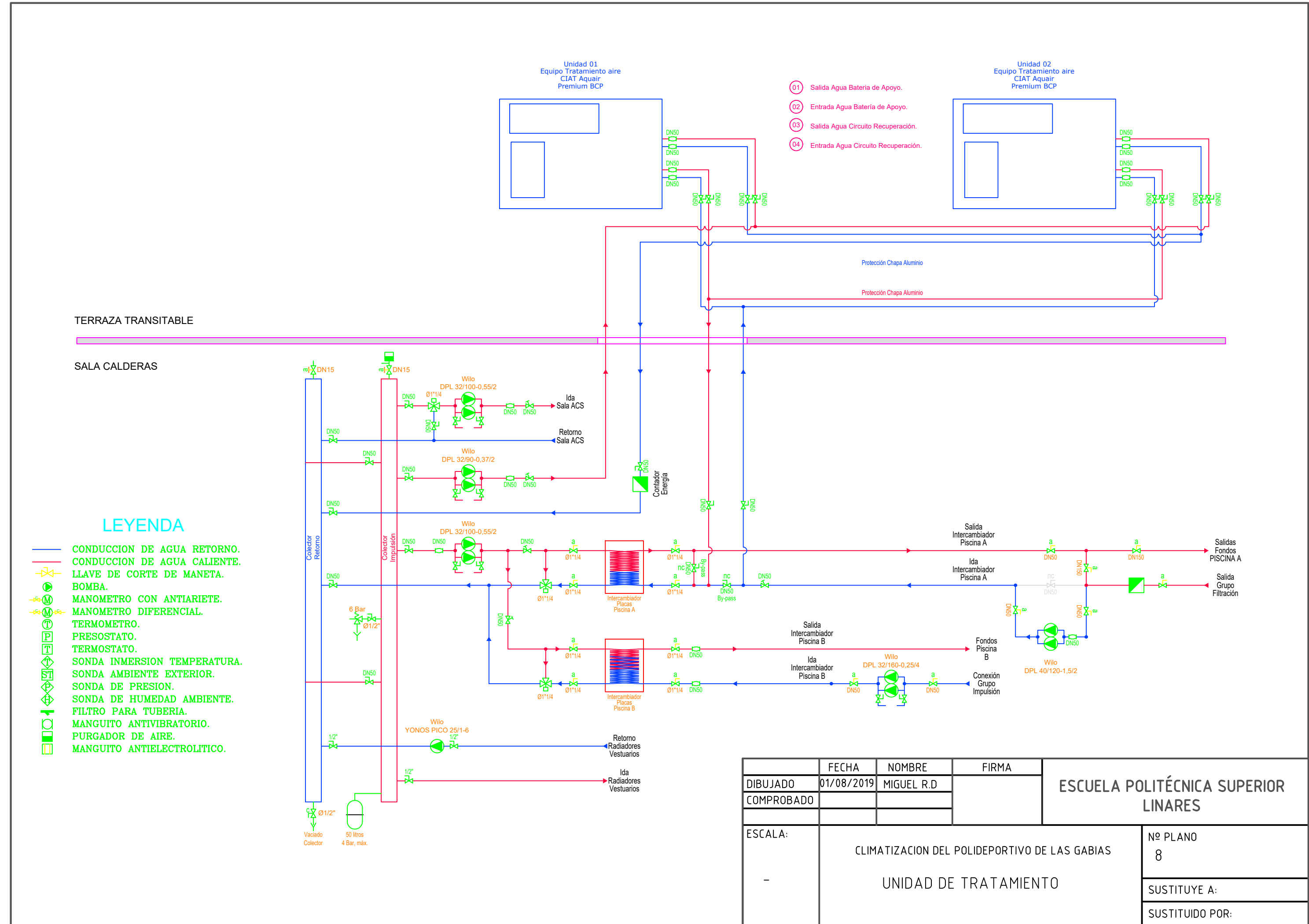


|            |                                                                                  |            |       |                                      |  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|--------------------------------------|--|
|            | FECHA                                                                            | NOMBRE     | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES |  |
| DIBUJADO   | 1/08/2019                                                                        | MIGUEL R.D |       |                                      |  |
| COMPROBADO |                                                                                  |            |       |                                      |  |
| ESCALA:    | CLIMATIZACION DEL POLIDEPORTIVO DE LAS GABIAS<br>INSTALACIÓN ACS Y SOLAR TÉRMICA |            |       | Nº PLANO                             |  |
| 1:50       |                                                                                  |            |       | 6                                    |  |
|            |                                                                                  |            |       | SUSTITUYE A:                         |  |
|            |                                                                                  |            |       | SUSTITUIDO POR:                      |  |

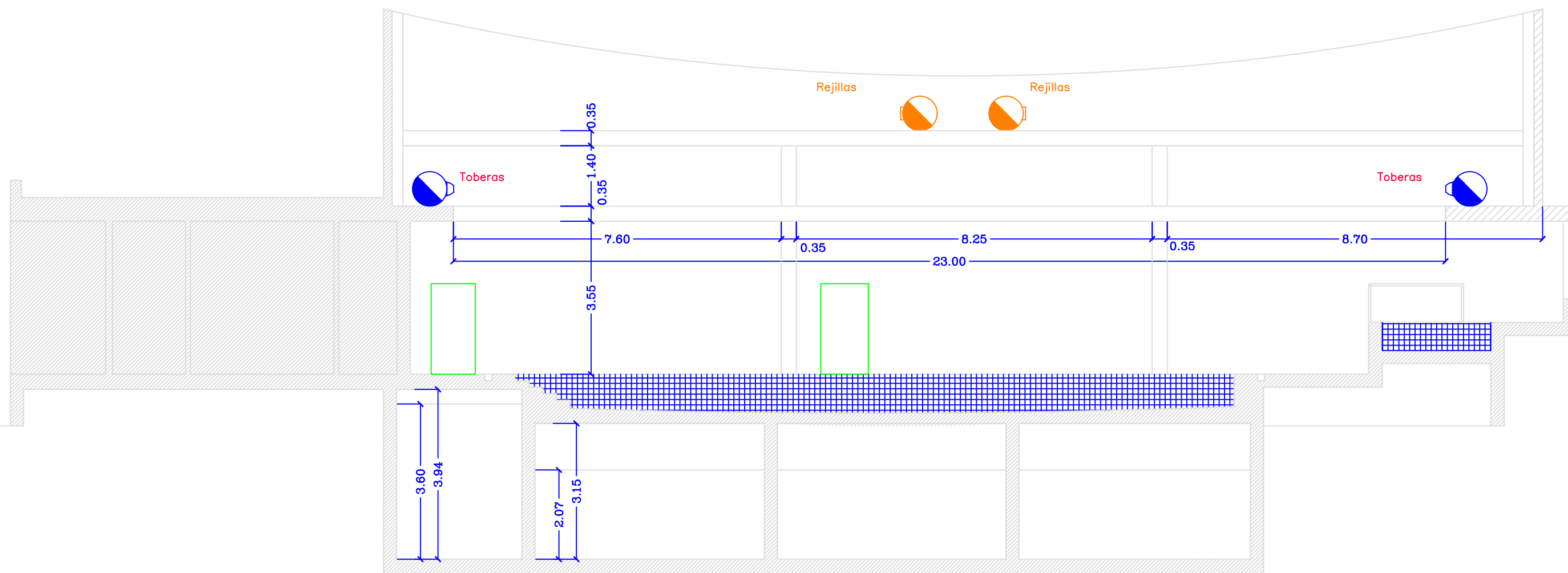


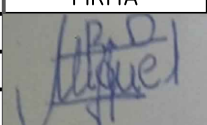


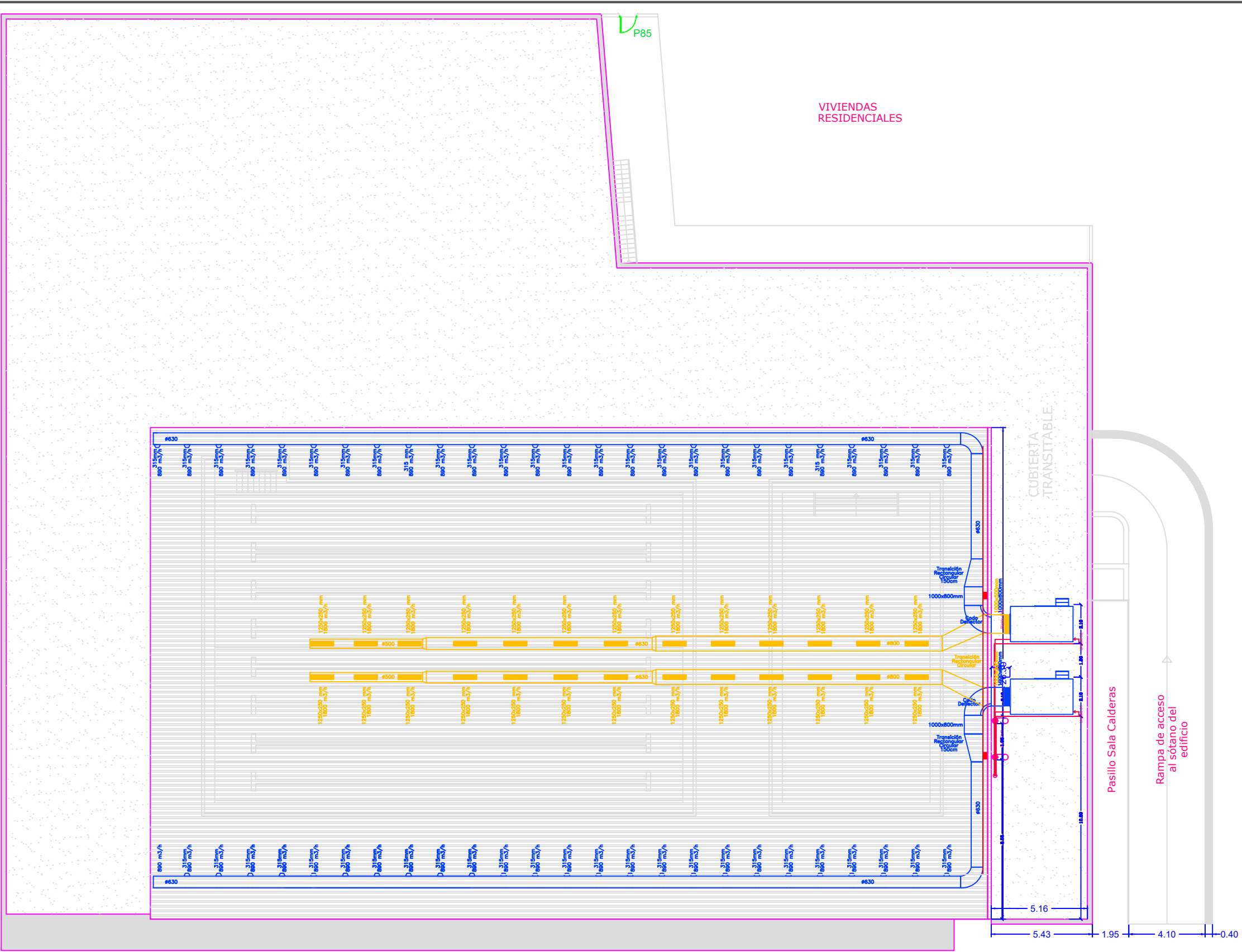
|            |                                                                       |            |       |                                         |  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|------------|-------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                                                 | NOMBRE     | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | 01/08/2019                                                            | MIGUEL R.D |       |                                         |  |
| COMPROBADO |                                                                       |            |       |                                         |  |
| ESCALA:    | CLIMATIZACION DEL POLIDEPORTIVO DE LAS GABIAS<br><br>SALA DE CALDERAS |            |       | Nº ILUSTRACION<br>7                     |  |
| 1:50       |                                                                       |            |       | SUSTITUYE A:                            |  |
|            |                                                                       |            |       | SUSTITUIDO POR:                         |  |

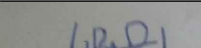


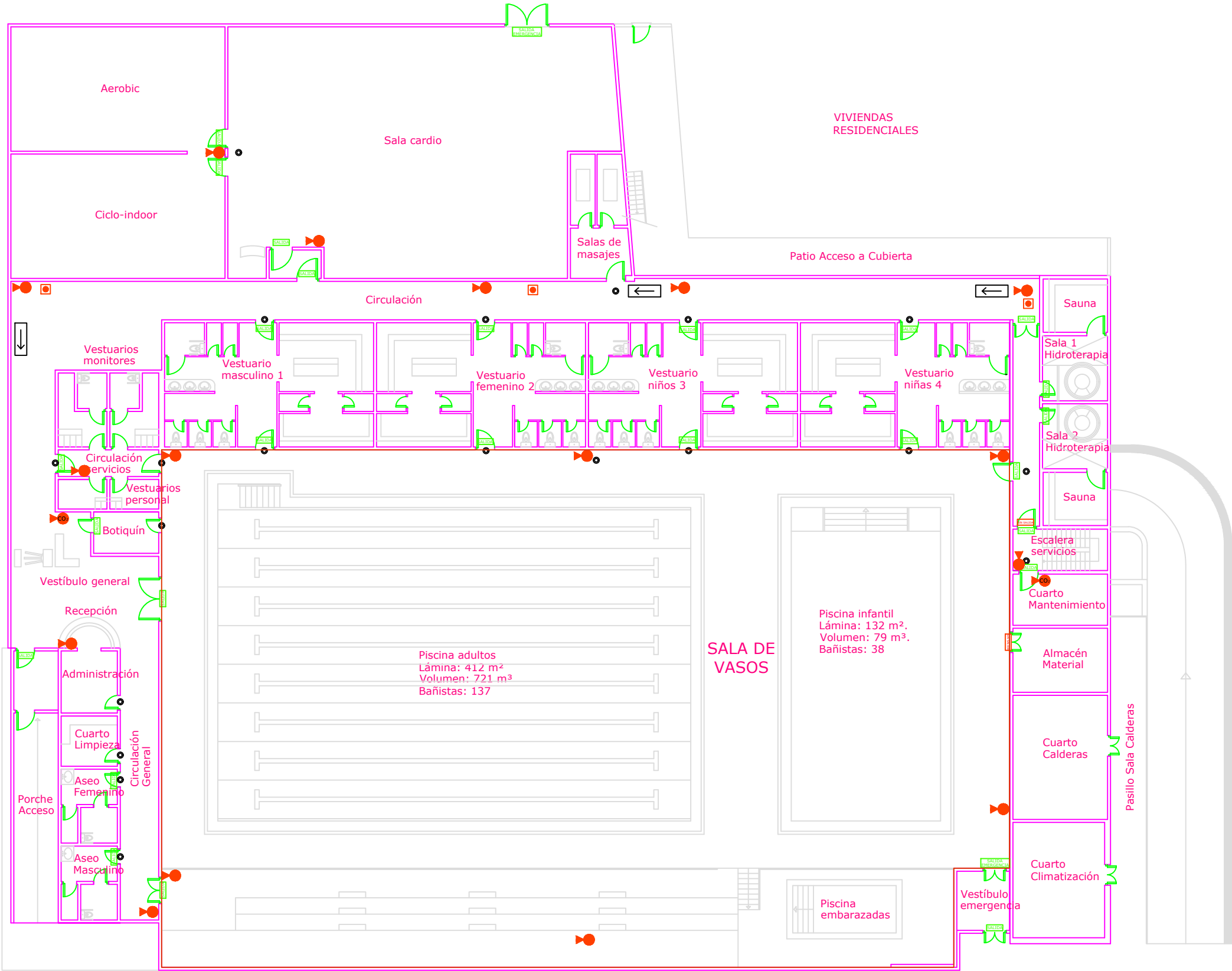




|            |                                                                             |            |                                                                                       |                                         |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|            | FECHA                                                                       | NOMBRE     | FIRMA                                                                                 | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | 01/08/2019                                                                  | MIGUEL R.D |  |                                         |
| COMPROBADO |                                                                             |            |                                                                                       |                                         |
|            |                                                                             |            |                                                                                       |                                         |
| ESCALA:    | CLIMATIZACION DEL POLIDEPORTIVO DE LAS GABIAS<br><br>CORTE EN SALA DE VASOS |            |                                                                                       | Nº PLANO<br>9                           |
| N/D        |                                                                             |            |                                                                                       | SUSTITUYE A:                            |
|            |                                                                             |            |                                                                                       | SUSTITUIDO POR:                         |



|            |                                                                                    |            |                                                                                       |                                         |  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                                                              | NOMBRE     | FIRMA                                                                                 | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | 01/08/2019                                                                         | MIGUEL R.D |  |                                         |  |
| COMPROBADO |                                                                                    |            |                                                                                       |                                         |  |
|            |                                                                                    |            |                                                                                       |                                         |  |
| ESCALA:    | CLIMATIZACION DEL POLIDEPORTIVO DE LAS GABIAS<br><br>UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE |            |                                                                                       | Nº PLANO<br>10                          |  |
| N/D        |                                                                                    |            |                                                                                       | SUSTITUYE A:                            |  |
|            |                                                                                    |            |                                                                                       | SUSTITUIDO POR:                         |  |



|            |                                                                                  |            |       |                                         |  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                                                            | NOMBRE     | FIRMA | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | 01/08/2019                                                                       | MIGUEL R.D |       |                                         |  |
| COMPROBADO |                                                                                  |            |       |                                         |  |
| ESCALA:    | CLIMATIZACION DEL POLIDEPORTIVO DE LAS GABIAS<br><br>PROTECCION CONTRA INCENDIOS |            |       | Nº PLANO<br>11                          |  |
| N/D        |                                                                                  |            |       | SUSTITUYE A:                            |  |
|            |                                                                                  |            |       | SUSTITUIDO POR:                         |  |

## 5 CUMPLIMIENTO DEL CTE

### 5.1 Cumplimiento del Documento Básico HE “Ahorro de Energía”

#### 5.1.1 Exigencia Básica HE 1: Limitación de la Demanda Energética.

El certificado de eficiencia energética es el documento oficial que informa sobre las características energéticas de la instalación de estudio, en nuestro caso, el polideportivo.

**CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

**IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:**

|                                                   |                                              |                    |           |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|-----------|
| Nombre del edificio                               | Polideportivo municipal Virgen de las Nieves |                    |           |
| Dirección                                         | Calle Juan Antonio Samaranch                 |                    |           |
| Municipio                                         | Las Gubias                                   | Código Postal      | 18110     |
| Provincia                                         | Granada                                      | Comunidad Autónoma | Andalucía |
| Zona climática                                    | C3                                           | Año construcción   | 2005      |
| Normativa vigente (construcción / rehabilitación) | CTE 2013                                     |                    |           |
| Referencia catastral                              | 236569587858u                                |                    |           |

**Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:**

|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="radio"/> Edificio de nueva construcción                                                                                                                                      | <input checked="" type="radio"/> Edificio Existente                                                                  |
| <input type="radio"/> Vivienda<br><input type="radio"/> Unifamiliar<br><input type="radio"/> Bloque<br><input type="radio"/> Bloque completo<br><input type="radio"/> Vivienda individual | <input checked="" type="radio"/> Terciario<br><input type="radio"/> Edificio completo<br><input type="radio"/> Local |

**DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:**

|                                                                          |                              |                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------|
| Nombre y Apellidos                                                       | Miguel Rodríguez Dieguez     | NIF(NIE)           | 15471938E |
| Razón social                                                             | Director                     | NIF                | 2580785   |
| Domicilio                                                                | Calle Camposanto nº 21       |                    |           |
| Municipio                                                                | Las Gubias                   | Código Postal      | 18110     |
| Provincia                                                                | Granada                      | Comunidad Autónoma | Andalucía |
| e-mail:                                                                  | miguel_rmd@hotmail.es        | Teléfono           | 605257309 |
| 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<br>[kWh/m² año] | EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO<br>[kgCO <sub>2</sub> /m² año] |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                                          |                                                                |

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: 28/08/2019

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.

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.

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Superficie habitable (m²) | 2378.08 |
|---------------------------|---------|



Cerramientos opacos

| Nombre                               | Tipo               | Superficie [m²] | Transmitancia [W/m²·K] | Modo de obtención |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Fachada Oeste                        | Fachada            | 98.38           | 1.37                   | Estimadas         |
| Fachada Sur                          | Fachada            | 79.73           | 1.37                   | Estimadas         |
| Fachada Este                         | Fachada            | 105.21          | 1.37                   | Estimadas         |
| Fachada Norte                        | Fachada            | 97.73           | 1.37                   | Estimadas         |
| Suelo en contacto con el terreno     | Suelo              | 1155.77         | 0.69                   | Estimadas         |
| Cubierta General                     | Cubierta           | 2363.8          | 1.49                   | Estimadas         |
| Sala musculación - Sala ciclo indoor | Partición Interior | 19.5            | 0.73                   | Por defecto       |
| Sala Musculación - Sala ciclo indoor | Partición Interior | 19.5            | 0.73                   | Por defecto       |
| Sala musculación - Circulación       | Partición Interior | 99.3            | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Vestuarios             | Partición Interior | 135.3           | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Vestuarios 2           | Partición Interior | 33.0            | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Vestuarios 3           | Partición Interior | 8.1             | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Vestuarios 4           | Partición Interior | 17.1            | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Vestuarios 5           | Partición Interior | 22.5            | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Enfermería             | Partición Interior | 10.8            | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Aseo                   | Partición Interior | 43.5            | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Administración         | Partición Interior | 17.4            | 0.73                   | Por defecto       |
| Circulación - Sala de videos         | Partición Interior | 57.9            | 0.73                   | Por defecto       |
| Administración - Cuarto de limpieza  | Partición Interior | 9.0             | 0.73                   | Por defecto       |
| Cuarto de limpieza - Aseo            | Partición Interior | 9.0             | 0.73                   | Por defecto       |
| Aseo - Aseo                          | Partición Interior | 9.0             | 0.73                   | Por defecto       |

| Nombre                         | Tipo               | Superficie [m²] | Transmitancia [W/m²·K] | Modo de obtención |
|--------------------------------|--------------------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Enfermería - Vestuarios        | Partición Interior | 10.5            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuarios - Circulación       | Partición Interior | 15.9            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuarios - Circulación 2     | Partición Interior | 15.9            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuarios - Vestuarios        | Partición Interior | 12.3            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuarios - Vestuarios 2      | Partición Interior | 20.4            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuarios - Vestuarios 3      | Partición Interior | 20.4            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuario - Vestuario 4        | Partición Interior | 20.4            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuario - Vestuario 5        | Partición Interior | 20.4            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuario - Vestuario 6        | Partición Interior | 20.4            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuario - Vestuario 7        | Partición Interior | 20.4            | 0.73                   | Por defecto       |
| Vestuario - Sala de vasos      | Partición Interior | 157.85          | 0.73                   | Por defecto       |
| Sala de vasos - Circulación    | Partición Interior | 87.5            | 0.73                   | Por defecto       |
| Sala de Vasos - Almacén        | Partición Interior | 77.7            | 0.73                   | Por defecto       |
| Cuarto mantenimiento - Almacén | Partición Interior | 15.0            | 0.73                   | Por defecto       |
| Almacén - Caldera              | Partición Interior | 15.0            | 0.73                   | Por defecto       |
| Caldera - Climatización        | Partición Interior | 15.0            | 0.73                   | Por defecto       |

#### Huecos y lucernarios

| Nombre           | Tipo  | Superficie [m²] | Transmitancia [W/m²·K] | Factor solar | Modo de obtención, Transmisión | Modo de obtención, Factor solar |
|------------------|-------|-----------------|------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Ventana 1 (Este) | Hueco | 14.4            | 3.44                   | 0.62         | Estimado                       | Estimado                        |
| Ventana 2 (Sur)  | Hueco | 18              | 3.44                   | 0.62         | Estimado                       | Estimado                        |
| Ventana 3 (Este) | Hueco | 7.57            | 3.44                   | 0.62         | Estimado                       | Estimado                        |

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

| Nombre           | Tipo             | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Sólo calefacción | Caldera Estándar | 24.0                  | 61.8                       | Gas Natural     | Estimado          |
| TOTALES          | Calefacción      |                       |                            |                 |                   |

#### Generadores de refrigeración

| Nombre             | Tipo                | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|--------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Sólo refrigeración | Maquina frigorífica |                       | 146.5                      | Electricidad    | Estimado          |
| TOTALES            | Refrigeración       |                       |                            |                 |                   |

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

|                                          |        |
|------------------------------------------|--------|
| Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día) | 2793.0 |
|------------------------------------------|--------|

| Nombre     | Tipo             | Potencia nominal [kW] | Rendimiento Estacional [%] | Tipo de Energía | Modo de obtención |
|------------|------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------|
| Equipo ACS | Caldera Estándar | 24.0                  | 61.8                       | Gas Natural     | Estimado          |
| TOTALES    | ACS              |                       |                            |                 |                   |

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio         | Potencia instalada [W/m²] | VEEI [W/m²·100lux] | Iluminación media [lux] | Modo de obtención |
|-----------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| Edificio Objeto | 3.37                      | 0.48               | 700.00                  | Conocido          |
| TOTALES         | 3.37                      |                    |                         |                   |

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

| Espacio  | Superficie [m²] | Perfil de uso          |
|----------|-----------------|------------------------|
| Edificio | 2378.98         | Intensidad Media - 12h |

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

|                |    |     |                        |
|----------------|----|-----|------------------------|
| Zona climática | C3 | Uso | Intensidad Media - 12h |
|----------------|----|-----|------------------------|

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

| INDICADOR GLOBAL                  |        | INDICADORES PARCIALES                  |  |                                      |  |
|-----------------------------------|--------|----------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
|                                   | 39.1 C | CALEFACCIÓN                            |  | ACS                                  |  |
|                                   |        | Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]   |  | Emisiones ACS [kgCO2/m² año]         |  |
|                                   |        | 22.07                                  |  | 9.33                                 |  |
|                                   |        | REFRIGERACIÓN                          |  | ILUMINACIÓN                          |  |
|                                   |        | Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año] |  | Emisiones iluminación [kgCO2/m² año] |  |
|                                   |        | 3.74                                   |  | 3.95                                 |  |
| Emisiones globales [kgCO2/m² año] |        |                                        |  |                                      |  |

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

|                                                  | kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año | kgCO <sub>2</sub> /año |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico  | 7.69                                  | 18300.20               |
| Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles | 31.40                                 | 74692.79               |

### 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                          |       |                                              |   |
|-----------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|---|
|                                                                 | 193.7 B | CALEFACCIÓN                                    |       | ACS                                          |   |
|                                                                 |         | Energía primaria calefacción<br>(kWh/m²·año)   | -     | Energía primaria ACS<br>(kWh/m²·año)         | G |
|                                                                 |         | 104.23                                         | 44.04 |                                              |   |
|                                                                 |         | REFRIGERACIÓN                                  |       | ILUMINACIÓN                                  |   |
|                                                                 |         | Energía primaria refrigeración<br>(kWh/m²·año) | B     | Energía primaria iluminación<br>(kWh/m²·año) | A |
|                                                                 |         | 22.07                                          | 23.34 |                                              |   |
| Consumo global de energía primaria no renovable<br>(kWh/m²·año) |         |                                                |       |                                              |   |

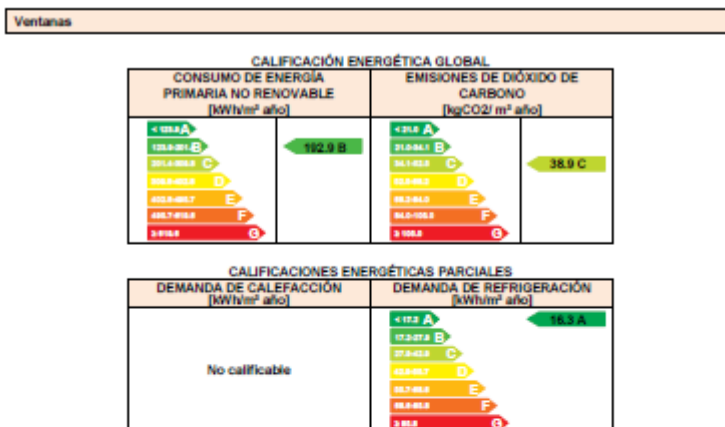
### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

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                          |        |
|-------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------|--------|
| No calificable                                  |  |                                                   | 16.3 A |
| Demanda de calefacción [kWh/m <sup>2</sup> año] |  | Demanda de refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> año] |        |

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

### ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



#### 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]                       | 87.22       | 0.4%                                    | 11.12         | 1.5%                                    | 37.00   | 0.0%                                    | 11.95       | 0.0%                                    | 147.30   | 0.4%                                    |
| Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]       | 102.9 B     | 0.4%                                    | 21.73 B       | 1.5%                                    | 44.04 C | 0.0%                                    | 23.34 A     | 0.0%                                    | 192.91 B | 0.4%                                    |
| Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m² año] | 21.96       | 0.4%                                    | 3.66 B        | 1.5%                                    | 9.33 C  | 0.0%                                    | 3.95 A      | 0.0%                                    | 38.94 C  | 0.4%                                    |
| Demanda [kWh/m² año]                                     | 53.90       | 0.4%                                    | 16.30 A       | 1.5%                                    |         |                                         |             |                                         |          |                                         |

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) |
| Coste estimado de la medida                                                              |
| -                                                                                        |
| Otros datos de interés                                                                   |

#### 5.1.2 Exigencia Básica HE 2: Rendimiento de las Instalaciones Térmicas.

El cumplimiento de esta sección para proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes te remite al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

En el reglamento se dictan las normas a seguir para que la instalación a estudio se diseñe y ejecute utilizando tres exigencias:

##### 5.1.2.1 Exigencia de Bienestar e Higiene.

Para la aplicación de esta exigencia se debe de tener en cuenta la secuencia aportada por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su Instrucción Técnica 1.1.2:

- I. Cumplimiento de calidad térmica del ambiente.
- II. Cumplimiento de calidad de aire interior.
- III. Cumplimiento de higiene.
- IV. Cumplimiento de calidad del ambiente acústico



#### 5.1.2.1.1 Cumplimiento de Calidad Térmica del Ambiente.

La exigencia de calidad térmica del ambiente se estimara como satisfactorio en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si las variables que definen el bienestar térmico que a continuación se presentan, se encuentran dentro de lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

##### 5.1.2.1.1.1 Temperatura operativa y humedad relativa

Según la Instrucción Técnica 1.1.4.1.2 “Temperatura operativa y humedad relativa” las condiciones interiores de diseño del parámetro temperatura operativa, se basaran en la actividad metabólica de las personas, el grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).

Para todos aquellos espacios en la que las personas tengan una actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, un PPD comprendido entre 10% y 15 % y un grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites que a continuación se muestran en la tabla 3.1.1

| Estación | Temperatura operativa °C | Humedad relativa % |
|----------|--------------------------|--------------------|
| Verano   | 23...25                  | 45...60            |
| Invierno | 21...23                  | 40...60            |

*Tabla 5.1.1 Condiciones Interiores de Diseño con actividad metabólica de 1,2 met*

Para aquellos espacios cuya actividad metabólica sea distinta a la anterior y su grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno, los valores de la temperatura operativa óptima vendrá dada por la UNE-EN ISO 7730 y se recogerá en la Tabla 3.1.2.

| Actividad metabólica<br>(met) | Temperatura Operativa Óptima (°C) |          |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------|
|                               | Verano                            | Invierno |
| 1.8                           | 22,5                              | 18       |

*Tabla 5.1.2 Condiciones Interiores de Diseño para espacios con alta actividad*

La temperatura operativa del recinto podrá tener un nivel de desviación dependiendo del margen de temperatura operativa en la que se encuentre, que viene establecido por la calidad del ambiente térmico. Según la práctica deportiva, la temperatura

de confort para aquellos espacios en los que se realice alguna actividad física estará sobre los 18 °C.

Para el espacio que alberga la piscina climatizada se mantendrá la temperatura entre 1 °C y 2 °C por encima de la del agua del vaso, no pudiendo superar el valor máximo de 30 °C. La temperatura del agua del vaso dependerá del uso principal de la piscina, en nuestro caso al ser los vasos polivalentes y de recreo tendremos según Normativa sobre Instalaciones Deportivas y de Esparcimiento una temperatura operativa de 26 °C y 27 °C para la piscina A y B respectivamente. La humedad relativa del local se mantendrá por debajo del 65% para proteger los cerramientos que se encuentran en contacto con el exterior de condensaciones.

|                    | Temperatura operativa (°C) | Humedad relativa (%) |
|--------------------|----------------------------|----------------------|
| Vasos polivalentes | 27....29                   | 55...65              |

*Tabla 5.1.3 Condiciones Interiores de Diseño para Sala de Vasos.*

#### 5.1.2.1.1.2 Velocidad del aire

La velocidad del aire en las zonas a tratar se mantendrá dentro de unos límites de confort, esta velocidad deberá ser baja, para ello el Reglamento de Instalaciones Térmicas en su apartado 1.1.4.1.3 “Velocidad media del aire “tiene en cuenta la actividad de las personas, así como su vestimenta, la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

Para todo el recinto, al encontrarse la temperatura seca entre los márgenes de 20 °C y 27 °C, la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada se ha de calcular teniendo en cuenta principalmente el tipo de difusión. La difusión por mezcla es la utilizada en nuestras instalaciones (rejillas)

Por tanto para una difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%, se obtendrá la limitación de la velocidad media del aire en la zona ocupada.

$$V = \left( \frac{t}{100} \right) - 0.07 = \left( \frac{27}{100} \right) - 0.07 = 0.20 \text{ m/s}$$

#### 5.1.2.1.2 Cumplimiento de Calidad de Aire Interior.

##### 5.1.2.1.2.1 Caudal mínimo de ventilación

Para el cumplimiento de este capítulo el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios exige que se dispondrá de un sistema de ventilación que contribuya al aporte de

caudal de aire exterior que evite la formación de concentraciones contaminantes en los distintos espacios que se realice algún tipo de actividad humana.

Para todos aquellos espacios considerados no habitables o cuya actividad es de uso no permanente, aplicaremos el Documento Básico HS 3 “Calidad del aire interior” donde indica que se deberá aportar el aire exterior suficiente para eliminar los contaminantes propios del uso de cada local. Para trasteros y sus zonas comunes el valor del caudal mínimo se encuentra en,  $q_v = 0.7$  (l/s·m<sup>2</sup>util), en la Tabla 1.4 se recoge

| Espacio                 | Categoría | Caudal Mínimo                         | Superficie Útil       | Caudal de Renovación     |
|-------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Almacén                 | DB HS 3   | 2,52 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> | 17,11 m <sup>2</sup>  | 43,11 m <sup>3</sup> /h  |
| Cuarto de mantenimiento | DB HS 3   | 2,52 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> | 13,70 m <sup>2</sup>  | 34,52 m <sup>3</sup> /h  |
| Cuarto de Climatización | DB HS 3   | 2,52 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> | 29,83 m <sup>2</sup>  | 75,17 m <sup>3</sup> /h  |
| Cuarto de Limpieza      | DB HS 3   | 2,52 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> | 11,31 m <sup>2</sup>  | 28,50 m <sup>3</sup> /h  |
| Cuarto de Calderas      | DB HS 3   | 2,52 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> | 33,17 m <sup>2</sup>  | 83,58 m <sup>3</sup> /h  |
| Pasillo                 | DB HS 3   | 2,52 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> | 294,60 m <sup>2</sup> | 742,39 m <sup>3</sup> /h |

*Tabla 5.1.4 Caudales de Renovación para los espacios no habitables*

Para los espacios considerados habitables o que se la da un uso permanente, el caudal mínimo de aire exterior que debemos de introducir se tomara en función de la categoría de calidad del aire interior, que esta a su vez, dependerá del uso de los distintos espacios de nuestro recinto. Atendiendo al IT 1.1.4.2.2” Categorías de calidad del aire interior que se deberá alcanzar en función del uso de los edificios”, obtendremos para las distintas zonas en las que hemos dividido nuestras instalaciones la categoría que en la Tabla 1.5 se contempla, donde se considerara una IDA 3 (aire de calidad media) e IDA 2 (aire de buena calidad).

| Zona               | Categoría    |
|--------------------|--------------|
| Deportiva          | IDA 3        |
| Enfermería         | <b>IDA 3</b> |
| Administrativa     | IDA 3        |
| Vestuarios y aseos | <b>IDA 2</b> |
| Piscina            | IDA 2        |

*Tabla 5.1.5 Categorías para los espacios habitables o de uso permanente*

Por tanto, una vez obtenida la categoría del aire interior que se desea alcanzar, se podrá hallar el caudal mínimo necesario de aire exterior, que se debe introducir en las distintos espacios que componen la instalación, aplicando el método indirecto que se encuentra en el IT 1.1.4.2.3 “Caudal mínimo del aire exterior de ventilación por persona”, este método se empleara cuando las personas se encuentren realizando una actividad metabólica de 1,2 met, el espacio contenga una baja producción de sustancias contaminantes y no esté permitido fumar.

| Categoría | dm <sup>3</sup> /s por persona | m <sup>3</sup> /h por persona |
|-----------|--------------------------------|-------------------------------|
| IDA 1     | 20                             | 72                            |
| IDA 2     | 12,5                           | 45                            |
| IDA 3     | 8                              | 28,8                          |
| IDA 4     | 5                              | 18                            |

*Tabla 5.1.6 Caudales de aire exterior por persona con una tasa metabólica de 1,2 met*

La Tabla 1.4 recoge los caudales mínimos de ventilación cuando la actividad metabólica se encuentra en 1,2 ya que en nuestras instalaciones tenemos espacios donde dicha tasa metabólica es diferente, los caudales se multiplicaran por TM/1,2.

| Categoría | dm <sup>3</sup> /s por persona | m <sup>3</sup> /h por persona |
|-----------|--------------------------------|-------------------------------|
| IDA 1     | 30                             | 108                           |
| IDA 2     | 18,75                          | 67,5                          |
| IDA 3     | 12                             | 43,2                          |
| IDA 4     | 7,5                            | 27                            |

*Tabla 5.1.7 Caudales de aire exterior por persona con una tasa metabólica de 1,8 met*

En Tabla 3.1.6 y Tabla 3.1.7 “Caudales de aire exterior” nos muestra el caudal en dm<sup>3</sup>/s por persona y m<sup>3</sup>/h por persona, por tanto, será necesario conocer la ocupación máxima de las distintas áreas que componen la instalación. Considerando el Documento Básico SI “Seguridad en caso de incendio” en su apartado SI 3 “Evacuación de ocupantes” donde se ha realizado dicho calculo.

En las piscinas climatizadas el Reglamento de Instalaciones Térmicas nos presenta en su IT 1.1.4.2.3, un aire exterior mínimo de ventilación de 2,5 dm<sup>3</sup>/s por metro cuadrado de superficie de la lámina de agua para la disipación de los contaminantes, manteniendo su IDA 2 para la zona de espectadores.

| Zona de Deporte   | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Densidad (m <sup>2</sup> /pers) | Ocupación Máxima (personas) |
|-------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Sala Aerobic      | 72,62                        | 5                               | 14                          |
| Sala Ciclo-Indoor | 72,62                        | 5                               | 14                          |
| Sala Musculación  | 262,39                       | 5                               | 50                          |

*Tabla 5.1.8 Ocupación máxima para la zona de deporte.*

| Zona de Vestuarios y Aseos | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Densidad (m <sup>2</sup> /pers) | Ocupación Máxima (personas) |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Vestuarios Masculinos 1    | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Femeninos 2     | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Niños 3         | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Niñas 4         | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Monitores       | 20,96                        | 2                               | 10                          |
| Vestuarios Personal        | 8,40                         | 2                               | 4                           |
| Aseos Masculinos           | 11,17                        | 2                               | 5                           |
| Aseos Femeninos            | 11,17                        | 2                               | 5                           |

*Tabla 5.1.9 Ocupación máxima para zonas de Vestuarios y aseos.*

| Planta Baja             |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Zona                    | Caudal (m <sup>3</sup> /h) |
| Piscina A               | 3.713                      |
| Piscina B               | 1.180                      |
| Sala Aerobic            | 604,80                     |
| Sala Ciclo-Indoor       | 604,80                     |
| Sala Musculación        | 2.160                      |
| Enfermería              | 28,80                      |
| Administración          | 28,80                      |
| Vestuarios Masculinos 1 | 1.170                      |
| Vestuarios Femeninos 2  | 1.170                      |
| Vestuarios Niños 3      | 1.170                      |
| Vestuarios Niñas 4      | 1.170                      |
| Vestuarios Monitores    | 360                        |
| Vestuarios Personal     | 180                        |

*Tabla 5.1.10 Caudales de Renovación para cada espacio.*

| Zona                    | Caudal (m³/h) |
|-------------------------|---------------|
| Aseos Masculinos        | 225           |
| Aseos Femeninos         | 225           |
| Almacén                 | 43,11         |
| Cuarto de mantenimiento | 34,52         |
| Cuarto de Climatización | 75,11         |
| Cuarto de Limpieza      | 20,08         |
| Cuarto de Caldera       | 83,58         |

*Tabla 5.1.10 Continuación Caudales de Renovación para cada espacio*

#### 5.1.2.1.2.2 Filtración mínima de ventilación

El aire que se introduce desde el exterior deberá estar debidamente filtrado, esto lo regula el Reglamento de Instalaciones Térmicas en su instrucción IT 1.1.4.2.4 “Filtración del aire exterior mínimo de ventilación” la cual nos guía a una configuración de filtrado adecuado. Debido a la localización geográfica de nuestras instalaciones, consideramos que nuestro aire exterior se encuentra sin ningún tipo de concentraciones contaminantes más allá, de las que pueda contener en forma de partículas sólidas (polen) en un determinado momento, y por tanto, según la clasificación del Reglamento se encuentra en un ODA 1(calidad de aire exterior). Conocida el ODA y sabiendo el IDA podemos determinar el tipo de filtrado que tendrá nuestras instalaciones siguiendo la Tabla 1.10.

|       | IDA 1    | IDA 2    | IDA 3 | IDA 4 |
|-------|----------|----------|-------|-------|
| ODA 1 | F9       | F8       | F7    | F6    |
| ODA 2 | F7/F9    | F8       | F7    | F6    |
| ODA 3 | F7/F9    | F6/F8    | F6/F7 | G4/F6 |
| ODA 4 | F7/F9    | F6/F8    | F6/F7 | G4/F6 |
| ODA 5 | F6/GF/F9 | F6/GF/F9 | F6/F7 | G4/F6 |

*Tabla 5.1.11 Clases de Filtración.*

Los filtros a instalar serán de F8 para el recinto donde se encuentra la piscina climatizada y de F7 para el resto de estancias.

Se emplearan prefiltros para mantener limpio los componentes de las unidades de ventilación de aire, así como alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalaran en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno. En todas las secciones de filtración, excepto en la toma de aire exterior,

se garantizaran las condiciones de funcionamiento en seco, se garantizara que la humedad relativa del aire sea siempre menor que el 90%. Los aparatos de recuperación de calor siempre estarán protegidos por una sección de filtros de la clase F6 o superior.

#### 5.1.2.1.2.3 Aire de Extracción

En función del uso de las distintas estancias de nuestra instalación, el aire de extracción atiende a las siguientes categorías.

| Zona               | Categoría   |
|--------------------|-------------|
| Deportiva          | AE 2        |
| Enfermería         | AE 3        |
| Administrativa     | AE 1        |
| Vestuarios y aseos | AE 2 y AE 3 |
| Sala de Vasos      | AE 3        |
| No habitables      | AE 2        |

*Tabla 5.1.12 Categorías de aire de extracción*

AE 1, es un aire que procede de estancias donde los contaminantes principales son las personas. Esta categoría es la única que se puede retornar a los locales

AE 2, es el aire con más contaminantes que la categoría anterior.

AE 3, aire que procede de locales con producción de humedad, no puede ser expulsada hacia el exterior de manera conjunta al resto de categorías, para evitar el cruce de contaminantes.

#### 5.1.2.1.3 Cumplimiento de Higiene

##### Preparación de agua caliente para usos sanitarios.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas hace hincapié en este punto para el cumplimiento con la legislación vigente para la prevención y control de la legionelosis. Para ello en el Real Decreto 861/2003 de 4 de Julio y concretamente en su artículo 2 “Ámbito de aplicación “ donde se expone las instalaciones que deberán ser de obligación cumplimiento , en nuestro caso al ser sistemas de agua climatizada con agitación y recirculación a través de inyección de aire (piscinas, jakuzzis) debemos de estar sujeta a ella.

##### 5.1.2.1.3.1 Calentamiento del agua en piscinas climatizadas

Según IT 1.1.4.3.2 “Calentamiento del agua en piscinas climatizadas” la temperatura del agua deberá estar en un intervalo de entre 24 °C y 30 °C, y se medirá en

el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua. Al considerarse una instalación de uso deportivo, contemplaremos la Normativa de Instalaciones Deportivas donde nos precisa dentro del intervalo impuesto por el reglamento, que para toda aquella piscina de uso polivalente y de recreo cubierto la temperatura del agua de todo vaso debe ser de 26° C y 27 ° C  $\pm$  1 °C respectivamente.

#### 5.1.2.1.3.2 Conductos de aire

Según IT 1.1.4.3.2 “Calentamiento del agua en piscinas climatizadas” la temperatura del agua deberá estar en un intervalo de entre 24 °C y 30 °C, y se medirá en el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua. Al considerarse una instalación de uso deportivo, contemplaremos la Normativa de Instalaciones Deportivas donde nos precisa dentro del intervalo impuesto por el reglamento, que para toda aquella piscina de uso polivalente y de recreo cubierto la temperatura del agua de todo vaso debe ser de 26° C y 27 ° C  $\pm$  1 °C respectivamente.

#### 5.1.2.1.3.3 Redes de tuberías

La norma UNE 100030 IN establece que las redes de tuberías deben estar dotadas de válvulas de drenaje en todos los puntos bajos. Estos drenajes deben estar conducidos a un lugar visible y estar dimensionados para permitir la eliminación de los detritos acumulados.

#### 5.1.2.1.3.4 Bandejas de condensados

La norma UNE 100030 IN establece que las bandejas de recogida de agua de las baterías de refrigeración, de los humidificadores y de las baterías de enfriamiento adiabático deben estar dotadas de fondos con fuerte pendiente (más de 1%) y de tubos de desagüe dotados de sifón de cierre hidráulico de altura igual a la depresión creada por el ventilador, con un mínimo de 5 cm y conexión abierta a la red de saneamiento. Deben tomarse medidas necesarias para que el sifón no quede seco.

#### 5.1.2.1.4 Cumplimiento de Calidad del Ambiente Acústico

Deben cumplir con el Documento Básico HR “Protección frente a ruido” del Código Técnico de la Edificación.

### 5.1.3 Exigencia Básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

Para el proceso de cálculo de la contribución solar mínima exigida por este documento, se deberá seguir la secuencia que se expone a continuación:

- 1) Obtención zona climática según la Radiación Solar Global media diaria anual.

La Tabla 3.1.11 marca los límites de zonas climáticas a efectos de la exigencia.



| Zona climática | MJ/m <sup>2</sup>    |
|----------------|----------------------|
| I              | $H < 3,7$            |
| II             | $13,7 \leq H < 15,1$ |
| III            | $15,1 \leq H < 16,6$ |
| IV             | $16,6 \leq H < 18,0$ |
| V              | $H \geq 18,0$        |

*Tabla 5.1.13 Radiación solar global media diaria anual.*

La Tabla 3.1.11 que a continuación se muestra recoge la Radiación global para los distintos meses del año en nuestras instalaciones que se encuentran situadas a una latitud 37° 8' 24" N y una longitud 3° 40' 12" O , concretamente en la población de Las Gabias (Granada).

Todos los datos sobre radiación que se van a emplear para los cálculos de la instalación solar se han obtenido de la fuente “Atlas de Radiación Solar en España” publicado por la Agencia Estatal de Meteorología

| Mes        | Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> ) |
|------------|---------------------------------------|
| Enero      | 9,97                                  |
| Febrero    | 13,10                                 |
| Marzo      | 17,71                                 |
| Abril      | 21,53                                 |
| Mayo       | 24,77                                 |
| Junio      | 28,44                                 |
| Julio      | 29,05                                 |
| Agosto     | 25,85                                 |
| Septiembre | 20,63                                 |
| Octubre    | 14,58                                 |
| Noviembre  | 10,51                                 |
| Diciembre  | 8,53                                  |

*Tabla 5.1.14 Radiación solar global para Las Gabias (Granada)*

Atendiendo a la Tabla 3.1.11 y Tabla 3.1.12 podemos verificar que nuestras instalaciones se encuentran en la **Zona Climática V**.

2) La demanda de agua caliente sanitaria en (l/d).

Los valores de demanda de agua caliente sanitaria en nuestras instalaciones han sido seleccionados según la Tabla 1.2.9, donde hemos considerado según un aforo máximo de consumidores simultáneamente en nuestras instalaciones de 133 personas, como consecuencia de ello debemos de tener un depósito de 2793 litros.

| Criterio de demanda          | Litros/día-unidad | Unidad |
|------------------------------|-------------------|--------|
| Vestuarios/Duchas colectivas | 21                | 133    |

*Tabla 5.1.15 Criterios de demanda de referencia a 60 °C*

Por tanto, considerando los apartados anteriores podemos concluir que nuestra instalación requiere una contribución solar mínima del 60% para agua caliente sanitaria, como se puede observar en la Tabla 1.2.10 y una contribución solar mínima del 70% para las piscinas cubiertas.

| Demanda total de ACS del edificio (l/d) | Zona climática |    |     |    |    |
|-----------------------------------------|----------------|----|-----|----|----|
|                                         | I              | II | III | IV | V  |
| 50-5000                                 | 30             | 30 | 40  | 50 | 60 |
| 5000-10000                              | 30             | 40 | 50  | 60 | 70 |
| > 10000                                 | 30             | 50 | 60  | 70 | 70 |

*Tabla 5.1.16 Contribución solar mínima anual en % para agua caliente sanitaria.*

|                    | Zona climática |    |     |    |    |
|--------------------|----------------|----|-----|----|----|
|                    | I              | II | III | IV | V  |
| Piscinas Cubiertas | 30             | 30 | 50  | 60 | 70 |

*Tabla 5.1.17 Contribución solar mínima en % para la climatización de piscinas cubiertas.*

La contribución solar mínima para piscinas cubiertas podrá ser sustituida totalmente por una instalación de energías renovables.

Cuando existan limitaciones derivadas de la configuración existente del edificio que imposibilita de forma evidente la disposición de la superficie de captación quedara justificada la sustitución de la instalación solar.

## 5.2 Cumplimiento del Documento Básico SI “Seguridad en caso de Incendio”

El objetivo de este estudio consiste en prevenir y reducir lo máximo posible el riesgo de que las personas que se encuentren en el edificio puedan llegar a sufrir daños que provengan de un incendio.

Para el cumplimiento de este apartado es necesario cumplir las exigencias básicas siguientes:

Exigencia Básica SI 1 – Propagación Interior.

Exigencia Básica SI 2 – Propagación Exterior

Exigencia Básica SI 3 – Evacuación de Ocupantes

Exigencia Básica SI 4 – Instalaciones de protección Contra Incendios

### 5.2.1 Exigencia Básica SI 1: Propagación Interior.

#### 5.2.1.1 Sectores de Incendio

Debemos de tener presente que un sector de incendios es una zona delimitada de otra zona o sector, de manera, que en caso de incendio, tendremos la certeza de que el fuego no se propagará en un tiempo mínimo, por lo que los elementos constructivos y estructurales que delimiten un sector de otro, tales como paramentos verticales, horizontales, puertas, ventanas etc... resistan al fuego un tiempo determinado en función del uso al que este destinado el sector más restrictivo, este tiempo viene definido en Anejo SI B Tiempo equivalente de exposición al fuego. Así mismo tendremos que asegurarnos que los posibles huecos existentes y que comuniquen distintos sectores, estarán cerrados en caso de incendio.

Para el caso de estudio, el Documento Básico permite crear un único sector de incendio.

El primer sector de incendio denominado SECTOR 1 ocuparía toda la planta baja junto con la escalera de comunicación. Este sector ocuparía una superficie toda del 2.378,97 m<sup>2</sup>.

#### 5.2.1.2 Espacios de Riesgo Especial

En esta sección se pretende limitar el riesgo de propagación del incendio hacia edificios colindantes como al edificio considerado.

Como requisito básico, mencionar que las medianerías y fachadas tendrán una resistencia a fuego de al menos EI 60.

Las cubiertas tendrán una resistencia al fuego REI 60.

Estos elementos se encuentran detallados en el Anexo Descripción de Materiales y Elementos Constructivos.

### 5.2.2 Exigencia Básica SI 3: Evacuación de Ocupantes

Se considera origen de evacuación a todo punto ocupable según las condiciones expresadas en el DB SI “Seguridad en caso de incendio”. En nuestro caso quedan reflejados en los planos de planta tanto los orígenes de evacuación como los recorridos considerados.

#### 5.2.2.1 Cálculo de la ocupación

El cálculo de la ocupación de un recinto es fundamental en un edificio de protección contra incendios, porque según el número de personas que frecuenten una dependencia, la norma tiene unas y otras exigencias de evacuación. Para calcularla hemos tenido en cuenta la Tabla 2.1 “Densidades de Ocupación” del DB SI, así como el Reglamento Técnico-Sanitario de las Piscinas en Andalucía.

En el edificio que nos ocupa, no se podrá calcular una ocupación global, sino que la ocupación total del edificio vendrá definido por la de cada recinto de distinto uso que exista.

A continuación se describe la ocupación en cada uno de los diferentes recintos del edificio teniendo presente que existen zonas que son zonas consideradas de ocupación nula. Es así que obtenemos los siguientes datos:

| Zona de almacenaje      | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Ocupación Máxima (personas) |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Almacén                 | 17,11                        | Nula                        |
| Cuarto de mantenimiento | 13,70                        | Nula                        |
| Cuarto de Climatización | 29,83                        | Nula                        |
| Cuarto de Limpieza      | 11,31                        | Nula                        |
| Cuarto de Calderas      | 33,17                        | Nula                        |

Tabla 5.2.1. Ocupación máxima para la zona de almacenaje

| Zona de Deporte   | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Densidad (m <sup>2</sup> /pers) | Ocupación Máxima (personas) |
|-------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Sala Aerobic      | 72,62                        | 5                               | 14                          |
| Sala Ciclo-Indoor | 72,62                        | 5                               | 14                          |
| Sala Musculación  | 262,39                       | 5                               | 50                          |

Tabla 5.2.2 Ocupación máxima para la zona de deporte.

| Zona de Vestuarios y Aseos | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Densidad (m <sup>2</sup> /pers) | Ocupación Máxima (personas) |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Vestuarios Masculinos 1    | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Femeninos 2     | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Niños 3         | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Niñas 4         | 65,73                        | 2                               | 26                          |
| Vestuarios Monitores       | 20,96                        | 2                               | 10                          |
| Vestuarios Personal        | 8,40                         | 2                               | 4                           |
| Aseos Masculinos           | 11,17                        | 2                               | 5                           |
| Aseos Femeninos            | 11,17                        | 2                               | 5                           |

*Tabla 5.2.3 Ocupación máxima para zonas de Vestuarios y aseos.*

Para el cálculo de la ocupación total en un establecimiento, los aseos no suman ocupación, pero en establecimientos que se consideren con una gran ocupación será necesario asignarle una ocupación propia a efectos de análisis en la evacuación, pero no se tendría en cuenta para la ocupación total.

| Zona           | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Densidad (m <sup>2</sup> /pers) | Ocupación Máxima (personas) |
|----------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Enfermería     | 7,23                         | 10                              | 1                           |
| Administración | 5,62                         | 10                              | 1                           |

*Tabla 5.2.4 Ocupación máxima para zonas de Enfermería y Administración.*

| Zona      | Superficie del vaso de agua (m <sup>2</sup> ) | Densidad (m <sup>2</sup> /pers) | Ocupación Máxima (personas) |
|-----------|-----------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Piscina A | 412,5                                         | 3                               | 137                         |
| Piscina B | 132                                           | 3                               | 38                          |

*Tabla 5.2.5 Ocupación máxima para Piscinas*

A estos debemos de sumarle las gradas que se encuentran situadas en la zona de la piscina, gradas con asientos de 144 personas.

Para algunos espacios que no se encuentran en el DB-SI se aplican valores que corresponden a los que más se asimilar.

La Ocupación Total resulta de 517 personas

#### *5.2.2.2 Evacuación de Ocupantes*

Se considera origen de evacuación a todo punto ocupable según las condiciones expresadas en el DB SI “Seguridad en caso de incendio”. En nuestro caso quedan reflejados en los planos de planta tanto los orígenes de evacuación como los recorridos considerados.

#### *5.2.2.3 Recorridos de Evacuación*

Las longitudes de los recorridos de evacuación se han medido sobre los ejes de pasillos y escaleras, cumpliendo así lo establecido en Documento Básico de seguridad en caso de incendio. Los recorridos de evacuación no podrán preverse por locales o zonas de riesgo especial, ni por garajes o aparcamientos salvo cuando se prevea algún recorrido alternativo que no pasa por ellos o cuando tengan su origen de evacuación en un recinto de ocupación nula. Los recorridos más desfavorables vendrán definidos en los planos.

Cuando una planta o un recinto deban tener más de una salida, por ser su ocupación mayor de 100 personas, la longitud de recorrido de evacuación desde todo origen de evacuación hasta alguna de las salidas será menor de 50 metros.

De cualquier forma la longitud máxima de los recorridos de evacuación varía según las zonas del edificio ampliando el artículo y en ningún caso será mayores de los 50 metros estipulados.

La longitud del recorrido desde todo origen de evacuación hasta algún punto desde el que partan al menos de dos recorridos alternativos hacia sendas salidas, no será mayor que 25 metros

Las longitudes de los recorridos de evacuación correspondientes a este proyecto quedan perfectamente definidas en los planos adjuntos.

#### *5.2.2.4 Salidas, Números y Disposición*

En nuestro caso existen tres salidas del edificio las cuales cumplen los requisitos por el Documento Básico, es decir, la anchura libre de las puertas y pasos consideradas como salidas de evacuación serán igual o mayor que 0.80 m. La anchura de toda hoja no debe ser menor que 0.60 metros, ni exceder de 1.23 metros.

En Anexo Descripción de Materiales y Elementos Constructivos se encuentra con más detalle las puertas de evacuación.

Estas salidas se disponen una en la zona de la piscina y las otras dos en la zona de acceso a los vestuarios, de forma que la evacuación de las personas ocupantes el recinto sea lo más homogénea posible. En la planta sótano existe otra salida que dirige a la planta baja para el aforo existente en dicha planta que es prácticamente inexistente, ya

que en el solo se instalara la maquinaria por lo que la ocupación no es continuada sino que será esporádica (solo para revisión y mantenimiento de la misma).

Las salidas del edificio quedan reflejadas en el apartado de planos del presente documento.

#### *5.2.2.5 Características de Puertas y Pasillos*

#### *5.2.2.6 Señalización*

Se dispondrán de señales de recorridos y salidas así como de los medios de protección para que sean fácilmente localizables.

Se señalizaran también los medios de protección contra incendios que se consideran difícilmente localizables desde algún punto, de forma que la señal resulte visible con facilidad. Los tamaños de estas vienen definidos por la UNE 23035-4. Estas señales serán, al igual que los de evacuaciones, auto-luminiscentes.

La señalización es una técnica para la prevención de riesgos, que proporciona información a través de su contenido, trata de condicionar el comportamiento ante una circunstancia concreta.

Con la señalización se pretende:

- Atraer la atención de los receptores de la señal, en una determinada situación.
- Informar sobre la presencia de ciertos riesgos, obligaciones o medidas a adoptar.
- Imponer comportamientos seguros llegados el caso.
- Provocar respuestas determinadas de carácter inmediato, indicando la forma correcta de actuar.
- Alertar ante un estado de emergencia que requiere actuaciones urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar la localización e identificación de los medios e instalaciones de protección, evacuación o emergencia.

Las características generales que estas han de cumplir en la señalización óptica según indica UNE-EN ISO 7010:2010, Colores y señales de seguridad. Señales registradas de seguridad son:

- La forma y el color estarán normalizados.
- Los pictogramas serán sencillos de fácil comprensión y estarán normalizados.
- Los paneles serán de un material que resista golpes, inclemencias del tiempo y agresiones medioambientales.
- Las condiciones colorimétricas y fotométricas de los materiales garantizara su buena visibilidad y comprensión.

Los sistemas de señalización fotoluminiscente serán conformes a la UNE 23035-4, en cuanto a características, composición, propiedades, categorías (A o B), identificación y demás exigencias contempladas en la citada norma.

### *5.2.3 Exigencia Básica SI 4: Instalaciones de Protección Contra Incendios*

#### *5.2.3.1 Extintores*

En virtud al DB SI en su Sección SI 4 “Instalaciones de protección contra incendios”, nos encontramos en la obligación de dotar al local, en todas sus zonas, de equipos de protección contra incendios, en nuestro caso de extintores portátiles.

Estos se dispondrán de manera que, en el recorrido real de la planta, desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor hay 15 metros como máximo y estarán libres de todo obstáculo que impida su visión, así mismo su manejo será fácil y rápido.

Se situarán en parámetros verticales, siendo la altura de los extintores entre 80 cm y 120 cm sobre el suelo, tomando como referencia la parte superior del extintor según el R.D. 513/2017, de 22 de mayo por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. En ningún caso los extintores entorpecerán la evacuación colándose preferentemente en ángulos muertos y en los puntos en los que existan más probabilidad de que se inicie un fuego.

Referente a las características de los extintores podremos definirlos según su eficacia y la clase de fuego que sean capaces de extinguir.

Para definir la clase de fuego, se estudiara el riesgo previsible, siendo este fuego tipo A (debido a materiales sólidos) y al tipo E (fuegos en presencia de tensión eléctrica).

En consecuencia de lo anterior, hemos elegido el agente extintor más adecuado para cada tipo de fuego anteriormente citado, de tal forma que se colocaran extintores del tipo polvo ABC (polivalente) para extinguir fuegos del tipo A, a su vez, este agente extintor, por sus características, es capaz de absorber los fuegos tipo B (líquidos) y C (gases), y para los fuegos del tipo E, descritos antes como fuegos eléctricos, dotaremos al edificio de extintores de CO<sub>2</sub>, siendo este el agente más apropiado para este tipo de llama. Estos extintores se colocaran junto a los cuadros eléctricos, para su protección, y será de 5 Kg de capacidad.

La eficiencia de los extintores de polvo polivalente será 21A-113B, como el DB SI indica en la Tabla 1.1 “Dotación de instalaciones de protección contra incendios”, y en función del fuego previsto estudiado anteriormente.

Se ha respetado en su elección, situación y colocación, lo establecido en el apéndice del anexo I del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.



Este equipo de extintores sufrirá las condiciones de mantenimiento que se indican en el Anexo II del citado Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, quedando responsabilizador el titular de su control y verificación.

Dichos extintores se han elegido de tal modo que queda garantizada desde su fabricación el cumplimiento de las Normas UNE (23-601-79) (23-602-81) (23-604-82) (23-607-82).

Se representan en los planos la situación de cada uno de los equipos de protección contra incendios, así como la disposición de los 11 extintores que se encuentran dentro de la instalación.

### **5.3 Cumplimiento del Documento Básico SUA “Seguridad de utilización y accesibilidad”.**

#### *5.3.1 Exigencia Básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.*

##### *5.3.1.1 Alumbrado de Emergencia*

Según el Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad a partir de este momento llamado DB-SUA, será necesario dotar al edificio de alumbrado de emergencia, al ser la ocupación total de este, mayor que el mínimo establecido por la norma de 100 personas.

En el alumbrado de emergencia según el Reglamento Electrónico para Baja Tensión, se distingue el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento. Dentro del alumbrado de seguridad nos encontramos con el alumbrado de evacuación, el ambiente o antipático y el de zonas de alto riesgo (en nuestro caso este último no existe).

El alumbrado de seguridad es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente antes de abandonar la zona y el alumbrado de reemplazamiento es la parte de alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

El alumbrado de evacuación es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

La instalación estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse algún fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal.

Serán de obligado cumplimiento los elementos referentes al alumbrado de emergencia las normas UNE-20-062-73, UNE 20-392-75

La autonomía de estos elementos es de 1 hora como mínimo y su funcionamiento al cortarse el fluido eléctrico o disminución de la tensión de servicio a un 70%.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación:

- Proporcionan una iluminación de 5 lux como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje de pasillos y escaleras, cuando se trate de lámparas situadas a una altura superior de 2 metros.
- La iluminación será como mínimo de 5 lux en los puntos donde se encuentre situados los equipos de protección contra incendios que exijan utilización manual (extintores) y en los cuadros de distribución de alumbrado.
- Los niveles de iluminación establecidos se obtendrán considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que engloba la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- El alumbrado ambiente o anti-pánico que es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos. Este tipo de alumbrado debe proporcionar una iluminación horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 metro. El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminación prevista

Las luminarias elegidas son de la marca Legrand de 210 lúmenes y de 70 lúmenes según corresponden a alumbrado de evacuación o de antipático respectivamente. La autonomía de estos elementos es de 2 horas siendo su funcionamiento automático al cortarse el fluido eléctrico o disminución de la tensión de servicio a un 70%.

Según el DB-SUA se dispondrán como mínimo en los siguientes puntos:

- En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
- En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.

En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

#### *5.3.1.2 Pulsadores, Alarma y Central de alarma*

Esta instalación hace posible la transmisión de una señal mediante pulsadores desde un lugar en que se produce el incendio hasta una central vigilada que colocaremos en el control de acceso, ya que es una zona vigilada continuamente, así como la posterior transmisión de la alarma desde dicha central a los ocupantes, pudiéndose activar dicha alarma manualmente o automáticamente.

Es por tanto, el objetivo de esta instalación obtener una alarma temprana de un posible incendio, pudiendo así disponer de más tiempo para la evacuación del edificio, además de poner en marcha todas las medidas e instalaciones de protección contra incendios de que está dotado el edificio.

La distribución de los pulsadores manuales de alarma queda reflejada en los planos. Para la distribución de los pulsadores de alarma se ha tenido en cuenta el sentido de los recorridos de evacuación desde cualquier origen según la zona, estando colados en lugares fácilmente visibles y libres de obstáculos.

La activación automática de los sistemas de alarma deberán poder graduarse de forma tal que tenga lugar, como máximo, 5 minutos después de la activación de un pulsador.

El sistema de aviso de la alarma será acústico y formado por sirenas bitonales que permitirán la transmisión de alarmas locales y de alarma genera.

Para la distribución de pulsadores, el diseño, la instalación, la puesta en servicio se tendrá en cuenta las siguientes reglas dadas por UNE-23007-14.

- Los pulsadores se situaran de forma que no hay que recorrer más de 25 metros para alcanzar uno de ellos. En los locales en los que los usuarios puedan ser disminuidos físicos, esta distancia debe ser reducida.
- Se fijaran a una distancia del suelo comprendida entre 80 cm y 120 cm desde la parte superior.

Se colocaran pulsadores manuales de alarma WR2001/SR/C. Estos pulsadores manuales de alarma, son de color rojo, se accionaran por rotura de cristal y deberán llevar el marcado CE, conforme a la norma EN 54-11. Microinterruptor contacto NA/NC. Incorporará tapa plástico de protección, precintable y transparente. Ira montada en caja de plástico de color rojo, para su montaje de superficie. El cristal romperá al realizar una presión en él, llevara la inscripción “rómpase en caso de incendio”. Las características son:

Dimensiones: 87x87x51,5.

Peso: 125 gramos

Color: Rojo

La central será el elemento del sistema en el que se reportaran todas las incidencias del sistema y elementos de campo, tomara las decisiones de activación de dispositivos. Sera el encargado de comunicar con el puesto central al que se reportan todas las alarmas. La central, será convencional de 4 zonas microprocesada FS-4.

Deberá funcionar en modo autónomo en caso de corte del suministro eléctrico y deberán llevar el marcado CE, de conforme a la norma UNE-EN 14604.

La central, estará ubicada en armario metálico, cerrado con llave y los indicadores visuales del estado del panel se podrán visualizar desde el exterior del panel. Suministrara alimentación a todos los elementos conectados a él.

#### **5.3.1.3 Indicadores Sonoros**

Se distribuyen estos elementos de forma que garanticemos los niveles sonoros expresados en la norma UNE 23007-14.

- El nivel sonoro de la alarma deber ser como mínimo de 65 dB(A), o bien de 5 dB(A) por encima de cualquier otro ruido ambiente.
- Este nivel mínimo debe garantizarse en todos los puntos del recinto.
- El nivel sonoro no deberá superar los 120 dB(A) en ningún punto en el que sea probable que se encuentren personas.

El número de aparatos instalados se determinara de acuerdo con lo siguiente:

- El número de campanas deberá ser suficiente para obtener el nivel sonoro expresado anteriormente.
- El número mínimo de avisadores será de dos en un edificio y uno por cada sector de incendios.

Para evitar niveles excesivos en algunas zonas se pueden situar más sirenas con menos potencia. El tono empleado por las sirenas para los avisos de incendio debe ser exclusivo a tal fin.

#### **5.3.1.4 Megafonía**

Los altavoces del sistema de megafonía se han diseñado de forma que garanticen la perfecta inteligibilidad del mensaje de evacuación y satisfaciendo los niveles sonoros mínimos expresados en UNE 230007/14.

Los altavoces se han diseñado con potencia seleccionable para permitir ajustar cada uno a los valores correctos para cada local y cumplir con los citados niveles sonoros.

### **5.4 Cumplimiento del Documento Básico HS “Salubridad”**

#### **5.4.1 Cumplimiento Básica HS 3: Calidad del aire interior.**

El cumplimiento de esta sección del DB-HS 3 te remite al RITE en su IT 1.1.4.2 “Exigencias de calidad del aire interior” que se ha expuesto en el apartado 2.1.2.1 “Exigencias de Bienestar e Higiene” del presente documento.

## 6 PLIEGO DE CONDICIONES.

### 6.1 Prescripciones sobre los Materiales, sobre la Ejecución por Unidades de Obra y sobre Verificaciones en la Obra Terminada.

El director de la obra realizara, según las necesidades de la obra y según sus respectivas competencias, el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra, con el fin de comprobar que sus características técnicas satisfacen lo exigido en el proyecto.

Este control comprenderá.

- El control de la documentación de los suministros, para lo que se requiera a los suministradores los documentos de identificación del proyecto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, comprenderá al menos lo siguiente:

Acreditación del origen, hoja de suministro y etiquetado

El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente , incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

- El control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

Los Distintivos de Calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidos en el presente documento y documentara, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previo de equipos, productos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo que se establece en el artículo 5.2.5 de la parte I del Código Técnico de la Edificación, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas. El director de la ejecución de la obra tendrá la obligación de la verificación en la documentación de los equipos, productos y sistemas sean aceptados y amparados por el Código Técnico de la Edificación.

- El control de recepción mediante ensayos:

Si es necesario, se realizaran ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

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

Todos los materiales a emplear en la presente obra dispondrán de Distintivo de Calidad, certificado de Garantías del fabricante y en su caso marcado CE. Serán de buena calidad reuniendo las condiciones establecidas en las disposiciones vigentes referentes a los materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales que la Dirección Facultativa considere necesarios podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción

Deberá darse forma material, estable y permanente al origen del replanteo.

Todos los trabajos incluidos en el presente documento se ejecutaran detalladamente y de forma esmerada, con arreglo a las normas de la buena construcción y cumplirán de manera estricta las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa.

Los replanteos de cualquier oficio serán dirigidos por la Dirección Facultativa en presencia del constructor, quien aportara los operarios y medios materiales que fueran necesarios para su realización.

El constructor reflejara, con la aprobación de la Dirección Facultativa, las variaciones producidas sobre copia de los planos correspondientes, quedando unida a la documentación técnica de la obra.

La obra se llevara a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor. Estará sujeta a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, así como a las instrucciones del ingeniero encargado.

Durante la obra se elaborara la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá sin perjuicio de lo que establecen otras administraciones públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el CTE, Parte I, anejo II, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la obra.

Cuando en el desarrollo de la obra intervengan otros técnicos para dirigir la parte correspondiente de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción, el ingeniero director de obra controlara la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, las materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivo, de las instalaciones, así como las verificaciones y demás pruebas de servicio a realizar para comprobar conformidad con lo indicado en el presente documento, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa.

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

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

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de equipos, productos y sistemas innovadores.

En la obra terminada, bien sobre toda ella en su conjunto, o bien sobre las distintas partes que así la componen y sus instalaciones correspondientes, deberá realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente documento u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

La documentación de la obra ejecutada, para su inclusión en el Libro del Edificio establecido en la LOE y por las administraciones públicas competentes, se completará con lo que se establezca, en su caso, en los Documentos Básicos para el cumplimiento de las exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación.

Se incluirá en el libro del edificio la documentación indicada en apartado del presente pliego de condiciones respecto a los equipos, productos y sistemas que incorporan a la obra. Contendrá, asimismo, las instrucciones de uso y mantenimiento de la obra terminada, de conformidad con lo establecido en la normativa aplicable.

El edificio se utilizará adecuadamente de conformidad con las instrucciones de uso, absteniéndose de hacer un uso incompatible con lo previsto. Los propietarios y los usuarios pondrán en conocimientos de los responsables del mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal del edificio terminado.

El edificio debe conservarse en buen estado mediante un adecuado mantenimiento. Esto supondrá la realización de las siguientes acciones:

- Llevará a cabo un plan de mantenimiento del edificio, encargado a técnico competente las operaciones señaladas en las instrucciones de uso y mantenimiento.

- Realizar las inspecciones reglamentarias establecidas y conservar su correspondiente documentación,

- Documentar a lo largo de la vida útil del edificio todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación realizadas sobre el mismo, consignándolas en el libro del edificio.

### 6.1.1 *Clausulas Especificas Relativas a las Unidades de Obra*

Las prescripciones concretas sobre cada uno de los materiales o de las unidades de obra serán las descritas en la documentación técnica del presente documento. Para todo lo no incluido en el proyecto se estará a lo que determine la Dirección Facultativa.

De cualquier forma se cumplirá con lo que se establece para cada caso al Código Técnico de la Edificación y el resto de normativa o reglamentación técnica.

#### 6.1.1.1 *Albañilería.*

##### 6.1.1.1.1 *Cemento.*

El cemento habrá de ser superior calidad y de fábricas acreditadas, cumpliendo cuanto establece el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos “RC-08” o aquella norma que legalmente lo sustituya. En todo caso, en cada partida que llegue a la obra, el encargado de la misma exigirá la entrega del Certificado de Homologación y de la documentación escrita que deje constancia de sus características.

##### 6.1.1.1.2 *Ladrillos.*

Cumplirán lo establecido en el Pliego General de Condiciones para Recepción de los Cerámicos en las Obras de Construcción RL-88. Los ladrillos serán cerámicos, para fábricas con revestimiento, perforados y/o huecos dobles. Deberán presentar uniformidad de masa, resistencia a compresión, heladicidad, eflorescencia, succión, coloración, y disposición constructiva especificadas. En su defecto determinará la Dirección Facultativa.

##### 6.1.1.1.3 *Juntas de Dilatación.*

Se ejecutaran las juntas de dilatación prescritas en la documentación técnica del presente documento, en la forma y condiciones que en esta se determine.

##### 6.1.1.1.4 *Bancadas y Apoyos.*

Los climatizadores se instalaran correctamente en las zonas previstas en planos, permitiendo espacio suficiente para acceso y mantenimiento general de las unidades.

El climatizador/es se instalaran sobre bancadas, que podrán ser de hormigón o metálicas.

La bancada de inercia de hormigón será la normalmente empleada, tendrá un canto mínimo de 30 cm, y se apoyara elásticamente sobre el forjado, a través de lámina de corcho, quedando perfectamente nivelada. La bancada de hormigón dispondrá de impermeabilización exterior, enfoscado y un aplacado cerámico o similar para proteger la impermeabilización.



No se admitirán desniveles entre las mismas bancadas de una unidad superiores a 10 mm.

Cuando no pueda emplearse este sistema, se preverán bancadas metálicas formadas por vigas de canto adecuado al peso del climatizador.

El apoyo de las unidades con las bancadas se realizara interponiendo apoyos elásticos como pastillas de neopreno.

#### 6.1.1.1.5 Ejecución Albañilería.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc. ..., perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministra, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elemento de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección Facultativa.

#### 6.1.1.1.6 Manguitos Pasamuros.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección Facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento cortafuego, la resistencia al fuego al material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrán exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

#### 6.1.1.2 Conductos.

##### 6.1.1.2.1 Materiales.

Todas las conducciones de aire tanto interiores como exteriores, en tramos longitudinales y piezas especiales, serán con chapa galvanizada helicoidal de espesor mínimo de 0,7 mm, según norma UNE-EN 10142.

Los tramos rectos serán en longitudinales mínimas de 3 m.

Las uniones entre tubos, y entre estos y las piezas especiales, dispondrán de juntas de estanquidad incorporadas M1.

Las uniones se realizarán mediante dos aros y una brida de cierre con la junta de estanquidad incorporada.

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

Tendrán una clasificación B.2, hasta 250 Pa de presión.

##### 6.1.1.2.2 Ejecución.

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

Los codos serán de paredes lisas y sección uniforme.

Los codos de sección rectangular serán igualmente de sección uniforme y dispondrán de alabes guías.

##### 6.1.1.2.3 Soportes.

Los soportes de conductos en chapa galvanizada se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-EN 12236. El sistema de soporte de un conducto tendrá las dimensiones de los elementos que le constituyen y estará espaciado de tal manera que sea capaz de soportar, sin ceder, el peso del conducto y de su aislamiento térmico así como su propio peso.

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

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

Los tirantes serán flejes de chapa de acero galvanizado, o bien pletinas o varillas de acero no tratado superficialmente.

Las varillas serán galvanizadas si trabajan en ambientes corrosivos, protegiéndose con pintura anticorrosiva aquellas partes del soporte que han perdido el galvanizado a consecuencia de su mecanización.

El ángulo máximo entre la vertical y el tirantes es de 10°.

No se utilizarán alambres como soportes definitivos o permanentes.

Para la fijación del conducto a los tirantes podrán utilizarse tornillos rosca-chapa o remaches, solamente para conductos de la clase B.1, B.2 y B.3.

En este caso, la penetración en el conducto debe ser evitada en lo posible.

Para conductos rectangulares, el espaciamiento máximo entre soportes contiguos y la sección de las varillas o pletinas, en función del perímetro del conducto rectangular y de la sección de los tirantes se establece en la tabla I de la norma UNE-EN 12236.

Cuando la máxima suma de lados o semiperímetro sea superior a 4,8 m es necesario realizar un estudio de pesos siguiendo lo describe en el anexo A de la norma UNE-EN 12236.

#### 6.1.1.2.4 Aberturas de Servicio.

Debe instalarse una abertura de acceso o una sección de conductos desmontable adyacente a cada elemento que necesite operaciones de mantenimiento o puesta a punto, tal como compuertas cortafuegos o cortahumos, detectores de humos, baterías de tratamiento de aire etc.

Igualmente, se deben instalar aberturas de servicio en las redes de conductos para facilitar su limpieza, las aberturas se situarán según lo indicado en UNE 100030 a una distancia máxima de 10 m para todo tipo de conductos. A estos efectos pueden emplearse las aberturas para el acoplamiento a unidades terminales.

#### 6.1.1.3 Equipos de Tratamiento de Aire.

##### 6.1.1.3.1 Características Generales.

Unidad de deshumectación para montaje en el exterior mediante circuito frigorífico, con recuperación total del calor de condensación, diseñada para piscinas cubierta convencional.

Cumplirán las normas EN60-204 y EN378-2 y las directivas de máquinas 2006/42 CE – CEM 2004/108/CE – DBT 2006/95 CE – DESP 14/068CE categoría 2.

Los límites de funcionamiento serán los siguientes:

Temperatura seca de entrada de aire:

Máxima = 35 °C (65% HR – 29 °C BH)

Mínima = 18 °C (90% HR \_ 17 °C BH)

Temperatura de entrada de agua al condensador:

Máxima = 50 °C.

Mínima = 20 °C.

#### 6.1.1.3.2 Equipamientos Estándar.

Carrocería de panel sándwich, fabricada en chapa de acero galvanizado de 1 mm, con pintura poliéster en exterior e interior, y aislamiento de fibra de vidrio de 25 mm.

Chasis autoportante y puertas con bisagras para acceso a las distintas secciones del equipo.

Cierres con junta de goma en todos los paneles y puertas para asegurar la estanqueidad.

#### 6.1.1.3.3 Circuito de Aire Interior.

Batería de frío de expansión directa con tubos de cobre y aletas de aluminio, con protección de poliuretano

Batería condensadora con tubos de cobre y aletas de aluminio, con protección de poliuretano.

Bandeja de recogida de condensados de acero inoxidable con orificio de salida. Bandeja inclinada hacia el desagüe para que no quede agua estancada, evitando los problemas sanitarios que pudieran ocasionar.

Ventiladores plug-fan radiales electrónicos con velocidad variable y sensor de caudal de impulsión.

Caja de mezcla de 3 compuertas, con compuertas motorizadas y ventilador de retorno plug-fan radial electrónico con velocidad variable y sensor de caudal.

Filtros de aire reutilizables, montados sobre un bastidor.

#### 6.1.1.3.4 Circuito Frigorífico Principal

Equipo de tres circuitos frigoríficos:

Todos los circuitos participan en la deshumectación del aire al evaporar sobre una batería de 3 circuitos.

Uno de los circuitos condensa sobre un intercambiador de placas de acero especial SMO-254 termosoldado con cobre que, alimentado con el agua de la piscina, recupera parte de energía consumida en el proceso de evaporación

Los otros dos circuitos condensan sobre una batería de aire colocada a la salida del aire procedente del evaporador, calentando el aire frío y seco de salida del mismo, antes de impulsarlo a la batería de agua opcional.

#### 6.1.1.3.5 Circuito de Reparación del Aire de Extracción.

Este circuito reversible permite recuperar la energía que se encuentra en el aire de extracción para calentar el aire de la sala de vasos. Tendrá disponible la detección de filtros sucios y dispondrá de filtros F6 + F8 opacímetros.

Un compresor hermético scroll, con aislamiento acústico, protección integral de la temperatura del motor, montado sobre soportes antivibratorios.

Válvula de expansión termostática con igualación externa.

Filtro deshidratador antiácido

Resistencia de cárter

Válvula de inversión de cuatro vías

Calderín y visor de líquidos

#### 6.1.1.3.6 Protecciones.

Presostatos de alta y baja temperatura.

Interruptor general de puerta de cuadro eléctrico.

Magnetotérmicos de protección de línea de alimentación de compresores y motor de ventiladores.

Interruptor automático en el circuito de mando.

Sonda de temperatura del aire de mezcla.

#### 6.1.1.3.7 Cuadro Eléctrico.

Cuadro eléctrico completo, totalmente cableado.

Toma de tierra general.

Alimentación eléctrica con toma neutra.

Contactores de compresores y motoventiladores.

#### 6.1.1.3.8 Características Técnicas.

Se dispondrá de dos unidades de las siguientes características técnicas:

| Potencia circuitos principales + Recupera de aire extracción |              |
|--------------------------------------------------------------|--------------|
| Potencia deshumidificación                                   | 73,5 Kg/h    |
| Potencia calorífica útil en aire/agua                        | 26,1/43,5 KW |
| Potencia calorífica aire recuperación extracción             | 43,3 KW      |
| Potencia absorbida                                           | 27,6 KW      |
| Rendimiento termodinámico útil                               | 5,9          |

Tabla 6.1.1 Características Técnicas

| Circuito de aire :Ventilador impulsión  |             |
|-----------------------------------------|-------------|
| Circuito de aire de alto caudal         | 24.000      |
| Presión estática disponible             | 25 mm.c.a   |
| Tipo                                    | Plug Fan EC |
| Numero / Diámetro                       | 3/500 mm    |
| Potencia motor                          | 3x5,5 KW    |
| Potencia absorbida                      | 6,9 KW      |
| Velocidad máxima                        | 3x2.200 rpm |
| Circuito de aire: Ventilador de retorno |             |
| Circuito de aire de alto caudal         | 24.000      |
| Presión estática disponible             | 15 mm.c.a   |
| Tipo                                    | Plug Fan EC |
| Numero / Diámetro                       | 2/560 mm    |
| Potencia motor                          | 2x4,7 KW    |
| Potencia absorbida                      | 3,74 KW     |
| Velocidad máxima                        | 3x1.763 rpm |
| Condensador de agua                     |             |
| Caudal de agua nominal                  | 7,5         |
| Perdida de carga nominal                | 51, m.c.a   |
| Conexiones hidráulicas                  | 1"1/4 M.    |
| Batería de Apoyo de Agua Caliente       |             |
| Potencia Calorífica Batería. 2 filas    | 147 KW      |
| Caudal de agua nominal                  | 7,4 m3/h    |
| Perdida de carga                        | 2,6 m.c.a   |
| Conexiones Hidráulicas                  | 2" 1/8      |

*Tabla 6.1.1.Continuaciin. Características Técnicas*

#### 6.1.1.3.9 Conexión de Tuberías y Conductos.

La conexión de tuberías a las baterías se hará poniendo especial cuidado en no obstaculizar el acceso a otras secciones del climatizador como a las puertas de acceso. La conexión de las tuberías de agua con el climatizador se realizara interponiendo elementos antivibrátiles para evitar transmitir vibraciones.

La conexión de los conductos al climatizador se hará con una conexión flexible para evitar transmitir vibraciones. Esta embocadura flexible estará también aislada térmicamente.

Se evitaren las curvas de las bocas de impulsión de los ventiladores. Es recomendable un tramo de conducto recto de apropiadamente 1 metro de longitud. Si no es posible, estas deberán ser lo más suaves posible, empleando deflectores interiores cuando el conducto sea de grandes dimensiones.

En la realización de los conductos deben evitarse los cambios bruscos de dirección, ya que pueden crear pérdidas de carga puntuales, que afecten a la presión disponible y al caudal. La situación de las rejillas de impulsión y aspiración debe estudiarse con cuidado, para evitar la recirculación de aire y la transmisión o generación de ruidos al interior.

Los conductos serán de materiales que no propaguen el fuego ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio. Las superficies internas deben ser lisas y no deben contaminar el aire que circula por ellas.

#### 6.1.1.3.10 Ubicación.

Prever un espacio libre alrededor del equipo, para las operaciones de mantenimiento y el funcionamiento normal

Se escogerá un emplazamiento adecuado a las exigencias del entorno y donde solo accedan las personas que se encuentran autorizadas.

Se evitara instalar los equipos en aquellos lugares donde puedan circular personas menores de 14 años. Si es necesario se protegerá el acceso a los equipos con cercado o vallado.

Todas las unidades reciben la carga completa de refrigerante y son probadas en fábrica.

#### 6.1.1.3.11 Conexiones Hidráulicas.

Se debe respetar obligatoriamente el sentido de circulación del agua señalado en el equipo o en los esquemas de dimensiones.

Las tuberías se deben dimensionar con el menor número posible de curvas para minimizar las pérdidas de carga y deben estar sostenidas idóneamente para evitar forzar excesivamente las conexiones del intercambiador.

Antes de instalar las tuberías y cargar el sistema, efectuar un control preliminar para verificar que no existan perdidas en la instalación.

Las tuberías no deben transmitir ningún esfuerzo ni vibraciones al intercambiador de agua.

Se deben prever todos los accesorios indispensables a los circuitos hidráulicos (vaso de expansión, válvulas de seguridad, válvulas de corte cerca de los componentes sujetos a mantenimiento, etc...)

Instalar tanto en la entrada como en la salida de la unidad, de termomanómetros que permitan efectuar la supervisión del funcionamiento de la instalación.

Se deben instalar conexiones flexibles entre las tuberías y el equipo, a fin de eliminar la transmisión de vibraciones a través de estas y evitar roturas y esfuerzos en las tuberías o equipos. Es obligatorio instalar conexiones flexibles cuando la unidad está montada sobre bancada o soportes antivibratorios.

Se instalara un filtro de malla de agua a la entrada de la bomba de la piscina, con el fin de evitar la entrada de residuos en el circuito hidráulico de la unidad de la unidad. Un buen mantenimiento de este filtro evitara riesgos de corrosión en el intercambiador de placas, así como mejorar el rendimiento térmico de la unidad. No cumplir esta recomendación puede inutilizar el intercambiador de placas de la unidad.

#### 6.1.1.3.12 Conexión recogida en los Condensados.

Las unidades van previstas de dos bandejas de recogida de condensados en acero inoxidable inclinadas hacia el desagüe para que no quede agua estancada, evitándose problemas sanitarios, entronque de  $\frac{3}{4}$  "M en bronce.

Todas las tuberías de evacuación de agua irán provistas de un sifón para evitar malos olores y desbordamientos de agua.

##### Bandeja en sobrepresión

Se instala para evitar el acceso por la tubería de desagüe de posibles malos olores.

##### Bandeja en depresión

Además de la aplicación anterior, el agua debe ser succionada de la bandeja debido a la depresión respecto al grupo motoventilador.

Realizar el montaje teniendo en cuenta.

Para el correcto diseño del sifón la cota de vertido debe ser menos el doble de la depresión (mm.c.a) a la que se encuentre la bandeja de condensados.

Verificar que la salida de condensados no está obstruida.

La tubería de evacuación debe estar ligeramente inclinada para facilitar la circulación hacia el desagüe.

Se debe respetar el diámetro original de la tubería. No se deben realizar reducciones.

Con temperaturas exteriores negativas se deben tomar las precauciones necesarias para evitar la congelación de agua en la tubería de evacuación.



#### 6.1.1.3.13 Mantenimiento.

En caso de que se vaya a producir una parada prolongada de la unidad, se debe vaciar el intercambiador de placas de la unidad utilizando la válvula de bola de  $\frac{1}{2}$  "para el drenaje del circuito hidráulico, el cual se aislara previamente mediante las dos válvulas de bola de las conexiones de entrada y salida de agua de la piscina incluidas en la unidad.

Se recomienda hacer circular agua limpia desmineralizada por el intercambiador haciendo varias renovaciones, cerrando el by-pass, y dejar lleno el circuito hidráulico del intercambiador con agua desmineralizada durante el periodo de inactividad.

Dejar el intercambiador lleno de agua de piscina sin circulación o vacío puede provocar problemas de corrosión en las placas del intercambiador.

#### 6.1.1.3.14 Puesta en Marcha.

A la puesta en marcha de los equipos se pueden originar problemas de funcionamiento, si las condiciones en las que se realiza la misma no son las adecuadas:

- Falta de caudal de agua

- Diferencias de temperaturas muy elevadas entre entrada y salida del agua del equipo originado por:

  - Purga de aire insuficiente

  - Bomba de circulación de agua pequeña o girando en sentido contrario

  - Otras situaciones que impidan la correcta circulación de agua.

- Recirculación de aire en la unidad originado por algún obstáculo en la aspiración o en la impulsión de este. Para evitar este tipo de problemas, antes de la prueba de la puesta en marcha del equipo es necesario verificar las conexiones eléctricas e hidráulicas, comprobar el correcto funcionamiento de la bomba de circulación de agua de piscina, el llenado y purgado del circuito hidráulico, etc.

#### 6.1.1.4 Toberas.

Las toberas de impulsión de aire están concebidas para obtener grandes alcances de aire (entre 10 y 20 m). Pueden ser orientables o fijas. Las toberas y el aro de montaje serán de aluminio pintado al horno, o lacadas. No se podrán aceptar toberas de elastómeros, salvo que se especifique lo contrario en otros documentos, teniendo estos que justificar su uso.

#### 6.1.1.4.1 Toberas Orientables.

Cuando en el presente documento se indique, las toberas serán orientables y con giro. La orientación de la tobera se podrá variar desde  $-30^{\circ}$  hasta  $+30^{\circ}$  respecto a la horizontal, y se podrá hacer de manera manual.

#### 6.1.1.4.2 Criterios de Instalación.

Las toberas se fijaran directamente a conductos rectangulares o circulares a través de tornillos o remaches. Se instalara una junta de estanqueidad entre la tobera y el conducto, para garantizar el sellado de la unión.

Las toberas orientables manualmente dispondrán de un sistema de orientación que permita el ajuste de la tobera y su posterior fijación en la posición deseada, por medio de palomillas.

Cuando se instalen toberas orientables motorizadas se deberán considerar los requisitos necesarios en parámetros para el mantenimiento de los motores. La instalación de acometida eléctrica y control de los motores se realizara según las especificaciones técnicas.

Si es necesario regular el caudal de aire por tobera, se instalaran compuertas circulares de regulación de una hoja. Se podrán agrupar toberas en conjuntos de hasta tres unidades con una sola compuerta de regulación común.

Selección de toberas: según indicaciones del fabricante y los siguientes criterios:

Velocidad mínima salida de aire: 3 m/s.

Nivel sonoro máximo: 50 dBA.

Velocidad máxima aire en zona ocupada: 0.25 m/s.

Las toberas deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admiten toberas fabricadas sin referencias fiables.

El acabado, es decir, el color y modelo que tendrán las toberas tendrán que ser sometidas a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

#### 6.1.1.4.3 Rejillas de Retorno.

Las rejillas para retorno de aire irán directamente sobre conductos. Estarán formados por parte frontal, marco y accesorios.

##### Parte Frontal

El frontal de la rejilla estará formado por lamas horizontales, que pueden ser ajustables de forma individual o fijas. Las lamas serán de aluminio, acabadas con pintura al horno o lacadas. No se aceptaran rejillas en ningún momento de plástico.

### Marco y premarco

Cuando así se especifique en el presente documento, las rejillas dispondrán de marco del mismo material y acabados que la parte frontal. El marco se realizara con perfiles a inglete y unidos de forma estanca, con junta perimetral.

### Accesorios

Las rejillas de retorno incorporaran en su parte posterior una compuerta de regulación de caudal del tipo de lamas opuestas, regulable desde el frontal de la rejilla.

Opcionalmente, la rejilla puede incorporar un filtro de aire en su parte posterior. El filtro será del tipo plano, lavable, con marco metálico, accesible al retirar la rejilla. EL material del filtro deberá ser de clasificación al fuego M1. No se aceptaran filtros del tipo desechable y o con marco de cartón.

### Criterios de instalación:

Las rejillas serán montadas directamente sobre el conducto. No se aceptara la fijación de rejilla con tornillos vistos en el frontal.

### Conexión de rejillas

Para rejillas de tipo lineal se dispondrá una conexión cada 1.500 mm de rejilla o fracción. La conexión normal será a conducto a través de una embocadura del mismo material que el conducto. La abertura de la embocadura desde el conducto a la rejilla no será en principio mayor de 60 °. Si no es posible limitar el ángulo de abertura de la embocadura, se admitirán embocaduras con aberturas mayor si se instalan guías deflectoras de aire en la embocadura para garantizar un buen reparto del aire por toda la rejilla. Como alternativa a esta solución, se admitirán conexiones con plenum de chapa galvanizada aislada interiormente y chapa interior perforada ecualizadora del aire, con conexión a conducto principal a través de conducto flexible circular.

### Selección de rejillas

Según indicaciones del fabricante, con los siguientes criterios:

Velocidad máxima efectiva de salida de aire de 4 m/s

Nivel sonoro máximo es de 40 dBA.

Velocidad máxima de aire en la zona ocupada es de 0,25 m/s.

Las rejillas deberán ser de primeras marcas, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán rejillas fabricadas sin referencias fiables.

El acabado, es decir, el color y modelo de las rejillas deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

#### 6.1.1.5 *Pinturas.*

##### 6.1.1.5.1 *Materiales*

Todas las sustancias de uso en la pintura serán de magnífica calidad.

##### 6.1.1.5.2 *Ejecución.*

En parámetros de fábrica se aplicaran al menos dos manos sobre superficie seca.

En todo caso, se procederá al lijado y limpieza de cualquier capa antes de la aplicación de la siguiente.

Los conductos de chapa galvanizada que discurren por zonas interiores dispondrán de pintura anticondensación por la cara expuesta.

Todas las condiciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc., serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la Dirección Facultativa.

En la sala de calderas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

#### 6.1.1.6 *Aislamientos Térmicos.*

##### 6.1.1.6.1 *Materiales*

Se utilizaran aislantes térmicos para las conducciones de chapa galvanizada de distribución de aire que discurren por el ambiente exterior. Los espesores de aislamiento serán los marcados en el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE 2 teniendo en cuenta que el fluido a transportar es aire caliente. Para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/ (mK), se utilizaran espesores de mínimos de 30 mm. Se utilizaran fibras de vidrio aglutinadas con resina y barra de vapor, suministradas en mantas de 50 mm de espesor, y conductividad de 0,0040 W/mK.

Para las tuberías que transportan fluido caloportador se utilizaran aislamientos de espuma elastómera cilíndricas de los espesores indicados en el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE 2, según el diámetro de la tubería a aislar y de la temperatura del fluido que transporta.

##### 6.1.1.6.2 *Ejecución*

La totalidad de los conductos que discurren por el exterior estarán aislados térmicamente y acústicamente, dispondrán de barreras de vapor perfectamente solapadas

utilizando para ello cintas adhesivas de aluminio que mantengan la continuidad de dicha barrera de vapor. Para asegurar la unión del aislamiento se realizarán lazadas de alambre.

El acopio del material se realizará en lugares secos, y conservará su embalaje original hasta su utilización.

Se evitará por todos los medios someter abusos mecánicos al aislante durante su instalación, de forma que pueda quedar reducido el espesor mínimo.

Todas las superficies y tuberías estarán perfectamente limpias y secas antes de aplicarse el aislamiento y una vez que la tubería y equipo hayan sido sometidos a las pruebas y ensayos de presión correspondientes.

Para aislar tuberías que todavía no estén instaladas en su lugar definitivo, se deslizará la coquilla por la tubería antes de roscarla o soldarla. Una vez colocados se aplicará una fina capa de pegamento recomendado por el fabricante, presionando las superficies a unir, o usando cintas de unión a doble cara.

Para aislar tuberías ya instaladas se cortará la coquilla flexibles longitudinalmente. Cortada la coquilla se debe encajar en la tubería. El corte y las uniones se sellarán con pegamento aplicado uniformemente, presionando las dos superficies una contra otra firmemente durante algunos minutos después de aplicar si emplear cintas adhesivas de doble cara. Se aislarán igualmente todas las válvulas y accesorios. Una vez colocado el aislamiento se procederá a la protección del aislante.

#### 6.1.1.7 Protecciones de los Aislantes Térmicos.

##### 6.1.1.7.1 Materiales

Todas las conducciones de fluidos caloportadores que discurren por zonas exteriores dispondrán de aislamientos térmicos y de protección exterior del aislamiento. Se utilizará chapa de aluminio magnesio de 0,8 mm de espesor, resistente a la corrosión.

##### 6.1.1.7.2 Ejecución

Sobre el conducto se colocarán distanciados de 50 mm y fijados mediante soldadura al conducto de chapa. La separación longitudinal entre los distanciados será entre 100-150 mm. Una vez colocado el aislante en la conducción, la protección de chapa de aluminio irá fijada a los distanciados mediante tornillos rosca chapa de acero inoxidable, con solapes en todas sus juntas de 50 a 100 mm de ancho, según las dimensiones de los conductos.

La chapa de aluminio de 0,6 mm tendrá remates en juntas longitudinales y transversales bordonadas de chapa engatillados entre sí. Estos segmentos se

prefabricaran en taller y se montaran en obra, de forma que se adapten perfectamente a la superficie de aislamiento.

En caso de aislamiento de válvulas, bridas y otros accesorios que requieran un aislamiento desmontable, se construirán cajas desmontables de chapa de aluminio, con el aislamiento fijado en su interior, de forma que permitan un fácil desmontaje de cada una de estas unidades que en lo posible serán construidas en dos piezas únicas. Para fijación de las cajas desmontables, se utilizarán cierres de palanca articulada de aluminio duro que se remacharan a las cajas

#### **6.1.1.8 Saneamiento**

La empresa instaladora deberá estar autorizada para realizar este tipo de trabajos por la Consejería de Innovación y Empleo de la Junta de Andalucía.

La ejecución de las nuevas redes de saneamiento y/o modificación de las existentes se realizara según las prescripciones del Código Técnico de la Edificación HS 5 “Evacuación de Aguas”.

##### **6.1.1.8.1 Tuberías de PVC para Desagües y Bajantes**

Los tubos se designaran por su diámetro nominal y serán del tipo y espesor de paredes indicado en las mediciones.

Los tubos deberán presentar interior y exteriormente una superficie regular y lisa, estando los extremos y accesorios perfectamente limpios antes de realizar las uniones.

Para las uniones de tubos, derivaciones y cambios de dirección se emplearan siempre accesorios prefabricados normalizados, aceptándose los curvados en caliente y perforaciones en los tubos solamente en los casos autorizados por la dirección facultativa.

Al atravesar los muros y suelos se utilizarán manguitos que reserven alrededor del tubo un espacio vacío anular de 3 a 5 cm y de ninguna forma deben quedar bloqueado por muros y forjados. En los lugares que sean necesario se colocaran piezas especiales de dilatación para dejar trabajar al tubo libremente.

Los soportes abrazaderas se colocaran a distancias no superiores a 1,5 metros en tramos verticales y 1,0 metros en tramos horizontales.

Las uniones de los tubos de PVC con otros materiales se realizarán siempre con piezas de latón o con uniones a tubo metálico.

En los extremos de cada tramo horizontal de gran longitud se dispondrá de un tapón de registro. Asimismo se dispondrá de tapón de registro a pie de bajante.

Los desagües de aparatos se realizarán con tubería de PVC serie B según UNE-EN 1329-1:1999.

#### 6.1.1.9 Fontanería

La empresa instaladora deberá estar autorizada para realizar este tipo de trabajos por la Consejería de Innovación, Ciencias y Empleo de la Junta de Andalucía.

La ejecución de las nuevas redes de fontanería y/o modificación de las existentes se realizara según las prescripciones del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HS 4 "Suministro de Agua ".

#### 6.1.1.10 Electricidad

En cuanto a los materiales y las condiciones de ejecución se estará a lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.

##### Sonda de Temperatura Ambiente Interior.

Sonda para la medición de la temperatura ambiente en interiores, formada por un elemento sensor de temperatura integrado en una caja plástica de conexionado y protección. La caja deberá estar rasurada para permitir el paso de aire por el sensor, salvo indicación expresa del fabricante.

La sonda proporcionara una señal analógica entre 0 y 10 V, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo. EL rango mínimo de medida deberá estar entre -40 °C y +130 °C.

La base de la sonda podrá ser empotrada o de superficie. La sonda se instalara en una pared vertical, a la altura acordada con la Dirección Facultativa. Se debe evitar su instalación en lugares donde puedan existir perturbaciones por movimientos bruscos de aire, o por nulo movimiento de aire, o por incidencia directa de la radiación solar.

##### 6.1.1.10.1 Sonda de Temperatura Ambiente Exterior.

Sonda para la medición de la temperatura ambiente en exteriores, formada por un elemento sensor de temperatura integrado en una caja plástica de conexionado y protección.

La sonda proporcionara una señal analógica entre 0 y 10 V, con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo. EL rango mínimo de medida deberá estar entre -40 °C y +130 °C.

La sonda se instalara en una pared vertical exterior fácilmente accesible a una altura mínima de 3 m del suelo.

Cuando la regulación dependa de las condiciones exteriores para distintas zonas del edificio, las sondas se montaran en las fachadas de las zonas correspondientes.

Deberán evitarse los emplazamientos próximos a elementos de calefacción y conductos de chimeneas, encima de puertas y lugares donde la circulación de aire sea insuficiente.

#### 6.1.1.10.2 Sonda de Humedad Relativa y Temperatura de Aire Interior.

Sonda para la medición de humedad relativa y temperatura del aire formada por elemento sensor de temperatura, elemento sensor de humedad relativa, convertidor electrónico, placa de fijación y caja de conexionado.

La sonda proporcionara una señal analógica de 0 a 10 V con variación lineal con la temperatura, con coeficiente de temperatura positivo y una señal analógica de 0 a 10 V con variación lineal con la humedad.

El rango máximo de medida en temperatura deberá estar entre -40 °C y +80 °C como mínimo, y el de humedad entre el 10 y el 90 %.

La sonda debe ir instalada a una altura de 1,5 m aproximadamente, evitando su instalación junto a puertas, ventanas o en lugares donde la circulación del aire sea desfavorable o se produzcan condensados.



## 6.2 Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

### 6.2.1 Calidad del Aire Interior

#### 6.2.1.1 Temperatura y Humedad

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su IT. 1.1.4.1.2 “Temperatura operativa y humedad relativa”, la temperatura seca del aire de los locales, los cuales, se encuentran piscinas climatizadas se deberán mantener a una temperatura de entre 1 °C y 2 °C por encima de la del agua del vaso, con un valor máximo de 30 °C.

La humedad relativa del local se deberá mantener siempre por debajo de 65%, para proteger los cerramientos de la formación de condensaciones.

La IT 1.1.4.3.2 “Calentamiento del agua en Piscinas Climatizadas”, indica que la temperatura del agua deberá estar comprendida entre 24 °C y 30 °C, según el uso al que se encuentre destinada la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua.

La tolerancia en el espacio, horizontal y vertical, de la temperatura del agua no podrá ser mayor que  $\pm 15$  °C.

#### 6.2.1.2 Aire Interior

Según el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en su IT. 1.1.4.2.2 “Categorías de calidad del Aire Interior” en función del uso que principal del edificio, nuestro edificio precisa un IDA 2 , considerado aire de buena calidad, en la tabla de este IT se encuentra piscinas.

La IT 1.1.4.2.3 “Caudal Mínimo del Aire Exterior de Ventilación” indica las siguientes cuestiones:

Para un IDA 2 se requiere de 12,5 dm<sup>3</sup>/s por persona

500 ppm es la concentración de CO<sub>2</sub> por encima de la concentración en el aire exterior.

Para las piscinas climatizadas el aire exterior de ventilación necesario para dilución de los contaminantes será de 2,5 dm<sup>3</sup>/s por metro cuadrado de superficie de la lámina de agua y de la playa.

A este caudal se le deberá añadir el que fuera necesario para controlar la humedad relativa.

#### 6.2.1.3 Filtración del Aire Exterior Mínimo de Ventilación

El aire exterior será considerado como de nivel ODA 1, según la IT 1.1.4.2.4, por lo que siendo el nivel de calidad del aire interior de IDA 2, la filtración será de clase F8, según la tabla 1.4.2.5 del Documento Básico HE 2.

| Calidad del aire exterior | Calidad del aire interior |              |         |         |
|---------------------------|---------------------------|--------------|---------|---------|
|                           | IDA 1                     | IDA 2        | IDA 3   | IDA 4   |
| ODA 1                     | F9                        | F8           | F7      | F5      |
| ODA 2                     | F7 + F9                   | F6 + F8      | F5 + F7 | F5 + F6 |
| ODA 3                     | F7 + GF + F9              | F7 + GF + F9 | F5 + F7 | F5 + F6 |

*Tabla 6.2.1. Clases de filtración.*

Se emplearán prefiltros para mantener cada uno de los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire limpios, así como para alargar la vida útil de los filtros finales.

Los prefiltros se deberán instalar en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada de los conductos del aire de retorno.

En todas las secciones de filtración, exceptuando la que forma parte en la toma de aire exterior, se deberá garantizar las condiciones de funcionamiento en estado seco, se debe garantizar que la humedad relativa del aire sea siempre menor que el 90 %.

Los aparatos de recuperación de calor siempre se encontraran protegidos por una sección de filtros de la clase F6 o si es posible superior.

#### *6.2.1.4 Aire de Extracción.*

En función del uso principal del edificio, el aire que se extrae se clasificara como AE 1 según la IT 1.1.4.2.5.a, se define este, como moderado nivel de contaminación.

Dado que la clase de aire es AE 1, el aire extraído puede ser retornado nuevamente al edificio.

#### *6.2.1.5 Condiciones de Presión en la Sala de Vasos.*

El local se deberá mantener con una presión negativa de entre 20 a 40 Pa con respecto a las estancias contiguas.

#### *6.2.1.6 Recuperación de Calor.*

La IT 1.2.4.5.2 “Recuperación de calor del aire de extracción” indica que para las piscinas climatizadas, la energía térmica que se encuentra contenida en el aire expulsado deberá ser en parte recuperada, con una eficiencia mínima y unas perdidas máximas de presión iguales a las indicadas en la tabla que a continuación se muestra, para más de 6.000 horas anuales de funcionamiento y en función del caudal.

| <b>Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación</b> |                                |     |            |     |            |     |           |     |     |     |
|----------------------------------------------------|--------------------------------|-----|------------|-----|------------|-----|-----------|-----|-----|-----|
| Horas anuales de funcionamiento                    | Caudal de aire exterior (m³/s) |     |            |     |            |     |           |     |     |     |
|                                                    | >0,5...1,5                     |     | >1,5...3,0 |     | >3,0...6,0 |     | >6,0...12 |     | >12 |     |
|                                                    | %                              | Pa  | %          | Pa  | %          | Pa  | %         | Pa  | %   | Pa  |
| ≤ 2.000                                            | 40                             | 100 | 44         | 120 | 47         | 140 | 55        | 160 | 60  | 180 |
| > 2.000 ... 4.000                                  | 44                             | 140 | 47         | 160 | 52         | 180 | 58        | 200 | 64  | 220 |
| > 4.000 ... 6.000                                  | 47                             | 160 | 50         | 180 | 55         | 200 | 64        | 220 | 70  | 240 |
| > 6.000                                            | 50                             | 180 | 55         | 200 | 60         | 220 | 70        | 240 | 75  | 260 |

*Ilustración 6.2.1. Eficiencia de la recuperación.*

#### 6.2.1.7 Enfriamiento Gratuito por Aire Exterior.

La unidad de tratamiento de aire dispondrá de sección de enfriamiento gratuito por aire exterior y tendrá las siguientes características mínimas:

Velocidad frontal máxima en las compuertas de toma y expulsión de aire es de 6 m/s.

Eficiencia de temperatura en la sección de mezcla es mayor que el 75 por ciento.

### 6.2.2 Aislamientos

#### 6.2.2.1 Aislamientos Térmicos de Redes de Tuberías

Todas las tuberías y accesorios, así como los equipos y aparatos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran.

Temperatura mayor que 40 °C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, sala de máquinas, quedando excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

Los equipos y componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, cumplirán con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante. En particular, todas las superficies frías de los equipos frigoríficos estarán aisladas térmicamente con el espesor determinado por el fabricante.

Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento tendrá la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanqueidad de las juntas se evitara el paso del agua de lluvia.

Las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones de agua fluido caloportador no superaran el 4 % de la potencia máxima que transporta.

Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se optara por el procedimiento simplificado, utilizando para ello las tablas 1.2.4.2.1 a 1.2.4.2.4 del Código Técnico de la

Edificación en su Documento Básico HE 2, para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/mK.

| Diámetro exterior<br>(mm) | Temperatura máxima del fluido (° C) |           |            |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------|------------|
|                           | 40...60                             | >40...100 | >100...180 |
| < 35                      | 35                                  | 35        | 40         |
| 35 < D < 60               | 40                                  | 40        | 50         |
| 60 < D < 90               | 40                                  | 40        | 50         |
| 90 < D < 140              | 40                                  | 50        | 60         |

*Tabla 6.2.2. Espesores mínimos de aislamiento de tuberías que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior.*

Para materiales de conductividad térmica distinta de la anterior de referencia, se puede calcular el espesor aplicando las siguientes expresiones:

Para superficies planas.

Para superficies de sección circular.

#### 6.2.2.2 Aislamiento Térmico de Redes de Conductos.

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficientes para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4 % de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones.

Para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/mK, serán los siguientes:

|               | En interiores (mm) | En exteriores (mm) |
|---------------|--------------------|--------------------|
| Aire Caliente | 20                 | 30                 |
| Aire Frio     | 30                 | 50                 |

*Tala 6.2.3. Aislamiento térmico de redes de conductos.*

Para materiales de conductividad térmica distinta a la mostrada anterior, se puede calcular el espesor aplicando las expresiones que a continuación se muestran:

Para superficies planas

Para superficies de sección circular.

El espesor mínimo de aislamiento de ramales finales de conductos de longitud menor de 5 metros se podrá reducir a 13 mm si existe impedimento físico demostrable de espacio.

Las redes de retorno se aislarán cuando discurren por el exterior del edificio y, en interiores, cuando el aire esté a temperatura menor que la del punto de rocío del ambiente o cuando el conducto pasa a través de locales no acondicionados.

Los conductos de tomas de aire exterior se aislarán con el nivel necesario para evitar las formaciones de condensaciones.

Cuando los conductos estén instalados al exterior, la terminación final del aislamiento tendrá la protección suficiente contra la intemperie, prestando especial cuidado en la realización de la estanquidad de las juntas al paso del agua de lluvia.

### 6.2.2.3 Estanquidad de Redes de Conductos.

Las fugas serán:

$p$  es la presión estática (Pa)

$F$  es las fugas de aire ( $\text{dm}^3/\text{s m}^2$ )

$c$  es el factor de fuga de 0,009 en Clase B

| Clase de estanquidad | Coeficiente “c” |
|----------------------|-----------------|
| A                    | 0,027           |
| B                    | 0,009           |
| C                    | 0,003           |
| D                    | 0,001           |

Tabla 6.2.4. Clases de estanquidad.

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior, siendo para ello el coeficiente de fugas  $c$  de 0,009.

### 6.2.3 Caídas de Presión en Componentes.

Las caídas de presión máximas admisibles serán las mostradas en Tabla X.

Las baterías de refrigeración y deshumectación tendrán una velocidad frontal tal que no origine arrastre de gotas de agua.

Se prohíbe el uso de separadores de gotas, salvo en casos especiales que deben justificarse.

|                                            |        |
|--------------------------------------------|--------|
| Baterías de Enfriamiento                   | 40 Pa  |
| Baterías de refrigeración en seco          | 60 Pa  |
| Baterías de refrigeración y deshumectación | 120 Pa |
| Unidades terminales de aire                | 40 Pa  |

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| Rejilla de retorno de aire | 20 Pa |
| Atenuadores acústicos      | 60 Pa |

Tabla 6.2.5 Caídas de presión en componentes

#### 6.2.4 Eficiencia Energética de Equipos para Transporte de Fluidos.

La selección de los equipos de propulsión de los fluidos portadores se realiza de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento.

Se justifica la potencia específica del sistema de bombeo, SFP, que es la potencia absorbida por el motor y dividida por el caudal de fluido transportado, medida en W/(m<sup>3</sup>/s).

Se indica la categoría a la que pertenece cada sistema, considerando el ventilador de impulsión y el de retorno, según la siguiente clasificación:

SFP 1 y SFP 2 para sistemas de ventilación y extracción.

SFP 3 y SFP 4 para sistemas de climatización.

Para los ventiladores, la potencia específica absorbida por cada ventilador de un sistema de climatización, será la indicada en la siguiente tabla:

| Categoría | Potencia específica   |                        |
|-----------|-----------------------|------------------------|
|           | W/(m <sup>3</sup> ·s) | W/(m <sup>3</sup> ·s)  |
| SFP 1     |                       | $W_{esp} \leq 500$     |
| SFP 2     | 500                   | $< W_{esp} \leq 750$   |
| SFP 3     | 750                   | $< W_{esp} \leq 1.250$ |
| SFP 4     | 1.250                 | $< W_{esp} \leq 2.000$ |
| SFP 5     | 2.000                 | $< W_{esp}$            |

Tabla 6.2.6. Potencia específica de ventiladores.

##### 6.2.4.1 Eficiencia Energética de Motores Eléctricos.

Los rendimientos mínimos de los motores eléctricos serán los establecidos en el Reglamento (CE) número 640/2009 de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos.

Quedan excluidos los siguientes motores:

Para ambientes especiales.

No ventilados

Sumergibles

Compresores herméticos y otros

Motores directamente acoplados a bombas.

Encapsulados.

La eficiencia deberá ser medida de acuerdo a la norma UNE-EN 60034-2.

#### *6.2.5 Redes de Tuberías.*

Los trazados de los circuitos de tuberías de los fluidos portadores serán teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema al que abastecen, la longitud hidráulica y el tipo de unidades terminales servidas.

Se conseguirá el equilibrado hidráulico de los circuitos de tuberías durante la fase de diseño empleando válvulas de equilibrado, si fuera necesario.

Para la colocación de los soportes de las tuberías, se emplearán las instrucciones del fabricante considerando el material empleado, su diámetro y la colocación (enterrado o al aire).

Las conexiones entre equipos y tuberías accionados se efectuarán mediante elementos flexibles.

#### *6.2.6 Redes de Conductos.*

Los conductos cumplirán en materiales y fabricación lo establecido en la Norma UNE-EN 12237 para conductos metálicos.

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

La velocidad y la presión máximas admitidas en los conductos serán las que venga determinadas por el tipo de construcción, se lo establecido en la Norma UNE-EN 12237 para conductos metálicos.

Para el diseño de los soportes de los conductos se seguirán por las instrucciones que dictan el fabricante, su colocación y dimensiones.

#### *6.2.7 Control.*

Se han disminuido las necesidades energéticas del edificio mediante la elección de un adecuado aislamiento térmico de las conducciones de aire y de fluidos caloportadores, y la adecuación del tiempo de funcionamiento mediante sistemas de regulación.

Se potenciara el uso de enfriamiento gratuito con el uso de la ventilación.

### 6.2.8 Control de las Condiciones Termo-Higrométricas.

El sistema de climatización se ha diseñado para controlar el ambiente interior desde el punto de vista termo-higrométrico.

En función de la capacidad del sistema de climatización para controlar la temperatura y la humedad relativa de los recintos, los sistemas de control de las condiciones termo-higrométricas se clasifican en:

| Categoría | Ventilación | Calentamiento | Refrigeración | Humidifi. | Deshumidif. |
|-----------|-------------|---------------|---------------|-----------|-------------|
| THM-CO    | X           | -             | -             | -         | -           |
| THM-C1    | X           | X             | -             | -         | -           |
| THM-C2    | X           | X             | -             | X         | -           |
| THM-C3    | X           | X             | X             | -         | (x)         |
| THM-C4    | X           | X             | X             | X         | X           |
| THM-C5    | X           | X             | X             | X         | X           |

Tabla 6.2.7 Control de las condiciones

#### Notas

- No influenciado por el sistema

X controlado por el sistema.

(x) afectado por el sistema pero no controlado en el local.

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los locales, según las categorías de la tabla anterior, es el siguiente:

- THM-C1 es la variación de la temperatura del fluido portador, en nuestro caso aire, en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C2, como THM-C1, más control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C3, como THM-C1, mas variación de la temperatura del fluido portador frio en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C4, como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C5, como THM-C3, más control de la humedad relativa en los locales.



### 6.2.9 Control de la Calidad del Aire Interior.

El sistema de ventilación y climatización se diseña para controlar el ambiente interior, desde el punto de vista de la calidad de aire interior.

| Categoría | Tipo                  | Descripción                                                                     |
|-----------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| IDA-C1    |                       | El sistema funciona continuamente                                               |
| IDA-C2    | Control manual        | El sistema funciona manualmente                                                 |
| IDA-C3    | Control por tiempo    | El sistema funciona de acuerdo a un horario                                     |
| IDA-C4    | Control por presencia | El sistema funciona por señal de presencia                                      |
| IDA-C5    | Control por ocupación | El sistema funciona dependiendo del número de personas.                         |
| IDA-C6    | Control directo       | El sistema está controlado por sensores que miden la calidad del aire interior. |

Tabla 6.2.8. *Control de calidad de aire interior.*

### 6.2.10 Contabilización de Consumos.

Las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal mayor que 70 KW, en régimen de refrigeración y calefacción, dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

De la misma forma dispondrá de contadores de energía en el circuito del fluido caloportador a las baterías de las Unidades de Tratamiento de Aire.

### 6.2.11 Seguridad de Utilización.

#### 6.2.11.1 Superficies Calientes

Ninguna superficie caliente con la que exista posibilidad de contactos accidental, podrá tener una temperatura mayor que 60 °C.

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

#### 6.2.11.2 Partes Móviles.

El material aislante en tuberías, conductos o equipos nunca podrán interferir con partes móviles de sus componentes.

#### *6.2.11.3 Accesibilidad.*

Los equipos y aparatos estarán situados de forma tal que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se instalarán en lugares visibles y fácilmente accesibles.

Para aquellos equipos o aparatos que deban quedar ocultos se preverá un acceso fácil. En los falsos techos se prevendrán accesos adecuados cerca de cada aparato que pueden ser abiertos sin necesidad de recurrir a herramientas.

La situación exacta de estos elementos de acceso y de los mismos aparatos deberá quedar reflejada en los planos finales de la instalación.

Las tuberías se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad de las mismas y de sus accesorios, además de facilitar el montaje del aislamiento térmico, en su recorrido, salvo cuando vayan empotradas.

#### *6.2.11.4 Señalización*

Todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el “Manual de Uso y Mantenimiento”, estarán situadas en lugar visible de locales técnicos.

Las conducciones de las instalaciones estarán señalizadas de acuerdo con la Norma UNE 100100.

#### *6.2.11.5 Medición.*

La instalación térmica dispondrá de la instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de los mismos.

Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles y fácilmente accesibles para su lectura y mantenimiento. El tamaño de las escalas será suficiente para que la lectura pueda efectuarse sin esfuerzo.

Antes y después de cada proceso que lleve implícita la variación de una magnitud física debe haber la posibilidad de efectuar su medición, situado instrumentos permanentes, de lectura continua, o mediante instrumentos portátiles. La lectura podrá efectuarse también aprovechando las señales de los instrumentos de control.

En instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, el equipamiento mínimo de aparatos de medición será el siguiente:

- a) Baterías agua-aire es un termómetro a la entrada y otro a la salida del circuito del fluido primario y tomas para la lectura de las magnitudes relativas al aire, antes y después de la batería.

- b) Recuperadores de calor aire-aire: tomas para la lectura de las magnitudes físicas de las dos corrientes de aire.
- c) Unidades de tratamiento de aire: medida permanente de las temperaturas del aire en impulsión, retorno y toma de aire exterior.

### **6.2.12 Montaje**

#### **6.2.12.1 Generalidades.**

Se establece seguidamente el procedimiento a seguir para efectuar las pruebas de puesta en servicio de la instalación térmica.

Aperturas de Servicio en Conductos.

Las redes de conductos estarán equipados con aperturas de servicio para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los elementos instalados serán desmontables y tendrán una apertura de acceso para permitir las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos por donde discurran conductos tendrán registros de inspección en correspondencia con los registros de los conductos y los aparatos instalados en los mismos.

#### **6.2.12.2 Pruebas**

##### **6.2.12.2.1 Equipos**

Se tomara nota de los datos de funcionamiento de los aparatos y equipos, que pasaran a formar parte de la documentación final de la instalación.

Se registraran los datos nominales de funcionamiento que figuran en el presente proyecto y los datos reales de funcionamiento.

Se ajustaran las temperaturas de funcionamiento de los generadores y se medirá la potencia absorbida en cada una de ellas.

##### **6.2.12.2.2 Pruebas de Estanquidad de Redes de Tuberías de Agua.**

Todas las redes de tuberías serán probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 100151 o UNE-ENV 12108, en función del tipo de fluido transportado.

El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de fluido transportado y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías

de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.

#### 6.2.12.2.2.1 Preparación y Limpieza de las Redes de Tuberías.

Antes de realizar la prueba de estanquidad y de efectuar el llenado definitivo, las redes de tuberías de agua serán limpiadas internamente para eliminar los residuos procedentes del montaje que pudiesen haber quedado dentro de las mismas.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materiales extraños dentro de tuberías y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

Los aparatos que no puedan soportar la presión de la prueba hidrostática, serán desconectados y sustituidos por tapones o cerrando válvulas.

La limpieza podrá efectuarse llenando la instalación y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o solución acuosa de producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en los circuitos hidráulicos.

Tras el llenado, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejara circular el agua durante el tiempo que indique el fabricante del compuesto dispersante. Posteriormente, se vaciara totalmente la red y se enjuagara con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100 °C, se medirá el pH del agua del circuito. Si el pH resulta ser menor que 7,5 se repetirá la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pondrá en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejaran en su sitio por lo menos durante una semana más, hasta tanto se juzgue completamente la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla.

#### 6.2.12.2.2.2 Prueba Preliminar de Estanquidad.

Se realizara a continuación de la prueba preliminar. Una vez llenada la red con el fluido de prueba, se someterá a las uniones a un esfuerzo por la aplicación de la presión de prueba. En el caso de circuitos cerrados de agua refrigerada o de agua caliente hasta una temperatura máxima de servicio de 100 °C, la presión de prueba será equivalente a una vez y media la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio, con un mínimo de 6 bares.

Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedaran excluidos de la prueba.

La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración suficiente para verificar visualmente la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidas a la misma.

#### 6.2.12.2.2.3 Reparación de Fugas

La reparación de las fugas detectadas se efectuara desmontando la junta, el accesorio o la sección donde se haya originado la fuga, sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo.

Una vez reparadas las anomalías se volverá a comenzar desde la prueba preliminar.

El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta que la red sea estanca.

#### 6.2.12.2.3 Pruebas de Estanquidad de los Circuitos Frigoríficos.

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones realizadas en obra serán sometidas a las pruebas especificadas en la normativa vigente.

No es necesario someter a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos, cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregara el correspondiente certificado de pruebas.

#### 6.2.12.2.4 Pruebas de Libre Dilatación

Una vez que las pruebas anteriores de las redes de tuberías hayan resultado satisfactorias y se haya comprobado hidrostáticamente el ajuste de los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con generadores de calor se llevaran hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

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

#### 6.2.12.2.5 Pruebas de Recepción de Redes de Conductos de Aire.

##### 6.2.12.2.5.1 Preparación y Limpieza de Redes de Conductos.

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

En las redes de conductos se cumplirá con las condiciones que establece la norma UNE 100012.

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por la instalación de aislamiento térmico o el cierre de obras de albañilería y de falsos techos, se realizaran pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad para establecer si se ajustan al servicio requerido, de acuerdo con lo establecido en el presente proyecto.

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

Se pondrán en marcha los ventiladores hasta tanto el aire a la salida de las aperturas presente el aspecto para que a simple vista, no contenga polvo.

##### 6.2.12.2.5.2 Pruebas de Resistencia Estructural y Estanquidad.

Las redes de conductos deben someterse a pruebas tales de resistencia estructural y estanquidad.

El caudal de fuga admitido se ajustara a lo indicado en el proyecto, de acuerdo con clase de estanquidad elegida.

##### 6.2.12.2.6 Pruebas Finales

Las pruebas finales se deben realizar siguiendo las instrucciones indicadas por la norma UNE-EN 12599:01 en lo que se refiere a los controles y mediciones funcionales, indicados en el capítulo 5 y en el capítulo 6.

Las pruebas de libre dilatación y las pruebas finales de subsistema solar se realizaran en un día soleado y sin demanda.

##### 6.2.12.2.7 Ajuste y Equilibrado.

###### 6.2.12.2.7.1 Generalidades

La instalación térmica será ajustada a los valores de las prestaciones que figuran en el proyecto, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La empresa instaladora presentara un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

#### 6.2.12.2.7.2 Sistemas de Distribución y Difusión de Aire

La empresa instaladora realizara y documentara el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución y difusión de aire, de la siguiente forma.

- a) De cada circuito se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- b) El punto de trabajo de cada ventilador, del que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustado al caudal y la presión correspondiente de diseño.
- c) Las unidades terminales de impulsión y retorno serán ajustadas al caudal de diseño mediante sus dispositivos de regulación.
- d) Para cada local se debe conocer el caudal nominal del aire impulsado y extraído previsto en el proyecto, así como el número, tipo y ubicación de las unidades terminales de impulsión y retorno.
- e) El caudal de las unidades terminales deberá quedar al valor especificado en el proyecto.
- f) En unidades terminales con flujo direccional, se deben ajustar las lamas para minimizar las corrientes de aire y establecer una distribución adecuada del mismo.
- g) En los locales donde la presión diferencial del aire respecto a los locales que se encuentran a su alrededor o en el exterior sea un condicionamiento del proyecto, se deberá ajustar la presión diferencia de diseño mediante actuaciones sobre los elementos de regulación de los caudales de impulsión y extracción de aire, en función de la diferencia de presión a mantener en dicho local.

#### 6.2.12.2.7.3 Sistemas de Distribución de Agua.

La empresa instaladora realizara y documentara el procedimiento de ajuste y equilibrado de los circuitos de distribución de agua de la forma que a continuación se muestra.

- a) De cada circuito hidráulico se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- b) Se comprobara que el fluido anticongelante contenido en los circuitos expuestos a heladas cumple con los requisitos específicos en el proyecto.
- c) Cada bomba, de la que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frio a los caudales y temperaturas de diseño.

- d) Las unidades terminales y los dispositivos de equilibrado de los ramales serán equilibrados al caudal de diseño.
- e) En los circuitos hidráulicos que están equipados con válvulas de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.
- f) Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento en el proyecto.
- g) De cada intercambiador de calor se deben conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.

#### 6.2.12.2.8 Control Automático

Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto, y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control.

Se establecerán los criterios de seguimientos basados en la propia estructura del sistema, en base a los niveles del proceso siguientes: nivel de proceso, nivel de unidades de campo, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y tele gestión.

Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos específicos en el proyecto. Son válidos a estos efectos los protocolos de la norma UNE-EN-ISO 16484-3.

Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o tele gestión basada en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas tendrán que ser realizado por persona cualificada o por el mismo suministrador de los programas.

#### 6.2.12.2.9 Eficiencia Energética.

##### 6.2.12.2.9.1 Procedimientos.

Para la justificación de esta exigencia se opta por el procedimiento simplificado, basado en la limitación indirecta del consumo de energía de la instalación térmica mediante el cumplimiento de los valores límite y soluciones especificadas para cada sistema o subsistema diseñado.

Su cumplimiento asegura la superación de la exigencia de eficiencia energética.

Para ello se seguirá la secuencia de verificaciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, en adelante RITE.



- a) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de frío del apartado 1.2.4.1 del RITE.
- b) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado 1.2.4.2 del RITE.
- c) Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas del apartado 1.2.4.3 del RITE.
- d) Cumplimiento de la exigencia de contabilización del apartado 1.2.4.4 del RITE.
- e) Cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía del apartado 1.2.4.5 del RITE.

#### 6.2.12.2.9.2 Actuaciones.

La empresa instaladora realizara y documentara las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación.

- a) Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.
- b) Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de calor y frío en las condiciones de trabajo.
- c) Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectuó una transferencia de calor térmica.
- d) Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de energía de origen renovable.
- e) Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control,
- f) Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen,
- g) Comprobación de que los consumos energéticos están dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica
- h) Comprobación del funcionamiento y del consumo de los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.
- i) Comprobación de las pérdidas térmicas de la red hidráulica de distribución.

### 6.2.13 Mantenimiento y Uso.

#### 6.2.13.1 Generalidades.

Se describen las exigencias que deben cumplir las instalaciones térmicas con el fin de asegurar que su funcionamiento, a lo largo de su vida útil, se realice con la máxima

eficiencia energética, garantizando la seguridad, la durabilidad y la protección del medio ambiente, así como las exigencias establecidas en el proyecto.

#### 6.2.13.2 Mantenimiento y Uso de las Instalaciones Térmicas.

Las instalaciones térmicas se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos que se establecen a continuación y de acuerdo con su potencia térmica nominal y sus características técnicas:

- a) La instalación térmica se mantendrá de acuerdo con un programa de mantenimiento preventivo.
- b) La instalación térmica debe disponer de un programa de gestión energética.
- c) La instalación térmica de instrucciones de seguridad que se encuentren actualizadas.
- d) La instalación térmica se utilizara de acuerdo con las instrucciones de manejo y maniobra
- e) La instalación térmica se utilizara por el acuerdo del programa de funcionamiento.

#### 6.2.13.3 Programa de Mantenimiento Preventivo

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el manual de uso y mantenimiento.

Las periodicidades serán al menos las indicadas en la tabla 3.2 según el uso principal de edificio, el tipo de aparatos y la potencia nominal.

| Equipos y potencias útiles nominales (Pn)                             | Usos      |                |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|----------------|
|                                                                       | Viviendas | Restantes usos |
| Calentadores de agua caliente sanitaria a gas<br>Pn < 24,4 kW         | 5 años    | 2 años         |
| Calentadores de agua caliente sanitaria a gas<br>24,4 kW < Pn < 70 kW | 2 años    | Anual          |
| Calderas murales a gas Pn < 70 kW                                     | 2 años    | Anual          |
| Resto instalaciones calefacción Pn < 70 kW                            | Anual     | Anual          |
| Aire acondicionado                                                    | 4 años    | 2 años         |
| Instalaciones de potencia superior a 70 kW                            | Mensual   | mensual        |

Tabla 6.2.9. Operaciones de mantenimiento

| Operación                                                                                | Periodicidad |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|
|                                                                                          | <70 kW       | >70kW |
| Limpieza de los evaporadores                                                             | T            | T     |
| Limpieza de los condensadores                                                            | T            | T     |
| Comprobación de la estanquidad, niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos | T            | M     |
| Comprobación y limpieza de circuitos de humos de calderas                                | T            | 2t    |
| Comprobación y limpieza de conductos de humos y chimenea                                 | T            | 2t    |
| Limpieza de quemadores de calderas                                                       | T            | M     |
| Revisión de vasos de expansión                                                           | T            | M     |
| Revisión de los sistemas de tratamiento de agua                                          | T            | M     |
| Comprobación de material refractario                                                     | ---          | 2t    |
| Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera                           | T            | M     |
| Comprobación de niveles de agua en circuitos                                             | T            | M     |
| Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías                                     | ---          | T     |
| Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación                                | ---          | 2t    |
| Comprobación de tarado de elementos de seguridad                                         | ----         | M     |
| Revisión y limpieza de filtros de agua                                                   | ----         | 2T    |
| Revisión y limpieza de filtros de aire                                                   |              |       |

Tabla 6.2.10. Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad.

#### 6.2.13.4 Programa de Gestión Energética.

##### 6.2.13.4.1 Evaluación Periódica del Rendimiento de los Equipos de Generación de Calor.

La empresa mantendrá realizara un análisis y evaluación periódica de lo equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en la tabla que a continuación se muestra.

##### 6.2.13.4.2 Evaluación Periódica del Rendimiento de los Equipos Generadores de Frio.

La empresa mantenedora realizara un análisis y evaluación periódica de los equipos generadores de frio en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en la tabla que a continuación se muestra.

#### 6.2.13.4.3 Limitación de Temperaturas y Humedad Relativa.

Según la IT del R.I.T.E en su punto 1.1.4.1.2 “Temperatura operativa y humedad relativa” la temperatura seca del aire de la sala de vasos se mantendrá entre 1 °C y 2 °C por encima de la del agua del vaso, con un máximo de 30 °C y un mínimo de 26 °C.

Por razones de ahorro energético se limitaran las condiciones de temperatura en el interior del recinto de piscinas.

La humedad relativa delo local siempre se mantendrá por debajo de 65 %, para proteger los cerramiento, equipos e instalaciones de formación de condensaciones.

### 6.2.14 Instrucción Técnica IT 4. Inspección.

#### 6.2.14.1 Generalidades

Se establecen las exigencias técnicas y los procedimientos que se debe seguir en las inspecciones a efectuar en las instalaciones térmicas.

#### 6.2.14.2 Inspecciones Periódicas de Eficiencia Energética

##### 6.2.14.2.1 Inspección de Generadores de Calor.

Serán inspeccionados los generadores de calor de potencia térmica nominal instantánea igual o mayor que 20 kW.

La inspección del generador de calor será lo comprendido en:

- a) Análisis y evaluación del rendimiento. En las inspecciones sucesivas o medidas del rendimiento tendrá un valor no inferior a dos unidades con respecto al que se ha determinado en la puesta en servicio.
- b) Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento, relacionadas con el generador de calor, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del “Manual de uso y Mantenimiento” a la instalación existente.
- c) La inspección incluirá la instalación de energía solar, y comprenderá la evaluación de la contribución solar mínima en la producción de agua caliente sanitaria.

##### 6.2.14.2.2 Inspección de Generador de Frio

Serán inspeccionados los generadores de frio de potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 12 kW.

La inspección del generador comprenderá los siguientes aspectos:

- a) Análisis y evaluación del rendimiento.

- b) Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento, relacionadas con el generador de calor, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del “Manual de uso y Mantenimiento” a la instalación existente.
- c) La inspección incluirá la instalación de energía solar, y comprenderá la evaluación de la contribución de energía solar al sistema de refrigeración solar.

#### 6.2.14.2.3 Inspección de la Instalación Térmica Completa.

Cuando la instalación térmica tanto de calor como de frío tenga más de quince años de antigüedad desde su instalación, y con la potencia térmica nominal instalada superior a 20 kW en calor o 12 kW en frío, se realizará una inspección de toda la instalación térmica, que comprenderá como mínimo los siguientes aspectos:

- a) Inspección de todo el sistema relacionado con la exigencia de eficiencia energética.
- b) Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento, relacionadas con el generador de calor, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del “Manual de uso y Mantenimiento” a la instalación que ya se encuentra.
- c) Elaboración de un dictamen con el fin de asesorar al titular de dicha instalación, proponiéndole mejorar o modificaciones en la instalación existente, para mejorar su eficiencia energética y contemplar la incorporación de energía solar. Las medidas técnicas estarán justificadas en base a su rentabilidad energética, medioambiental y económica.

#### 6.2.14.2.4 Inspecciones de la Limitación de Temperaturas.

A efectos de estas verificaciones e inspecciones se considerará que un recinto cumple con la limitación de temperatura cuando la temperatura media del recinto no supere en más/menos 1 °C los límites de las temperaturas indicadas anteriormente.

La medición se va a realizar cumpliendo con los requisitos que a continuación se dictan:

- a) Se realizará como mínimo una medición de la temperatura del aire cada 100 m<sup>2</sup> de superficie.
- b) La medición se realizará a una altura de 1,7 m del suelo.
- c) La exactitud del instrumento de medida será como mínimo de más/menos de 0,5 °C.

### 6.2.14.3 Periodicidad de las Inspecciones de Eficiencia Energética.

#### 6.2.14.3.1 Periodicidad de las Inspecciones de Generadores de Calor

Los generadores de calor que posean una potencia nominal instalada igual o mayor a 20 kW, se inspeccionaran con la periodicidad que se indica en la tabla que a continuación se muestra:

| Potencia Térmica Nominal (kW) | Tipo de combustible             | Periodos de inspección |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 20 < P < 70                   | Cualquier energía               | Cada 5 años            |
| P > 70                        | Gases y combustibles renovables | Cada 4 años            |
|                               | Otros combustibles              | Cada 2 años            |

Tabla 6.2.11. Periodicidad de las inspecciones de los sistemas de calefacción y de ACS.

#### 6.2.14.3.2 Periodicidad de las Inspecciones de Generadores de Frio.

Los generadores de frio que posean una potencia nominal instalada igual o mayor a 12 kW, se inspeccionaran cada cinco años.

## 6.3 Pliego de Condiciones para Agua Caliente Sanitaria.

### 6.3.1 Condiciones de montaje

#### 6.3.1.1 Generalidades

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen el cumplimiento de las exigencias del servicio, la durabilidad y las condiciones de salubridad y que faciliten el mantenimiento de la instalación.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que sean de aplicación.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí. El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuadas para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Así mismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a los mismos a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje.

Se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles una vez instalados.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y los desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

#### *6.3.1.2 Montaje de la estructura soporte y de los captadores*

Si los captadores son instalados en los tejados del edificio, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores, de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles, se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura inferiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período, las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda ser largo, el suministrador procederá a tapar los captadores.

#### *6.3.1.3 Montaje del acumulador*

La estructura soporte para los depósitos y su fijación se realizarán según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación, para depósitos de más de 1000 litros situados en cubiertas o pisos, deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción, cuando se sitúen en cubiertas de piso, tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá, para depósitos de más de 300 litros, el diseño de un profesional competente.

#### *6.3.1.4 Montaje del intercambiador*

Se tendrá en cuenta la accesibilidad al intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

#### *6.3.1.5 Montaje de la bomba de circulación*

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser desmontado fácilmente. El



acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a bombas en línea dispondrán, en las inmediaciones de las mismas, de soportes adecuados para que no se provoquen esfuerzos recíprocos.

En la conexión de las tuberías a las bombas, cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W, se dispondrán manguitos anti vibratorios para garantizar la no aparición de esfuerzos recíprocos.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensaestopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

#### *6.3.1.6 Montaje de tuberías y accesorios*

Antes del montaje, deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier otra forma.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, etc. se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán con la menor separación posible a los paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector, no debe ser inferior a los siguientes valores:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.

- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, tales como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones entre las tuberías y los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones entre los componentes del circuito deben ser fácilmente desmontables, mediante bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente del 1% en el sentido de circulación.

Se facilitará la dilatación de las tuberías utilizando cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de las tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con la valvulería y los equipos podrán ser roscadas hasta 2" de diámetro. Para diámetros superiores, las uniones se realizarán mediante bridas.

En ningún caso se permitirá ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.

Las uniones entre tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos, el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, separación y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de la norma UNE 100.152.

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

En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o de impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones

entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

#### *6.3.1.7 Montaje del aislamiento*

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

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

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

#### *6.3.2 Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento*

##### *6.3.2.1 Generalidades*

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m<sup>2</sup>, y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m<sup>2</sup>.

En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100 % de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario)

Vaciado parcial del campo de captadores: Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento pero, dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

Tapado parcial del campo de captadores: En este caso, el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y, a su vez, evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).

Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

Sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

En caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

### **6.3.3 Programa de mantenimiento**

Objeto: El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria.

Criterios generales: Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- Vigilancia
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

#### **6.3.3.1 Plan de vigilancia**

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla 1.

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

|                            | Operación                                 | Frecuencia   | Descripción                                                          |
|----------------------------|-------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Captadores</b>          | Limpieza de cristales                     | A determinar | Con agua y productos adecuados                                       |
|                            | Cristales                                 | 3 meses      | IV. Condensaciones, sustitución                                      |
|                            | Juntas                                    | 3 meses      | IV Agrietamiento y deformaciones                                     |
|                            | Absorbedor                                | 3 meses      | IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.                             |
|                            | Conexiones                                | 3 meses      | IV - Fugas                                                           |
|                            | Estructura                                | 3 meses      | IV - Degradación, indicios de corrosión                              |
| <b>Circuito primario</b>   | Tubería, aislamiento y sistema de llenado | 6 meses      | IV - Ausencia de humedad y fugas                                     |
|                            | Purgador manual                           | 3 meses      |                                                                      |
|                            | Termómetro                                | Diaria       | IV - Temperatura                                                     |
| <b>Circuito secundario</b> | Tubería y aislamiento                     | 6 meses      | IV - Ausencia de humedad y fugas                                     |
|                            | Acumulador solar                          | 3 meses      | Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito |

(\*) IV: Inspección visual

#### 6.3.3.1.1 Plan de mantenimiento preventivo\*

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras que, aplicadas a la instalación, deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente, que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se desarrollan, de forma detallada, las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

### **Sistema de captación**

#### **Equipo Frecuencia Descripción**

Captadores

6 meses

IV - Diferencias sobre el original

IV - Diferencias entre captadores

Cristales IV - Condensaciones y suciedad

Juntas IV - Agrietamiento y deformaciones

Absorbedor IV - Corrosión y deformaciones

Carcasa IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración

Conexiones IV - Aparición de fugas

Estructura IV - Degradación, indicios de corrosión, apriete de tornillos

Captadores (\*) 6 meses

Tapado parcial del campo de captadores

Destapado parcial del campo de captadores

Vaciado parcial del campo de captadores

Llenado parcial del campo de captadores

(\*) IV: Inspección visual

(\*) Estas operaciones se realizarán en caso de optar por las medidas b) y c) del apartado 2.1 de la sección

HE-4 del DB HE Ahorro de energía del CTE.

### **Sistema de acumulación**

#### **Equipo Frecuencia Descripción**

Depósito 24 meses Presencia de lodos en el fondo

Ánodos de sacrificio 12 meses Comprobación del desgaste

Ánodos de corriente impresa 12 meses Comprobación del buen funcionamiento

Aislamiento 12 meses Comprobar que no hay humedad

### **. Sistema de intercambio**

#### **Equipo Frecuencia Descripción (\*)**

Intercambiador de placas

12 meses CF - Eficiencia y prestaciones

12 meses Limpieza

Intercambiador de serpentín

12 meses CF - Eficiencia y prestaciones

12 meses Limpieza

(\*) CF: Control de funcionamiento

### **Circuito hidráulico**

#### **Equipo Frecuencia Descripción (\*)**

Fluido refrigerante 12 meses Comprobar su densidad y pH

Estanqueidad 24 meses Efectuar prueba de presión

Aislamiento exterior 6 meses IV - Degradación, protección de uniones y ausencia de humedad

Aislamiento interior 12 meses IV - Uniones y ausencia de humedad

Purgador automático 12 meses Control de funcionamiento y limpieza

Purgador manual 6 meses Vaciar el aire del botellín

Bomba 12 meses Estanqueidad

Vaso de expansión cerrado 6 meses Comprobación de la presión

Vaso de expansión abierto 6 meses Comprobación del nivel

Sistema de llenado 6 meses CF Actuación

Válvula de corte 12 meses CF Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento

Válvula de seguridad 12 meses Actuación

(\*) IV: Inspección visual

(\*) CF: Control de funcionamiento

### **Sistema eléctrico y de control**

#### **Equipo Frecuencia Descripción (\*)**

Cuadro eléctrico 12 meses Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo

Control diferencial 12 meses CF Actuación

Termostato 12 meses CF Actuación

Verificación del sistema de medida 12 meses CF Actuación

(\*) CF: Control de funcionamiento

### **Sistema de energía auxiliar**

#### **Equipo Frecuencia Descripción (\*)**

Sistema auxiliar 12 meses CF Actuación

Sondas de temperatura 12 meses CF Actuación

(\*) CF: Control de funcionamiento

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del primero a este último, así como la verificación del funcionamiento combinado de ambos sistemas. Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

#### 6.3.3.1.2 Mantenimiento correctivo

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de 'Garantías', cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarios para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

#### 6.3.3.2 Garantías

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas,



disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Así mismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación por escrito, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de:

24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).

48 horas, si la instalación solar no funciona.

Una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de la instalación se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

## 7 PRESUPUESTOS Y MEDICIONES.

| <b>PRESUPUESTO PARCIAL N° 1<br/>INSTALACIÓN SOLAR<br/>TÉRMICA</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                      |               |                  |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|------------------|
| <b>Nº</b>                                                         | <b>UD</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>CANT<br/>IDAD</b> | <b>PRECIO</b> | <b>TOTAL</b>     |
| 1.1                                                               | <b>Ud</b> | <p>A) Descripción: Suministro e instalación de captador solar térmico formado por batería de 8 módulos, compuesto cada uno de ellos de un captador solar térmico plano, con panel de montaje vertical de 1135 x 2115 x 112 mm, superficie útil 2,1 m², rendimiento óptico 0,75 y coeficiente de pérdidas primario 3,993 W/m²·K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 mm de espesor y alta transmitancia (92%), estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS), bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros, absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento, parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación, aislamiento de lana mineral de 60 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido, colocados sobre estructura soporte para cubierta plana. Incluso accesorios de montaje y fijación, conjunto de conexiones hidráulicas entre captadores solares térmicos, líquido de relleno para captador solar térmico, válvula de seguridad, purgador, válvulas de corte y demás accesorios. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo del conjunto. Colocación de la estructura soporte. Colocación y fijación de los paneles sobre la estructura soporte. Conexionado con la red de conducción de agua. Llenado del circuito.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> | 2,00                 | 6.488,02      | <b>12.976,04</b> |
| 1.2                                                               | <b>M</b>  | <p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de llenado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 13/15 mm de diámetro, colocado superficialmente, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica, válvulas de corte, filtro retenedor de residuos, contador de agua y</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1,00                 | 114,66        | <b>114,66</b>    |

|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |       |               |
|-----|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------|
|     |           | <p>válvula de retención. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexasiónado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: 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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |       |               |
| 1.3 | <b>M</b>  | <p>A) Descripción: 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 20/22 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, conexasiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: 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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> | 16,30 | 28,52 | <b>464,88</b> |
| 1.4 | <b>Ud</b> | <p>A) Descripción: 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 26/28 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 21,40 | 32,65 | <b>698,71</b> |

|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |       |               |
|-----|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|---------------|
|     |           | <p>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, conexcionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: 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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>                                                                                                                                                                                |      |       |               |
| 1.5 | <b>M</b>  | <p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 3,7 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, conexcionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: 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.</p> <p>C) Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>D) Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> | 2,00 | 24,63 | <b>135,96</b> |
| 1.6 | <b>Ud</b> | <p>A) Descripción: Suministro e instalación de punto de vaciado de red de distribución de agua, para sistema de climatización, formado por 2 m de tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 26/28 mm de diámetro, colocado superficialmente y válvula de corte. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montado, conexcionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3,00 | 54,05 | <b>162,15</b> |

|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |        |               |
|-----|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|---------------|
|     |           | Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.<br>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |        |               |
| 1.7 | <b>Ud</b> | A) Descripción: Suministro e instalación de electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW, impulsor de tecno polímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; p/p de elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montada, conexiónada y probada.<br>B) Incluye: Replanteo. Colocación de la bomba de circulación. Conexión a la red de distribución.<br>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.                                                                              | 1,00 | 379,31 | <b>379,31</b> |
| 1.8 | <b>Ud</b> | A) Descripción: Suministro e instalación de vaso de expansión cerrado con una capacidad de 12 l, 305 mm de altura, 270 mm de diámetro, con rosca de 3/4" de diámetro y 10 bar de presión, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexiónado y probado.<br>B) Incluye: Replanteo del vaso de expansión. Colocación del vaso de expansión. Conexión del vaso de expansión a la red de distribución.<br>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto<br>E) Incluye: Replanteo. Colocación de la bomba de circulación. Conexión a la red de distribución.<br>F) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>G) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de | 1,00 | 129,22 | <b>129,22</b> |

|                                                    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |        |                  |
|----------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|------------------|
|                                                    |           | unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |        |                  |
| 1.9                                                | <b>Ud</b> | A) Descripción: Suministro e instalación de vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 8 l, presión máxima 10 bares, incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.<br>B) Incluye: Replanteo. Colocación del vaso. Conexión a la red de distribución.<br>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.                                                                             | 1,00 | 74,76  | <b>74,76</b>     |
| 1.11                                               | <b>Ud</b> | A) Descripción: Suministro e instalación de purgador automático de aire con boya y rosca de 1/2" de diámetro, cuerpo y tapa de latón, para una presión máxima de trabajo de 6 bar y una temperatura máxima de 110 °C; incluso elementos de montaje y demás accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Totalmente montado, conexionado y probado.<br>B) Incluye: Replanteo. Colocación del purgador. Conexionado.<br>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.                     | 2,00 | 11,45  | <b>22,90</b>     |
| 1.12                                               | <b>Ud</b> | A) Descripción: Suministro e instalación de centralita de control de tipo diferencial para sistema de captación solar térmica, con protección contra sobre temperatura del captador solar, indicación de temperaturas y fallo técnico, y pantalla LCD retro iluminada, con sondas de temperatura. Totalmente montado, conexionado y probado.<br>B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de los elementos. Conexionado con la red eléctrica.<br>C) Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>D) Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | 1,00 | 679,62 | <b>679,62</b>    |
| <b>TOTAL CAPITULO 1. INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |        | <b>15.838,21</b> |
|                                                    |           | <b>PRESUPUESTO PARCIAL N° 2<br/>EQUIPOS DE<br/>CLIMATIZACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |        |                  |

|                                                   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |           |                  |
|---------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|------------------|
| 2.1                                               | Ud | <p>A) Descripción: EQUIPO TRATAMIENTO AIRE PISCINA CIAT BCP AQUAIR 360</p> <p>Equipo para tratamiento de aire de piscinas climatizadas, marca CIAT, modelo BCP AQUAIR 0360 3U MRC DUAL, con carrocería de panel sándwich, fabricada en chapa de acero galvanizada de 1mm de espesor, con pintura poliéster en exterior e interior y aislamiento de fibra vidrio de 25mm, chasis autoportante y puertas con bisagras para acceso a las distintas secciones de equipo, cierres con junta de goma en todos los paneles y puertas para asegurar la estanqueidad. Condiciones técnicas de 73.5Kg/h de capacidad de deshumectación, potencia calorífica útil en aire/agua (kW) 26.1 /43.5, potencia calórica aire recuperación extracción 43.3 kW, potencia absorbida 27.6 kW, ventilador impulsión 24000 m3/h, presión estática disponible 25 mm.c.a, ventilador retorno 24000 m3/h, presión estática disponible 15 mmm.c.a., condensador de agua con caudal de agua nominal de 7.5m3/h, pérdida de carga 5.1m.c.a. batería de apoyo de agua caliente de 147 kW, caudal nominal de agua 7.4 m3/h y pérdida de carga de 2.6 m.c.a. Incluye recuperación activa del aire de extracción, funcionamiento dual circuito de recuperación reversible, ventiladores plug fan tanto en la impulsión como en el retorno, filtros F6+F8 opcíométricos , detector de filtros sucios, batería de apoyo caliente recubierta de poliuretano, tejadillo para montaje en el exterior, terminal de mantenimiento pGD, tarjeta serial RS485, sonda de calidad de aire ambiente C O 2 de 0 a 2000 ppm, sonda de temperatura y sonda de humedad relativa. Incluye: transporte y colocación en emplazamiento según proyecto, medios auxiliares de transporte y elevación, suministro, colocación y nivelación de los apoyos anfvibrátiles, conexiónada eléctrico de la unidad, suministro y colocación de entubado y cableado de comunicación entre unidades y terminal de mantenimiento, suministro e instalación de desagües de condensados de PVC ¾ sifonados, entubado y cableado de las sondas de CO2, temperatura y HR. Ayudas técnicas y puesta en marcha por el servicio técnico oficial. Medida la unidad instalada. Criterio de medición de proyecto: número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> | 2,00 | 45.430,78 | <b>90.861,56</b> |
| <b>TOTAL CAPITULO 2. EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |           | <b>90.861,56</b> |

|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |       |                 |
|-----|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----------------|
|     |           | <b>PRESUPUESTO PARCIAL N° 3<br/>CONDUCTOS DE<br/>CLIMATIZACIÓN Y DIFUSIÓN<br/>DE AIRE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |       |                 |
| 3.1 | <b>M</b>  | <p>B) Descripción: CONDUCTO CIRCULAR HELICOIDAL. DIÁMETRO 800 mm. MONTAJE EN ALTURA.</p> <p>Conducto circular formado por tubo helicoidal de chapa de acero galvanizada, de 800 mm de diámetro, espesor mínimo de 1.0 mm unión de tramos mediante bridas y manguitos, p.p de estos y de abrazaderas para soportes y cuelgue, incluso ayudas de albañilería y medios de elevación. Medida de longitud ejecutada entre bridas de unión con piezas especiales. Criterio de medición del proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto,</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>UNIDAD 1. 20,38<br/>UNIDAD 2. 20,38</p> | 46,00 | 92,40 | <b>4.250,40</b> |
| 3.2 | <b>Ud</b> | <p>C) CONDUCTO CIRCULAR HELICOIDAL. DIÁMETRO 630 mm. MONTAJE EN ALTURA.</p> <p>Conducto circular formado por tubo helicoidal de chapa de acero galvanizada, de 630 mm de diámetro, espesor mínimo de 0.7 mm unión de tramos mediante bridas y manguitos, p.p de estos y de abrazaderas para soportes y cuelgue, incluso ayudas de albañilería y medios de elevación. Medida de longitud ejecutada entre bridas de unión con piezas especiales. Criterio de medición del proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto,</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>UNIDAD 1. 51,50<br/>UNIDAD 2. 5,5</p>                | 57,00 | 67,43 | <b>3.843,51</b> |
| 3.3 | <b>Ud</b> | <p>D) CONDUCTO CIRCULAR HELICOIDAL. DIÁMETRO 500 mm. MONTAJE EN ALTURA.</p> <p>Conducto circular formado por tubo helicoidal de chapa de acero galvanizada, de 500 mm de diámetro, espesor mínimo de 0.7 mm unión de tramos mediante bridas y manguitos, p.p de estos y de abrazaderas para soportes y cuelgue, incluso ayudas de albañilería y medios de elevación. Medida de longitud ejecutada entre bridas de unión con piezas especiales. Criterio de medición del proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto,</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>UNIDAD 1. 7,5</p>                                    | 15,00 | 42,90 | <b>643,50</b>   |



|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |        |                 |
|-----|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-----------------|
|     |           | UNIDAD 2. 7,5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |        |                 |
| 3.4 | <b>Ud</b> | <p>CONDUCTO RECTANGULAR CHAPA ACERO L.MAX 1,30 M. EXTERIOR.</p> <p>Conducto rectangular, construido con chapa de acero galvanizada de 0.80 mm de espesor plegada en los extremos, diagonales matrizadas, para una dimensión máxima del lado mayor de la sección de 1.30 m, con aislamiento de lana de roca de 5 cm de espesor con barrera de vapor y una densidad de 30 kg/m<sup>3</sup>, chapa protectora de aluminio de 0,6 mm, unión de tramos de 1 como máximo, con bridas de ángulo galvanizado de 25x25x 3 mm, incluso elementos para soporte, junta, cuelgue y ayudas de albañilería. Medida a superficie ejecutada. Incluye: replanteo, montaje y ayudas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: longitud medida según documentación práctica de proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de proyecto.</p> <p>UNIDAD 1. 11,51</p> <p>UNIDAD 2. 29,57</p> | 41,08 | 65,00  | <b>2.670,20</b> |
| 3.5 | <b>Ud</b> | <p>EMBOCADURA CONDUCTO METÁLICO A VENTILADOR, EXTRACTOR.</p> <p>Embocadura de conducto metálico, rectangular o circular a ventilador, extractor o unida de tratamiento de aire, construida con pieza especial de acople de chapa galvanizada, lona antivibratoria y bridas galvanizadas, incluso pequeño material de tornillería y montaje. Medida la unidad instalada. Incluye; replanteo, montaje, fijación de la embocadura a la unidad de ventilación y ayudas.</p> <p>Criterios de medición: se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4,00  | 71,40  | <b>285,60</b>   |
| 3.6 | <b>Ud</b> | <p>TOBERA IMPULSIÓN LARGO ALCANCE DÍA 315. MONTAJE EN ALTURA.</p> <p>Suministro y montaje de tobera de aluminio para impulsión de aire, de largo alcance, tamaño nominal 315 mm, orientable con ángulo de +/- 30° (en todas las direcciones), pintado en color RAL 9010, con plenum de conexión a conducto helicoidal metálico. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Totalmente montada y probada.</p> <p>Incluye; replanteo. Elementos de elevación. Apertura del hueco en el conducto. Fijación del soporte de las toberas al conducto. Colocación de la tobera y ayudas de albañilería.</p> <p>Criterio de mediación de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>                                                                                                                                                                                                         | 30,00 | 176,90 | <b>5.307,0</b>  |

|                  |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |        |                 |
|------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-----------------|
|                  |           | Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutas según especificaciones de Proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |        |                 |
| 3.7              | <b>Ud</b> | <p>REJILLA RETORNO 1000X300 mm LAMAS HORIZONTALES. MONTAJE ALTURA</p> <p>Suministro y montaje de rejilla de retorno de 800x250 mm, de aluminio extruido en su color, con lamas horizontales regulable horizontalmente, fijación mediante tornillos vistos, con marco de montaje de chapa de acero galvanizado, montada en conducto helicoidal metálico.</p> <p>Incluye: Replanteo, elementos de elevación, apertura de hueco en conducto, montaje, fijación rejilla y ayudas albañilería.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de</p> <p>Unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> | 29,00 | 121,01 | <b>3.509,29</b> |
| <b>20.509,50</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |        |                 |

| <b>PRESUPUESTO PARCIAL N° 4<br/>INSTALACIÓN ELÉCTRICA<br/>DE CLIMATIZACIÓN</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                      |               |               |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|---------------|
| <b>N°</b>                                                                      | <b>UD</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>CANT<br/>IDAD</b> | <b>PRECIO</b> | <b>TOTAL</b>  |
| 4.1                                                                            | <b>m</b>  | <p>CIRCUITO TRIFÁSICO 4 X 50 mm<sup>2</sup> + 1x16 mm<sup>2</sup> SUPERFICIE.</p> <p>Circuito trifásico, instalado con cable de cobre de cuatro conductos RZ1-K de 50 mm<sup>2</sup> de sección nominal y un conductor RZ1 de 16 mm, aislado con tubo de PVC doble capa de 63 mm de diámetro, en montaje superficial, incluso p.p de cajas de derivación, grapas, piezas esenciales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado o máquina.</p> <p>Realización de pruebas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación de proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto</p> | 20,00                | 24,72         | <b>491,40</b> |
| 4.2                                                                            | <b>Ud</b> | <p>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTERMICO TETRAPOLAR DE 125 A.</p> <p>Interruptor automático magnetotermico tetrapolar de 125 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Incluso pequeño material de puentes y punteros.</p> <p>Medida la unidad instalada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Unidad medida según documentación gráfica de Proyecto.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,00                 | 391,00        | <b>391,00</b> |

|                                                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |        |               |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|---------------|
|                                                                              |           | Criterio de medición de obra: Se medirá la unidad realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |        |               |
| 4.3                                                                          | <b>Ud</b> | INTERRUPTOR DIFERENCIAL IV, INT.N. 125 A. 0,30 A.<br>Interruptor diferencial IV de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad tipo AC, construido según REBT y normas de la compañía suministrador. Incluso pequeño material de puentes y punteros. Medida la unidad instalada.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad medida según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá la unidad realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.                                     | 1,00 | 658,80 | <b>658,80</b> |
| 4.4                                                                          | <b>Ud</b> | CONTADOR TRIFÁSICO CARRIL DIN.<br>Instalación de contador trifásico de energía eléctrica CEM-C30, con medida indirecta para montaje en carril DIN, con capacidad hasta 500 A, instalado según REBT, incluso tres transformadores unipolares MC1-30, pequeño material de puentes y punteros. Medida la unidad instalada. Criterio de medición de proyecto: Unidad medida según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá la unidad realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto. | 1,00 | 298,19 | <b>298,19</b> |
| <b>TOTAL CAPITULO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CLIMATIZACIÓN.....1.839,39</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |        |               |

| <b>PRESUPUESTO PARCIAL Nº 5<br/>ALBAÑILERÍA</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |               |                 |
|-------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| <b>Nº</b>                                       | <b>UD</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>CANT<br/>IDAD</b> | <b>PRECIO</b> | <b>TOTAL</b>    |
| 5.1                                             | <b>m</b>  | BANCADAS CLIMATIZADORES.<br>Instalación de vigas para soportación de las unidades climatizadoras, formadas por vigas armadas realizadas in situ con hormigón HM-200, armaduras de 8x 16mm/200cm, de 40 cm de ancho, 210 cm de largo y 30 cm de alto, y estribos de 6x8 mm/30cm, con fijación a la cubierta transitable, niveladas y posterior impermeabilización mediante lámina asfáltica soldada en caliente en toda su superficie. Posterior solado por su cara superior de protección de la impermeabilización.<br>Incluye: Replanteo y accesorios. Encofrados. Realización de los soportes. Fijaciones. Impermeabilización.<br>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.<br>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. | 8,00                 | 143,24        | <b>1.145,92</b> |
| 5.2                                             | <b>Ud</b> | RETIRADA RESIDUOS DIST. MÁX. 10km MEC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6,00                 | 69,06         | <b>414,36</b>   |

|                                            |    |                                                                                                                                                                                                                                          |       |      |                 |
|--------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-----------------|
|                                            |    | Retirada de residuos (Equipos, maquinaria, conductos, etc), realizada en camión basculante a una distancia máxima de 10 km, incluso carga con medios mecánicos. Medido el peso en bascula.                                               |       |      |                 |
| 5.3                                        | Ud | PINTURA AL CLORO CAUCHO SOBRE CHAPA. Pintura al cloro caucho sobre conducto de chapa galvanizada sobre conducto de chapa galvanizada, formada por limpieza del soporte, mano de fondo y mano de acabado. Medida la superficie ejecutada. | 227,8 | 3,43 | <b>781,35</b>   |
| <b>TOTAL CAPITULO 5. ALBAÑILERÍA .....</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                          |       |      | <b>2.341,63</b> |

| <b>PRESUPUESTO PARCIAL N° 6<br/>ESTUDIO SEGURIDAD Y<br/>SALUD</b> |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |         |                |
|-------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|----------------|
| Nº                                                                | UD  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | CANT<br>IDAD | PRECIO  | TOTAL          |
| 6.1                                                               | P.A | P.A. Partida alzada de elementos de seguridad, necesarios para la ejecución de los trabajos a realizar, descritos en el Estudio Básico de Seguridad a realizar por Técnico competente así como en su desarrollo y aplicación en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista. Las medidas de protección estimadas incluirán en principio: señalizaciones, protecciones personales y protecciones colectivas, todo ello cumpliendo la reglamentación vigente. Los trabajadores usarán los aseos-vestuarios existentes en el propio edificio como instalaciones de bienestar en obra. | 1,00         | 2.200,0 | <b>2.200,0</b> |
| <b>TOTAL CAPITULO 6. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD.....</b>           |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |         | <b>2.200,0</b> |

| <b>PRESUPUESTO PARCIAL N° 7<br/>CALEFACCIÓN</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |         |                 |
|-------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|-----------------|
| Nº                                              | UD | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CANT<br>IDAD | PRECIO  | TOTAL           |
| 7.1                                             | UD | RECUPERADOR DE CALOR<br>Suministro e instalación de recuperador de calor estático aire-aire, con intercambiador de flujo cruzado, caudal máximo de 1900 m³/h, eficiencia sensible 75%, CFR-PHE+ 400 735PHE0400 4050 2100X1400X680 5.9 75/603% y nivel de presión sonora de 48 dBA en campo libre a 1,5 m, CADB-D 18 H "S&P", con caja de acero | 2,00         | 4.475,0 | <b>8.950,0€</b> |

|                                           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |         |                 |
|-------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|-----------------|
|                                           |           | galvanizado y plastificado, color marfil, con aislamiento, clase B según UNE 23727, soportes antivibratorios, embocaduras de 315 mm de diámetro con junta estanca y filtros G4 con eficacia del 86% ,<br>clase D según UNE 23727, 2 ventiladores centrífugos de doble oído de accionamiento directo con motores eléctricos monofásicos de 3 velocidades de 373 W cada uno, aislamiento F, protección IP 20, caja de bornes externa con protección IP 55. Totalmente montado.<br>Incluye: Montaje de las unidades en los conductos. Colocación de accesorios. Limpieza de las unidades.<br>Criterio de medición de proyecto: Unidad proyectada, según documentación gráfica de Proyecto. |      |         |                 |
| <b>7.2</b>                                | <b>UD</b> | <b>CALDERAS DE BIOMASA.</b><br>Sala de calderas: calderas de biomasa, con todos sus filtros, válvulas y reguladores. Vasos de expansión, intercambiadores de placas, colectores de impulsión de retorno, bombas de circulación, acumuladores de ACS para 3500 litros, conducciones con sus aislantes. Conectado y listo para su funcionamiento. Pellematic Maxi 2 Condens en cascada PES512                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4,00 | 30.608  | <b>122.432€</b> |
| <b>7.3</b>                                | <b>UD</b> | <b>REGULACIÓN Y CONTROL</b><br>Regulación y control: Instalación de regulación y control para instalaciones térmicas que incluye módulos de control en sala de calderas, termostatos ambiente, manómetros y sondas de temperatura, detectores de gas y central de alarmas. Todo conectado y listo para su funcionamiento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,00 | 1.211,0 | <b>1.211,0€</b> |
| <b>TOTAL CAPITULO 7. CALEFACCIÓN.....</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |         | <b>132.593€</b> |

| <b>PRESUPUESTO PARCIAL Nº 8<br/>REFRIGERACIÓN</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                     |                      |               |                 |
|---------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| <b>Nº</b>                                         | <b>UD</b> | <b>DESCRIPCIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                  | <b>CANT<br/>IDAD</b> | <b>PRECIO</b> | <b>TOTAL</b>    |
| <b>8.1</b>                                        | <b>UD</b> | <b>UNIDAD DE CASSETE INTERIOR</b><br>Suministro e instalación de unidad de cassette interior AUY71 de Fujitsu o similar con una potencia calorífica 7850 W y frigorífica de 10000 W, incluida conducción a desagüe mediante bomba y | 1                    | 1.955,3       | <b>8.950,0€</b> |

|                                           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |         |                  |
|-------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------------------|
|                                           |           | tubo de conducción, cable de comunicación<br>FTP categoría 5 y cable eléctrico libre de alógenos incluido p.p. de mano de obra y medios auxiliares.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |         |                  |
| <b>7.2</b>                                | <b>UD</b> | <b>UNIDAD DE CASSETE INTERIOR</b><br>Suministro e instalación de unidad de cassette interior AUY50700 de Fujitsu o similar con una potencia calorífica 7850 W y frigorífica de 15000 W, incluida conducción a desagüe mediante bomba y tubo de conducción, cable de comunicación<br>FTP categoría 5 y cable eléctrico libre de alógenos incluido p.p. de mano de obra y medios auxiliares.                                                  | 2,00 | 2.823,2 | <b>5.646,4€</b>  |
| <b>7.3</b>                                | <b>UD</b> | <b>UNIDAD EXTERIOR PARA CLIMATIZACIÓN</b><br>Suministro e instalación de unidad exterior para climatización AJY126LATF de Fujitsu con tecnología inverter o similar de una Potencia calorífica de 45 KW y de frío 40 KW, instalada en cuarto de instalaciones con conducción del aire expulsado al exterior, gas refrigerante R410A, p.p. de mano de obra incluida, pruebas, puesta en funcionamiento, y sistema en perfecto estado de uso. | 1,00 | 10.000  | <b>10.000€</b>   |
| <b>7.4</b>                                | <b>UD</b> | <b>UNIDAD DE CASSETE INTERIOR</b><br>Suministro e instalación de unidad de cassette interior AUY50700 de Fujitsu o similar con una potencia calorífica 7850 W y frigorífica de 15000 W, incluida conducción a desagüe mediante bomba y tubo de conducción, cable de comunicación<br>FTP categoría 5 y cable eléctrico libre de alógenos incluido p.p. de mano de obra y medios auxiliares.                                                  | 1,00 | 760,05  | <b>760,05</b>    |
| <b>TOTAL CAPITULO 7. CALEFACCIÓN.....</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |         | <b>25.356,4€</b> |

## **RESUMEN DE CAPÍTULOS**

### **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

| <b>Nº CAPÍTULO</b>                              | <b>IMPORTE (€)</b> |
|-------------------------------------------------|--------------------|
| 1 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA                     | 15.838,21          |
| 2 EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN                      | 90.861,56          |
| 3 CONDUCTOS DE CLIMATIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE AIRE | 20.509,50          |
| 4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE CLIMATIZACIÓN        | 1.839,39           |
| 5 ALBAÑILERÍA                                   | 2.341,63           |
| 6 PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD                 | 2.200,00           |
| 7 EQUIPOS DE CALEFACCIÓN                        | 132.593,00         |
| 8 EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN                      | 25.356,40          |
| <b>Presupuesto de ejecución material</b>        | <b>291.539,69€</b> |
| Gastos generales 16 % sobre P.E.M               | 46.646,35          |
| Beneficio industrial 6 % sobre E.M              | 17.492,38          |
| <b>PRESUPUESTO DE CONTRATACIÓN</b>              | <b>335.678,42€</b> |
| I.V.A 21 %                                      | 70.492,46          |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                        | <b>406.170,88€</b> |

**Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS SEIS MIL CIENTO SETENTA CON OCHENTA Y OCHO**

## **8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **8.1 CUMPLIMIENTO DEL R.D. 1627/97 DE 24 DE OCTUBRE SOBRE DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.**

#### **8.1.1 INTRODUCCIÓN**

Se recuerda la responsabilidad de que en cada centro de trabajo exista un Libro de Incidencias para el reconocimiento del Plan. Cualquier anotación que se realice en el Libro de Incidencias deberá utilizarse en concepto de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas.

Así mismo se recuerda que, según el artículo 15º del Real Decreto, los contratistas y subcontratistas deberán asegurar que los trabajadores reciban la información conveniente de todas las medidas de seguridad y salubridad en la edificación.

Antes del comienzo de los labores el promotor deberá realizar un aviso a la representante oficial competente, según modelo incluido en el anexo Iii del Real Decreto.

La notificación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral eficiente deberá ir acompañada del Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud mientras la realización de la obra o cualquier integrante de la Dirección Facultativa, en caso de estimar un peligro grave inmediato para la salvaguardia de los trabajadores, podrá concluir la obra parcial o totalmente, comunicándolo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, al empresario, al subcontratista y a los representantes de los trabajadores.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección Facultativa y del organizador no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas (artículo 11º).

#### **8.1.2 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Se recuerda la obligatoriedad de que en cada centro de trabajo exista un Libro de Incidencias para el seguimiento del Plan. Cualquier anotación que se realice en el Libro de Incidencias deberá ponerse en conocimiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas.

Así mismo se recuerda que, según el artículo 15º del Real Decreto, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban la información adecuada de todas las medidas de seguridad y salud en la obra.



Antes del inicio de los trabajos el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente, según modelo incluido en el anexo III del Real Decreto.

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente deberá ir acompañada del Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier integrante de la Dirección Facultativa, caso de apreciar un riesgo grave inminente para la seguridad de los trabajadores, podrá detener la obra parcial o totalmente, comunicándolo a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, al contratista, al subcontratista y a los representantes de los trabajadores.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas (artículo 11º).

#### **8.1.2.1 PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.**

El artículo 10 del R.D. 1627/1997 establece que se aplicarán los principios de acción preventiva contenidos en el artículo 15º de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) mientras la realización de la obra y, en especial, en las siguientes actividades:

- a) Debemos de conservar una obra limpia y en buen estado.
- b) La elección de la localización de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de circulación.
- c) La administración de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control prematuro a la puesta en servicio y el control habitual de las instalaciones y dispositivos necesarios para la realización de la obra, con objeto de cambiar los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La circunscripción y el acondicionamiento de las zonas de acopio y depósito de los distintos materiales, en exclusivo si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g) El acopio y la exclusión o evacuación de residuos y escombros.
- h) La adaptación, en función del progreso de la obra, del lapso de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i) La colaboración entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra. Los principios de acción preventiva establecidos en el artículo 15º de la Ley 31/95 son los siguientes:

1. El empresario aplicará las medidas que integran la obligación general de prevención, con arreglo a los siguientes principios generales:

a) Sortear los riesgos

b) Valorar los riesgos que no se puedan evitar.

c) Lidar los riesgos en su origen.

d) Acomodar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.

f) Suplir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.

g) Planear la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo y las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

h) Recoger medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

i) Facilitar las debidas instrucciones a los trabajadores.

2. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el instante de encomendarles las tareas.

3. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de avalar que sólo los trabajadores que hayan recibido información bastante y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.

4. La efectividad de las medidas preventivas deberá predecir las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera realizar el trabajador. Para su amparo se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales sólo podrán adoptarse cuando la dimensión de dichos riesgos sea substancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.

5. Podrán acordar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a los socios, cuya diligencia consista en la prestación de su trabajo personal.

### 8.1.2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Sin perjuicio de las prácticas mínimas de Seguridad y Salud aplicables a la obra establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, se enumeran a continuación los riesgos particulares de distintos trabajos de obra, considerando que algunos de ellos pueden darse durante todo el progreso de realización de la obra o bien ser aplicables a otros trabajos.

Deberá prestarse específica atención a los riesgos más usuales en las obras, como por ejemplo caídas, cortes, quemaduras, erosiones y golpes, debiéndose adoptar en cada momento la postura más idónea según el trabajo que se realice.

Además, habrá que tener en cuenta las posibles repercusiones en las estructuras de edificación vecinas y procurar minimizar en todo momento el riesgo de incendio.

Así mismo, los riesgos relacionados deberán tenerse en cuenta en los previsibles trabajos posteriores (reparación, mantenimiento...).

#### 8.1.2.2.1 ALBAÑILERÍA

Se relaciona en este apartado los riesgos propios del trabajo de albañil, desglosados de los intrínsecos de la maquinaria y medios auxiliares que se estudian en apartados específicos.

##### **Riesgos detectables más comunes.**

- Desplome de personas al vacío.
- Desplome de personas a igual nivel.
- Desplome de personas a diferente nivel.
- Desplome de objetos sobre las personas.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- Dermatitis por contactos con el cemento.
- Partículas en los ojos.
- Cortes por utilización de máquinas- herramienta.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos, (cortando ladrillos, por ejemplo).
- Sobreesfuerzos.
- Electrocución.
- Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).

##### **Normas o medidas preventivas tipo.**

- Los huecos existentes en la superficie permanecerán protegidos, para la prevención de caídas.
- Los huecos de una vertical, (bajante por ejemplo), serán destapados para el aplomado correspondiente, concluido el cual, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco, en prevención de los riesgos por ausencia generalizada o parcial de protecciones en el suelo.
- Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

- No se desmontarán las redes horizontales de protección de grandes huecos hasta estar concluidos en toda su altura los antepechos de cerramiento de los dos forjados que cada paño de red protege.

- Los huecos permanecerán asiduamente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, reponiéndose las protecciones deterioradas.

- Se peldañearán las rampas de escalera de forma provisional con peldaños de dimensiones:

- Anchura: mínima 90 cm.
- Huella: mayor de 23 cm.
- Contrahuella: menor de 20 cm.

- Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm., de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

- Se establecerán cables de seguridad amarrados entre los pilares (u otro sólido elemento estructural) en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad, durante las operaciones de replanteo e instalación de miras.

- Se instalará en las zonas con peligro de caída desde altura, señales de “peligro de caída desde altura” y de “obligatorio utilizar el cinturón de seguridad”.

- Todas las zonas en las que haya que trabajar estarán suficientemente iluminadas. De utilizarse portátiles estarán alimentados a 24 voltios, en prevención del riesgo eléctrico.

- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros (cascotes de ladrillo) diariamente, para evitar las acumulaciones innecesarias.

- A las zonas de trabajo se accederá siempre de forma segura. Se prohíben los “puentes de un tablón”.

- Se prohíbe balancear las cargas suspendidas para su instalación en las plantas, en prevención del riesgo de caída al vacío.

- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes (o envoltura de P.V.C.) con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.

- El ladrillo suelto se izará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.

- La cerámica paletizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamiento o caídas al vacío por péndulo de la carga.

- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga de ladrillo en un determinado lugar reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.

- Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar a ellos los mosquetones de los cinturones de seguridad durante las operaciones de ayuda a la descarga de cargas en las plantas.

- Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al afecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

- Los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se polearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.

- Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

- Se prohíbe izar hastiales de gran superficie bajo régimen de vientos fuertes, (pueden derribarlos sobre el personal).

- Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 h.- (si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, pueden derrumbarse sobre el personal).

- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjados si antes no se ha procedido a instalar la red de seguridad, en prevención del riesgo de caída desde altura.

- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjados si antes no se ha procedido a instalar una protección sólida contra posibles caídas al vacío formada por pies derechos y travesaños sólidos horizontales, según el detalle de los planos.

- Se prohíbe saltar del forjado, peto de cerramiento o alféizares, a los andamios colgados o viceversa.

- La construcción desde planta baja en directriz ascendente de la fachada si se realiza desde el interior de la planta se procederá según el siguiente método preventivo:

- 1.<sup>a</sup> Se descenderán las redes a nivel de planta 1.<sup>a</sup> para efectuar el amarre inferior a nivel de calle; sujetando la cuerda de amarre inferior mediante sogas tirantes a los pilares de la planta de calle.

- 2.<sup>a</sup> Se edificarán así protegidas, las plantas baja y 1.<sup>a</sup>.

- 3.<sup>a</sup> Se repetirá el proceso completo hasta cerrar la fachada.

#### **Prendas de protección personal recomendables**

- Casco de polietileno, (preferible con barbuquejo).

- Guantes de P.V.C. o de goma.

- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad, clases A, B o C.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso
- Chaleco reflectante

#### 8.1.2.2.2 FALSOS TECHOS SOBRE GUÍAS

Se estudia en este apartado los formados por chapas o lamas de aluminio, rejillas de hierro y placas de escayola, cartón prensado y asimilados.

#### **Riesgos detectables más comunes**

- Corte por el uso de herramientas manuales.
- Cortes por la manipulación de carriles y guías.
- Golpes durante la manipulación de las planchas, guías y lamas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel, (desde la escalera de mano principalmente).
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.

#### **Normas o medidas preventivas tipo**

- En todo momento se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo para evitar accidentes por tropiezos.
- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla de control de apertura máxima, para evitar accidentes por inestabilidad.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán un ancho mínimo de 60 cm. (3 tablones trabados entre sí, y a las borriquetas).
- La instalación de falsos techos se efectuará desde plataformas ubicadas sobre un andamio tubular, (a más de 2 m, de altura), que estarán recercados de una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- Las plataformas tubulares sobre ruedas no se utilizarán sin, antes de subir a ellas, haber ajustado los frenos de rodadura, para evitar los accidentes por movimientos indeseables.
- Los andamios a construir para la instalación de falsos techos, se montarán sobre borriquetas. Se prohíbe expresamente la utilización de bidones, pilas de materiales, escaleras apoyadas contra los paramentos, etc.
- Las superficies de trabajo para instalar falsos techos sobre rampas y escaleras serán horizontales; se permite el apoyo en el peldaño definitivo y borriqueta, siempre que esta se inmovilice y los tablones se anclen, acúñen, etc.

- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura, en los que amarrar el fiador de los cinturones de seguridad en los tajos próximos a huecos con riesgo de caídas desde altura, (huecos de escalera, patios, etc.).
- Se instalarán redes tensas de seguridad ancladas entre los forjados de alturas correlativas según detalle de planos, para controlar el riesgo de caída desde altura en los tajos de montaje de falsos techos sobre guías, (rampa de escaleras, patios, terrazas, etc.).
- Se prohíbe ascender a escaleras de mano, (apoyadas o de tijera), en descansillos y tramos de escaleras sin estar sujeto el cinturón de seguridad a un punto firme de la estructura.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 200 lux medidos a una altura aproximada de 2m sobre el pavimento.
- La iluminación mediante portátiles se hará con “portalámparas estancos con mango aislante” y “rejilla” de protección de bombilla; la energía eléctrica los alimentará a 24 voltios.
- Se prohíbe expresamente el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

### **FALSOS TECHOS SOBRE GUÍAS**

Se estudia en este apartado los formados por chapas o lamas de aluminio, rejillas de hierro y placas de escayola, cartón prensado y asimilados.

### **Riesgos detectables más comunes**

- Corte por el uso de herramientas manuales.
- Cortes por la manipulación de carriles y guías.
- Golpes durante la manipulación de las planchas, guías y lamas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel, (desde la escalera de mano principalmente).
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobre esfuerzos.

### **Normas o medidas preventivas tipo**

- En todo momento se mantendrán limpios y ordenados los lugares de trabajo para evitar accidentes por tropiezos.
- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla de control de apertura máxima, para evitar accidentes por inestabilidad.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán un ancho mínimo de 60 cm. (3 tablones trabados entre sí, y a las borriquetas).

- La instalación de falsos techos se efectuará desde plataformas ubicadas sobre un andamio tubular, (a más de 2 m, de altura), que estarán recercados de una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

- Las plataformas tubulares sobre ruedas no se utilizarán sin, antes de subir a ellas, haber ajustado los frenos de rodadura, para evitar los accidentes por movimientos indeseables.

- Los andamios a construir para la instalación de falsos techos, se montarán sobre borriquetas. Se prohíbe expresamente la utilización de bidones, pilas de materiales, escaleras apoyadas contra los paramentos, etc.

- Las superficies de trabajo para instalar falsos techos sobre rampas y escaleras serán horizontales; se permite el apoyo en el peldaño definitivo y borriqueta, siempre que esta se inmovilice y los tablones se anclen, acúñen, etc.

- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura, en los que amarrar el fiador de los cinturones de seguridad en los tajos próximos a huecos con riesgo de caídas desde altura, (huecos de escalera, patios, etc.).

- Se instalarán redes tensas de seguridad ancladas entre los forjados de alturas correlativas según detalle de planos, para controlar el riesgo de caída desde altura en los tajos de montaje de falsos techos sobre guías, (rampa de escaleras, patios, terrazas, etc.).

- Se prohíbe ascender a escaleras de mano, (apoyadas o de tijera), en descansillos y tramos de escaleras sin estar sujeto el cinturón de seguridad a un punto firme de la estructura.

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 200 lux medidos a una altura aproximada de 2m sobre el pavimento.

- La iluminación mediante portátiles se hará con “portalámparas estancos con mango aislante” y “rejilla” de protección de bombilla; la energía eléctrica los alimentará a 24 voltios.

- Se prohíbe expresamente el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

- El transporte de guías de longitud superior a los 3 m. Se realizará mediante dos operarios.

- Es obligatorio tener el casco en el lugar de trabajo y su utilización para realizar desplazamientos por la obra.

- Se prohíbe abandonar directamente sobre el pavimento, objetos cortantes y asimilables, para evitar los accidentes por pisada de objetos.



### **Prendas de protección personal recomendables**

Si existiese homologación expresa del Ministerio de Trabajo y S.S., las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Gafas contra proyecciones.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad, clase A, B o C.
- Ropa de trabajo.
- Chaleco reflectante

#### **8.1.2.2.3 INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO**

Las instalaciones de aire acondicionado son conformadas mediante varios sistemas y patentes, pero en síntesis tienen a la óptica prevencionista algunos puntos de riesgo comunes.

### **Riesgos detectables más comunes**

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída al vacío (huecos para ascendentes y patinillos).
- Atrapamiento (entre engranajes, transmisiones, etc. durante las operaciones de puesta a punto o montaje).
- Pisada sobre materiales.
- Quemaduras.
- Cortes por manejo de chapas.
- Cortes por manejo de herramientas cortantes.
- Cortes por uso de la fibra de vidrio.
- Sobreesfuerzos.
- Los inherentes a los trabajos de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.
- Los inherentes a los trabajos sobre cubiertas.
- Los inherentes al tipo de andamios o medio auxiliar a utilizar.
- Dermatitis por contactos con fibras.

#### **8.1.2.2.4 RECEPCIÓN Y ACOPIO DE MATERIAL Y MAQUINARIA**

Normas o medidas preventivas tipo, de aplicación durante los trabajos de recepción y acopio de material y maquinaria de aire acondicionado.

- Se preparará la zona del solar a recibir los camiones, parcheando y compactando los blandones en evitación de vuelcos y atrapamientos.

- La “Enfriadora-Recuperadora y la Bomba de Calor” se izarán con ayuda de balancines indeformables mediante el gancho de la grúa (grúa automotriz, camión grúa, según la carga y situación de la obra. Se posarán en el suelo sobre una superficie preparada “a priori” de tablonos de reparto. Desde este punto se transportará al lugar de acopio o a la cota de ubicación.

- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cabos que sujetarán sendos operarios dirigidos por el Capataz (o Encargado), para evitar los riesgos de atrapamientos, cortes o caídas por penduleo de la carga.

- Se prohíbe expresamente guiar las cargas pesadas directamente con las manos o el cuerpo.

- El transporte o cambio de ubicación horizontal mediante rodillos, se efectuará utilizando exclusivamente al personal necesario (evitar la acumulación de operarios, crea confusión y aumenta los riesgos), que empujará siempre la carga desde los laterales, para evitar el riesgo de caídas y golpes por los rodillos ya utilizados.

- El transporte descendente o ascendente por medio de rodillos transcurriendo por rampas o lugares inclinados se dominará mediante “trácteles”(o “carracas”) que soportarán el peso directo. Los operarios guiarán la maniobra desde los laterales, para evitar los sobreesfuerzos y atrapamientos. El elemento de sujeción se anclará a un punto sólido, capaz de soportar la carga con seguridad.

- Se prohíbe el paso o acompañamiento lateral de transporte sobre rodillos de la maquinaria cuando la distancia libre de paso entre ésta y los paramentos laterales verticales, sea igual o inferior a 60 cm., para evitar el riesgo de atrapamientos por descontrol de la dirección de la carga.

- Los “trácteles” (o carracas”), de soporte del peso del elemento ascendido (o descendido) por la rampa, se anclarán a los lugares destinados para ello, según detalle de planos.

- No se permitirá el amarre a “puntos fuertes” para tracción antes de agotado el tiempo de endurecimiento del

“punto fuerte” según los cálculos, para evitar los desplomes sobre las personas o sobre las cosas.

- El ascenso o descenso a una bancada de posición de una determinada máquina, se ejecutará mediante plano inclinado construido en función de la carga a soportar e inclinación adecuada (rodillos de desplazamiento y “carraca” o “tractel” de tracción amarrado a un “punto fuerte” de seguridad).

- El acopio de los equipos se ubicará en el lugar reseñado en los planos, para evitar interferencias con otras tareas.

- Las cajas-contenedores de los equipos se descargarán flejadas o atadas sobre bateas o plataformas emplintadas, para evitar derrames de la carga.

- Se prohíbe utilizar los flejes como asideros de carga.

- Los bloques de cajas contenedoras de fan-coils etc, una vez situados en la planta se descargarán a mano y se irán repartiendo directamente por los lugares de ubicación para evitar interferencias en los lugares de paso.

- El montaje de la maquinaria en las cubiertas (enfriadora- recuperadora y Bomba de calor), no se iniciará hasta no haber sido concluido el cerramiento perimetral de la cubierta para eliminar el riesgo de caída.

- Se acotará una superficie de trabajo de seguridad, mediante barandillas sólidas y señalización de banderolas a una distancia mínima de 2 m. de los petos de la cubierta (sólo cuando éstas no tengan alturas superiores o iguales a 90 cm. También les es útil una barandilla suplementaria sobre aprietos en la coronación de los muretes de cerramiento).

- Los bloques de chapa (metálica, fibra de vidrio y asimilables) serán descargados flejados mediante gancho de la grúa.

- Las bateas serán transportadas hasta el almacén de acopio gobernadas mediante cabos guiados por dos operarios. Se prohíbe dirigirlos directamente con las manos.

- Los sacos de escayola se descargarán apilados y atados a bateas o plataformas emplintadas. Las bateas serán transportadas hasta el almacén de acopio, gobernadas mediante cabos guiados por dos operarios. Se prohíbe dirigirlos directamente con las manos.

- El almacenado de chapas (metálicas, fiberglas y asimilados de los sacos de escayola y estopas, necesarios para la construcción de los conductos), se ubicarán en los lugares reseñados en los planos para eliminar los riesgos por interferencias en los lugares de paso.

#### 8.1.2.2.5 MONTAJE DE TUBERÍAS

Normas o medidas preventivas tipo, de aplicación durante los trabajos de montaje de tuberías.

- El transporte de tramos de tubería de reducido diámetro, a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma, que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, para evitar los golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados (o iluminados a contraluz).

- Las tuberías pesadas serán transportadas por un mínimo de dos hombres, guiados por un tercero en las maniobras de cambios de dirección y ubicación.

- Los bancos de trabajo se mantendrán en buen estado de uso, evitando la formación de astillas durante la labor. (Las astillas pueden ocasionar pinchazos y cortes en las manos).

- Una vez aplomadas las "columnas", se repondrán las protecciones, de tal forma que dejen pasar los hilos de los "plomos". Las protecciones se irán quitando conforme ascienda la columna montada. Si queda hueco con riesgo de tropiezo o caída por él, se repondrá la protección hasta la conclusión del patinillo.

- Los recortes sobrantes, se irán retirando conforme se produzcan, a un lugar determinado, para su posterior recogida y vertido por las trompas y evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.

- Se prohíbe soldar con plomo en lugares cerrados para evitar respirar atmósferas tóxicas. Los tajos con soldadura de plomo se realizarán bien al exterior, bien bajo corriente de aire.

- La iluminación en los tajos de montaje de tuberías será de un mínimo de 100 lux, medidos a una altura sobre el nivel de pavimento, entorno a los 2 m.

- Se prohíbe "hacer masa" (conectar la pinza), a parte de las instalaciones, en evitación de contactos eléctricos.

- Las botellas, (o bombonas), de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros portabotellas.

- Se evitará soldar (o utilizar el oxicorte), con las bombonas (o botellas) de gases licuados expuestos al sol.

- Se instalarán unos letreros de precaución en el almacén de gases licuados, en el taller de montaje y sobre el acopio de tuberías y valvulería de cobre, con la siguiente leyenda.- NO UTILICE ACETILENO PARA SOLDAR

COBRE O ELEMENTOS QUE LO CONTENGAN; SE PRODUCE "ACETILURO DE COBRE" QUE ES UN

COMPUESTO EXPLOSIVO.

#### 8.1.2.2.6 PUESTA A PUNTO Y PRUEBAS

Normas y medidas preventivas tipo de aplicación durante los trabajos de puesta a punto y pruebas de la instalación de aire acondicionado.

- Antes del inicio de la puesta en marcha, se instalarán las protecciones de las partes móviles, para evitar el riesgo de atrapamientos.

- No se conectará ni pondrán en funcionamiento las partes móviles de una máquina, sin antes haber apartado de ellas herramientas que se estén utilizando, para evitar el riesgo de proyección de objetos o fragmentos.

- Se notificará al personal la fecha de las pruebas en carga, para evitar los accidentes por fugas o reventones.

- Durante las pruebas, cuando deba cortarse momentáneamente la energía eléctrica de alimentación, se instalará en el cuadro un letrero de precaución con la leyenda “NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED”.

- Se prohíbe expresamente la manipulación de partes móviles de cualquier motor o asimilables sin antes haber procedido a la desconexión total de la red eléctrica de alimentación, para evitar los accidentes por atrapamiento.

### **Prendas de protección personal recomendables**

Si existe homologación expresa del Ministerio de Trabajo y S.S., las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno. (Preferible con barbuquejo).
- Guantes de cuero.
- Guantes de P.V.C. o goma.
- Mandil de P.V.C. \_ tajo de escayolas\_.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o de P.V.C., con puntera reforzada y plantillas anti-objetos punzantes o cortantes.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Cinturón de seguridad clases A, B o C.
- Además, en el tajo de soldadura se utilizarán:
- Gafas de soldador (siempre el ayudante).
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de soldadura de mano.
- Mandil de cuero.
- Muñequeras de cuero que cubran los brazos.
- Manoplas de cuero.
- Polainas de cuero.
- Chaleco reflectante.

#### **8.1.2.2.7 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Se recuerda que el montaje de la instalación eléctrica, debe ser directamente ayudado por la albañilería que abrirá, sujetará tubos y cerrará las rozas, recibirá cuadros, enchufes e interruptores. En estas tareas “en común”, puede darse el caso de que sean dos “subcontratas”, la de electricidad y la de albañilería, las que actúen, produciéndose un estado de descontrol de riesgos y Seguridad. Se deberá considerar esta situación a la hora de diseñar el Plan de Seguridad.

### **Riesgos detectables durante la instalación**

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Pinchazos en las manos por manejo de guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del “macarrón protector”.

### **Riesgos detectables durante las pruebas de conexión y puesta en servicio de la instalación más comunes**

- Electrocutación o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutación o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutación o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocutación o quemaduras por punteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc)
- Electrocutación o quemaduras por conexiones directas sin clavijas macho-hembra.
- Explosión de los grupos de transformación durante la entrada en servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

### **Normas o medidas preventivas tipo**

- El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado en los planos.
- En la fase de la obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- La iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m. del suelo.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexión de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo de “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de la misma con una red horizontal de seguridad, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- La realización del cableado, cuelgue y conexión de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios de borriquetas), se efectuará una vez tendida una red tensa de seguridad entre la planta “techo” y la planta de “apoyo” en la que se realizan los trabajos, tal, que evite el riesgo de caída desde altura.

- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, vuelos, etc.) sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas “techo” y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.

- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las

- protecciones de seguridad adecuadas.

- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

- Las herramientas de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado, de forma inmediata.

- Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la “compañía suministradora”, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- La entrada en servicio de las celdas de transformación, se efectuará con el edificio desalojado de personal, en presencia de la Jefatura de la obra y de esta Dirección Facultativa.

- Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

### **Prendas de protección personal recomendables**

- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

- Botas aislantes de la electricidad (conexiones).

- Botas de seguridad.

- Guantes aislantes.

- Ropa de trabajo.

- Cinturón de seguridad.

- Faja elástica de sujeción de cintura.

- Banqueta de maniobra.

- Alfombra aislante.

- Comprobadores de tensión.

- Herramientas aislantes.

- Chaleco reflectante.

### **8.1.2.3 SEGURIDAD PARA LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS EN PRESENCIA DE LÍNEAS**

#### **8.1.2.3.1 ELÉCTRICAS EN SERVICIO**

#### **Normas o medidas preventivas tipo**

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

- No se realizará ninguna labor en proximidad a la línea eléctrica, cuyo corte se ha solicitado, hasta haber comprobado que la toma a tierra de los cables está concluida y el operario de la compañía propietaria de la línea así lo comunique.

- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.



- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan esta obra, queda fijada en 5 m. en zonas accesibles durante la construcción.

- Antes de comenzar los trabajos, se balizará la distancia de seguridad de la línea eléctrica para la construcción del pórtico de protección, según el siguiente procedimiento.

1. Se marcarán mediante (taquímetro, teodolito), alineaciones perpendiculares a la línea a nivel del suelo, a la distancia de 5 m de separación.

2. Sobre cada alineación se marcará a cada lado de la línea, la distancia de 5 m. según los casos, más de

50% del ancho del conjunto del cableado del tendido eléctrico.

3. Sobre los puntos así obtenidos, se levantarán pies derechos (madera preferiblemente) de una altura de 5 m., en los que se habrá pintado una franja de color blanco a esa altura bajo la línea.

- El recorrido de giro del brazo de la grúa torre, quedará limitado al recorrido acotado por la intersección de éste, con la distancia de seguridad marcada en planos.

- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### **Prendas de protección personal recomendables para la realización de los trabajos de protección de la línea eléctrica.**

Si existe homologación expresa del Mº de Trabajo y S.S., las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno aislante para riesgo eléctrico.

- Ropa de trabajo.

- Botas de seguridad aislantes de la electricidad.

- Cinturón de seguridad.

- Guantes de cuero.

- Guantes aislantes de la electricidad.

- Trajes para tiempo lluvioso. Chaleco de seguridad de alta luminosidad

#### **1.4.3.6.- MEDIOS AUXILIARES**

Elementos de uso común en los diferentes procesos y unidades a ejecutar que se desglosan como información en:

\* Andamios en general.

\* Andamios de borriqueta.

\* Andamios metálicos tubulares.

\* Andamios metálicos sobre ruedas.

\* Torretas.

\* Escaleras de mano.

- \* Puntales.

Que se describen a continuación, con sus riesgos comunes y normas de prevención tipo.

#### 8.1.2.3.2 ANDAMIOS EN GENERAL

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caídas a distinto nivel (al entrar o salir).
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Desplome del andamio.
- \* Desplome o caída de objetos (tablones, herramientas, materiales).
- \* Golpes por objetos o herramientas.
- \* Atrapamientos.
- \* Otros.

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Los andamios siempre se arrastrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.
- Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.
- Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio o rodapiés.
- Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.
- Los tablones que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma que puedan apreciarse los defectos por uso y su canto será de 7 cm. como mínimo.
- Se prohíbe abandonar en las plataformas sobre los andamios materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.

- Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombro se recogerá y se descargará en contenedores, con medios apropiados o bien se verterá a través de trompas.

- Se prohíbe fabricar morteros (o asimilables) directamente sobre las plataformas de los andamios.

- La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. en prevención de caídas.

- Se prohíbe expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída.

- Se prohíbe "saltar" de la plataforma andamiada. El paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.

- Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Capataz, Encargado o el vigilante de Seguridad, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.

- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación o sustitución.

- Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra, intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardíacos, etc.) que puedan padecer y provocar accidentes al operario. Los resultados de los reconocimientos se presentarán a la Dirección Facultativa.

#### 8.1.2.3.3 ANDAMIOS DE BORRIQUETAS

Estarán formados por un tablero horizontal de 60 cm. de anchura mínima, colocados sobre dos apoyos en forma de "V" invertida.

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caídas a distinto nivel.
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.
- \* Los derivados del uso de tablonos y madera de pequeña sección o en mal estado (roturas, fallos, cimbreos).

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.

- Las borriquetas de madera estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones y roturas, para eliminar los riesgos por fallos, rotura espontánea y cimbreo.

- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm. para evitar riesgo de vuelcos por basculamiento.

- Las borriquetas no estarán separadas "a ejes" entre sí más de 2'5 m. para evitar las grandes flechas, indeseables para las plataformas de trabajo, ya que aumentan los riesgos al cimbrar.

- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. Se prohíbe expresamente la sustitución de éstas (o alguna de ellas) por "bidones", "pilas de materiales" y asimilables, para evitar situaciones inestables.

- Sobre los andamios sobre borriquetas sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo para evitar las sobrecargas que mermen la resistencia de los tablones.

- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenas limitadoras de la apertura máxima, tales que garanticen su perfecta estabilidad.

- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán una anchura mínima de 60 cm. (3 tablones trabados entre sí), y el grosor del tablón será como mínimo de 7 cm.

- Los andamios sobre borriquetas, independientemente de la altura a que se encuentre la plataforma, estarán cercados de barandillas sólidas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

- Las borriquetas metálicas para sustentar plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura, se arrastrarán entre sí mediante "cruces de San Andrés", para evitar los movimientos oscilatorios que hagan al conjunto inseguro.

- Se prohíbe formar andamios sobre borriquetas metálicas simples cuyas plataformas de trabajo deban ubicarse a 6 o más metros de altura.

- Se prohíbe trabajar sobre escaleras o plataformas sustentadas en borriquetas, apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.

- La madera a emplear será sana, sin defectos ni nudos a la vista, para evitar los riesgos por rotura de los tablones que forman una superficie de trabajo.

#### 8.1.2.3.4 ANDAMIOS METÁLICOS TUBULARES

Se debe considerar para decidir sobre la utilización de este medio auxiliar, que el andamio metálico tubular está comercializado con todos los sistemas de seguridad que lo hacen seguro (escaleras, barandillas, pasamanos, rodapiés, superficies de trabajo, bridas y pasadores de anclaje de los tablones, etc.).

#### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caídas a distinto nivel.

- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Atrapamientos durante el montaje.
- \* Caída de objetos.
- \* Golpes por objetos.
- \* Sobreesfuerzos.

### **Normas o medidas preventivas tipo:**

Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones preventivas:

- No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad (cruces de San Andrés y arriostramientos).
- La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidada será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él el fiador del cinturón de seguridad.
- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos o los arriostramientos correspondientes.
- Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los "nudos" o "bases" metálicas, o bien mediante las mordazas y pasadores previstos, según los modelos comercializados.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.
- Las plataformas de trabajo se limitarán delantera, lateral y posteriormente, por un rodapié de 15 cm.
- Las plataformas de trabajo tendrán montada sobre la vertical del rodapié posterior una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de las bases nivelables sobre tornillo sin fin (husillos de nivelación), con el fin de garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- Los módulos base de los andamios tubulares se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas (elemento auxiliar del propio andamio).
- Se prohíbe expresamente en esta obra el apoyo de los andamios tubulares sobre suplementos formados por bidones, pilas de materiales diversos, "torretas de maderas diversas" y asimilables.

- Las plataformas de apoyo de los tornillos sin fin (husillos de nivelación) de base de los andamios tubulares, si antes no se han cercado con barandillas sólidas de 90 cm. de altura formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

- Todos los componentes de los andamios deberán mantenerse en buen estado de conservación, desechándose aquéllos que presenten defectos, golpes o acusada oxidación.

- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia la cara exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.

- Es práctica corriente el "montaje de revés" de los módulos en función de la operatividad que representa la posibilidad de montar la plataforma de trabajo sobre determinados peldaños de la escalerilla. Se prohíbe esta práctica por insegura.

- Se prohíbe en esta obra el uso de andamios sobre borriquetas (pequeñas borriquetas) apoyadas sobre las plataformas de trabajo de los andamios tubulares.

- Los andamios tubulares se montarán a una distancia igual o inferior a 30 cm. del paramento vertical en el que se trabaja.

- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos sólidamente a los "puntos fuertes de seguridad" previstos en fachadas o paramentos.

- Las cargas se izarán hasta las plataformas de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio tubular.

- Se prohíbe hacer "pastas o prácticas de taller" directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que puedan hacer caer a los trabajadores.

- Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de accidentes por sobrecargas innecesarias.

- Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón ubicado a media altura en la parte posterior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.

#### 8.1.2.3.5 ANDAMIOS METÁLICOS SOBRE RUEDAS

Medio auxiliar conformado como un andamio metálico tubular instalado sobre ruedas en vez de sobre husillos de nivelación y apoyo.

Este elemento suele utilizarse en trabajos que requieren el desplazamiento del andamio.

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caídas a distinto nivel.

- \* Los derivados de desplazamientos incontrolados del andamio.

\* Aplastamientos y atrapamientos durante el montaje.

\* Sobre esfuerzos.

**Normas o medidas preventivas tipo:**

- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.

- Las plataformas de trabajo sobre las torretas con ruedas tendrán la anchura máxima (no inferior a 60 cm.) que permita la estructura del andamio, con el fin de hacerlas más seguras y operativas.

- Las torretas (o andamios) sobre ruedas en esta obra cumplirán siempre con la siguiente expresión, con el fin de cumplir un coeficiente de estabilidad, y por consiguiente, de seguridad.

**h/l I 3**

Donde:

h = a la altura de la plataforma de la torreta.

l = a la anchura menor de la plataforma en planta.

- En la base, a nivel de las ruedas, se montarán dos barras en diagonal de seguridad para hacer el conjunto indeformable y más estable.

- Cada dos bases montadas en altura, se instalarán de forma alternativa -vistas en planta- una barra diagonal de estabilidad.

- Las plataformas de trabajo montadas sobre andamios con ruedas se limitarán en todo su contorno con una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia mediante barras a "puntos fuertes de seguridad" en prevención de movimientos indeseables durante los trabajos que puedan hacer caer a los trabajadores.

- Las cargas se izarán hasta la plataforma de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio o torreta sobre ruedas, en prevención de vuelcos de la carga (o del sistema).

- Se prohíbe hacer "pastas o prácticas de taller" directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que puedan originar caídas de los trabajadores.

- Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de sobrecargas que pudieran originar desequilibrios o balanceos.

- Se prohíbe en esta obra trabajar o permanecer a menos de cuatro metros de las plataformas de los andamios sobre ruedas, en prevención de accidentes.

- Se prohíbe arrojar directamente escombros desde las plataformas de los andamios sobre ruedas. Los escombros (y asimilables) se descenderán en el interior de cubos mediante la garrucha de izado y descenso de cargas.

- Se prohíbe transportar personas o materiales sobre las torretas (o andamios) sobre ruedas durante las maniobras de cambio de posición en prevención de caídas de los operarios.

- Se prohíbe subir a/o realizar trabajos apoyados sobre las plataformas de andamios (o torretas metálicas) sobre ruedas sin haber instalado previamente los frenos antirrodadura de las ruedas.

- Se prohíbe en esta obra utilizar andamios (o torretas) sobre ruedas apoyados directamente sobre soleras no firmes (tierras, pavimentos frescos, jardines y asimilables) en prevención de vuelcos.

#### 8.1.2.3.6 TORRETAS

Entiéndase como tal una pequeña plataforma auxiliar que suele utilizarse como ayuda durante las operaciones de montaje de elementos de cierta singularidad.

**Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caídas de personas a distinto nivel.
- \* Golpes por el canguilón de la grúa.
- \* Sobreesfuerzos por transporte y nueva ubicación.

**Normas o medidas preventivas tipo:**

- Las plataformas presentarán unas dimensiones mínimas de 1'10 por 1'10 m. (lo mínimo necesario para la estancia de dos hombres).
- La plataforma dispondrá de una barandilla de 90 cm. de altura formada por barra pasamanos, barra intermedia y un rodapié de tabla 15 cm. de altura.
- El ascenso y descenso de la plataforma se realizará a través de una escalera.
- El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena o barra siempre que permanezcan personas sobre ella.
- Se prohíbe el transporte de personas o de objetos sobre las plataformas, durante sus cambios de posición, en prevención del riesgo de caída.

#### 8.1.2.3.7 ESCALERAS DE MANO

Este medio auxiliar suele estar presente en todas las obras sea cual sea su entidad. Suele ser objeto de "prefabricación rudimentaria" en especial al comienzo de la obra o durante las fases siguientes.

Estas prácticas son contrarias a la Seguridad y deben impedirse en la obra.

**Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caídas a mismo nivel.
- \* Caídas a distinto nivel.



- \* Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.)
- \* Vuelco lateral por apoyo irregular.
- \* Rotura por defectos ocultos.
- \* Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).

### **Normas o medidas preventivas tipo:**

#### **De aplicación al uso de escaleras de madera:**

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas a la intemperie mediante barnices transparentes para que no oculten los posibles defectos.

#### **De aplicación al uso de escaleras metálicas:**

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra no estarán suplementadas con uniones soldadas.

#### **De aplicación al uso de escaleras de tijera:**

Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados anteriores para las calidades "madera o metal".

- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable) de limitación de apertura máxima.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.

- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre paramentos horizontales.

Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen:

- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.

- Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de Seguridad y firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso. Sobrepasado en 1 m. la altura a salvar, se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.

- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano y apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

- El acceso de operarios a través de las escaleras de mano se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.

- El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

#### 8.1.2.3.8 PUNTALES

Este elemento auxiliar debe ser manejado por personal especializado. El conocimiento del uso correcto de este útil auxiliar está en proporción directa con el nivel de Seguridad.

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales.
- \* Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación.
- \* Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado.
- \* Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.
- \* Atrapamiento de dedos (extensión y retracción).
- \* Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies.
- \* Vuelco de la carga durante operaciones de carga y descarga.
- \* Rotura del puntal por fatiga del material.
- \* Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa).
- \* Deslizamiento del puntal por falta de acúñamiento o de clavazón.
- \* Desplome de encofrados por causa de la disposición de puntales.

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura, y fondo el que se desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.

- La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hinca de "pies derechos" de limitación lateral.

- Se prohíbe expresamente tras las operaciones de trabajo el amontonamiento irregular de los puntales.

- Los puntales se izarán (o descenderán) en paquetes uniformes sobre bateas, flejados, para evitar derrames innecesarios, por los dos extremos; el conjunto se suspenderá mediante aparejo de eslingas.

- Se prohíbe expresamente en esta obra la carga a hombro o más de dos puntales por un sólo hombre en prevención de sobreesfuerzos.

- Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombre con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilización de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.

- Los tablonos durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñarán. Los puntales siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.

- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda para conseguir una mayor estabilidad.

- El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíben las sobrecargas puntuales.

#### **Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales de madera:**

- Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
- Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
- Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
- Se acuñarán con doble cuña de madera superpuesta en la base, clavándose entre sí.

- Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir solicitaciones a flexión.
- Se prohíbe expresamente en esta obra el empalme o suplementación con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y asimilables) de los puntales de madera.

- Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.

#### **Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales metálicos:**

- Tendrán la longitud adecuada para la emisión a realizar.
- Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).

- Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
- Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
- Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

#### 8.1.2.3.9 MAQUINARIA

##### **\* MAQUINARIA EN GENERAL**

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Vuelcos
- \* Hundimientos
- \* Choques.
- \* Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- \* Ruido.
- \* Explosión e incendios.
- \* Atropellos.
- \* Cortes.
- \* Golpes y proyecciones.
- \* Contactos con la energía eléctrica.
- \* Los inherentes al propio lugar de utilización.
- \* Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (Cortadoras, sierras, compresores, etc).
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento si carcasa o con deterioros importantes de estas.
- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministros.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda:  
"MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

- La misma persona que instale el letrero de aviso "máquina averiada", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.

- Sólo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina herramienta.

- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.

- La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándose en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.

- Los ganchos del cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.

- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.

- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.

- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

- Los aparatos de izar a emplear estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta, y giro con interferencia.

- Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transporte de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.

- La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de fibra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.

- Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.

- Los cables empleados directa y auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la señal por el Vigilante de Seguridad, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más 5% de hilos rotos.

- Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".

- Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados.

- Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.

- Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.

- Se prohíbe, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.

- Todas las máquinas con alimentación base de energí eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.

- Los carriles para desplazamiento, estarán limitados, a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.

- Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas, montacargas, etc.

- Semanalmente, el Vigilante de Seguridad, revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grúa torre dando cuenta de ello a la Jefatura de Obra, y ésta, a la Dirección Facultativa.

- Se revisarán semanalmente por el Vigilante de Seguridad, el estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Jefe de Obra, y este a la Dirección Facultativa.

- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por el fabricante de la máquina.

#### **\* MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL**

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Vuelco.

- \* Atropello.

- \* Atrapamiento

- \* Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos etc..)

- \* Vibraciones

- \* Ruido

- \* Polvo ambiental

- \* Caídas al subir o bajar de la máquina

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Las máquinas para los movimientos de tierra, estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco, antiimpactos y un extintor, serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.

- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello; el transporte de personas sobre las máquinas, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos, las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.

- Se instalará topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.

- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. de la excavación.

#### **\* PALA CARGADORA (SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS)**

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Atropello.
- \* Vuelco de la máquina.
- \* Choque contra otros vehículos.
- \* Quemaduras (trabajos de mantenimiento)
- \* Atrapamientos.
- \* Caída de personas desde la máquina.
- \* Golpes.
- \* Ruido propio y de conjunto.
- \* Vibraciones.

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

- No se admitirán en obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha, la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

- La cuchara, durante los transporte de tierra, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse, con la máxima estabilidad.

- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marcas cortas.

- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

- Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara e izar personas para acceder a trabajos puntales utilizando la cuchara.

- Las máquinas a utilizar, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos:

**Normas de actuación preventiva para los maquinistas.**

- Para subir o bajar de la máquina,. utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitará lesiones por caída.

- No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros, evitará accidentes por caída.

- Suba y baje de la maquinaria de forma frontal asiéndose con ambas manos; es más seguro.

- No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.

- No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.

- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina, pueden provocar accidentes, o lesionarse.

- No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería. Repárela primero, luego reinicie el trabajo.

- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.

- No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.

- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

**\* RETROEXCAVADORA**



**Riesgos detectables más comunes:**

- \* Atropello.
- \* Vuelco de la máquina.
- \* Choque contra otros vehículos.
- \* Quemaduras (trabajos de mantenimiento)
- \* Atrapamientos.
- \* Caída de personas desde la máquina
- \* Golpes.
- \* Ruido propio y de conjunto.
- \* Vibraciones.

**Normas o medidas preventivas tipo:**

- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán en obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerán lo más baja posible para poder desplazarse, con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara, e izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día y estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe el peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina, prohibiéndose en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.
- Se prohíbe en esta obra utilizar la retroexcavadora con una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.

- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.

- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos:

#### **Normas de actuación preventiva para los maquinistas**

- Para subir o bajar de la máquina utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitará lesiones por caída.

- No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros, evitará accidentes por caída.

- Suba y baje de la maquinaria de forma frontal asiéndose con ambas manos; es más seguro.

- No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.

- No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.

- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina, pueden provocar accidentes, o lesionarse.

- No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería. Repárela primero, luego reinicie el trabajo.

- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, para el motor, ponga el freno y bloquee la máquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.

- No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.

- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

#### **\* CAMIÓN BASCULANTE**

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Atropello a personas (entrada, salida, etc..)

- \* Choques contra otros vehículos.

- \* Vuelco del camión.

- \* Caída (al subir o bajar de la caja)

- \* Atrapamiento (apertura o cierre de la caja).

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Los camiones dedicados al transporte de tierras en obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

- Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución auxiliado por las señales de un miembro de la obra.

- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo, este quedará frenado y calzado con topes.

- Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos de sobrecarga.

- El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.

#### **\* DUMPER MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO**

Este vehículo suele utilizarse para la realización de transportes de poco volumen (masas, escombros, tierras).

Se tomarán las precauciones, para que el conductor esté provisto de carnet de conducir clase B como mínimo, aunque no deba transitar por la vía pública.

#### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Vuelco de la máquina durante el vertido.

- \* Vuelco de la máquina en tránsito

- \* Atropello de personas.

- \* Choque por falta de visibilidad.

- \* Caída de personas transportadas.

- \* Golpes con la manivela de puesta en marcha.

#### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.

- Se prohibirá circular por pendientes o rampas superiores 20% en terrenos húmedos y del 30% en terrenos secos.

- Establecer una vías de circulación cómodas y libres de obstáculos señalizando las zonas peligrosas.

- En las rampas por las que circulen estos vehículos existirá al menos un espacio libre de 70 cm. sobre las partes más salientes de los mismos.

- Cuando se deje estacionado el vehículo se parará el motor y se accionará al freno de mano. Si está en pendiente, además se calzarán las ruedas.

- En el vertido de tierras, u otro material, junto a zanjas y taludes deberá colocarse un tope que impida el avance del dumper más allá de una distancia prudencial al borde del desnivel, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud. Si la descarga es lateral, dicho tope se prolongará en el extremo más próximo al sentido de circulación.

- En la puesta en marcha, la manivela debe cogerse colocando el pulgar del mismo lado que los demás dedos.

- La manivela tendrá la longitud adecuada para evitar golpear partes próximas a ella.
- Deben retirarse del vehículo, cuando se deje estacionado, los elementos necesarios que impidan su arranque, en prevención de que cualquier otra persona no autorizada pueda utilizarlo.
- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha, observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dumper.
- Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.
- En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablonos y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dumper.
- Se limita la circulación de los dumperes a velocidades superiores a los 20 Km por hora.
- Los conductores de dumperes de esta obra estarán en posesión del carnet de clase B, para poder autorizados a su conducción.
- El conductor del dumper no debe permitir el transporte de pasajeros sobre el mismo, estará directamente autorizado por persona responsable para su utilización y deberá cumplir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra y, en general, se atenderá al Código de Circulación.
- En caso de cualquier anomalía observada en su manejo se pondrá en conocimiento de su inmediato superior, con el fin de que se tomen las medidas necesarias para subsanar dicha anomalía.
- Nunca se parará el motor empleando la palanca del descompresor.
- La revisión general del vehículo y su mantenimiento, deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante. Es aconsejable la existencia de una manual de mantenimiento preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente del vehículo.

#### **\* GRÚA MÓVIL**

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Vuelco.
- \* Atrapamientos.
- \* Caída al subir o bajar a la zona de mandos.
- \* Atropello de personas.
- \* Desplome de la carga.
- \* Golpes por la carga o paramentos (verticales u horizontales).

##### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzas inmovilizadoras en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.

- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista.

- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pastillas de seguridad.

- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante de la grúa, en función de la extensión brazo-grúa.

- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.

- Las rampas para el acceso no superarán inclinaciones del 20% como norma general, en prevención de los riesgos de atoramientos o vuelco.

- Se prohíbe realizar tiras sesgadas de la carga y su arrastre. Las cargas en suspensión se guiarán mediante cabos de gobierno para evitar golpes y balanceos.

- Se prohíbe la permanencia de personas en torno a la grúa a distancias inferiores a 5 m. y la permanencia bajo las cargas en suspensión.

- El conductor de la grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

- Al personal encargado del manejo de la grúa se le hará entrega de la siguiente normativa de seguridad. Del recibí, se dará cuenta a la Dirección Facultativa.

**Normas de seguridad para la operadora de la grúa móvil.**

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros propensos a hundimientos. Pueden volcar y sufrir lesiones.

- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.

- No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista, tras la máquina pueden haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.

- Suba y baje de la grúa por los lugares previstos para ello. Evitará las caídas.

- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina.

- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado. Sobre todo, no permita que nadie toque la grúa, puede estar cargada de electricidad.

- No haga por sí solo maniobras en espacios angostos, pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.

- Asegúrese la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento, póngalo en posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.

- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.

- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y, en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.

- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras. Evitará accidentes.

- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.

- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos pueden resultar problemáticos y difícil de gobernar.

- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, en la posición más segura.

- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.

- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.

- Antes de izar una carga compruebe en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en ella, puede volcar.

- Respete siempre las tablas, rótulos y señales advertidas en la máquina y haga que las respete el resto del personal.

- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.

- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado. Evitará accidentes.

- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Puede provocar accidentes.

- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas o estribos defectuosos o dañados. No es seguro.

- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos pasen el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito.

- Utilice siempre las prendas de protección que se indiquen en la obra.

- Respete las señales de tráfico o señalización interior.

- Si desea abandonar la cabina de la grúa, utilice el casco de seguridad que le será entregado.

#### **\* HORMIGONERAS**

##### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.).

- \* Contactos con la energía eléctrica.

- \* Sobreesfuerzos.
- \* Golpes por elementos móviles.
- \* Polvo ambiental.
- \* Ruido ambiental.

**Normas o medidas preventivas tipo:**

- Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto.
- Las hormigoneras a utilizar tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión - correas, corona y engranajes- para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

**\* SIERRA CIRCULAR DE MESA**

Se trata de una máquina versátil y de gran utilidad en obra, con alto riesgo de accidente, que suele utilizar cualquiera que la necesite.

**Riesgos detectables más comunes:**

- \* Cortes.
- \* Golpes por objetos.
- \* Atrapamientos.
- \* Proyección de partículas.
- \* Emisión de polvo.
- \* Contacto con la energía eléctrica.

**Normas o medidas preventivas tipo:**

- Las sierras circulares no se ubicarán a distancias inferiores a 3 m., (como norma general) del borde de las losas, con la excepción de los que estén efectivamente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).
- Las máquinas de sierra circular a utilizar estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:
  - \* Carcasas de cubrición del disco.
  - \* Cuchillo divisor del corte.
  - \* Empujador de la pieza a cortar y guía.
  - \* Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.

\* Interruptor estanco.

\* Toma de tierra.

- Se prohíbe expresamente dejar en suspensión del gancho de las grúas las mesas de sierra durante los períodos de inactividad.

- El mantenimiento de las mesas sierra será realizado por personal especializado para tal menester, en prevención de los riesgos por impericia.

- La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar se realizará mediante mangueras antihumedad dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución para evitar los riesgos eléctricos.

- Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

- Se limpiará de productos procedentes de los cortes los aledaños de las mesas de sierra circular, mediante barrido y apilado para carga sobre bateas emplintadas (o para su vertido mediante las trompas de vertido).

- En esta obra, al personal autorizado para el manejo de la sierra de disco (bien sea para corte de madera o para corte cerámico) se le entregará la siguiente normativa de actuación. El justificante del recibí se entregará a la Dirección Facultativa o Jefatura de Obra.

#### **Normas de seguridad para el manejo de la sierra de disco**

- Antes de poner la máquina en servicio compruebe que no está anulada la conexión a tierra. En caso afirmativo, avise al Vigilante de Seguridad.

- Compruebe que el interruptor eléctrico es estanco. En caso de no serlo, avise al Vigilante de Seguridad.

- Utilice el empujador para manejar la madera; considere que de no hacerlo puede perder los dedos de sus manos. Desconfíe de su destreza. Esta máquina es peligrosa.

- No retire la protección del disco de corte. El empujador llevará la pieza donde usted desee y a la velocidad que usted necesita. Si la madera "no pasa", el cuchillo divisor está mal montado. Pida que se lo ajusten.

- Si la máquina, inopinadamente se detiene, retírese de ella y avise al Vigilante de Seguridad para que sea reparada. No intente realizar ni ajustes ni reparaciones.

- Compruebe el estado del disco, sustituyendo los que estén fisurados o carezcan de algún diente.

- Para evitar daños en los ojos solicite se le provea de unas gafas de seguridad antiproyección de partículas y úselas siempre cuando tenga que cortar.

- Extraiga previamente todos los clavos o partes metálicas hincadas en la madera que desee cortar. Puede fracturarse el disco o salir despedida la madera de forma descontrolada, provocando accidentes serios.



**En el corte de piezas cerámicas:**

- Observe que el disco para corte cerámico no esté fisurado. De ser así, solicite al Vigilante de Seguridad que se cambie por otro nuevo.
- Efectúe el corte a ser posible a la intemperie -o en un local muy ventilado- y siempre protegido con una mascarilla de filtro mecánico recambiable.
- Efectúe el corte a sotavento. El viento alejará de usted las partículas perniciosas.
- Moje el material cerámico antes de cortar, evitará gran cantidad de polvo.

**VIBRADOR****Riesgos detectables más comunes:**

- \* Descargas eléctricas.
- \* Caídas desde altura durante su manejo.
- \* Caídas a distinto nivel del vibrador.
- \* Salpicaduras de lechada en ojos y piel.
- \* Vibraciones.

**Normas preventivas tipo:**

- Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
- Se procederá a la limpieza diaria del vibrador luego de su utilización.
- El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
- Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

**EQUIPO SOLDADURA ELÉCTRICA****Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caída desde altura.
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Atrapamientos entre objetos.
- \* Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- \* Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- \* Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- \* Quemaduras.
- \* Contacto con la energía eléctrica.
- \* Proyección de partículas.

**Normas o medidas preventivas tipo:**

- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.

- Los portaelectrodos a utilizar en esta obra tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.

- Se prohíbe expresamente la utilización de portaelectrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.

- El personal encargado de soldar estará homologado y especialista en estas tareas.

- A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se le entregará la siguiente lista de medidas preventivas; del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa.

### **Normas de prevención de accidentes para los soldadores**

- Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud. Protégase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.

- No mire directamente al arco voltaico. La intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos.

- No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida pueden producirle graves lesiones en los ojos.

- No toque las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras serias.

- Suelde siempre en un lugar bien ventilado, evitará intoxicaciones y asfixia.

- Antes de comenzar a soldar, compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Les evitará quemaduras fortuitas.

- No deje la pinza directamente en el suelo o sobre la perfilaria. Deposítela sobre un portapinzas, evitará accidentes.

- Pida que le indiquen cuál es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará tropiezos y caídas.

- No utilice el grupo sin que le instalen el protector de clemas. Evitará el riesgo de electrocución.

- Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.

- No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque "salte" el disyuntor diferencial. Avise al

Vigilante de Seguridad para que revise la avería. Aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro.

- Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamientos a otro lugar).

- Compruebe, antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.

- No utilice mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente, solicite que se las cambien, evitará accidentes.

- Escoja el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar.

- Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.

- Utilice aquellas prendas de protección personal que se le recomienden, aunque le parezcan incómodas o poco prácticas. Considere que sólo se pretende que usted no sufra accidentes.

## **EQUIPO SOLDADURA AUTÓGENA - OXICORTE**

### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Caídas desde altura.

- \* Caídas al mismo nivel.

- \* Atrapamientos entre objetos.

- \* Aplastamientos de manos y/o pies por objetos pesados.

- \* Quemaduras.

- \* Explosión.

- \* Incendio.

- \* Heridas en los ojos por cuerpos extraños.

- \* Pisadas sobre objetos o materiales punzantes.

### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- El suministro y transporte interno en obra de las botellas o bombonas de gases licuados, se efectuará según las siguientes condiciones:

- 1.- Estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora.

- 2.- No se mezclarán botellas de gases distintos.

- 3.- Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.

- 4.- Los puntos 1, 2 y 3 se cumplirán tanto por bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.

- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.

- Se prohíbe en esta obra la utilización de botellas o bombonas de gases licuados en posición horizontal o en ángulo menor de 45 grados y el abandono antes o después de su utilización de las botellas o bombonas de gases licuados.

- Las botellas de gases licuados se acopiarán separados (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distribución expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.

- Los mecheros para soldadura mediante gases licuados en esta obra, estarán dotados de válvulas antirretroceso de llama, en prevención del riesgo de explosión. Dichas válvulas se instalarán en ambas conducciones y tanto a la salida como a la entrada del soplete.

- A todos los operarios de soldaduras oxiacetilénica o de oxicorte se les entregará el siguiente documento de prevención, dando cuenta de la entrega a la Dirección Facultativa o Jefatura de Obra.

**Normas de prevención de accidentes para la soldadura oxiacetilénica y el oxicorte**

- Utilice siempre carros portabotellas, realizará el trabajo con mayor seguridad y comodidad.

- Evite que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura. Eliminará posibilidades de accidentes.

- Por incómodas que puedan parecerle las prendas de protección personal, están ideadas para conservar su salud. Utilice todas aquellas que el Vigilante de Seguridad le recomiende. Evitará lesiones.

- No incline las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso.

- No utilice las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso si caen y ruedan de forma descontrolada.

- Antes de encender el mechero, compruebe que estén correctamente hechas las conexiones de las mangueras. Evitará accidentes.

- Antes de encender el mechero, compruebe que están instaladas las válvulas antirretroceso, evitará posibles explosiones.

- Si desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, sumérjalas bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas le delatarán la fuga. Si es así, pida que le suministren mangueras nuevas sin fugas.

- No abandone el carro portabotellas en el tajo si debe ausentarse. Cierre el paso de gas y llévelo a un lugar seguro, evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.

- Abra siempre el paso del gas mediante la llave propia de la botella. Si utiliza otro tipo de herramientas puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia no podrá controlar la situación.

- No permita que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados. Evitará posibles explosiones.

- No deposite el mechero en el suelo. Solicite que le suministren un "portamecheros" al Vigilante de Seguridad.

- Estudie o pida que le indiquen cual es la trayectoria más adecuada y segura para que usted tienda la manguera, evitará accidentes. Considere siempre que un compañero puede tropezar y caer por culpa de las mangueras.

- Una entre sí las mangueras de ambos gases mediante cinta adhesiva. Las manejará con mayor seguridad y comodidad.

- No utilice mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.

- No utilice acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre, por poco que le parezca que contienen, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo. El acetiluro es cobre.

- Si debe mediante el mechero desprender pinturas, pida que le doten de mascarilla protectora y asegúrese de que le dan los filtros específicos químicos para los compuestos de la pintura que va usted a quemar. No corra riesgos innecesarios.

- Si debe soldar sobre elementos pintados, o cortarlos, procure hacerlo al aire libre o en un local bien ventilado:

No permita que los gases desprendidos puedan intoxicarle

- Pida que le suministren carretes donde recoger las mangueras una vez utilizadas; realizará el trabajo de forma más cómoda y ordenada y evitará accidentes.

- No fume cuando esté soldando o cortando, ni tampoco cuando manipule los mecheros y botellas. No fume en el almacén de las botellas. No lo dude, el que usted y los demás no fumen en las situaciones y lugares citados, evitará la posibilidad de graves accidentes y sus pulmones se lo agradecerán.

#### **\* MÁQUINAS-HERRAMIENTA EN GENERAL**

En este apartado se consideran globalmente los riesgos y prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., de una forma muy genérica.

#### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Cortes.
- \* Quemaduras.
- \* Golpes.
- \* Proyección de fragmentos.
- \* Caída de objetos.
- \* Contacto con la energía eléctrica.
- \* Vibraciones.
- \* Ruido.

### **Normas o medidas preventivas colectivas tipo:**

- Las máquinas-herramienta eléctricas a utilizar estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramienta estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería se entregarán al Vigilante de Seguridad para su reparación.
- Las máquinas-herramienta no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán unas carcasas de protección de motores eléctricos conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos, la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramienta al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia; dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro abandonadas en el suelo, o en marcha, aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes

### **HERRAMIENTAS MANUALES**

#### **Riesgos detectables más comunes:**

- \* Golpes en las manos y en los pies.
- \* Cortes en las manos.
- \* Proyección de partículas.
- \* Caídas al mismo nivel.
- \* Caídas a distinto nivel.

### **Normas o medidas preventivas tipo:**

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.

- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que haya de utilizar.

#### **8.1.2.4 RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE LOS TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES (Anexo II del R.D. 1627/1997).**

No procede.

#### **1.4.3.9.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.**

- Organización y planificación de los trabajos para evitar interferencias entre los distintos trabajos y circulaciones dentro de la obra.
- Señalización de las zonas de peligro.
- Prever el sistema de circulación de vehículos y su señalización, tanto en el interior de la obra como en relación a los viales exteriores.
- Dejar una zona libre alrededor de la zona excavada para el paso de maquinaria.
- Inmovilización de camiones mediante cuñas y/o topes durante las tareas de carga y descarga.
- Respetar las distancias de seguridad con las instalaciones existentes.
- Los elementos de las instalaciones deben estar con sus protecciones aislantes.
- Cimentación correcta de la maquinaria de obra.
- Montaje de grúas realizado por una empresa especializada, con revisiones periódicas, control de la carga máxima, delimitación del radio de acción, frenos, bloqueo, etc.
- Revisión periódica y mantenimiento de maquinaria y equipos de obra.
- Sistema de riego que impida la emisión de polvo en gran cantidad.
- Comprobación de la adecuación de las soluciones de ejecución al estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas).
- Comprobación de apuntalamientos, condiciones de entibado y pantallas de protección de zanjas.
- Utilización de pavimentos antideslizantes.
- Colocación de barandillas de protección en lugares con peligro de caída.
- Colocación de mallazos en agujeros horizontales.
- Protección de agujeros y fachadas para evitar la caída de objetos (redes, lonas).
- Uso de canalizaciones para la evacuación de escombros, correctamente instaladas.
- Uso de escaleras de mano, plataformas de trabajo y andamios.
- Colocación de plataformas de recepción de materiales en las plantas altas.

#### **1.4.3.10.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.**

- Utilización de mascarillas y gafas homologadas contra el polvo y/o proyección de partículas.
- Utilización de calzado de seguridad.
- Utilización de casco homologado.
- En todas las zonas elevadas en las que no existan sistemas fijos de protección deberán establecerse puntos de anclaje seguros para poder sujetar el cinturón de seguridad homologado, cuya utilización será obligatoria.
- Utilización de guantes homologados para evitar el contacto directo con materiales agresivos y minimizar el riesgo de cortes y pinchazos.
- Utilización de protectores auditivos homologados en ambientes excesivamente ruidosos.
- Utilización de mandiles.
- Sistemas de sujeción permanente y de vigilancia por más de un operario, en los trabajos con peligro de intoxicación. Utilización de equipos de suministro de aire.

#### **1.4.3.11.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN A TERCEROS.**

- Vallado, señalización y alumbrado de la obra. En el caso de que el vallado invada la calzada debe preverse un paso protegido para la circulación de peatones. El vallado ha de impedir que personas ajenas a la obra puedan entrar en ella.
- Prever el sistema de circulación de vehículos tanto en el interior de la obra como en relación a los viales exteriores.
- Inmovilización de camiones mediante cuñas y/o topes durante las tareas de carga y descarga.
- Comprobación de la adecuación de las soluciones de ejecución al estado real de los elementos (subsuelo, edificaciones vecinas).
- Protección de huecos y fachadas para evitar la caída de objetos (redes, lonas).

#### **1.4.4.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DESPUES DE OBRA**

El artículo 6.3 del R.D. 1627/97 de 18 de Julio indica la obligatoriedad de contemplar también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día los previsibles trabajos posteriores de mantenimiento.

Así pues se requerirá la utilización de los equipos de seguridad necesarios para los trabajos de mantenimiento, en las instalaciones de aire acondicionado objeto de este estudio, establecidos y evaluados en el punto

1.4.3 de este Estudio, en el que quedan perfectamente definidas las necesidades, en materia de seguridad, de cada instalación.



Serán de aplicación específica a este particular las operaciones de supervisión del funcionamiento de los equipos en la azotea del edificio con la limpieza de filtros, medición de los parámetros de funcionamiento característicos, etc, etc. Deberán disponerse, por lo tanto, los medios de protección necesarios para trabajos al exterior en la azotea frente al riesgo de caídas, manipulación de partes móviles de las máquinas, y demás trabajos propios del mantenimiento detallados en el apartado concreto del punto 1.4.3. de este estudio básico.

#### **1.4.5.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.**

La empresa certificará que realiza las inspecciones médicas periódicas. Se dispondrá de un botiquín cuyo contenido será el especificado en la normativa vigente suficiente para atender primeros auxilios.

Se informará, al inicio de la obra, de la situación de los distintos centros médicos a los que se deberá trasladar los accidentados. Es conveniente disponer en la obra, y en un lugar bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar el rápido traslado de los posibles accidentados.

#### **1.4.6.- FORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD.**

El Plan establecerá el programa de formación de los trabajadores y asegurará que conozcan el mismo.

La formación se realizará por un técnico de seguridad.

#### **1.4.7.- NORMATIVA APLICABLE.**

Las obras objeto del presente Estudio Básico de Seguridad estarán reguladas a lo largo de su ejecución por los textos que a continuación se citan, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

- Ley De Prevención De Riesgos Laborales 8 De Noviembre 1.995.

- Disposiciones Mínimas De Seguridad Y Salud En Las Obras De Construcción. Rd 1627/97 De 24 Octubre.

- Ordenanza De Trabajo Para Las Industrias De La Construcción, Vidrio Y Cerámica De 28 De Agosto De

1.970, Con Especial Atención A:

- Art. 165 A 176 - Disposiciones Generales.
- Art. 183 A 291 –Construcción En General.
- Art. 334 A 341 - Higiene En El Trabajo.

- Convenio Colectivo Del Grupo De Construcción Y Obras Públicas De Valencia.
- Pliego De Condiciones Técnicas De La Dirección General De Arquitectura.
- Ordenanzas Municipales Sobre El Uso Del Suelo Y Edificación De Valencia.
- Otras Disposiciones De Aplicación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. B.O.E. 9-10-73, instrucciones complementarias.
- Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de Aparatos de Elevación. B.O.E. 7-7-88.
- Reglamento de Régimen Interno de la Empresa Constructora.
- Ley 8/1.988 de 7 de Abril sobre Infracción y Sanciones de Orden Social.
- Real Decreto 1495/1.986 de 26 de Mayo sobre Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de Abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/ 1997 de 14 de Abril sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997 de 12 de Mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997 de 12 de Mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Orden de 27 de junio de 1997 por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con las condiciones de acreditación a las entidades especializadas como Servicios de Prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoria del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.

- Real Decreto 949/97 de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de Octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de Noviembre por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intercomunitaria de los equipos de protección individual (modificación Real Decreto 159/1995 de 3 de Febrero).
- Real Decreto 1535/1992 de 27 de Noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (modificado por Real Decreto 56/1995 de 20 de Enero).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo