



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

AGRADECIMIENTOS

No quería comenzar este trabajo de fin de grado sin antes agradecer a todas las personas que me han ayudado y apoyado todos estos años en mi estancia en la universidad, tanto en los buenos como en los malos momentos.

En primer lugar a mi familia, porque sin ellos llegar aquí hubiera sido imposible. A mis padres por haberme educado de esta manera, y estar siempre a mí lado cuando más lo he necesitado y ayudarme siempre que ha hecho falta. A mi hermano por darme los mejores consejos y por su manera de ser.

También quiero dar las gracias a mi tutor en este proyecto, José Luis Fuentes Bagues por la proposición del proyecto y la inestimable y constante ayuda que me ha brindado en la realización de éste para que el trabajo haya finalizado de la forma en que lo ha hecho.

A su vez también agradecer tanto a mis amigos como a mis compañeros de clase que al final se han vuelto amigos también, tanto en los éxitos como en las cosas no tan buenas hemos estado apoyándonos hasta el final.

Y por último y no por ello menos importante a los que han estado siempre a mi lado y ahora no lo están por desgracia, os quiero.

Gracias a todos.

RESUMEN

El objetivo de este proyecto de fin de grado será el análisis energético de un Pabellón Polideportivo situado en Sagunto, para el cual se caracterizarán todos los parámetros para poder obtener con el programa CE3X el certificado energético del edificio tal y como está construido.

Una vez obtenido el certificado se propondrán una serie de mejoras que mejorarán la eficiencia energética hasta la calificación que se debe obtener.

Por último se estudiarán las diversas alternativas para ver qué conjunto de medidas serían las que resultarían más convenientes desde el punto de vista económico y energético.

Palabras Clave: edificio, Pabellón, Polideportivo, eficiencia energética, certificado energético, CE3X, superficie, transmitancia térmica.

RESUM

L'objectiu d'aquest projecte de fi de grau és l'anàlisi energètic d'un Pavelló Poliesportiu situat a Sagunt, per al qual es caracteritzaran tots els paràmetres per a poder obtindre amb el programa CE3X el certificat energètic de l'edifici tal com està construït.

Una vegada obtingut el certificat es proposaran una sèrie de millores que milloraran l'eficiència energètica fins a la qualificació que s'ha d'obtindre.

Finalment s'estudiaran les diverses alternatives per a veure quin conjunt de mesures serien les que resultarien més convenients des del punt de vista econòmic i energètic.

Paraules clau: edifici, Pavelló, Poliesportiu, eficiència energètica, certificat energètic, CE3X, superfície, transmitància tèrmica.

ABSTRACT

The main objective of this end-of-degree project will be the energetic analysis of a Sports Hall located in Sagunto, for which all the parameters will be characterized in order to obtain with the program CE3X the energy certificate of the building as it is now.

Once obtained the certificate a series of improvements will be proposed that will improve the energy efficiency until the obtainment of the desired qualification.

Finally, the various alternatives will be studied to see which set of measures would be the most convenient both economically and energetically.

Keywords: building, Pavilion, Sports Hall, energetic efficiency, energy certificate, CE3X, surface, thermal transmittance.

ÍNDICE DE LA MEMORIA

I. MEMORIA

| | |
|--|-----------|
| 1. ANTECEDENTES | 2 |
| 2. OBJETO DEL PROYECTO..... | 5 |
| 2.1 Uso funcional | 6 |
| 2.2 Características constructivas | 7 |
| 2.3 Instalaciones | 9 |
| 3. MARCO NORMATIVO..... | 12 |
| 4. DESCRIPCIÓN EDIFICIO | 17 |
| 5. CÁLCULOS ENERGÉTICOS | 26 |
| 6. ANÁLISIS EDIFICIO PARCIALMENTE CONSTRUIDO Y DISEÑO CON CE3X 33 | 33 |
| 7. MEDIDAS DE MEJORA | 50 |
| 7.1 Mejora envolvente..... | 50 |
| 7.2 Introducción fotovoltaica | 53 |
| 7.3 Mejora solar térmica..... | 56 |
| 7.4 Mejora caldera biomasa e iluminación..... | 59 |
| 7.5 Conjunto todo..... | 63 |
| 8. ESTUDIO ECONÓMICO | 64 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 66 |
| 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 68 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| II. PRESUPUESTOS | 70 |
|-------------------------------|-----------|

| | |
|--------------------------|-----------|
| III. PLANOS | 73 |
|--------------------------|-----------|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1. Fotografía Pabellón 1. Fuente: Elaboración propia.</i> | 2 |
| <i>Figura 2. Fotografía Pabellón 2. Fuente: Elaboración propia.</i> | 3 |
| <i>Figura 3. Fotografía Pabellón 3. Fuente: Elaboración propia.</i> | 3 |
| <i>Figura 4. Fotografía Pabellón 4. Fuente: Elaboración propia.</i> | 4 |
| <i>Figura 5. Fotografía Pabellón 5. Fuente: Elaboración propia.</i> | 4 |
| <i>Figura 6. Etiqueta certificado energético. Fuente: www.certicalia.com.</i> | 14 |
| <i>Figura 7. Etiqueta certificado energético reducida. Fuente: www.minetad.gob.es</i> | 15 |
| <i>Figura 8. Fotografía exterior Polideportivo. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 17 |
| <i>Figura 9. Fotografía interior Polideportivo. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 17 |
| <i>Figura 10. Materiales fachada panel partículas. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 20 |
| <i>Figura 11. Materiales fachada panel prefab hormigón. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 21 |
| <i>Figura 12. Materiales cubierta grava. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 22 |
| <i>Figura 13. Materiales cubiertas 2,3 y 4. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 23 |
| <i>Figura 14. Valores de HE equivalentes a plena carga. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 30 |
| <i>Figura 15. Valores FT para las bombas. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | 31 |
| <i>Figura 16. Zona climática. Fuente: Código Técnico de la Edificación.</i> | 34 |
| <i>Figura 17. Datos administrativos. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 34 |
| <i>Figura 18. Referencia catastral inmueble. Fuente: Sede electrónica catastro.</i> | 35 |
| <i>Figura 19. Datos generales edificación. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 36 |
| <i>Figura 20. Envolvertes térmicas CE3X. Fuente: Manual de usuario CE3X.</i> | 37 |
| <i>Figura 21. Orientación del Pabellón. Fuente: Planos Proyecto de Ejecución.</i> | 38 |
| <i>Figura 22. Introducción fachada Norte 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 40 |
| <i>Figura 23. Introducción fachada Norte 2. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 41 |
| <i>Figura 24. Introducción puertas Este 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 42 |
| <i>Figura 25. Introducción ventanas Este 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 43 |
| <i>Figura 26. Introducción cubierta 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 44 |
| <i>Figura 27. Introducción suelo. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 44 |
| <i>Figura 28. Introducción de los puentes térmicos. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 45 |
| <i>Figura 29. Introducción de las calderas de gas natural. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | 45 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Figura 30. Adición de los equipos de bombeo. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>46</i> |
| <i>Figura 31. Añadir ventiladores. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>47</i> |
| <i>Figura 32. Iluminación pista y zonas comunes. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>48</i> |
| <i>Figura 33. Etiqueta energética Pabellón. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>49</i> |
| <i>Figura 34. Precio aislamiento interior fachada por m². Fuente: www.five.es</i> | <i>50</i> |
| <i>Figura 35. Precio huecos Este y Oeste por m². Fuente: www.five.es.</i> | <i>51</i> |
| <i>Figura 36. Mejoras conjunto 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>52</i> |
| <i>Figura 37. Energía producida por 10 KW y distribución mensual. Fuente: Página PVGIS. .</i> | <i>53</i> |
| <i>Figura 38. Coste módulo fotovoltaico de 100 Wp. Fuente: www.five.es.</i> | <i>53</i> |
| <i>Figura 39. Evolución costes fotovoltaica en tejado. Fuente: Documento PER 2011-2020. ...</i> | <i>54</i> |
| <i>Figura 40. Mejoras conjunto 2. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>55</i> |
| <i>Figura 41. Pantalla resultados CHEQ4.2. Fuente: Captura pantalla CHEQ4.2.</i> | <i>56</i> |
| <i>Figura 42. Precio colector por unidad. Fuente: www.five.es.</i> | <i>57</i> |
| <i>Figura 43. Evolución costes solar térmica. Fuente: Documento PER 2011-2020.</i> | <i>57</i> |
| <i>Figura 44. Mejoras conjunto 3. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>58</i> |
| <i>Figura 45. Precio y descripción caldera biomasa 600 KW. Fuente: Metabase ITE Cat.</i> | <i>59</i> |
| <i>Figura 46. Precio pellets. Fuente: Calculadora www.quieropellet.com</i> | <i>59</i> |
| <i>Figura 47. Mejoras conjunto 4. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>62</i> |
| <i>Figura 48. Mejoras conjunto 5. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>63</i> |
| <i>Figura 49. Introducción costes energías, tipo de interés e incremento anual de la energía. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>64</i> |
| <i>Figura 50. VAN de todas las medidas. Fuente: Captura pantalla CE3X.</i> | <i>65</i> |
| <i>Figura 51. Plano planta baja Pabellón. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | <i>74</i> |
| <i>Figura 52. Plano sótano Pabellón. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | <i>75</i> |
| <i>Figura 53. Plano cubierta Pabellón. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | <i>76</i> |
| <i>Figura 54. Plano carpintería. Fuente: Proyecto de Ejecución.</i> | <i>77</i> |

ÍNDICE DE TABLAS.

| | |
|--|----|
| <i>Tabla 1. Espesores, conductividades y densidades panel partículas. Fuente: Elaboración propia.</i> | 21 |
| <i>Tabla 2. Espesores, conductividades y densidades panel hormigón. Fuente: Elaboración propia.</i> | 22 |
| <i>Tabla 3. Espesores, conductividades y densidades cubierta 1. Fuente: Elaboración propia.</i> | 23 |
| <i>Tabla 4. Espesores, conductividades y densidades cubierta 2. Fuente: Elaboración propia.</i> | 24 |
| <i>Tabla 5. Espesores, conductividades y densidades cubierta 3. Fuente: Elaboración propia.</i> | 24 |
| <i>Tabla 6. Espesores, conductividades y densidades cubierta 4. Fuente: Elaboración propia.</i> | 25 |
| <i>Tabla 7. Rendimientos, potencias nominales y ali calefacción. Fuente: Elaboración propia.</i> | 27 |
| <i>Tabla 8. Rendimientos, potencias nominales y ali frío. Fuente: Elaboración propia.</i> | 28 |
| <i>Tabla 9. Superficies fachadas. Fuente: Elaboración propia.</i> | 38 |
| <i>Tabla 10. Tipos y características ventanas. Fuente: Elaboración propia.</i> | 39 |
| <i>Tabla 11. Tipos y características puertas. Fuente: Elaboración propia.</i> | 39 |
| <i>Tabla 12. Cantidad de puertas y ventanas por fachada. Fuente: Elaboración propia.</i> | 39 |
| <i>Tabla 13. Superficie, transmitancias y masas/ m² fachadas. Fuente: Elaboración propia.</i> | 40 |
| <i>Tabla 14. Superficie, transmitancias y masas/ m² fachadas. Fuente: Elaboración propia.</i> | 43 |
| <i>Tabla 15. Alumbrado y superficie zonas. Fuente: Elaboración propia.</i> | 48 |
| <i>Tabla 16. Tabla costes aislamiento fachada. Fuente: Elaboración propia.</i> | 51 |
| <i>Tabla 17. Tabla costes huecos Este. Fuente: Elaboración propia.</i> | 52 |
| <i>Tabla 18. Tabla costes huecos Oeste. Fuente: Elaboración propia.</i> | 52 |
| <i>Tabla 19. Tabla costes fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.</i> | 54 |
| <i>Tabla 20. Tabla costes mejora solar térmica. Fuente: Elaboración propia.</i> | 58 |
| <i>Tabla 21. Tabla costes caldera biomasa. Fuente: Elaboración propia.</i> | 60 |
| <i>Tabla 22. Tabla costes montaje y precio unitario luminaria. Fuente: Elaboración propia.</i> | 61 |
| <i>Tabla 23. Tabla costes mejora iluminación. Fuente: Elaboración propia.</i> | 62 |
| <i>Tabla 24. Presupuesto estudio proyecto. Fuente: Elaboración propia.</i> | 71 |
| <i>Tabla 25. Presupuesto base de licitación. Fuente: Elaboración propia.</i> | 72 |

I. MEMORIA

1. ANTECEDENTES

Para comenzar hay que saber cómo está la situación actual y situar el contexto histórico de lo que ha sucedido, el Pabellón Polideportivo de Sagunto a referenciar durante todo este trabajo de fin de grado se empezó a idear por el año 2008, sin embargo la crisis económica y otros factores hicieron retrasar su puesta a punto hasta el año 2010, finalmente en el año 2012 se detuvo el proyecto y así sigue hasta el día de hoy. Sin embargo, y ante la incipiente obligatoriedad de tener un certificado energético para así hacer frente al problema energético existente en el planeta, que permita clasificar viviendas, locales y edificios con letras de la A a la G siendo la A un modelo óptimo energético hasta la G que es un modelo muy deficiente, esta normativa se puso en marcha a partir de junio del 2013 debido al Real Decreto 235/2013 (Capítulo 1-Disposiciones generales) y por tanto el Polideportivo no tiene un certificado energético ni se tuvo esto en cuenta pues su construcción fue previa a la elaboración de dicho Real Decreto. Este será uno de los primeros pasos a realizar, que será el caracterizar energéticamente el Pabellón tal y como está en la actualidad, para así poder realizar diversas mejoras las cuales hagan subir su calificación energética e intentar que su consumo energético sea el mínimo posible ya que en la actualidad no lo es.

Para ilustrar cual es el estado constructivo actual se adjuntan unas imágenes realizadas en Enero del presente año 2017:



Figura 1. Fotografía Pabellón 1. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Fotografía Pabellón 2. Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Fotografía Pabellón 3. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Fotografía Pabellón 4. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Fotografía Pabellón 5. Fuente: Elaboración propia.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Antes de explicar cuál es el objetivo de este proyecto es necesario hablar de la eficiencia energética. La eficiencia energética es un término cada vez más usado en nuestros días pues su relevancia está fuera de cualquier duda, la importancia es clave ya que la población mundial no para de crecer y con ello la demanda energética, el ser humano no quiere disminuir su calidad de vida sino todo lo contrario, todo ello ligado al aumento de desarrollo en países subdesarrollados, el agotamiento de los recursos naturales y la dependencia de otros países para obtener energía han hecho que prácticamente la totalidad de países mundiales estén muy sensibilizados con esta situación.

Así pues será de relevancia el crear un modelo de sostenibilidad energética en el cual se pueda satisfacer todas nuestras necesidades a la vez que no se comprometa el futuro de las generaciones venideras.

En la parte de edificación que es la que concierne para este trabajo se va a tratar de mejorar energéticamente el edificio, con ello se reducirán las emisiones contribuyendo con el medio ambiente, primero se caracterizará energéticamente el edificio tal y como está ahora para a continuación pensar y elaborar qué mejoras se le podrían aplicar al edificio tal y como está ahora con las restricciones que ello supone, ya que un aumento por ejemplo del aislamiento en las paredes exteriores repercutiría en los paneles prefabricados de hormigón, con esto se verá hasta donde se podría llegar de eficiencia energética para así reducir el consumo de energía al mínimo o casi nulo, de esta forma se protegerá el medio ambiente y más allá del coste de las mejoras el coste del consumo energético será muy reducido.

Todo este proceso se realizará con el programa CE3X, el cual es uno de los programas propuestos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo para la certificación de edificios existentes, el cual se describirá en puntos posteriores.

Para evaluar si interesa o no poner energías renovables para ayudar a la reducción del consumo energético se hará uso del programa CHEQ4.2 y del PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), el primero permitirá saber si a la ya existente instalación de solar térmica se le puede añadir más para así poder cubrir un porcentaje de ACS superior al inicial. Con el PVGIS se analizará la fotovoltaica de la cual no hay en la instalación actual, para saber una determinada cantidad de potencia instalada de fotovoltaica cuanta energía aportaría al sistema.

Finalmente se expondrán las distintas mejoras y se realizará una estimación de los costes para las mejoras así como una evaluación de ellas para saber cuáles serían interesantes incorporar y cuáles no.

Todo esto se hará teniendo en cuenta la normativa vigente la cual impondrá qué medidas se pueden y cuales no se pueden hacer, la configuración del edificio y sus características constructivas. Al final de todo el trabajo se acompañarán los planos de la planta baja, sótano, cubierta y la carpintería para un entendimiento óptimo de cara al lector de la situación en la que se está.

2.1 Uso funcional

El principal uso que tendrá el Pabellón será deportivo, el Pabellón está constituido por tres volúmenes diferentes, siendo el principal y más grande el que albergará tanto las instalaciones deportivas como los graderíos para la gente que vaya a ver espectáculos deportivos. Los otros dos volúmenes se dispondrán a Este y Oeste y unidos al principal, la función de ellos será la de acceso principal, zona de administración y autoridades y prensa y en el otro los lavabos y acceso para deportistas, los tres volúmenes se han realizado de forma independiente pues sus dimensiones y función son distintas.

El objetivo principal para el cual fue destinado este proyecto fue el de albergar un espacio muy grande y de muy altas prestaciones en el cual se pudieran realizar entrenamientos y competiciones de balonmano de alto nivel (esto se refleja en la cantidad de espectadores que puede albergar el Pabellón Polideportivo), es por ello que en toda su realización se ha tenido en cuenta las normas NIDE (Normativa sobre Instalaciones Deportivas y de Esparcimiento), que se encarga de definir las condiciones de diseño y los reglamentos a considerarse en la construcción de una instalación deportiva. Así pues se tienen normas del tamaño de campo a realizar, las medidas de las bandas exteriores, el trazado de las líneas en el campo, la altura libre mínima, la orientación, iluminación que será uniforme y artificial para no molestar a los jugadores, el pavimento a instalar, el equipamiento y la mesa y bancos.

De acuerdo con la Norma se define tipológicamente como un Gran Pabellón, que son aquellos que su función es la de ser un espacio donde poder entrenar y competir en un deporte de manera federativa. También tiene que contar con espacios auxiliares, que los tiene tanto para deportistas (vestuarios, circulaciones...), singulares (prensa, televisión, comunicaciones, autoridades) y espectadores (condiciones del graderío y aseos).

La pista está dispuesta con una orientación Norte-Sur para que cumpla las especificaciones de la normativa y evitar el deslumbramiento. Se disponen en las esquinas escaleras para permitir la evacuación de la planta sótano y también funcionan como núcleos estructurales, en estos lugares dará lugar la comunicación vertical entre las distintas partes de la instalación y da lugar a aseos, salas de prensa y autoridades.

La función del lado Este la de dar acceso a deportistas, donde están vestuarios, primeros auxilios y sala multiusos.

Finalmente el lado Sur está destinado a dar entrada a los vehículos y el lado Oeste alberga almacén principal y zona de instalaciones.

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta lo establecido en DB-SU, lo cual implica que los espacios, dimensiones y dotación del edificio vaya de acuerdo a la funcionalidad prevista de éste.

2.2 Características constructivas

En este epígrafe se hablará de las principales características constructivas de las distintas partes del edificio, que son las siguientes:

2.2.1.- Sustentación edificio

El edificio se sustenta de forma directa mediante zapatas aisladas y losas unidas entre sí con vigas de atado. Para la elección se ha tenido en cuenta su capacidad portante, el equilibrio de la cimentación, resistencias locales y globales del terreno y también vibraciones, deformaciones y deterioro de otras partes constructivas.

2.2.2.- Estructura soporte

Para la bajada de cargas se ha empleado unos núcleos de hormigón prefabricado en la parte de la pista y pilares prefabricados de hormigón para zonas de menor tamaño y sótano.

2.2.3.- Estructura horizontal

En la cubierta hay unas vigas de 45 metros de luz y 2 metros de canto apoyadas sobre los núcleos. Estas vigas son las encargadas de soportar otras vigas prefabricadas de unos 26 metros de longitud, haciendo la función de viguetas.

2.2.4.- Estructura vertical

La estructura está muy bien arriostrada verticalmente mediante zunchos de borde y la rigidez de los forjados, lo cual le da una gran estabilidad frente a acciones horizontales.

2.2.5.- Cubierta

El sistema empleado en la cubierta son paneles sándwich de doble capa acompañado de un aislamiento intermedio para la zona de la pista, para el resto del edificio una capa de compresión para las placas alveolares y una capa de hormigón aligerado con arcilla para formar pendiente.

2.2.6.- Fachada

Paneles de hormigón prefabricados los cuales están anclados a los pilares darán forma al cerramiento del edificio. Por otra parte, para entidades más pequeñas se ha usado placas de partículas tipo Trespa con acabado interior enlucido y pintado.

2.2.7.- Suelos contacto con terreno

Los suelos en contacto con el terreno están constituidos de solera de hormigón de 20 cm de espesos sobre una capa de grava.

2.2.8.- Carpintería exterior

Para la carpintería exterior se ha empleado aluminio lacado de color blanco para la zona de mayor volumen y en negro para los de menor volumen, con rotura de puente térmico, homologadas y de clasificación A3/E3/V3 según indique los planos del Proyecto de Ejecución.

El tipo de acristalamiento es doble con cámara intermedia y espesores 6+6/12/6+6, exceptuando las grandes superficies vidriadas en las fachadas Norte y Sur, el cual su espesor es 10+10/12/6+6 debido a que se cogen a hueso.

2.2.9.- Particiones

La solución empleada en este caso es la de usar un tabique hueco de 7 centímetros y enlucido a los dos lados. Propagación interior y aislamiento acústico según el DB-SI han sido las condiciones principales a cumplir.

2.2.10.- Carpintería interior

La carpintería interior está constituida por un acabado en laminado plástico y con marcos de acero inoxidable, pero también con presencia de puertas de madera comunes. Dispuestas con 7 cm de marco encima de premarcos. En cuanto a los parámetros básicos los principales son: seguridad frente al riesgo de impacto y atrapamiento, aprisionamiento en recintos y resistencia a impactos para elementos frágiles.

Por último se analizará los elementos pertenecientes al sistema de acabados, en ellos los parámetros básicos que han sido relevantes de cara a la selección de los materiales ha sido los de confort y durabilidad principalmente.

2.2.11.- Pavimentos

En todo el edificio está dispuesto un pavimento de microcemento con la excepción de las zonas húmedas tales como lavabos, vestuarios y las escaleras. Las escaleras estarán pavimentadas con mármol y en el caso de aseos y vestuarios con gres. Así mismo en la zona de las duchas hay un pavimento de goma antideslizante.

2.2.12.- Paredes

En lo que respecta a la sala principal se dispone de revestimientos verticales interiores finalizados con un panel de madera de haya los tres primeros metros para acabar con un enfoscado y pintado. De la misma forma que antes en las partes húmedas se emplea gres porcelánico. Para zonas administrativas y salas se dispone de un acabado enlucido y pintado.

2.2.13.- Techos

Tanto en zonas de administración, salas, vestuarios y aseos se dispondrá un falso techo de escayola, así como un falso techo acústico para cabinas de televisión, gráficos y radio.

2.3 Instalaciones

A continuación se describirán las distintas instalaciones presentes en el edificio, tanto de instalación de agua, saneamiento, calefacción, electricidad y más.

2.3.1.- Instalación agua fría

Se dispone de abastecimiento en la parcela en la cual se va a construir el edificio. Para la distribución del agua se emplea una tubería de polipropileno tanto para el agua fría como para la red de fluxores. En lo que respecta a agua caliente se usará el mismo material pero con una multicapa de fibra de vidrio con el objetivo de evitar y reducir las dilataciones.

Se dispondrán cuatro depósitos para la acumulación del agua sanitaria de un volumen de unos 3 metros cúbicos, dos de los cuales serán para la red de agua sanitaria y otros dos para la de fluxores. La ubicación de estos depósitos será en la planta sótano, con la ayuda de dos grupos de presión con tal de que el edificio esté completamente alimentado. El primero se empleará para la red sanitaria y el segundo para la de fluxores.

2.3.2.- Instalación de agua caliente sanitaria y captación térmica

Con el agua caliente sanitaria se alimentarán las duchas de los vestuarios, el circuito de acometida de agua caliente sanitaria comienza en la derivación del colector de impulsión que pertenece al grupo de presión de agua fría localizado en la sala de máquinas del sótano, se dispone de una llave de corte para en caso de avería o cualquier necesidad independizar este circuito de la instalación, consecuentemente con esto si hay algo a reparar, cambiar o comprobar el mantenimiento será mucho más sencillo. Para el cálculo del consumo de ACS se ha tenido en cuenta un consumo tipificado de 15 l/uso ducha, y un número de usos de 140 al día, de aquí multiplicando ambos términos se obtiene que la demanda de ACS en 1/día es de 2.100.

En lo que respecta la captación solar térmica por el CTE DB HE-4 tiene que cubrir el 60% del consumo de agua caliente sanitaria, esto se consigue con la instalación presente actualmente alcanzando un valor del 60,14%. De las distintas tipologías existentes, la seleccionada es la de captación colectiva con acumulación centralizada, y además se producirá energía auxiliar con calderas de gas natural, concretamente dos de potencia 290,7 KW. Para la distribución del agua la tubería será de polipropileno multicapa con fibra de vidrio. Así mismo las tuberías tanto de distribución de ACS como las de retorno para reducir las pérdidas de disipación de calor. El aislamiento seleccionado es una coquilla sintética de conductividad de 0,04 W/mK y un espesor dependiente de los diámetros de la tubería. El depósito de acumulación tiene una capacidad de 2.000 litros, en lo que corresponde al tipo de colector instalado se trata de un Weishaupt WTS F1 K1, es un captador plano acristalado, que se instalarán en grupos de 2 en serie, cada grupo con una captación unitaria de 32,2 m². En ellos también se instalarán una válvula de seguridad con sistema de purga con botellines de desaireación de 100 cm³. En total se instalarán 14 captadores para satisfacer la contribución mínima de solar térmica exigida por el CTE DB HE-4, el rendimiento óptico del captador es de 0,802 y está inclinado un ángulo de 40° con una orientación de 0°. Se colocarán en la cubierta y no tendrán asociadas pérdidas por sombra. La potencia instalada para este tipo de energía será de 4.400 KW.

2.3.3.- Instalación de saneamiento

En lo que respecta a la red de saneamiento se realizará con un sistema separador en base al Plan General. Para ello se utilizará un material muy común que es el PVC y el diámetro de cada tramo se ha calculado en base al cumplimiento del CTE-HS 5, apartado Salubridad.

Tanto para las plantas cubiertas como para la planta baja se dispone de un sistema de saneamiento, con altura por encima del alcantarillado, además de otro para la recogida de aguas de la planta sótano, así como las residuales en vestuarios y aseos y pluviales en patios y rampa. Las aguas de la planta sótano se acabarán evacuando mediante pozos de achique. Así pues hay una pendiente para los colectores del 2% para los principales y pendientes no inferiores al 1% para desagües y colectores colgados con la finalidad de mejorar la evacuación. También es importante comentar que en la calle de en frente de la parcela se va a construir un edificio con contenedores para la recogida de basura diaria.

2.3.4.- Instalación de gases combustibles

Se dispone de dos calderas de 290,7 KW de gas natural, las tuberías están dispuestas del techo de planta sótano hasta la sala de calderas. Los tubos cumplen todas las especificaciones técnicas requeridas con un acabado exterior de pintura inoxidable. Las tuberías que pertenecen a zonas sin ventilar irán protegidas por una vaina metálica con ventilación en los extremos.

En la sala de calderas se tiene una entrada y salida adecuada de aire para que se produzca una combustión idónea del gas en los quemadores y la ventilación del local.

2.3.5.- Instalación de calefacción, climatización y ventilación

Para la ventilación del área deportiva principal se han instalado climatizadores de aire primario mediante batía de agua caliente y recuperación por placas, quedando el ambiente perfectamente ventilado. En los vestuarios se dispone de climatizadores para regular la temperatura y ventilar el ambiente, estos climatizadores disponen de batería para agua caliente y recuperación por placas. Por otra parte, en la zona de oficinas, sala de prensa y zona multiusos se emplea una bomba de calor VRV y ventilación con recuperación por placas. En la zona CPD se dispone de un aparato autónomo para el control de la temperatura y humedad. En lo que respecta a las cabinas de televisión y radio se proviene con un sistema de splits de climatización tipo bomba de calor. En los aseos se dispone de ventilación forzada.

En general se tiene un equipo de refrigeración y calefacción de 581,4 KW con prioridad de agua caliente sanitaria.

2.3.6.- Instalación eléctrica

El sistema eléctrico está suministrado por Iberdrola S.A a una tensión de 20.000V y a una frecuencia de 50 Hz. El Centro de Transformación está localizado en dos locales de la planta baja, el primero será el local de la compañía y el segundo será el local del abonado donde estará el transformador. La potencia de este transformador es de 360 KVA y la energía se medirá en media tensión. La tensión se usará en valores estándar 400/230, con tres fases, un total de cuatro conductores y el neutro conectado a tierra y una frecuencia de 50 Hz.

También en caso de cualquier imprevisto se dispone de un centro de suministro de emergencia, un grupo electrógeno de 400/230 y 135 KVA de potencia nominal.

El edificio dispone tanto servicio de telefonía como de telecomunicaciones para voz y datos.

2.3.7.- Sistema de acondicionamiento ambiental

El sistema de elección de materiales garantiza unas condiciones de higiene, salud y protección del medioambiente a la vez que también la salubridad y estanqueidad en las partes interiores del edificio, consiguiendo así que no se produzca una deterioración en el medio ambiente en el entorno inmediato, y manejando una gestión óptima de los residuos.

Para la solución de muros, fachadas, suelos y cubiertas se han tenido en cuenta el grado de impermeabilidad, principalmente los establecidos en DB-SH-1. Para la salubridad interior se dispone de un sistema de ventilación propicio, con el cual cumple el caudal de ventilación mínimo para todos los locales.

2.3.8.- Equipamiento

El cómputo global es de 73 inodoros, 71 lavabos, 15 urinarios, un guardarropa, una taquilla y 56 duchas.

Todos ellos con grifos temporizados para evitar malgastar agua, también se dispone de barras fijas y abatibles para gente minusválida, los equipamientos deportivos son completos y albergan 27.000 asientos para los espectadores. Además de todo esto también se dispone de un gimnasio que lo componen una sala especializada, una sala de musculación y otra de puesta a punto. A todo esto hay que sumarle una serie de almacenes para guardar el equipamiento necesario, una zona de descarga y una sala llamada “botiquín” donde en caso de cualquier problema que tengan tanto los jugadores como los espectadores pueda ser atendido por personal sanitario cualificado. El pabellón también está dotado de zonas para autoridades, reuniones, y administración, así como una sala de prensa para las declaraciones previas y posteriores al partido de parte de los jugadores o del staff técnico. Sin embargo también hay instalaciones de gráficos, TV y radio en caso de que el partido de balonmano se vaya a retransmitir por televisión o por radio. Finalmente las zonas que albergan el centro de transformación, las calderas, los grupos electrógenos etcétera.

3. MARCO NORMATIVO

Al tratarse de un proyecto de edificación, el marco normativo es el establecido por el CTE. El proyecto del edificio se visó en el año 2010 y la normativa vigente era la del CTE del año 2006, el vigente a día de hoy es el CTE 2013 y éste ha sufrido ligeras modificaciones con respecto al anterior, de especial relevancia para el presente proyecto son el Documento Básico HE (Ahorro de energía) y el Real Decreto 235/2013 que se explicarán a continuación.

El 12 de septiembre de 2013 se publicó la Orden FOM 1635/2013, de 10 de septiembre, por la cual se actualizaba el Documento Básico HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, que entró en vigor el día siguiente de su publicación en el BOE. En la sección HE 0 de dicho documento (Limitación del consumo energético) punto 1 se establece que el ámbito de aplicación es para:

- 1- Edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes.
- 2- Edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

En el punto 2.2.2 de la sección HE 0 del DB HE se explica la calificación mínima a obtener para edificios nuevos o ampliaciones de existentes:

- 1- La calificación energética para el indicador de consumo energético de energía primaria del edificio o la parte ampliada, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.

En una reunión realizada el 5 de abril del 2013 se aprobó la propuesta del Ministerio de Industria, Energía y Turismo así como de la Ministra de Fomento, tuvo la aprobación del Ministro de Hacienda y las Administraciones públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros.

Así pues, por el Real Decreto 235/2013 aprobado el 5 de abril, se aprueba un procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética en edificios. Esta legislación está consolidada (BOE 13/04/2013).

En las siguientes líneas se definen los términos y condiciones de esta legislación acorde con la página web del ministerio de energía turismo y agenda digital.

Lo primero que hay que saber es que los licenciados en la carrera universitaria (Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales) son técnicos aptos para firmar el certificado de eficiencia energética en los edificios.

En este Real Decreto están excluidas las viviendas que no forman parte de la Ley de arrendamientos urbanos, ya que al ser una distinta ocupación del mismo y no un alquiler no cuenta como tal. Ello no exime la obligación de obtener el certificado de eficiencia energética

en un edificio de nueva construcción. Se entiende por autoridad pública a aquellas Administraciones Públicas como las nombradas en el artículo 2 de la ley 30/1992 firmada el 26 de noviembre y de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

Esta normativa también es aplicable para edificios privados con una superficie útil mayor a 500 metros cuadrados y que estén habitados muy a menudo, siendo obligado la posesión del certificado ya esté construido, vendido o alquilado, una vez dispongan del certificado será obligatorio exponerlo a partir del 1 de junio del 2013.

El responsable de que se obtenga el certificado energético será de acuerdo con el artículo 5 del Real Decreto, el promotor o propietario del edificio o parte de éste encargado de la realización de la certificación energética del edificio, lo cual le dará el derecho de utilizar la etiqueta de eficiencia energética, y será responsable de mostrarla en toda oferta, publicidad y venta de cara a la venta o arrendamiento del edificio.

Más cosas a tener en cuenta son que esta certificación no es obligatoria en edificios como hoteles o casas rurales ni espacios para eventos pues estos no figuran en la Ley de Arrendamientos Urbanos.

Este certificado es único para cada edificio y tiene que ser certificado por solo un técnico competente, y está compuesto por los cuatro documentos que se enuncian a continuación, ya que cualquier falta de información se podrá considerar como una infracción, y como tal será sancionada tal y como se dispone en las normas de rango legal, de hecho es obligatorio incluir un documento de recomendaciones para la mejora de los niveles de eficiencia del edificio o una parte del mencionado. Así pues los cuatro documentos obligatorios son los que siguen:

- 1- Calificación de eficiencia energética.
- 2- Recomendaciones.
- 3- Descripción de las pruebas.
- 4- Cumplimiento de los requisitos medioambientales.

También se tendrá en cuenta la superficie útil del edificio, pues para construcciones públicas y ocupadas por autoridad pública y que a su vez sean frecuentadas de manera habitual por público (esto lo determinará la autoridad responsable del edificio, teniendo en cuenta si hay mayor cantidad de gente por cualquier gestión o exhibición que se pueda realizar en el edificio), a partir del 1 de julio de 2013 deberá ser obligatorio el certificado energético para construcciones de más de 500 m² y a partir del 9 de julio de 2015 cuando la superficie útil sea mayor de 250m².

En lo que respecta a la venta, deberá entregarse el certificado original, tanto si es sobre un edificio completo (con una referencia catastral de todo el edificio y se podrá entregar una copia) como si es de una parte simplemente del edificio independientemente del resto de éste, sin embargo la referencia catastral será del edificio entero.

Las partes que conformar la etiqueta son las siguientes:

En la parte superior se incluyen los datos generales del inmueble, es decir el tipo de edificio, la dirección, el municipio en el que se encuentra, su código postal y la Comunidad Autónoma a la que pertenece.

También en la parte superior se incluirá la normativa de construcción vigente cuando se construyó el edificio así como su referencia catastral, que cuando se analice el edificio en CE3X se verá el procedimiento a seguir para obtener este dato.

En el medio se encuentra la calificación o puntuación energética con una escala de colores siendo A el más eficiente y el G el que menos. Para determinar esto se miran dos parámetros:

-El consumo de energía en KWh/ m²año: con esto se determinará la energía primaria que consume en total el inmueble para lograr tener unos niveles de confort estándar.

- Las emisiones de CO₂, expresadas en KgCO₂/ m²año: con esto se mide las emisiones de CO₂ que vierte el inmueble al año a la atmósfera.

Finalmente en la parte baja se pone el número de registro de cada Comunidad Autónoma y la fecha de validez, imprescindible que siga vigente, el periodo de validez es de un total de diez años desde la emisión del certificado de eficiencia energética.

La etiqueta energética tendrá la siguiente forma:



Figura 6. Etiqueta certificado energético. Fuente: www.certicalia.com

Sin embargo hay en situaciones donde no es necesario enseñar toda la etiqueta energética, cuando es para un anuncio de prensa con la calificación energética y las emisiones es suficiente, en carteles de venta o alquiler no es necesario que aparezca la calificación energética, finalmente también hay una excepción que es para casos como en publicidad para venta o alquiler de edificios en páginas web se puede agrandar o disminuir el tamaño de la etiqueta siempre y cuando se respeten las proporciones, pudiendo en estos casos también mostrar una etiqueta reducida como la que se ve a continuación:

La etiqueta energética tendrá la siguiente forma:

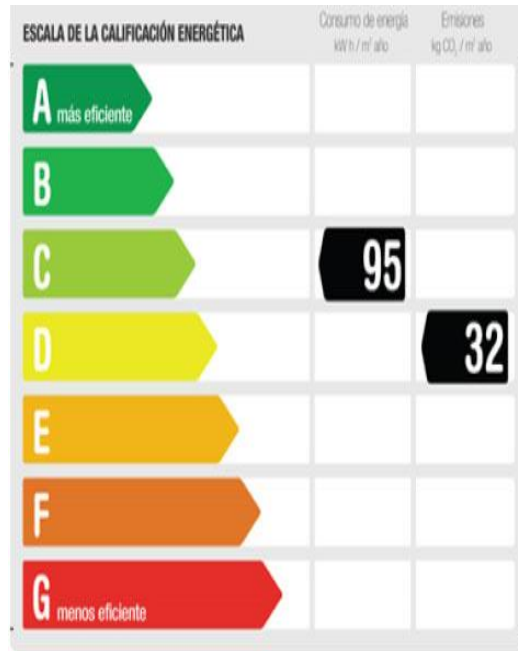


Figura 7. Etiqueta certificado energético reducida. Fuente: www.minetad.gob.es

En lo que respecta a donde debe registrarse el certificado, esto se hará en el órgano competente de la Comunidad Autónoma que se encargue del proceso de certificación energética de edificios. Hasta que el órgano encargado no aporte el número de registro oficial, se podrá emplear la solicitud de presentación en el registro como código de registro.

Tampoco estará permitido el incluir la etiqueta de eficiencia energética en logos, a excepción de que sea un logotipo de la Comunidad Autónoma con unas determinadas medidas, que son las que se usan para la bandera de la Unión Europea en la parte inferior derecha de la etiqueta. Como se ha comentado previamente, cuando se realizan reformas de gran relevancia se deberá revisar el certificado, se consideran reformas importantes cuando se cambia más del 25% de su envolvente o se cambia la totalidad de las instalaciones térmicas o el combustible empleado, esta normativa no se aplica para aquellas edificaciones que son compradas para demoler o realizar una reforma importante.

Tampoco afecta de cara al certificado energético el que se disponga o no de cédula de primera ocupación siempre y cuando el edificio esté construido a partir del Real Decreto 47/2007.

Cada certificado tiene la propiedad de unicidad, el certificado energético solo se corresponde a una etiqueta de eficiencia energética y en el caso de que el edificio o parte del edificio posea más de una referencia catastral se deberá indicar truncando los dígitos representativos.

No se consideran partes integrales de un edificio ni trasteros ni garajes y por tanto no será necesario ningún tipo de certificado energético, tal y como se determina en el apartado 3 del primer artículo del Real Decreto.

No existen dos distintas escalas de certificación energética para edificios nuevos o existentes, es igual para todos, un estudio económico es meramente opcional pero se podría incluir si se cree oportuno, y siempre que se aluda a la energía se hace de la primaria y nunca de la final.

Mención especial también para los edificios o superficies útiles a 50 metros cuadrados y que estén aislados físicamente, pues estos no requerirán el certificado energético, esto no es aplicable a apartamentos o pequeños locales pertenecientes a un edificio ya que estos sí tienen la obligación de poseer el certificado.

Para finalizar con la parte de la normativa, saber que el código Bidi que hay en la etiqueta tiene como misión autorizar a los organismos de registro de cada Comunidad Autónoma el dar fácil acceso para el comprador o vendedor información adicional, es una función voluntaria y opcional que se realiza en el momento del registro.

Aunque el Pabellón Polideportivo se construyó previo al Real Decreto 235/2013, para su finalización el edificio tendrá que ser sometido a modificaciones y ampliaciones, por tanto y con el objetivo de reducir sus emisiones y su consumo energético al mínimo posible se realizará el certificado energético al edificio tal y como está, para posteriormente elaborar una serie de mejoras que permitan alcanzar la calificación mínima de B o superior establecida por el DB HE 0 para el momento en que se finalice el Pabellón.

4. DESCRIPCIÓN EDIFICIO

El Pabellón Polideportivo está localizado en el Puerto de Sagunto, en la parcela EQ-E, SUNP-VI. Está promovido por el Ayuntamiento de Sagunto, el redactor del proyecto fue el Arquitecto D. Joaquín López Moreno y se visó el día 7 de Junio de 2010. A continuación se realizará una breve descripción.

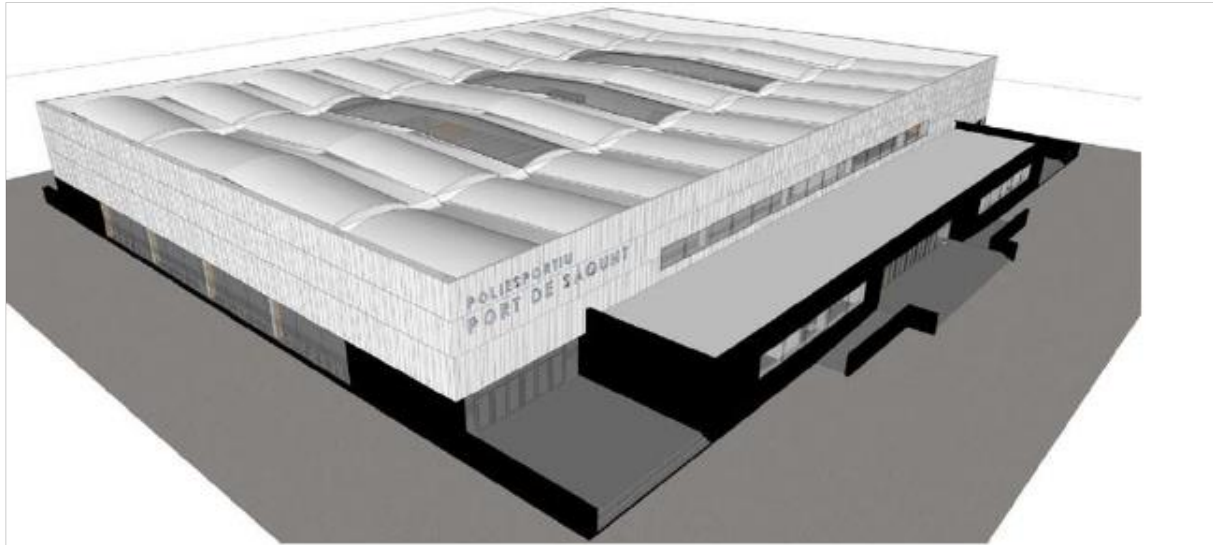


Figura 8. Fotografía exterior Polideportivo. Fuente: Proyecto de Ejecución.

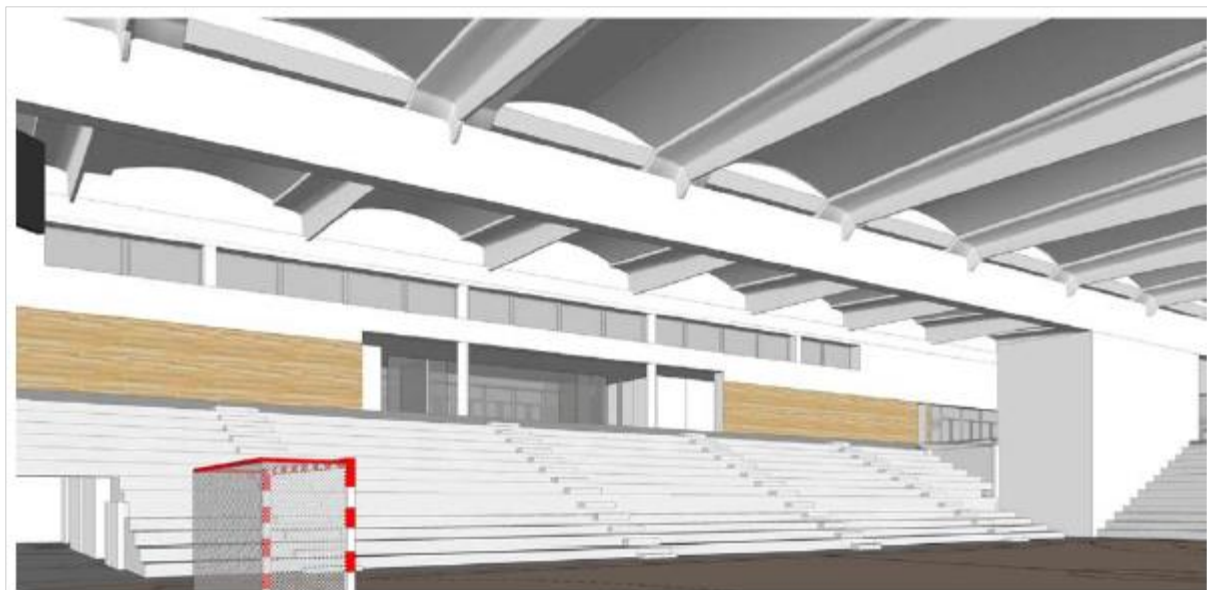


Figura 9. Fotografía interior Polideportivo. Fuente: Proyecto de Ejecución.

La parcela ya mencionada pertenece a suelo urbanizable, de pertenencia del municipio de Sagunto y planeada para el desarrollo del Pabellón, está localizada en la parte Norte de Sagunto y está enfrente del cementerio. La parcela tiene una superficie total de casi 6.400 metros cuadrados y es de forma cuadrangular exceptuando una esquina (la Noroeste). Respecto a la topografía es una superficie plana que está orientada Norte-Sur con el eje longitudinal. Al Norte de la parcela está la Calle Vent de Mestral, al Oeste la avenida Sierra Javalambre, al Este la Travesía Adosados y al Sur el resto de la parcela. El aspecto exterior del Pabellón se puede ver en la Figura 8.

El Pabellón ha sido diseñado teniendo en cuenta tres volúmenes distintos, cada uno con su tamaño y dimensiones, primero el volumen más grande el cual será el encargado de albergar la sala polideportiva y los graderíos, los otros dos volúmenes de menor tamaño y altura están dispuestos en el Este y Oeste y cuya función es la de dar acceso principal y zona de administración, prensa y autoridades y en la otra el acceso a los deportistas y aseo. Los tres volúmenes se tienen en cuenta por separado ya que no son iguales ni en forma, ni realización ni tamaño.

El edificio está 50 centímetros elevado respecto a la acera mediante rampas y escaleras, al igual que el vestíbulo y el anillo perimetral, a partir de este se llega a la fila más alta del graderío, y al descender 12 filas se llega al terreno de juego que está a -5.20 metros, el total de asientos disponibles son de 2.156 a los que hay que añadir 544 que están situados en las gradas telescópicas en Este y Oeste, con la tribuna de autoridades localizada en el acceso principal parte Oeste y las cabinas de televisión, radio y gráficos se localizan en la Este.

En el Pabellón entra la luz del Sol mediante unos lucernarios colocados en la cubierta, ya en la pista se dispone de escaleras situadas en cada esquina para poder evacuar a la planta sótano, realizando la función de núcleo estructural, en éstos además se da lugar la comunicación vertical entre distintas partes de la instalación, así como aseos, prensa y autoridades.

En lo que respecta a la entrada de deportistas, se realiza desde el lado Este y comunica con la planta sótano donde se localizan los vestuarios, sala de control de dopaje, sala de puesta a punto, musculación, primeros auxilios y más.

Finalmente en el lado Sur hay una rampa la cual permite dar acceso al sótano donde está el parking para vehículos, también hay zona de descarga y carga y el almacén principal.

Como se ha comentado previamente la capacidad es de 2.156 espectadores a los que se suman 272 por grada telescópica dando lugar a un total de 544, a lo que hay que sumar las 28 plazas para minusválidos disponibles, resultando en un aforo total de 2.700 espectadores y 28 plazas para minusválidos, el interior del Pabellón se puede observar en la Figura 9.

La superficie total construida del edificio es de 7.056,40 metros cuadrados de los cuales 6.469,66 son útiles, repartidos en dos superficies distintas:

- Planta baja: Con una superficie total de 4.789,19 metros cuadrados, en esta superficie se incluye: la taquilla, el guardarropa, la zona de administración, las salas de espera y prensa, los aseos, escaleras, plazas para minusválidos, cabinas, acceso para deportistas, instalaciones y las dos de mayor relevancia que son el vestíbulo y las gradas.

- Planta sótano: La superficie construida es de 2.308,21 metros cuadrados, los cuales se distribuyen en las gradas telescópicas, los vestuarios, el exterior del terreno de juego, el control anti dopaje, almacén, una sala multiusos, los lavabos, las circulaciones, las escaleras, las instalaciones, una sala para curar heridos, y la mayor parte de la superficie que será para la cancha de juego.

En lo que respecta a las salidas, debido a que la ocupación normal del edificio excede las 100 personas se dispone de más de una salida por planta. En este caso el total es de 5 salidas de planta que coinciden con las salidas del edificio. También está el espacio exterior comunicado con un gran espacio abierto de forma en que la gente en caso de necesidad pueda abandonar el edificio sin ningún tipo de riesgo.

Además la máxima distancia para evacuar desde el sitio más desfavorable hasta la salida más cercana es de menos de 50 metros y la distancia del recorrido de evacuación desde un origen hasta llegar a un lugar donde al menos existan 2 recorridos alternativos es inferior a 25 m.

En lo que respecta a la zona climática donde se sitúa el edificio, el cual es un dato muy relevante de cara a la demanda de energía y será de vital importancia en futuros cálculos de este proyecto, para saber la zona climática de un determinado lugar basta con buscar en la Tabla D.1 del primer apéndice del DB HE y en base a la diferencia entre la altura del lugar y la de la capital de su provincia determinará dicha zona climática.

En este caso la provincia es Valencia (altura de referencia 8 metros) y la localidad del edificio es el Puerto de Sagunto, con un desnivel entre ambas de 0 metros. Para realizar la comprobación de condensaciones se emplea Enero a 10,4 °C y una humedad relativa el 63% que es una zona climática B3.

Por último se va a detallar algo muy importante y que será de gran utilidad en el análisis en CE3X, que son las características de las distintas partes de la fachada y de la cubierta.

Antes de esto, habrá que conocer una serie de términos que se van a exponer a continuación.

El primer concepto a conocer es el de resistencia térmica R (m^2K/W) de un material, que se define como la capacidad de dicho material para oponerse al flujo de calor, para calcularlo hay que distinguir si el material es homogéneo (como es el caso) o si el material no es homogéneo. Si no es homogéneo habrá que hacer el inverso de la conductancia térmica, si es homogéneo se dividirá el espesor de esa zona por la conductividad térmica del material.

La conductividad térmica es la facilidad de conducir el calor, o lo que es lo mismo, transmitir la energía cinética a las moléculas adyacentes y se mide en (W/mK).

El penúltimo concepto es el de transmitancia térmica o U , que es el valor que se quiere conocer y que es la inversa de la resistencia térmica (W/m^2K). Esta variable caracteriza la cantidad de calor que atraviesa un sistema constructivo por unidad de tiempo y superficie, ya sea por una o varias capas de material cuando existe un gradiente térmico de 1 °C o un 1K de temperatura entre los dos ambientes que el sistema constructivo separa.

Por último la densidad de área que se llamará m y será el producto de densidad por espesor.

De aquí saldrán las dos ecuaciones siguientes:

$$R = \frac{e}{\lambda} \left(\frac{m^2K}{W} \right) \quad (1)$$

$$U = \frac{1}{\sum R} \left(\frac{W}{m^2K} \right) \quad (2)$$

$$m = \rho * e \left(\frac{Kg}{m^2} \right) \quad (3)$$

- *Ecuación 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- *Ecuación 2: Cálculo de la transmitancia térmica.
- *Ecuación 3: Cálculo de la densidad de área o densidad por unidad de superficie.

Donde la ecuación 1:

- R: es la resistencia térmica (m^2K/W).
- e: es el espesor de cada capa (m).
- λ : es la conductividad térmica (W/mK).

De la ecuación 2:

- U: que es la transmitancia térmica (W/m^2K).
- R: es la suma de las resistencias térmicas (m^2K/W).

Y de la 3:

- ρ : es la densidad del material en (Kg/m^3).
- m: es la densidad de área o densidad por unidad de superficie (Kg/m^2)
- e: es el espesor de cada capa (m).

Una vez conocidas estas expresiones ya se pueden calcular estos parámetros para todas las partes de la fachada y de la cubierta.

4.1.- Fachada panel partículas

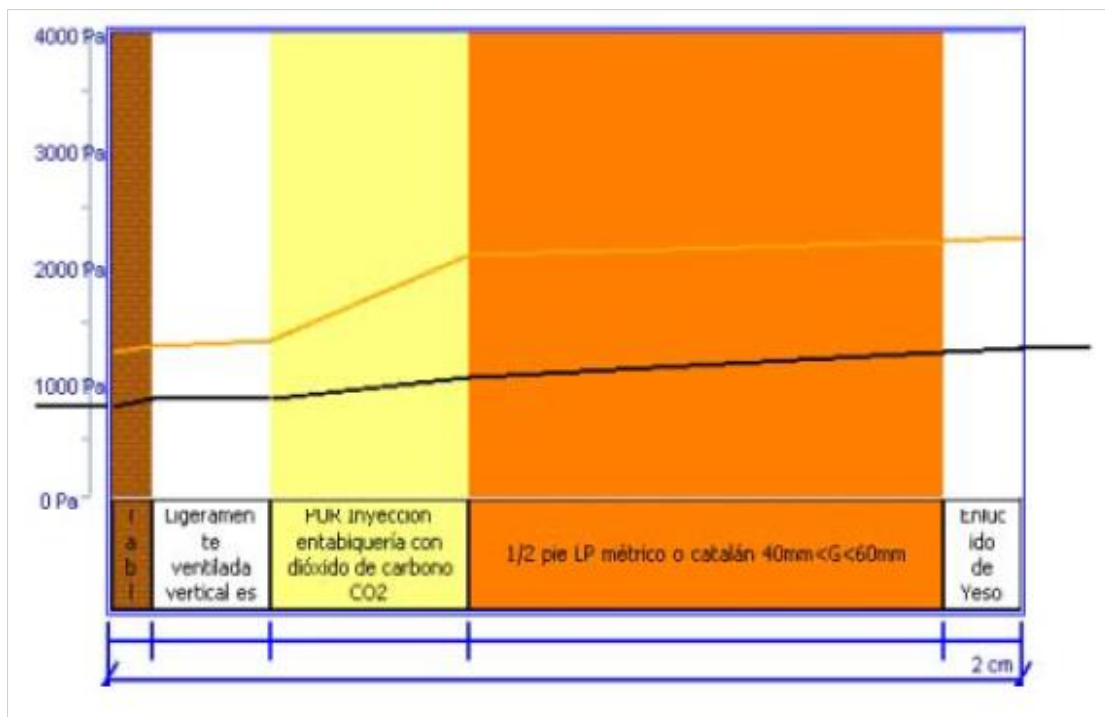


Figura 10. Materiales fachada panel partículas. Fuente: Proyecto de Ejecución.

| Material | Espesor (cm) | Conductividad (W/mK) | Densidad (Kg/m ³) |
|--------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|
| Cerámica | 1 | 0,23 | 2.000 |
| Cámara ventilada | 3 | 0,235 | 1 |
| PUR inyectado | 5 | 0,04 | 50 |
| Ladrillo caravista | 12 | 0,694 | 780 |
| Yeso | 2 | 0,57 | 600 |

Tabla 1. Espesores, conductividades y densidades panel partículas. Fuente: Elaboración propia.

Las fachadas construidas con estos materiales son la fachada Norte 2, Sur 2, Este 2 y Oeste 2. Se adjuntan los cálculos de resistencia térmica, transmitancia térmica y densidad de área:

$$\sum Rt = \frac{0,01}{0,23} + \frac{0,03}{0,235} + \frac{0,05}{0,04} + \frac{0,12}{0,694} + \frac{0,02}{0,57} = 1,6291 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U = \frac{1}{\sum Rt} = 0,6138 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

$$m = \rho * e = (0,01 * 2.000) + (0,03 * 1) + (0,05 * 50) + (0,12 * 780) + (0,02 * 600) = 128,13 \frac{Kg}{m^2}$$

4.2.- Fachada panel prefabricado hormigón

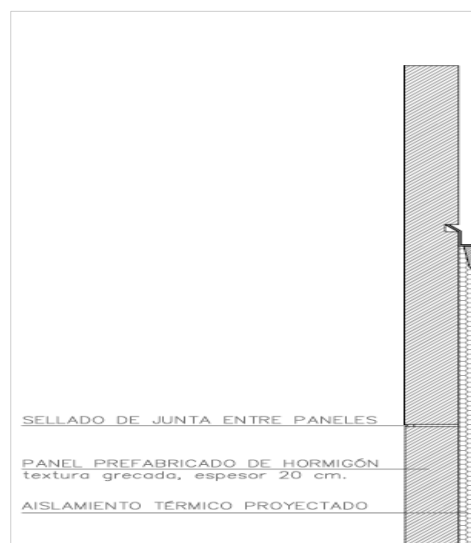


Figura 11. Materiales fachada panel prefab hormigón. Fuente: Proyecto de Ejecución.

| Material | Espesor (cm) | Conductividad (W/mK) | Densidad (Kg/ m ³) |
|------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| Hormigón | 20 | 1,429 | 2.300 |
| PUR inyectado | 5 | 0,04 | 50 |

Tabla 2. Espesores, conductividades y densidades panel hormigón. Fuente: Elaboración propia.

Las fachadas construidas con estos materiales son la fachada Norte 1, Sur 1, Este 1 y Oeste 1. Se presentan los cálculos de resistencia térmica, transmitancia térmica y densidad de área:

$$\sum Rt = \frac{0,2}{1,429} + \frac{0,05}{0,04} = 1,38995 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U = \frac{1}{\sum Rt} = 0,71945 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

$$m = \rho * e = (0,2 * 2.300) + (0,05 * 50) = 462,5 \left(\frac{Kg}{m^2} \right)$$

4.3.- Cubierta 1 (grava)

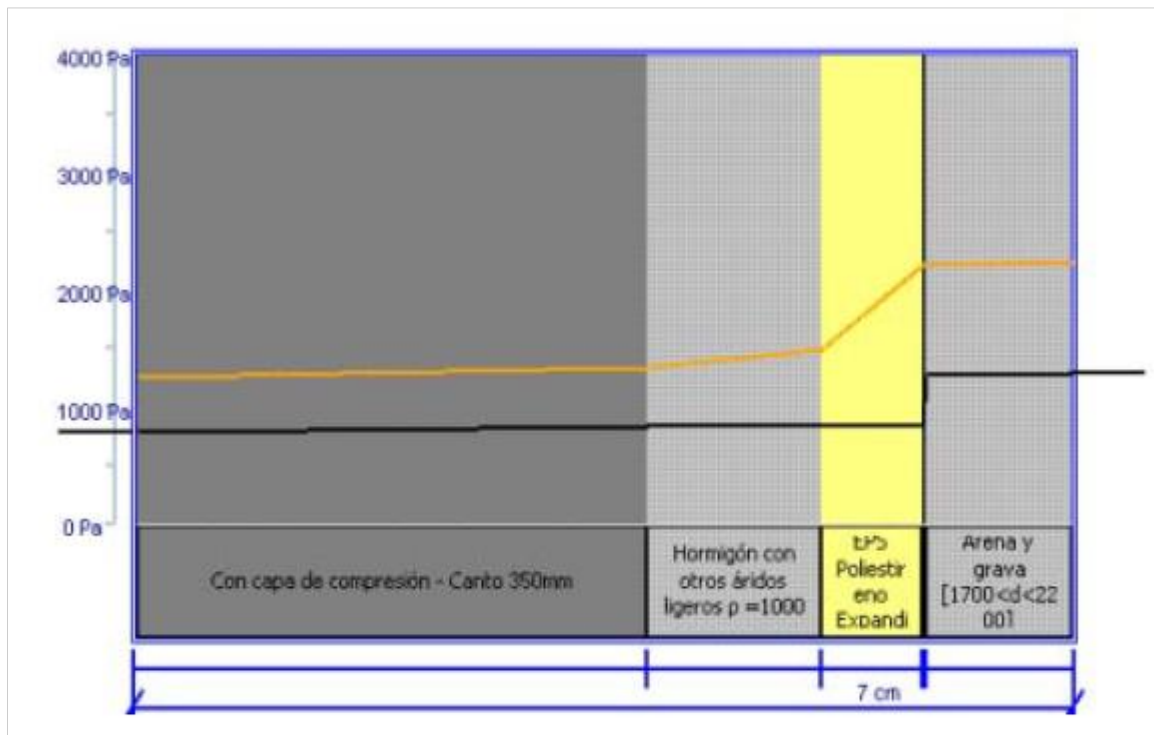


Figura 12. Materiales cubierta grava. Fuente: Proyecto de Ejecución.

| Material | Espesor (cm) | Conductividad (W/mK) | Densidad (Kg/ m ³) |
|------------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| Hormigón | 35 | 1,429 | 2.300 |
| Hormigón y áridos | 12 | 0,3 | 1.300 |
| Poliestireno expandido | 7 | 0,046 | 40 |
| Polietileno BD | 0,3 | 0,33 | - |
| Arena y grava | 10 | 2 | 1.800 |

Tabla 3. Espesores, conductividades y densidades cubierta 1. Fuente: Elaboración propia.

Estos datos corresponden a la primera parte de la cubierta, y en el cálculo de la densidad de área se desprecia el polietileno de baja densidad porque su densidad es muy baja y por tanto el término que aporta es despreciable.

Los cálculos de resistencia térmica, transmitancia térmica y densidad de área son los siguientes:

$$\sum Rt = \frac{0,35}{1,429} + \frac{0,12}{0,3} + \frac{0,07}{0,046} + \frac{0,003}{0,33} + \frac{0,1}{2} = 2,2257 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U = \frac{1}{\sum Rt} = 0,445 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

$$m = \rho * e = (0,35 * 2.300) + (1.300 * 0,12) + (0,07 * 40) + (0,1 * 1.800) = 1.143,8 \left(\frac{Kg}{m^2} \right)$$

4.4.- Cubierta 2 (chapa)

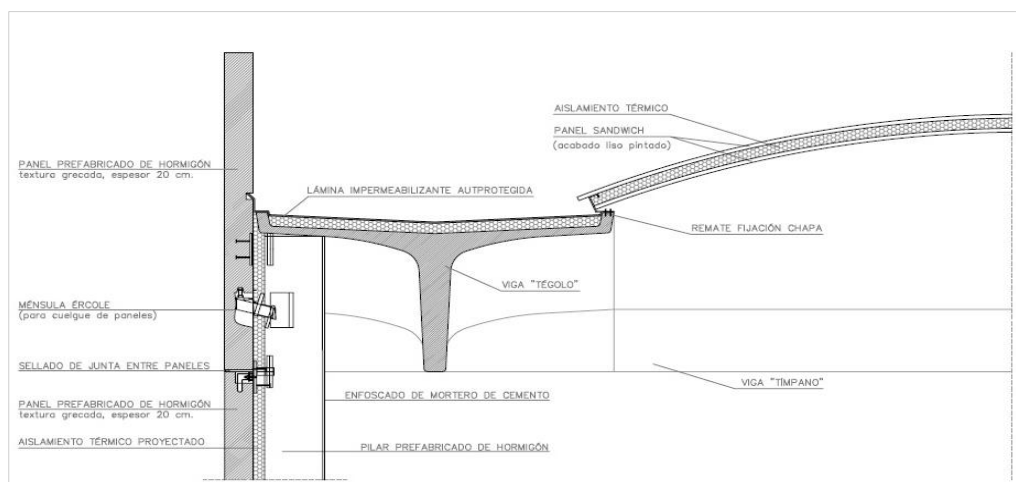


Figura 13. Materiales cubiertas 2,3 y 4. Fuente: Proyecto de Ejecución.

| Material | Espesor (cm) | Conductividad (W/mK) | Densidad (Kg/ m ³) |
|----------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| Chapa | 10 | 0,04 | 150 |

Tabla 4. Espesores, conductividades y densidades cubierta 2. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 13 representa las partes de la cubierta 2, 3 y 4, es por eso que no habrá figuras para las otras partes pues la 13 representa a las 3 y es la que se consulta para realizar el cálculo. Los cálculos de resistencia térmica, transmitancia térmica y densidad de área para la cubierta son:

$$\sum Rt = \frac{0,1}{0,04} = 2,5 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U = \frac{1}{\sum Rt} = 0,4 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

$$m = \rho * e = (150 * 0,1) = 15 \left(\frac{Kg}{m^2} \right)$$

4.5.- Cubierta 3 (hormigón)

| Material | Espesor (cm) | Conductividad (W/mK) | Densidad (Kg/ m ³) |
|----------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| Hormigón | 30 | 1,429 | 2.300 |

Tabla 5. Espesores, conductividades y densidades cubierta 3. Fuente: Elaboración propia.

Los cálculos de R, U y m son:

$$\sum Rt = \frac{0,3}{1,429} = 0,20993 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U = \frac{1}{\sum Rt} = 4,763 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

$$m = \rho * e = (2.300 * 0,3) = 690 \left(\frac{Kg}{m^2} \right)$$

4.6.- Cubierta 4 (lucernario)

| Material | Espesor (cm) | Conductividad (W/mK) | Densidad (Kg/ m ³) |
|------------------|--------------|----------------------|--------------------------------|
| Aislante térmico | 0,8 | 0,2 | 1.200 |

Tabla 6. Espesores, conductividades y densidades cubierta 4. Fuente: Elaboración propia.

Para la cubierta 4 se tienen unos cálculos de resistencia térmica, transmitancia térmica y densidad de superficie de:

$$\sum Rt = \frac{0,008}{0,2} = 0,04 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U = \frac{1}{\sum Rt} = 25 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

$$m = \rho * e = (0,008 * 1.200) = 9,6 \left(\frac{Kg}{m^2} \right)$$

5. CÁLCULOS ENERGÉTICOS

En este apartado de la memoria se realizarán todos los cálculos indispensables en relación a los distintos consumos energéticos que tiene el Pabellón Polideportivo (eléctricos, calefacción, refrigeración, gas natural) que será necesario introducirlos en CE3X, además de las emisiones y las potencias instaladas.

5.1.- Consumo calefacción

Para empezar hay que distinguir entre los consumos térmicos como los del gas o gasóleo y los eléctricos como los de la bomba de calor y la caldera eléctrica.

El consumo anual térmico de calefacción se determina con la ecuación:

$$E_c = 24 * e * Q * \frac{GD}{Dt * Rendimiento} \left(\frac{KWh}{año} \right) \quad (4)$$

*Ecuación 4: Cálculo estimado del consumo térmico de calefacción total de la instalación.

De donde:

E_c : representa el consumo térmico para la calefacción ambiental (KWh/año).

Q: es la potencia calorífica total de las calderas o bombas de calor (KW).

GD: número de grados-día anuales para la localidad del proyecto.

Dt: determina la diferencia de temperaturas entre las temperaturas interiores de diseño y la mínima exterior de diseño (°).

e: coeficiente llamado coeficiente de reducción.

Rendimiento: es el rendimiento estacional del equipo en tanto por 1.

El valor “e” se emplea para tener en cuenta el incremento de potencia calorífica en la puesta a régimen de la instalación. Para dicho coeficiente se suelen coger dos valores fijos, 0,63 si el edificio está calentado de noche y día o 0,57 si tienen un calentamiento intermitente.

En lo que respecta al rendimiento se calculará buscando en los planos de clima para ver las características de los distintos aparatos, de la batería de datos que definen al equipo son de especial interés cuatro, el primero es la potencia nominal en frío (KW), el segundo la potencia nominal en calor y finalmente el tercero y el cuarto son las alimentaciones eléctricas en KW para frío y para calor, de aquí surgirá la quinta ecuación que define el rendimiento estacional tanto para frío como para calor.

$$\text{Rendimiento}_{\text{calor}} = \frac{\text{Potencia calor}}{\text{Alimentación eléctrica calor}} * 100 \quad (5)$$

$$\text{Rendimiento}_{\text{frío}} = \frac{\text{Potencia frío}}{\text{Alimentación eléctrica frío}} * 100 \quad (6)$$

*Ecuación 5: Cálculo rendimiento estacional para un equipo trabajando en calor.

*Ecuación 6: Cálculo rendimiento estacional para un equipo trabajando en frío.

De la ecuación 5:

Rendimiento calor: magnitud adimensional que representa el rendimiento nominal en modo calor.

Potencia calor: Potencia que entrega la máquina en modo calor (KW).

Alimentación eléctrica calor: es el valor del consumo eléctrico cuando funciona en modo calor (KW).

De la ecuación 6:

Rendimiento frío: magnitud adimensional que representa el rendimiento nominal en modo frío.

Potencia frío: Potencia que entrega la máquina en modo frío (KW).

Alimentación eléctrica frío: es el valor del consumo eléctrico cuando funciona en modo frío (KW).

Las siguientes Tablas 7 y 8 expondrán todos estos valores para tener todos los datos de forma directa:

| Tipo Máquina | Potencia cal (KW) | Alimentación (KW) | Rendimiento cal |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| ATE. 1 | 50 | 14,9 | 335,57 |
| ATE. 2 | 94,5 | 23,1 | 409,09 |
| ATE. 3 | 4,3 | 1,29 | 333,33 |
| ATS. 1 | 3 | 2,9 | 103,44 |

Tabla 7. Rendimientos, potencias nominales y ali calefacción. Fuente: Elaboración propia.

| Tipo Máquina | Potencia cal (KW) | Alimentación (KW) | Rendimiento frío |
|--------------|-------------------|-------------------|------------------|
| ATE. 1 | 45 | 14,2 | 316,9 |
| ATE. 2 | 84 | 22,3 | 376,68 |
| ATE. 3 | 2,8 | 1,29 | 217,05 |
| ATS. 1 | 8,7 | 2,9 | 300 |

Tabla 8. Rendimientos, potencias nominales y ali frío. Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, para calcular el valor total de calefacción:

$$E_{c1} = 24 * 0,57 * 290,7 * \frac{601}{20,7 * 9,4} = 12.283,083 \left(\frac{KWh}{año} \right) \text{ CA. 01 x 2ud.}$$

$$E_{c2} = 24 * 0,57 * 50 * \frac{601}{20,7 * 3,3557} = 5.918,029 \left(\frac{KWh}{año} \right) \text{ ATE. 1}$$

$$E_{c3} = 24 * 0,57 * 94,5 * \frac{601}{20,7 * 4,0909} = 9.174,938 \left(\frac{KWh}{año} \right) \text{ ATE. 2}$$

$$E_{c4} = 24 * 0,57 * 4,3 * \frac{601}{20,7 * 3,3333} = 512,37 \left(\frac{KWh}{año} \right) \text{ ATE. 3x 3ud.}$$

De donde se puede ver que los valores se quedan todos constantes menos la potencia calorífica que depende de si es una bomba o si es una caldera y qué tipo y el rendimiento.

Como hay dos unidades de la primera y tres de la tercera la ecuación quedará de la siguiente forma:

$$E_{cT} = 2 * E_{c1} + E_{c2} + E_{c3} + 3 * E_{c4} = 41.196,243 \left(\frac{KWh}{año} \right) = 112,866 \left(\frac{KWh}{día} \right)$$

CA. 01 Son dos calderas de gas natural ROCA CPA 250 y de potencia 290,7 KW cada una, y se encargan de cubrir la demanda de ACS y toda la calefacción que no cubran los demás

equipos, es decir un 95,5%. De esta caldera se sabe del Proyecto de Ejecución que tiene un rendimiento medio estacional para ACS y calefacción del 94%.

ATE. 1 Bomba Daikin RXYQ16P de 45 KW para frío y 50 KW de calor. Se encarga de junto a ATE. 2 cubrir la demanda de calor de las siguientes zonas: sala de prensa, sala autoridades, guardarropa, taquilla, sala reuniones, despacho y administración. Representando un 1,47% del total.

ATE. 2 Bomba Daikin RXTQ30P calor 84 KW frío y 94,519 KW calor. Cubre un 1,47% de la demanda de calor.

ATE. 3 Aire acondicionado Daikin RXS20G de 2,8 KW de frío y 4,3 KW de calor para las zonas de gráficos, TV y radio que son 19,41 m², un 0,3%.

5.2.- Consumo refrigeración

A continuación se realizarán los cálculos para máquinas de refrigeración, teniendo en cuenta que hay que distinguir los consumos de gas (equipos con motor a gas o absorción) de los consumos eléctricos (equipos que reciben su movimiento de la acción de un motor eléctrico).

Con los valores sugeridos de horas de funcionamiento equivalentes a plena carga se llega a estimaciones del consumo de los equipos y el valor total. Llegando a esta ecuación que se muestra a continuación:

$$E_R = HE * Q * P \left(\frac{KWh}{año} \right) \quad (7)$$

*Ecuación 7: Cálculo estimado del consumo térmico de refrigeración total de la instalación.

De donde:

E_R : es la energía eléctrica que se consume en la refrigeración (KWh/año).

HE: las horas de funcionamiento equivalentes a plena carga para los equipos frigoríficos (Horas/año).

P: relación entre el consumo eléctrico incluyendo los elementos auxiliares y la potencia frigorífica nominal (KWe/ KWf).

Por tanto, el valor para la refrigeración:

$$E_{R1} = 800 * 45 * 0,32 = 11.520 \left(\frac{KWh}{año} \right) \quad ATE. 1$$

$$E_{R2} = 800 * 84 * 0,27 = 18.144 \quad \left(\frac{KWh}{año}\right) \quad ATE. 2$$

$$E_{R3} = 800 * 2,8 * 0,46 = 1.030,4 \quad \left(\frac{KWh}{año}\right) \quad ATE. 3x3ud.$$

$$E_{R4} = 1200 * 2,9 * 0,31 = 1.078,8 \quad \left(\frac{KWh}{año}\right) \quad ATS. 1$$

El valor de HE se extraerá de un listado de horas equivalentes a plena carga para las distintas poblaciones y se expone a continuación:

| | | | |
|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| <i>Alicante</i> | <i>400 – 1200</i> | <i>Mallorca</i> | <i>900 – 1200</i> |
| <i>Barcelona</i> | <i>400 – 1200</i> | <i>Menorca</i> | <i>900 – 1200</i> |
| <i>Bilbo(Bilbao)</i> | <i>300 – 500</i> | <i>Oviedo</i> | <i>300 – 500</i> |
| <i>Burgos</i> | <i>200 – 600</i> | <i>Santander</i> | <i>300 – 500</i> |
| <i>Cáceres</i> | <i>800 – 2200</i> | <i>Santiago</i> | <i>300 – 500</i> |
| <i>Ciudad Real</i> | <i>1000 – 2200</i> | <i>Sevilla</i> | <i>1200 – 2200</i> |
| <i>Córdoba</i> | <i>1500 – 2200</i> | <i>Valencia</i> | <i>400 – 1200</i> |
| <i>Eivissa (Ibiza)</i> | <i>900 – 1200</i> | <i>Valladolid</i> | <i>200 – 600</i> |
| <i>La Coruña</i> | <i>300 – 500</i> | <i>Vigo</i> | <i>300 – 600</i> |
| <i>Logroño</i> | <i>400 – 1500</i> | <i>Zaragoza</i> | <i>500 – 1500</i> |
| <i>Madrid</i> | <i>800 – 1000</i> | <i>Málaga</i> | <i>400 – 1200</i> |

Figura 14. Valores de HE equivalentes a plena carga. Fuente: Proyecto de Ejecución.

ATE. 1 Bomba Daikin RXYQ16P de 45 KW para frío y 50 KW de calor. Se encarga de junto a ATE. 2 cubrir la demanda de frío de las siguientes zonas: sala de prensa, sala autoridades, guardarropa, taquilla, sala reuniones, despacho y administración. Representando un 1,47% del total.

ATE. 2 Bomba Daikin RXTQ30P calor 84 KW frío y 94,519 KW calor. Cubre un 1,47% de la demanda de frío.

ATE. 3 Aire acondicionado Daikin RXS20G de 2,8 KW de frío y 4,3 KW de calor para las zonas de gráficos, TV y radio que son 19,41 m², un 0,3%.

ATS. 1 Es un aire acondicionado Split para los servidores de la parte de previsión, racks y tv, que tiene una superficie de 24,62 m², un 0,46%.

Los valores de Q y de P dependen del aparato a considerar, y la HE está cogida del rango para Valencia, teniendo en cuenta que valores bajos implican situaciones favorables y los valores más altos implican peores situaciones como es el último caso.

Como hay tres unidades de la ATE. 3, al final la ecuación quedará como sigue:

$$E_{RT} = E_{R1} + E_{R2} + 3 * E_{R3} + E_{R4} = 33.834 \left(\frac{KWh}{año} \right) = 92,966 \left(\frac{KWh}{día} \right)$$

5.3.- Consumo eléctrico

Por otra parte los consumos eléctricos, serán calculados a partir del valor del factor de transporte (FT) de acuerdo con el RITE. Cuando no se conocen los valores exactos se cogerán los valores máximos para estar siempre del lado de la seguridad, de donde se obtiene que la energía eléctrica consumida en ventiladores y bombas es:

El listado de los valores de FT para bombas son los siguientes:

| | | |
|------------------------|-----------------------------|------------|
| Calefacción - | Climatizadores: | 700 |
| | Fancoils: | 100 |
| | Radiadores 2 tubos: | 850 |
| | Radiadores monotubo: | 250 |
| Refrigeración - | Climatizadores: | 150 |
| | Fancoils: | 80 |

Figura 15. Valores FT para las bombas. Fuente: Proyecto de Ejecución.

Para bombas de agua caliente:

$$E_{eC} = (E_c / \sum FT)$$

$$E_{eC} = 12.283,083 * 2/235 = 104,537 (KWh/año)$$

Y para climatizadores:

$$E_e = (E_c + \frac{E_R}{P}) / FT$$

$$E_e = (41.196,243 + \frac{33.834}{140,3}) / 700 = 59,196 (KWh/año)$$

Dando un total de:

$$Energía_{eléctrica} = 5.918,029 + 9.174,938 + 3 * 512,37 + 11.520 + 18.144 + 1.030,4 * 3 + 1.078,8 + 104,537 + 59,196 = 50.627,81 \text{ (KWh/año)}.$$

$$Energía_{gasnatural} = 12.283,083 * 2 = 24.566,166 \text{ (KWh/año) (la de las calderas)}.$$

Para finalizar se calculan las emisiones de CO₂ previstas, basadas en los consumos estimados y los factores de conversión.

Electricidad convencional peninsular= 649 gr CO₂/KWh

Gas natural: 204 gr CO₂/KWh

$$Total \text{ electricidad } CO_2 = (649 * 50.627,81)/1.000 = 32.857,45 \text{ Kg } CO_2$$

$$Total \text{ gas natural } CO_2 = (204 * 24.566,166)/1.000 = 5.011,48 \text{ Kg } CO_2$$

$$Total \text{ emisión } CO_2 = Total \text{ electricidad } CO_2 + Total \text{ gas natural } CO_2 = 37.868,93 \text{ Kg}$$

Con esto finaliza todo el análisis energético de la instalación, sin embargo también resulta de relevancia calcular el total de potencia instalado en la instalación, que habiendo calculado antes el consumo energético será directo:

$$Pot_{calefacción} = 290,7 * 2 + 50 + 94,5 + 4,3 * 3 = 738,8 \text{ KW}$$

$$Pot_{refrigeracion} = 45 + 84 + 2,8 * 3 + 2,9 = 140,3 \text{ KW}$$

Por último queda saber la Potencia máxima eléctrica, este dato se puede encontrar en el Proyecto de Ejecución como máxima potencia prevista e incluye tanto la energía eléctrica necesaria para mover los equipos, como la energía eléctrica para iluminación etc. Además se indica también el dato de suministro preferente que pese a no ser relevante para el presente trabajo, si es un dato importante a saber pues indica la potencia necesaria en caso de que suceda algún imprevisto como puede ser el hecho de que se vaya la luz.

$$Pot_{eléctrica} = 405,4 \text{ KW}$$

$$Pot_{suministropreferente} = 95,1 \text{ KW}$$

6. ANÁLISIS EDIFICIO PARCIALMENTE CONSTRUIDO Y DISEÑO CON CE3X

El programa CE3 se emplea para obtener un certificado energético de cualquier edificio, puede ser tanto una vivienda unifamiliar, un bloque de viviendas o un edificio terciario como es el que se va a analizar, los únicos edificios que no se pueden calcular son aquellos que tienen algún sistema o equipo no incluido en CALENER, (es un programa reconocido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y que sirve para introducir las instalaciones térmicas y por lo tanto calcular consumos energéticos), sin embargo la complejidad del programa es mucho mayor y tiene variaciones en la escala de medición empleada, por eso en este trabajo no se empleará.

El programa que se va a emplear es un programa muy similar al CE3 que es el CE3X, es un programa que está disponible para descargar gratuitamente en la página del Código Técnico de la Edificación y que además estadísticamente obtiene muchos mejores resultados que el CE3 para grandes edificios terciarios. Es un programa reconocido por el Ministerio de Energía, Industria y Trabajo para la realización de certificaciones energéticas en viviendas ya existentes. Permite obtener resultados de consumo, demanda y emisiones de dióxido de carbono entre otros parámetros.

El CE3X permite obtener certificados para edificaciones residenciales, y pequeños o grandes edificios terciarios, al ser el objeto de estudio un Pabellón Polideportivo será del tipo gran edificio terciario, una vez se introduzcan todos los datos se obtiene una calificación energética fruto de la comparación de los datos que se introducen al programa con una base de datos realizada para cada zona climática, gracias a las iteraciones y simulaciones con el programa CALENER. En el CE3X se puede caracterizar una gran batería de variables como la zona climática, el tipo de edificio, la ventilación, la orientación, las transmitancias térmicas, los huecos en fachadas, puertas, ventanas etc. El programa al final lo que hace es comparar los datos introducidos por el usuario y compararlos con edificios similares que tenga en la base de datos, una vez el programa selecciona el más similar realiza unos cálculos aproximados para la demanda.

Otra ventaja de este programa es que es más fácil de introducir los datos que el CE3, no exigiendo tanta cantidad de datos, obteniéndose el resultado de forma más inmediata. También dispone de una pestaña de análisis económico que evidentemente es de gran importancia y se empleará una vez se obtengan todos los resultados pertinentes.

En primer lugar hay que conocer la zona climática en la que se encuentra el Pabellón porque tanto la demanda energética como la calificación energética están muy afectados por la zona climática en la que esté localizado el edificio a analizar. Para ver la zona climática basta con buscar en el Apéndice D del DB HE 1 del código técnico, como el Polideportivo está en Sagunto que pertenece a la provincia de Valencia habrá que ver Valencia a que zona climática pertenece pues este dato tendrá gran importancia en los cálculos.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

| Capital de provincia | Capital | Altura de referencia (m) | Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m) | | | | |
|------------------------------|-----------|--------------------------|--|-----------|-----------|------------|-----------|
| | | | ≥200 <400 | ≥400 <600 | ≥600 <800 | ≥800 <1000 | ≥1000 |
| Albacete | D3 | 677 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Alicante | B4 | 7 | C3 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Alicante | A4 | 0 | B3 | B3 | C1 | C1 | D1 |
| Ávila | E1 | 1054 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Badajoz | C4 | 168 | C3 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Barcelona | C2 | 1 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Bilbao | C1 | 214 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Burgos | E1 | 861 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Cáceres | C4 | 385 | D3 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Cádiz | A3 | 0 | B3 | B3 | C1 | C1 | D1 |
| Castellón de la Plana | B3 | 18 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Ceuta | B3 | 0 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Ciudad real | D3 | 630 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Córdoba | B4 | 113 | C3 | C2 | D1 | D1 | E1 |
| Coruña (a) | C1 | 0 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Cuenca | D2 | 975 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Donostia-San Sebastián | C1 | 5 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Girona | C2 | 143 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Granada | C3 | 754 | D2 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Guadajara | D3 | 708 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Huelva | B4 | 50 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Huesca | D2 | 432 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Jaén | C4 | 436 | C3 | D2 | D1 | E1 | E1 |
| León | E1 | 346 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Lleida | D3 | 131 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Logroño | D2 | 379 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Lugo | D1 | 412 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Madrid | D3 | 589 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Málaga | A3 | 0 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Melilla | A3 | 130 | B3 | B3 | C1 | C1 | D1 |
| Murcia | B3 | 25 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Ourense | C2 | 327 | D1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Oviedo | C1 | 214 | D1 | D1 | E1 | E1 | E1 |
| Palencia | D1 | 722 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Palma de Mallorca | B3 | 1 | B3 | C1 | C1 | D1 | D1 |
| Palmas de Gran Canaria (las) | A3 | 114 | A3 | A3 | A3 | B3 | B3 |
| Pamplona | D1 | 456 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Pontevedra | C1 | 77 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Salamanca | D2 | 770 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Santa Cruz de Tenerife | A3 | 0 | A3 | A3 | A3 | B3 | B3 |
| Santander | C1 | 1 | C1 | D1 | D1 | E1 | E1 |
| Segovia | D2 | 1013 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Sevilla | B4 | 9 | B3 | C2 | C1 | D1 | E1 |
| Soria | E1 | 984 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Tarragona | B3 | 1 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Teruel | D2 | 995 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Toledo | C4 | 445 | D3 | D2 | E1 | E1 | E1 |
| Valencia | B3 | 8 | C2 | C1 | D1 | D1 | E1 |
| Vizcaya | D1 | 704 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Vitoria-Gasteiz | D1 | 512 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Zamora | D2 | 617 | E1 | E1 | E1 | E1 | E1 |
| Zaragoza | D3 | 207 | D2 | E1 | E1 | E1 | E1 |

Figura 16. Zona climática. Fuente: Código Técnico de la Edificación.

Por lo que la zona climática para Valencia es la B3 con una altura de referencia para la capital de 8 metros sobre el nivel del mar.

El siguiente paso será abrir el programa CE3X y empezar a rellenar datos:

Datos administrativos | Datos generales | Envoltorio térmica | Instalaciones

Localización e identificación del edificio

Nombre del edificio: Pabellón polideportivo sagunto

Dirección: Calle Serra D'Irta

Provincia/Ciudad autónoma: Valencia Localidad: Sagunto Código Postal: 46520

Referencia Catastral: 8351801YJ3985S0001EH +

Datos del cliente

Nombre o razón social: Miguel Ángel Gimeno Guillem

Dirección: C/ Maestro Soler 43

Provincia/Ciudad autónoma: Valencia Localidad: Paterna Código Postal: 46980

Teléfono: 961387463 E-mail:

Datos del técnico certificador

Nombre y Apellidos: NIF:

Razón social: CIF:

Dirección:

Provincia/Ciudad autónoma: Localidad: Código Postal:

Teléfono: E-mail:

Titulación habilitante según normativa vigente:

Figura 17. Datos administrativos. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Aquí se rellenarán la localización e identificación del edificio (nombre, dirección, provincia, localidad, CP, y Referencia Catastral). También se pueden anotar los datos del cliente y de la persona que vaya a realizar la certificación pudiéndose añadir teléfono, email y la titulación vigente.

Para encontrar la Referencia Catastral habrá que consultar en la sede electrónica del catastro, y tras introducir los datos correspondientes a la localización del edificio se puede descargar un archivo con los datos descriptivos del inmueble, la parcela catastral y el dato que interesa que es la referencia catastral.

GOBIERNO DE ESPAÑA **MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA** SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
8350001YJ3985S0001SH

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN
CL SERRA D'ESCALONA 1 Suelo
46520 SAGUNTO / SAGUNTO (VALENCIA)

USO PRINCIPAL: Suelo sin edif. AÑO CONSTRUCCIÓN:

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: 100,000000 SUPERFICIE CONSTRUIDA (M²):

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN
CL SERRA D'ESCALONA 1
SAGUNTO / SAGUNTO (VALENCIA)

SUPERFICIE CONSTRUIDA (M²): SUPERFICIE GRUPO PARCELA (M²): 6.291 TIPO DE PARCELA: Suelo sin edificar

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/1000

Map showing parcel 83500 with boundaries and coordinates. Legend includes: 738.250 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89, Límite de Manzana, Límite de Parcela, Límite de Construcciones, Mobiliario y aceras, Límite zona verde, Hidrografía.

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

Lunes, 3 de Julio de 2017

Figura 18. Referencia catastral inmueble. Fuente: Sede electrónica catastro.

De aquí se comprueba la referencia catastral, la de este edificio es 8350001YJ3985S0001SH.

Sin embargo esta pestaña no es de especial relevancia, así que se pasa a la segunda pestaña disponible que se titula “Datos generales “. Aquí habrá que rellenar los siguientes datos:

- Normativa vigente: La normativa con la que se aplicó la construcción fue la del 2006 porque la normativa del 2013 no se había desarrollado aún y por tanto no era vigente.
- Año de construcción: El año de construcción es el 2010, el visado tiene fecha del 7/6/2010.
- Tipo de edificio: Se puede elegir entre local y completo, se va a hacer el estudio completo.
- Perfil de uso: De momento no está apto para la utilización, además de que si se empleará sería para entrenar y jugar partidos así que intensidad baja y no más de 8 horas.

- Provincia y localidad: La provincia es Valencia y la localidad está situado en Sagunto.
- Zona climática: Como se ha comprobado antes, la zona climática es la B3 IV.
- Superficie útil habitable: El total es de 6.469,66 metros cuadrados.
- Altura libre de la planta: La altura libre en el Pabellón es de 10,3m.
- Número de plantas habitables: Son dos, la planta baja y la planta sótano.
- Ventilación del inmueble: El valor es de 1 renovaciones/h.
- Demanda diaria de ACS: El valor total de ACS es de 2.100 litros/día.
- Masa de las particiones internas: Se cataloga como pesada porque la masa de las particiones internas es superior a 500 Kg/m².
- Finalmente se puede añadir una fotografía del edificio y su ubicación.

Datos generales

| | | | | |
|---------------------------|----------|---|------------------|----------------------|
| Normativa vigente | CTE 2006 | ? | Año construcción | 2010 |
| Tipo de edificio | Local | | Perfil de uso | Intensidad Baja - 8h |
| Provincia/Ciudad autónoma | Valencia | | Localidad | Sagunto |
| | | | Zona climática | HE-1 B3 HE-4 IV |

Definición edificio



| | | | | |
|--|---------|----------------|--|---|
| Superficie útil habitable | 6469.66 | m ² |  |  |
| Altura libre de planta | 10.3 | m | | |
| Número de plantas habitables | 2 | | | |
| Ventilación del inmueble | 1.2 | ren/h | | |
| Demanda diaria de ACS | 2100 | l/día | | |
| Masa de las particiones internas | Pesada | | | |
| <input type="checkbox"/> Se ha ensayado la estanqueidad del edificio | | | | |

Imagen edificio
Plano situación

Figura 19. Datos generales edificación. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Ahora que ya se han definido todos estos parámetros se procederá a definir la envolvente térmica del edificio, para ello habrá que tener presente el siguiente esquema para realizar este paso correctamente.

Este esquema u organigrama se ha obtenido del manual de usuario de CE3X, el cual ha sido tenido muy en cuenta a lo largo del presente proyecto, pues da una visión general de cómo se

debe emplear y que consideraciones hay que tener de cara al buen uso del programa y así obtener una solución que sea lo más próxima a la realidad pese a que siempre hay pequeñas simplificaciones.

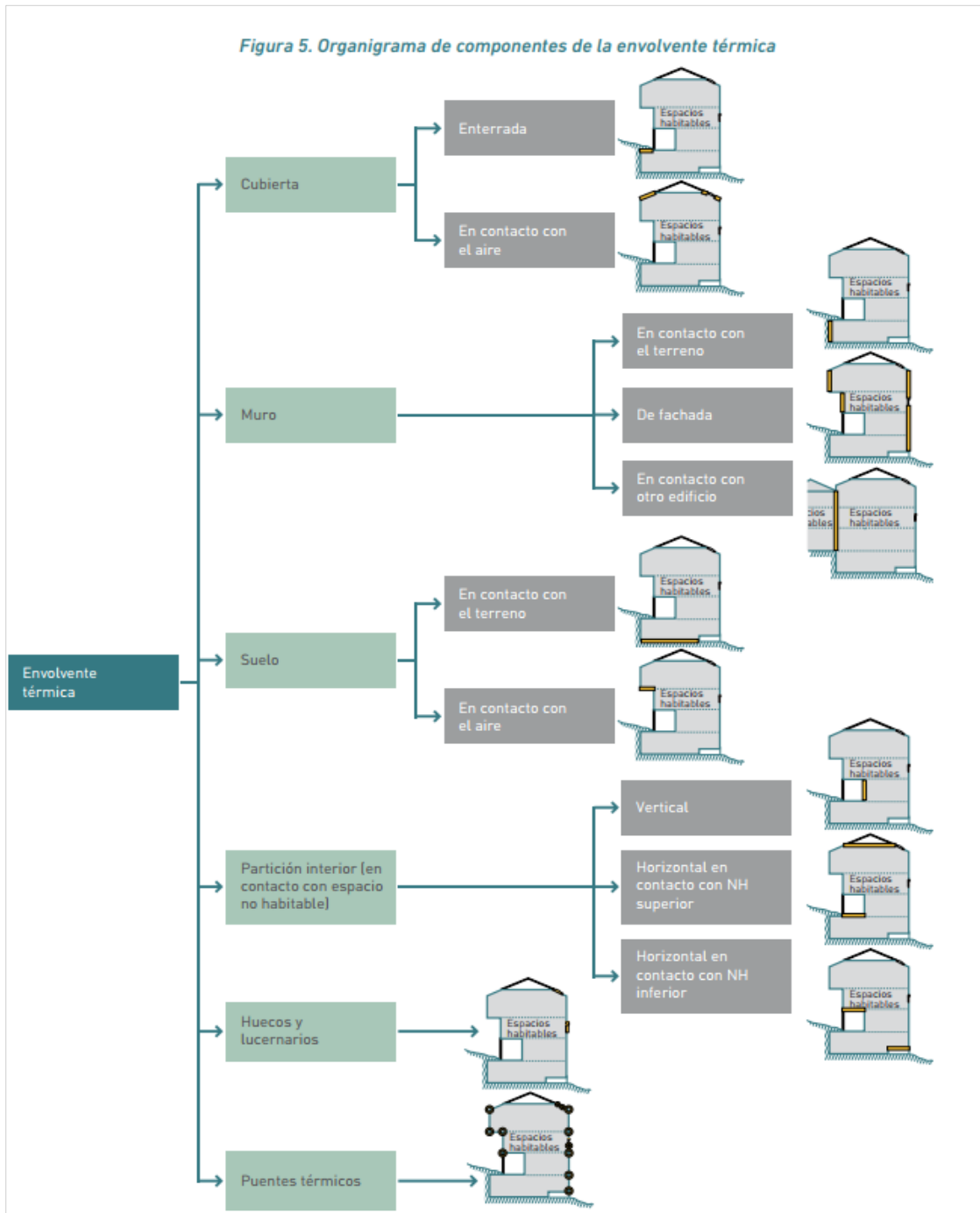


Figura 20. Envoltentes térmicas CE3X. Fuente: Manual de usuario CE3X.

En la pestaña de envolvente térmica se caracterizarán los cerramientos que confinan las zonas habitables y el ambiente exterior, también se tendrá en cuenta el suelo y la cubierta como se verá más adelante.

Se empezará con los muros pues el edificio no está pegado a otro edificio, para saber la orientación de los muros se adjunta una parte del plano:



Figura 21. Orientación del Pabellón. Fuente: Planos Proyecto de Ejecución.

Uno de los cálculos previos a realizar antes de introducir los datos en el programa será calcular la superficie de las diferentes fachadas que componen al edificio, el resumen de todos estos datos se verán recogidos en la siguiente Tabla 9:

| Fachada | Longitud | Altura | Superficie (m ²) |
|---------|----------|--------|------------------------------|
| Oeste | 65,5 | 9 | 589,5 |
| Este | 65,5 | 9 | 589,5 |
| Norte | 74,9 | 9 | 674,1 |
| Sur | 74,9 | 9 | 674,1 |

Tabla 9. Superficies fachadas. Fuente: Elaboración propia.

En el cálculo también se tendrá que tener en cuenta puertas y ventanas (huecos), tanto la cantidad como las dimensiones, por tanto se van a recoger en las Tablas 10 y 11 para que la implementación en CE3X sea lo más directa y breve posible.

La puerta B3 no se ha tenido en cuenta en el análisis porque pertenece a una parte interior y por tanto no se introducirá en CE3X.

| Tipo ventana | Largo(m) | Alto(m) | Superficie(m ²) |
|--------------|----------|---------|-----------------------------|
| V1 | 2,44 | 1,50 | 3,66 |
| V2 | 2,44 | 1,50 | 3,66 |
| V3 | 2,44 | 0,80 | 1,95 |

Tabla 10. Tipos y características ventanas. Fuente: Elaboración propia.

Después de la de ventanas se expone la Tabla 11 (puertas) que es la siguiente:

| Tipo puerta | Largo(m) | Alto(m) | Superficie(m ²) |
|-------------|----------|---------|-----------------------------|
| B1 | 15,75 | 3 | 47,25 |
| B2 | 9,2 | 3 | 27,6 |
| B4 | 8,65 | 2,1 | 18,17 |
| B5 | 5,4 | 3 | 16,2 |

Tabla 11. Tipos y características puertas. Fuente: Elaboración propia.

También será necesario saber cuántas y de qué tipo son las puertas y las ventanas para cada tipo de fachada, así mucha información a insertar en el programa será fácilmente introducida.

| Tipo de fachada | Cantidad y tipos puertas y ventanas |
|-----------------|-------------------------------------|
| Fachada Norte | 6xB5 |
| Fachada Sur | 6xB5 |
| Fachada Este | 2xB2,1xB4,16xV1,10xV3 |
| Fachada Oeste | 2xB2,2xB1,16xV1,10xV2 |

Tabla 12. Cantidad de puertas y ventanas por fachada. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo con esto todavía no es posible comenzar a realizar todavía cálculos, el motivo es que las fachadas están formadas por dos materiales distintos y esto tendrá que considerarse, pues se reflejará en un cambio de las transmitancias térmicas las cuales afectan al cálculo de la eficiencia energética del edificio, por tanto para cada tipo de fachada hay una separación en dos, la cual la suma de las dos superficies se corresponderá con la superficie de la Tabla 9, por lo que en la Tabla 13 se reflejará la distribución de superficies, sus transmitancias, huecos y su densidad de área para las distintas fachadas.

| Tipo de fachada | Superficie(m ²) | Transmitancia(W/m ² K) | Masa/ m ² (Kg/m ²) | Huecos |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|----------|
| Fachada Norte 1 | 472,81 | 0,71945 | 462,5 | 6B5 |
| Fachada Norte 2 | 201,29 | 0,6138 | 128,13 | - |
| Fachada Este 1 | 345,4 | 0,71945 | 462,5 | 2B2,16V1 |
| Fachada Este 2 | 244,1 | 0,6138 | 128,13 | 1B4,10V3 |
| Fachada Oeste 1 | 345,85 | 0,71945 | 462,5 | 2B2,16V1 |
| Fachada Oeste 2 | 243,65 | 0,6138 | 128,13 | 2B1,10V2 |
| Fachada Sur 1 | 472,81 | 0,71945 | 462,5 | 6B5 |
| Fachada Sur 2 | 201,29 | 0,6138 | 128,13 | - |

Tabla 13. Superficie, transmitancias y masas/ m² fachadas. Fuente: Elaboración propia.

Estos valores han sido calculados y justificados en el punto 4 de la memoria “descripción edificio” donde entre otras cosas se calculan estos valores.

Envoltura térmica del edificio

Cubierta
 Muro En contacto con el terreno
 Suelo De fachada Medianería
 Partición interior
 Hueco/Lucernario
 Puente térmico

Muro de fachada

Nombre: F. norte 1 Zona: Edificio Objeto

Dimensiones: Superficie: 472.81 m² Características: Orientación: Norte, Patrón de sombras: Sin patrón

Parámetros característicos del cerramiento

Propiedades térmicas: Conocidas Transmisión térmica: 0.72 W/m²K

Transmitancia térmica: 0.71945 W/m²K Masa/m²: 462.5 kg/m²
 Librería cerramientos

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 22. Introducción fachada Norte 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Ahora ya se puede introducir los valores de las distintas fachadas en el programa CE3X, con motivo de no hacer la siguiente parte demasiado repetitiva sólo se mostrará cómo se han introducido las fachadas Norte 1 y Norte 2 pues las demás se realizan exactamente igual simplemente cambiando el valor de la superficie y la orientación como se puede ver a continuación.

Seleccionando muro de fachada se desplegará la pantalla que se ve arriba, de aquí habrá que introducir el nombre de la fachada a analizar, de que zona se quiere realizar (en este caso es del edificio entero a analizar), su orientación, la superficie y el patrón de sombras del cual no se dispone suficiente información para ser analizado.

Finalmente se tendrá que introducir las propiedades térmicas del cerramiento, para ello hay 4 posibilidades para hacerlo, se pueden poner por defecto y el programa seleccionará un valor de transmitancia que crea conveniente (no recomendable), la segunda opción es que sean las propiedades estimadas, teniendo que introducir el tipo de fachada (doble hoja con cámara, una hoja o fachada ventilada), y el tipo de cámara de aire (no ventilada, ligeramente ventilada, ventilada o rellena de aislamiento). La tercera y cuarta posibilidad es cuando son conocidas las propiedades térmicas, se puede hacer introduciendo los valores de transmitancia térmica (en W/m^2K) y la densidad de superficie en (Kg/m^2), finalmente también se puede introducir como librería de cerramientos introduciendo los materiales, los espesores de las capas, la densidad, la conductividad y el calor específico, una vez se tuviera se puede guardar ese tipo de cerramiento y usarlo para futuros proyectos o fachadas. Como el valor de la transmitancia térmica y la densidad por unidad de superficie es de valor conocido esta será la opción más sencilla y que más se aproximará al valor real.

Como se podrá ver la fachada Norte 2 se realizará como la anterior pero con valores de superficie, transmitancia térmica y densidad de área distintos.

Figura 23. Introducción fachada Norte 2. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Una vez ya definidas las 8 fachadas que componen el Pabellón con las características recogidas en la Tabla 5, habrá que comenzar con la introducción de los huecos (ventanas y puertas), se trata otra vez de un proceso repetitivo y como tal, se definirán en este documento sólo las puertas y ventanas asociadas a la fachada Este 1 (de superficie 345,4 y valores de transmitancia y masa/m² de 0,71945 y 462,5 respectivamente) por el hecho de que tiene tanto puertas como ventanas.

Se empezará con las puertas, hay que introducir dos puertas del tipo B2.

Envoltura térmica del edificio

Cubierta
 Muro
 Suelo
 Partición interior
 Hueco/Lucernario
 Puente térmico

Hueco/Lucernario

Nombre: Puertas Este 1.1
 Cerramiento asociado: F. este 1
 Orientación: Este

Dimensiones

Longitud: 9.2 m
 Altura: 3 m
 Multiplicador: 2
 Superficie: 55.2 m²
 Porcentaje de marco: 20 %

Características

Permeabilidad del hueco: Estanco 50 m³/hm²
 Absortividad del marco: α 0.55
 Dispositivo de protección solar
 Patrón de sombras: Sin patrón
 Doble ventana

Parámetros característicos del hueco

Propiedades térmicas: Estimadas
 Tipo de vidrio: Doble
 Tipo de marco: Metálico con RPT

U vidrio: 3.3 W/m²K
 g vidrio: 0.75
 U marco: 4.0 W/m²K

Figura 24. Introducción puertas Este 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.

En dimensiones se pone el valor que corresponda según la Tabla 11, en este caso el tipo de puerta es B2 de medidas 9,2x3m, a continuación el porcentaje de marco respecto de la superficie de la puerta, el cual es de un 20%. Posteriormente las propiedades térmicas, las cuales se pueden definir o con las transmitancias del marco y el vidrio o estimarlas, en este caso resulta más conveniente estimarlas, para ello habrá que introducir el tipo de vidrio (simple, doble o bajo emisivo) y el tipo de marco (metálico sin rotura de puente térmico, metálico con rotura de puente térmico, PVC, madera), como se conoce que el tipo de vidrio es doble y el tipo de marco metálico con rotura de puente térmico ya están caracterizadas las propiedades térmicas.

Por último se tienen que caracterizar la permeabilidad del hueco, del Proyecto de Ejecución se sabe que es estanco y por tanto no habrá que darle un valor en concreto. Después de esto hay que seleccionar el valor de la absorptividad del marco, este parámetro queda determinado por el color del marco, que al ser beige normal da un valor de 0,55.

Los parámetros que quedan no son de aplicación en este caso y por tanto se deja así.

Con esto finalizan las puertas de la fachada Este 1, es hora de introducir las ventanas.

Figura 25. Introducción ventanas Este 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Tanto puertas como ventanas comparten la misma pestaña, que es la de hueco/lucernario, es importante ver que en la casilla “multiplicador” esta vez el valor es 16 pues son 16 ventanas en total, tampoco tiene el mismo valor ni las proporciones de la ventana, ni la superficie del marco pues las ventanas tienen menos porcentaje. Sin embargo, la diferencia más grande está en que las ventanas tienen retranqueo, esto se introduce en la pestaña de “dispositivo de protección solar” y tiene un valor de 10 centímetros.

Con esto finalizaría la introducción de los huecos para la fachada Este 1, este proceso se repite para el resto de fachadas hasta tener todos los huecos definidos.

Ahora hay que introducir la cubierta, ésta se define en 4 partes claramente diferenciadas, puesto que sus superficies, transmitancias y masa/m² son diferentes, éstas ya han sido calculadas previamente en el apartado 4 “descripción edificio”, y se van a recoger en la Tabla 14 para su más sencilla utilización.

| Cubierta | Superficie(m ²) | Transmitancia(W/ m ² K) | Masa/m ² (Kg/m ²) |
|------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| Cubierta 1 | 738,1 | 0,445 | 1.143,8 |
| Cubierta 2 | 2.128,5 | 0,4 | 15 |
| Cubierta 3 | 1.145,8 | 4,763 | 690 |
| Cubierta 4 | 402,6 | 25 | 9,6 |

Tabla 14. Superficie, transmitancias y masas/ m² fachadas. Fuente: Elaboración propia.

Igual que en los procedimientos anteriores, se va a introducir únicamente la parte correspondiente a la fachada 1.

Envoltente tèrmica del edifici

Cubierta Enterrada En contacto con el aire

Muro Suelo Partición interior Hueco/Lucernario Puente tèrmico

Cubierta en contacto con el aire

Nombre: Zona:

Dimensiones: Superficie: m²
Longitud: m
Anchura: m

Características: Patrón de sombras:

Parámetros característicos del cerramiento: Propiedades tèrmicas: Conocidas

Transmittancia tèrmica: W/m²K Masa/m²: kg/m² Transmittancia tèrmica: W/m²K

Librería cerramientos

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 26. Introducción cubierta 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Cuando se define la cubierta hay que seleccionar entre enterrada o en contacto con el aire, todas las partes de la cubierta están en contacto con el aire por tanto se selecciona esa opción, luego bastará con introducir los datos recogidos en la Tabla 6.

El penúltimo elemento a definir es el suelo, que tiene una superficie igual que la de la cubierta, los valores de transmitancia y densidad por unidad de superficie se saben consultando el Proyecto de Ejecución.

Envoltente tèrmica del edifici

Cubierta Muro Suelo En contacto con el terreno En contacto con el aire exterior

Partición interior Hueco/Lucernario Puente tèrmico

Suelo en contacto con el aire exterior

Nombre: Zona:

Dimensiones: Superficie: m²
Longitud: m
Anchura: m

Parámetros característicos del cerramiento: Propiedades tèrmicas: Conocidas

Transmittancia tèrmica: W/m²K Masa/m²: kg/m² Transmittancia tèrmica: W/m²K

Librería cerramientos

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Figura 27. Introducción suelo. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Sólo queda un último paso para finalizar con la envolvente térmica del edificio, que es introducir los puentes térmicos.

Puente térmico por defecto

Definir puentes térmicos por defecto

- Pilar integrado en fachada
- Pilar en esquina
- Contorno de hueco
- Caja de persiana
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con cubierta
- Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire
- Encuentro de fachada con solera

Cargar Borrar

Figura 28. Introducción de los puentes térmicos. Fuente: Captura pantalla CE3X.

De aquí habrá que seleccionar aquellos puentes térmicos que estén presentes en el edificio, en este caso hay encuentro de fachada tanto con forjado, cubierta y solera, y contorno de hueco, por tanto se seleccionan y cargan al sistema y quedará por concluido la envolvente térmica del edificio y restará caracterizar las instalaciones para obtener la etiqueta energética.

En primer lugar se introducirán los datos correspondientes a calefacción, refrigeración y ACS. Aquí se tendrá en cuenta todo lo calculado en el punto 5 de la memoria “cálculos energéticos” y en especial la Tabla 7. Viendo cómo se introducen las calderas de gas natural está claro el procedimiento para ATE. 1, ATE. 2, ATE. 3 Y ATS. 1.

Equipo mixto de calefacción y ACS

Nombre: Zona:

Características

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

Demanda cubierta

| | ACS | Calefacción |
|-----------------|---------|-------------|
| Superficie (m2) | 6469.66 | 6178.53 |
| Porcentaje (%) | 100 | 95.5 |

Rendimiento medio estacional

Rendimiento estacional:

A.C.S. Rendimiento medio estacional: %

Calefacción Rendimiento medio estacional: %

Con Acumulación

Figura 29. Introducción de las calderas de gas natural. Fuente: Captura pantalla CE3X.

De las opciones a elegir se selecciona Equipo mixto de calefacción y ACS, el tipo de generador es una caldera estándar y que funciona como ya se ha mencionado con gas natural. El rendimiento estacional se puede dar o con la potencia nominal, carga media y rendimiento de combustión, o como en este caso se sabe el valor del Proyecto de Ejecución directamente es un 94%. Las calderas se encargarán del 95,5% del consumo de calefacción y toda la ACS.

Una vez introducida todas las instalaciones de calefacción, ACS y refrigeración será el momento de definir el equipo de bombeo.

Equipos de bombeo

Nombre: Grupo presión fontanería y fluxores Zona: Edificio Objeto

Características

Tipo de bomba: Bomba de caudal constante

Servicio: ACS

Consumo energético anual

Consumo energético: Conocido (Ensayado/justificado) Consumo energético anual: 12993.75 kWh

Figura 30. Adición de los equipos de bombeo. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Esta medida es rápida de implementar pues no necesita muchos datos, en el tipo de bomba se puede seleccionar entre una bomba de caudal constante y una de varias velocidades, en este caso es una bomba de caudal constante cuya principal función es la ACS. Para el cálculo del consumo energético hay que referenciarse a los planos eléctricos del Proyecto de Ejecución, los datos que interesan son las potencias del grupo de presión de fontanería y el de los fluxores, que tienen unos valores de 3.750 y 4.125W respectivamente.

Este valor se multiplicará por las horas de funcionamiento para obtener el consumo energético, al año hay aproximadamente 229 días hábiles (quitando domingos y festivos), a razón de uso de unas 7 horas/día el Pabellón contando unas 2 o 3 horas por la mañana para entrenar y unas 4 o 5 máximo en todo lo que duran los partidos y actividades que se realicen por la tarde dará una razón de uso cercana al valor mencionado. Ese producto dará 1.603 h, para estar del lado de la seguridad se redondea a 1.650 h.

Por lo que sumando los consumos de consumos de fontanería y fluxores y multiplicando:

$$\text{Consumo}_{\text{fluxores y fontanería}} = (3.750 + 4.125) * 1.650 = 12.993,75 \text{ kWh}$$

Ya en tercer lugar los ventiladores, y con ellos la mayor parte de la instalación estará simulada en el programa.

Figura 31. Añadir ventiladores. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Se sigue el mismo procedimiento que para los equipos de bombeo, primero se elige el tipo de ventilador entre de caudal constante y de varias velocidades, y el tipo de servicio a realizar, el equipo de ventiladores es de caudal constante y dedicado a la calefacción, para el consumo energético se vuelven a revisar los planos eléctricos, de aquí se sabe que son 8 cada uno de una potencia de 1.875 W, para el tiempo se usa el mismo criterio que antes, es decir, un total de 1.650 horas.

$$\text{Consumo}_{\text{ventilación}} = 8 * 1.875 * 1.650 = 24.750 \text{ kWh}$$

El proceso siguiente será el de añadir la iluminación, como los consumos energéticos son diferentes para cada zona del Pabellón Polideportivo se ha definido el alumbrado por zonas, otra vez se vuelve a buscar en los planos eléctricos todo lo relacionado con el consumo eléctrico y se ha agrupado en 7 grupos (vestuarios, administración, sala de prensa y autoridades, gimnasio, sala calefacción, ascensor y pista y zonas comunes), para cada uno de esos grupos se tiene que definir su superficie y su potencia eléctrica instalada, por ejemplo en el caso del gimnasio su superficie es la suma de la sala especializada, la sala de musculación y la sala de puesta a punto, que es un total de 373,24 m² y el total de la potencia instalada es la suma del alumbrado de las tres salas también. Con el objeto de no escribir la gran cantidad de números que aparecen en los cuadros de los planos eléctricos se ha realizado manualmente la suma de todos ellos, correspondientes al alumbrado de cada zona y quedan recogidos en la Tabla 15:

| Zona | Superficie(m ²) | Potencia instalada(W) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Vestuarios | 402,68 | 6.782 |
| Administración | 131,58 | 3.154 |
| Prensa y autoridades. | 133,74 | 2.895 |
| Gimnasio | 373,24 | 11.482 |
| Calefacción sala | 44,68 | 648 |
| Ascensor | 1,54 | 570 |
| Pista y ZC | 4.358,14 | 164.371 |

Tabla 15. Alumbrado y superficie zonas. Fuente: Elaboración propia.

Equipos de iluminación

Nombre: Iluminación pista y zonas comunes Zona: Pista y zonas comunes

Características

Superficie zona: 4358.14 m2 Sin control de la iluminación
 Con control de la iluminación

Eficiencia energética

Zona de representación Actividad: Zonas comunes

Definir características: Conocido(ensayado/justificado)

Potencia instalada: 164371 W

Iluminancia media horizontal: 800 lux

Figura 32. Iluminación pista y zonas comunes. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Con esto quedará caracterizado toda la iluminación de todo el Pabellón, en la Figura 32 se puede ver como se introduce la iluminación en la pista y zonas comunes, ninguna zona tiene control de iluminación, la potencia instalada se coge de los valores de la Tabla 15 igual que la superficie a la hora de definir las zonas. La iluminancia media horizontal del Proyecto de Ejecución varía según la zona, la más alta es la de la pista que será de 800 lux y la del resto 300 lux.

Por último queda por añadir las contribuciones energéticas, aquí se puede añadir tanto solar térmica como fotovoltaica, no se dispone de fotovoltaica y por tanto no hará falta rellenar nada, como sí se tiene solar térmica y cubre un porcentaje de 60,14% se añade y con ello habrán finalizado todos los pasos previos a la obtención de la etiqueta energética, por lo que haciendo click en calificar el proyecto, se obtendrá lo siguiente:

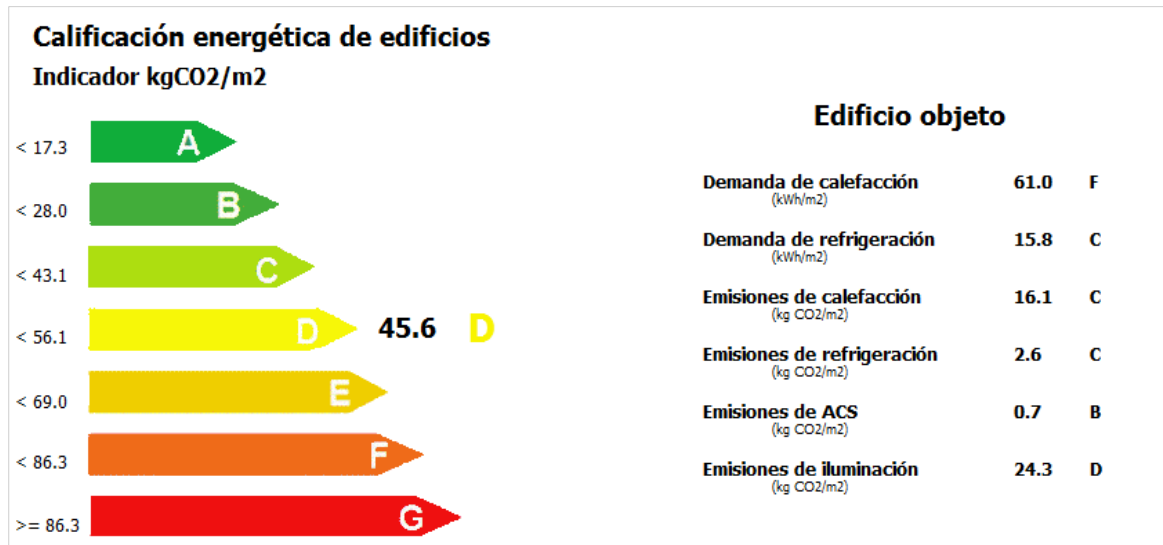


Figura 33. Etiqueta energética Pabellón. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Por lo que la letra de calificación energético es una D, añadido de un indicador que determina los KgCO₂/m² de superficie útil habitable y por año. A la derecha también se tienen otros indicadores, como son las demandas de refrigeración y calefacción en KWh/m² y año, finalmente los indicadores de emisiones, emisiones de calefacción, refrigeración, ACS y emisiones de iluminación en KgCO₂/ m² y por año.

La etiqueta tiene una gran cantidad de información, pues como se puede ver las emisiones de ACS tiene un valor de 0,7 y una calificación de B, es decir llegar a una A en esta parte quizás no interese puesto que ya está muy reducido y su reducción no aportaría mucho a la calificación energética, como se puede ver interesa reducir en emisiones de iluminación y en demanda de calefacción puesto a que son muy elevados y una mejora podría conllevar a una mejor calificación.

Los valores de demanda de calefacción y refrigeración dependen de la zona climática y la orientación solar del edificio, del comportamiento energético de la envolvente térmica y del uso del edificio o de su compacidad entre otros factores, el valor de las emisiones de calefacción y refrigeración dependen del consumo energético asociado a la demanda de cada una de las instalaciones y de las características de sus equipos como su rendimiento.

En el siguiente punto se dispondrán las mejoras para tratar de llegar a la calificación que se desea.

7. MEDIDAS DE MEJORA

Una vez ya se ha obtenido la calificación de la Figura 33 se expondrán las medidas de mejora que se le pueden realizar al Pabellón, se probarán medidas muy variadas para finalizar con el conjunto de todas ellas.

Cada mejora será detallada y finalizará con el coste total que supondría el aplicarla a la vez que se explicará cuál es el ahorro energético y en cuánto mejora la etiqueta energética al ponerla en marcha.

7.1 Mejora envolvente

Para el primer conjunto se han elegido un conjunto de tres medidas para la envolvente, la primera será aislar térmicamente la fachada.

7.1.1.- Aislamiento Interior Fachada

Hay que tener en cuenta que aislar térmicamente la fachada por el exterior podría afectar a elementos estéticos como los paneles prefabricados de cerramiento ya montados en el Pabellón, por tanto se decide usar un aislamiento por el interior, el material seleccionado para mejorar el aislamiento tiene una conductividad de 0,036 W/mK y un espesor de 40 mm. Para cada medida a realizar se buscará en la base de precios del IVE (Instituto Valenciano de la Edificación).

» E Edificación » EN Aislamiento e Impermeabilización » ENT Aislamiento térmico » ENTF Fachadas » ENTF.1\$ Aisl fachadas MW

Aisl fachadas MW

| | SITUACIÓN / APLICACIÓN | BARRERA DE VAPOR | ESPESOR (mm) | CONDUCTIVIDAD (W/mK) |
|---|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|
| a | <input type="radio"/> intermedio/muros doble hj | <input checked="" type="radio"/> sin | <input type="radio"/> 30 | <input type="radio"/> 0.032 |
| b | <input checked="" type="radio"/> interior/sob perfilería | <input type="radio"/> con | <input checked="" type="radio"/> 40 | <input type="radio"/> 0.034 |
| c | <input type="radio"/> exterior/CA ventilada | | <input type="radio"/> 45 | <input type="radio"/> 0.035 |
| d | <input type="radio"/> exterior/revoco directo | | <input type="radio"/> 50 | <input checked="" type="radio"/> 0.036 |
| e | | | <input type="radio"/> 60 | <input type="radio"/> 0.037 |
| f | | | <input type="radio"/> 65 | <input type="radio"/> 0.038 |
| g | | | <input type="radio"/> 75 | <input type="radio"/> 0.039 |
| h | | | <input type="radio"/> 80 | |
| i | | | <input type="radio"/> 100 | |
| j | | | <input type="radio"/> 120 | |
| k | | | <input type="radio"/> 140 | |
| l | | | <input type="radio"/> 150 | |
| m | | | <input type="radio"/> 160 | |

✓ interior/sob perfilería ✓ sin ✓ 40 ✓ 0.036

ENTF.1babd - m2 - MW 0.036 e 40mm interior/sob perfilería 6,95

Aislamiento térmico interior en trasdosados autoportantes sobre perfiles, con lana mineral (MW) de 40mm de espesor, sin revestimiento, conductividad térmica de 0.036 W/mK y resistencia térmica 1.10 m2K/W, reacción al fuego Euroclase A1, para aplicación en fachadas como aislante interior en trasdosados autoportantes sobre perfiles, código de designación MW-EN 13162-T3-WS-M1-AW0,70-AFr5 según norma UNE-EN 13162; incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte del aislante.

| Codigo | U.M. | Descripcion | Rdto. | Precio | Importe |
|-----------|------|---|-------|--------|---------|
| MOOA.8a | h | Oficial 1ª construcción | 0,050 | 15,77 | 0,79 |
| MOOA12a | h | Peón ordinario construcción | 0,050 | 13,11 | 0,66 |
| PNTL3babd | m2 | MW 0.036 e 40mm interior/sob perfilería | 1,050 | 3,20 | 3,36 |
| PNTW36a | m | Cinta papel kraft autoadhesiva | 1,500 | 0,61 | 0,92 |
| PBUA.9a | l | Adhesivo p/panel aisl y coquilla | 0,100 | 11,46 | 1,15 |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,010 | 6,88 | 0,07 |

Figura 34. Precio aislamiento interior fachada por m². Fuente: www.five.es

$$\text{Aislamiento}_{\text{fachadas1}} = 6,95 * (472,81 + 345,4 + 345,85 + 472,81) = 11.376,24 \text{ €}$$

$$\text{Aislamiento}_{\text{fachadas2}} = 0,9 * 6,95 * (201,29 + 244,1 + 243,65 + 201,29) = 5.568,01 \text{ €}$$

El coeficiente de 0.9 es debido al encuentro con pilares y por tanto no se aislará toda el área.

| | |
|--|-------------|
| PEM | 16.944,25 € |
| Gastos generales (6%) | 1.016,65 € |
| Beneficio industrial (13%) | 2.202,75 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 20.163,65 € |
| IVA (21%) | 4.234,36 € |
| Presupuesto base de licitación | 24.398 € |

Tabla 16. Tabla costes aislamiento fachada. Fuente: Elaboración propia.

7.1.2.- Huecos Este

Se cambiarán huecos (puertas y ventanas) por otras de mejores propiedades, de baja emisividad (menor a 0,03), vidrio exterior 4mm, cámara de 9mm y vidrio interior 6mm. Se mantendrán porcentaje de marco en un 20% y de vidrio doble. Del IVE:

| E Edificación > EF Fachadas y Particiones > EFA Acristalamientos > EFAD Acristalamientos dobles > EFAD.7\$ Db acris bajo emisivo | | | | | | |
|---|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------|---------|
| Db acris bajo emisivo | | | | | | |
| | EMISIVIDAD | VIDRIO EXT (mm) | CÁMARA (mm) | VIDRIO INT (mm) | | |
| a | <input type="radio"/> 0.1-0.2 | <input checked="" type="radio"/> 4 | <input type="radio"/> 6 | <input type="radio"/> 4 | | |
| b | <input type="radio"/> 0.03-0.1 | <input type="radio"/> 6 | <input checked="" type="radio"/> 9 | <input checked="" type="radio"/> 6 | | |
| c | <input checked="" type="radio"/> <0.03 | | <input type="radio"/> 12 | <input type="radio"/> 33.1 | | |
| d | | | <input type="radio"/> 15 | | | |
| e | | | <input type="radio"/> 20 | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> <0.03 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 9 <input checked="" type="checkbox"/> 6 | | | | | | |
| EFAD.7cabb - m2 - Db acris 4-9-6 be <0.03 | | | | | 64,96 | |
| Doble acristalamiento formado por un vidrio de baja emisividad (<0.03) de 4mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 9mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 6mm de espesor, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos. | | | | | | |
| | Código | U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| | MOOV.8a | h | Oficial 1º vidrio | 1,150 | 12,91 | 14,85 |
| | PFAD.7cabb | m2 | Acris db 4-9-6 be <0.03 | 1,000 | 44,22 | 44,22 |
| | PFAW.1a | m2 | Repercusión sellado silicona | 1,000 | 4,00 | 4,00 |
| | % | | Costes Directos Complementarios | 0,030 | 63,07 | 1,89 |

Figura 35. Precio huecos Este y Oeste por m². Fuente: www.five.es.

$$\text{Huecos}_{\text{este}} = 64,96 * (55,2 + 58,56 + 18,17 + 19,52) = 9.838,19 \text{ €}$$

| | |
|--|-------------|
| PEM | 9.838,19 € |
| Gastos generales (6%) | 590,29 € |
| Beneficio industrial (13%) | 1.278,96 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 11.707,44 € |
| IVA (21%) | 2.458,56 € |
| Presupuesto base de licitación | 14.166 € |

Tabla 17. Tabla costes huecos Este. Fuente: Elaboración propia.

7.1.3.- Huecos Oeste

Exactamente igual que el Este, y además la Figura 35 también sirve en este presupuesto.

$$Huecos_{oeste} = 64,96 * (55,2 + 58,56 + 47,25 + 36,6) = 12.836,74 \text{ €}$$

| | |
|--|-------------|
| PEM | 12.836,74 € |
| Gastos generales (6%) | 770,2 € |
| Beneficio industrial (13%) | 1.668,77 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 15.275,71 € |
| IVA (21%) | 3.207,89 € |
| Presupuesto base de licitación | 18.483,6 € |

Tabla 18. Tabla costes huecos Oeste. Fuente: Elaboración propia.

Por lo que el coste de las 3 medidas será:

$$Coste_{conjunto1} = 24.398 + 14.166 + 18.483,6 = 57.047,6 \text{ €}$$

Y las mejoras que se obtienen:

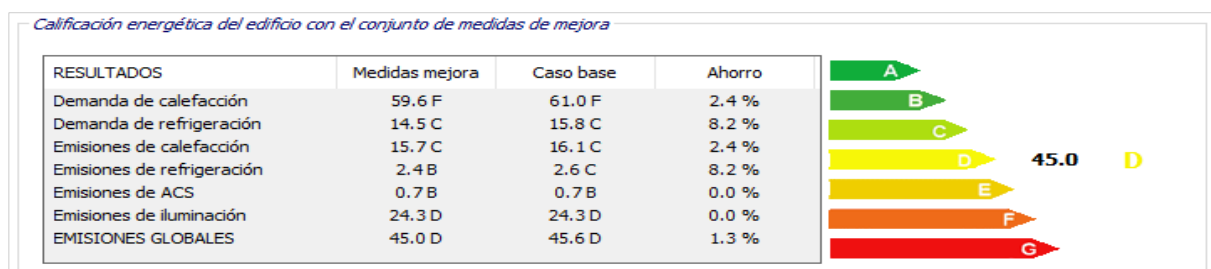


Figura 36. Mejoras conjunto 1. Fuente: Captura pantalla CE3X.

7.2 Introducción fotovoltaica

El sistema inicial tiene solar térmica pero no tiene fotovoltaica, se ha pensado en instalar 10 KW de fotovoltaica para aprovechar esa energía para el autoconsumo, para ello se recurre al PVGIS, donde introduciendo el lugar, la potencia que se quiere instalar que es 10 KW, el porcentaje de pérdidas en un 14% y el tipo de tecnología en silicio cristalino se obtiene lo siguiente:

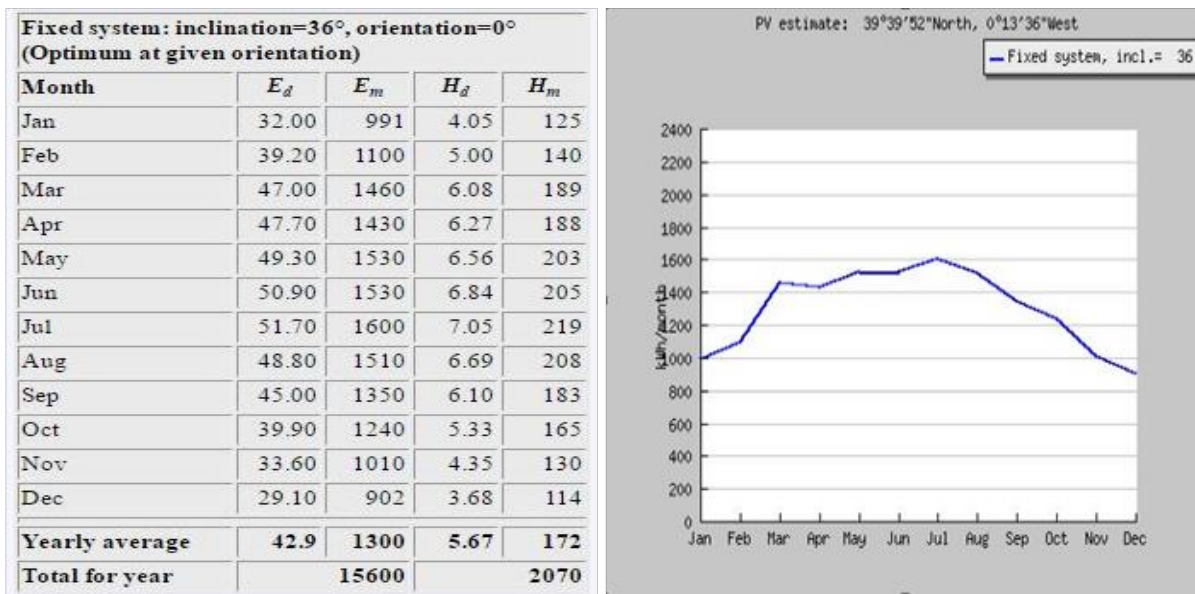


Figura 37. Energía producida por 10 KW y distribución mensual. Fuente: Página PVGIS.

Por lo que se obtendría al año 15.600 KWh si se instalarán 10 KW de potencia pico en Sagunto y con las condiciones impuestas. El precio del módulo será:

| EINM.1bai - u - Mod fotovoltaico Policristalino 12v 100 Wp | | | | | | 189,88 |
|--|-----------|------|--|-------|--------|---------|
| Módulo fotovoltaico Policristalino de alto rendimiento, clase II y grado de protección mínimo IP65, con 100 Wp de potencia, tensión 12v, cualificado por el CIEMAT u otro laboratorio acreditado y conforme a las especificaciones UNE-EN 61215:1997, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HE-5 del CTE. | | | | | | |
| | Código | U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
| | MOOE.8a | h | Oficial 1ª electricidad | 1,000 | 18,57 | 18,57 |
| | MOOE11a | h | Especialista electricidad | 1,000 | 15,79 | 15,79 |
| | PINM.1bai | u | Mod fotovoltaico Policristalino 12v 100 Wp | 1,000 | 151,80 | 151,80 |
| | % | | Costes Directos Complementarios | 0,020 | 186,16 | 3,72 |

Figura 38. Coste módulo fotovoltaico de 100 Wp. Fuente: www.five.es.

Antes de hacer el cálculo directo del presupuesto se tendrán que hacer ciertos cálculos, pues aquí sólo se tiene en cuenta el coste de la instalación y del módulo fotovoltaico, además la potencia total es de 10 KW y no de 100 como da el IVE.

$$\text{Coste}_{\text{módulo fotovoltaico}} = 189,88 * 100 = 18.988 \text{ € (10 KW)}$$

Para saber el coste se recurre a consultar el PER (Plan Energías Renovables), que es un documento oficial del IDAE y que es de gran relevancia y utilidad a la hora de consultar cualquier tipo de duda sobre instalaciones de energía renovable. Del documento de 2011 a 2020 se saca el siguiente gráfico.

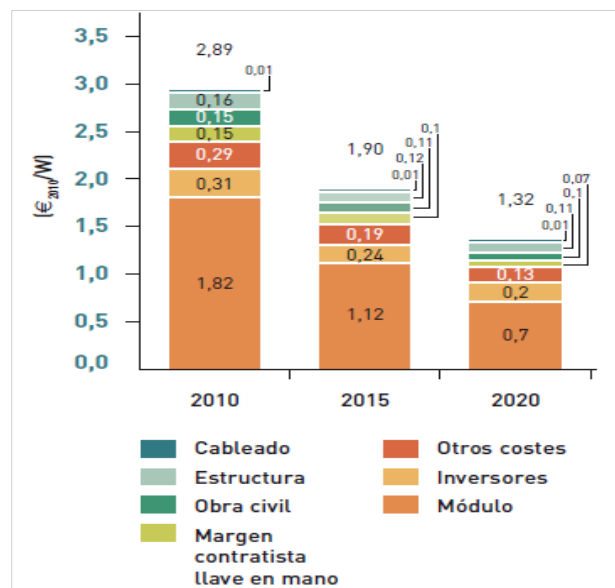


Figura 39. Evolución costes fotovoltaica en tejado. Fuente: Documento PER 2011-2020.

Por lo que sabiendo que 1,9 es el total y que los 18.988 € cubren un 1,23% de los gastos totales, el 0,67% restante dará un total de 6.182,49€. Resultando el total de 25.170,49€.

| | |
|--|-------------|
| PEM | 25.170,49 € |
| Gastos generales (6%) | 1.510,23 € |
| Beneficio industrial (13%) | 3.272,16 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 29.952,88 € |
| IVA (21%) | 6.290,1 € |
| Presupuesto base de licitación | 36.242,98 € |

Tabla 19. Tabla costes fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.

Ya realizados todos los cálculos se introduce el valor de 15.600 KWh en contribuciones energéticas en CE3X en el apartado de generación de electricidad mediante renovables y para autoconsumo. Las mejoras que esto supone para el sistema son:

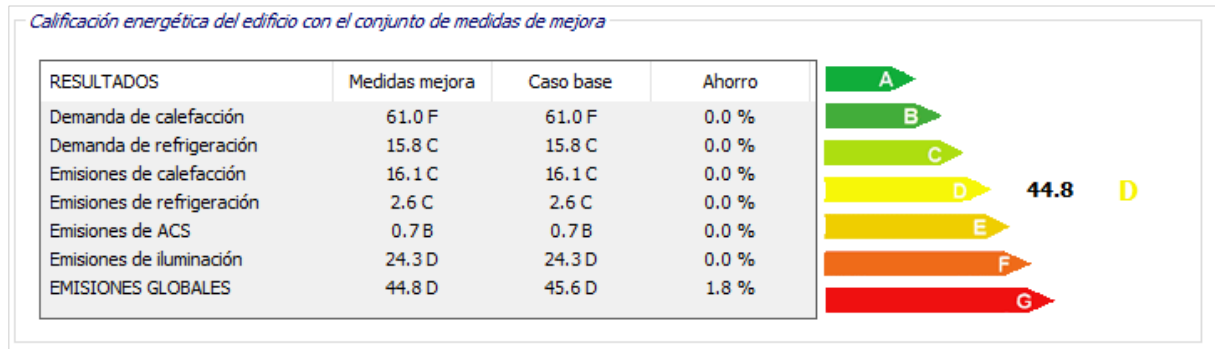


Figura 40. Mejoras conjunto 2. Fuente: Captura pantalla CE3X.

7.3 Mejora solar térmica

El tercer grupo de mejora va a ser mejorar la contribución de solar térmica, actualmente tiene un valor de 60,14% para ACS con 14 colectores Weishaupt, se va a intentar introducir más colectores para llegar a una contribución del 80%. Para ello se hará uso del programa CHEQ4.2. Una vez seleccionada la localización y el tipo de instalación la cual es del tipo intercambiador independiente (acumulador solar, consumo único, intercambiador externo y válvula termostática) se selecciona la demanda que es de 2.100 l/día.

A continuación se definirá el tipo de captador solar y todas sus características, en este caso en la base de datos no se recoge el que se ha empleado en la instalación, pero se dispone de uno de las mismas características prácticamente que es el Daikin EKS V 26P, con un área de 2,364 m². Introduciendo la inclinación de 40° y orientación de 0° y las características de los circuitos primario y secundario y con un volumen de acumulación de 2.000 se llega al 61% de contribución solar como el calculado en el Proyecto de Ejecución. Ahora lo que se hará será ir iterando hasta encontrar una solución donde se obtenga el 80% de captación solar, esto ocurre cuando se disponen 23 captadores solares puestos en serie de 2, sin embargo también será necesario cambiar el acumulador a uno que tenga capacidad para 3.000 litros.

De la pantalla de resultados del CHEQ4.2 se obtiene la gráfica que se muestra a continuación:

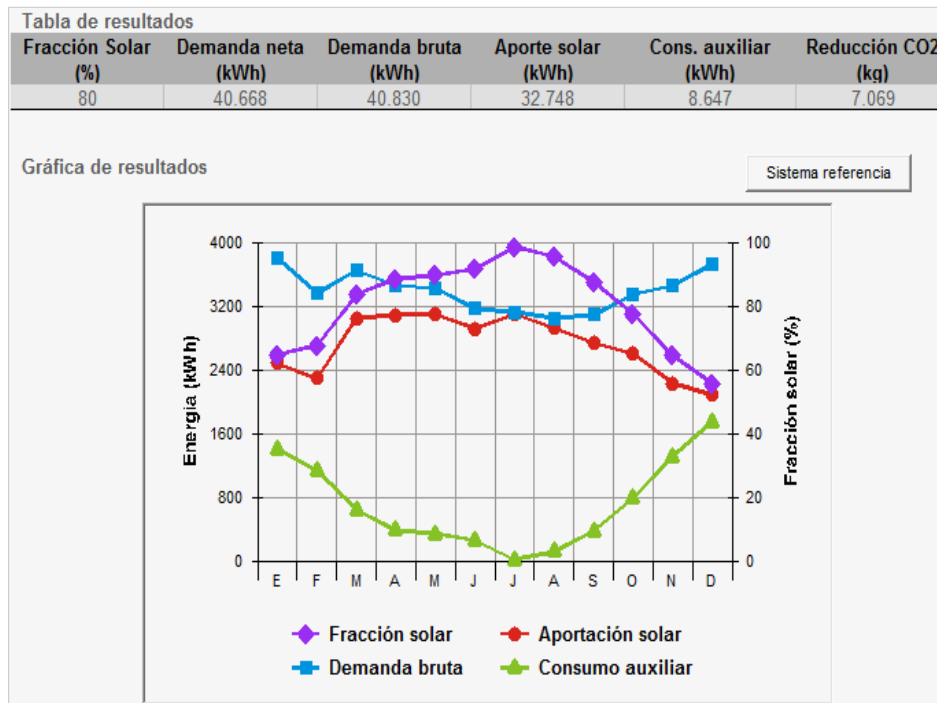


Figura 41. Pantalla resultados CHEQ4.2. Fuente: Captura pantalla CHEQ4.2.

Este gráfico muestra la fracción solar que se puede destinar a ACS, la demanda bruta y neta en KWh, el aporte solar y muy importante la reducción de CO₂ que es de 7.069Kg.

Por lo que habrá que añadir 9 captadores respecto al número inicial (14) y cambiar el acumulador entre otras cosas. Buscando en el IVE el precio de instalación y coste de un módulo:

► E Edificación ► El Instalaciones ► EIM Captación solar térmica ► EIMC Captadores solares ► EIMC.1\$ Colector solar plano vidriado

Colector solar plano vidriado

| SUPERFICIE (m2) | |
|-----------------|--------------------------------------|
| a | <input type="radio"/> 2 |
| b | <input checked="" type="radio"/> 2.3 |
| c | <input type="radio"/> 2.5 |

✔ 2.3

EIMC.1b - u - Colec sol pla vdr 2.3m2 692,61

Colector solar plano vidriado con marcado CE de 2.3m2 de superficie útil, carcasa de aluminio y aislamiento térmico de lana mineral, homologado según el RD 891/1980, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento, según DB HE-4 del CTE.

| | Codigo | U.M. | Descripcion | Rdto. | Precio | Importe |
|---|---------|------|---------------------------------|-------|--------|---------|
| 👷 | MOOE.8a | h | Oficial 1ª electricidad | 1,000 | 16,58 | 16,58 |
| 👷 | MOOF11a | h | Especialista fontanería | 1,000 | 14,10 | 14,10 |
| 👷 | MOOF.8a | h | Oficial 1ª fontanería | 1,000 | 16,58 | 16,58 |
| 👷 | MOOA.8a | h | Oficial 1ª construcción | 1,000 | 15,77 | 15,77 |
| 🏠 | PIMC.1b | u | Colec sol pla vdr 2.3m2 | 1,000 | 616,00 | 616,00 |
| 📊 | % | | Costes Directos Complementarios | 0,020 | 679,03 | 13,58 |

Figura 42. Precio colector por unidad. Fuente: www.five.es.

Para ver la distribución de los costes de las demás partes de la instalación de la solar térmica se recurre al PER 2011-2020.

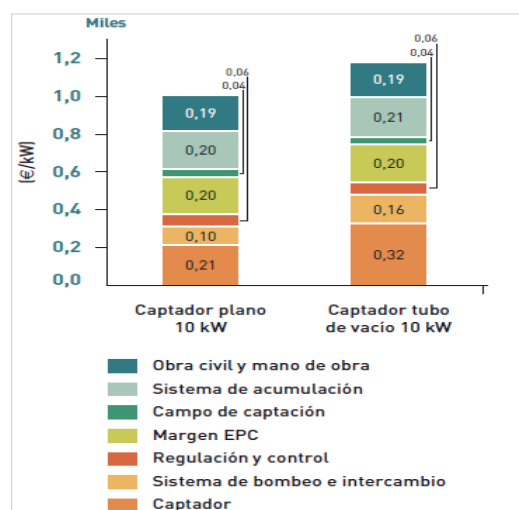


Figura 43. Evolución costes solar térmica. Fuente: Documento PER 2011-2020.

Por lo que 9 colectores a 692,61 € la unidad da un total de 6.233,49 € esto cubre un 40% del coste total de la instalación (módulo y mano de obra), por lo que el 100% del precio será 15.583,72 €, como algo de la anterior instalación se podrá aprovechar se ha aplicado un 0,9 de coeficiente, dando un total de 14.025,35 € teniendo en cuenta que se puedan aprovechar ciertas partes de la instalación inicial.

| | |
|--|-------------|
| PEM | 14.025,35 € |
| Gastos generales (6%) | 841,52 € |
| Beneficio industrial (13%) | 1.823,3 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 16.690,17 € |
| IVA (21%) | 3.504,93 € |
| Presupuesto base de licitación | 20.195,1 € |

Tabla 20. Tabla costes mejora solar térmica. Fuente: Elaboración propia.

Una vez se ha realizado todo el análisis de los costes simplemente queda el ver la mejora que produce al sistema el pasar de un aporte para ACS del 60% al 80%, que queda reflejada en la siguiente Figura 44:

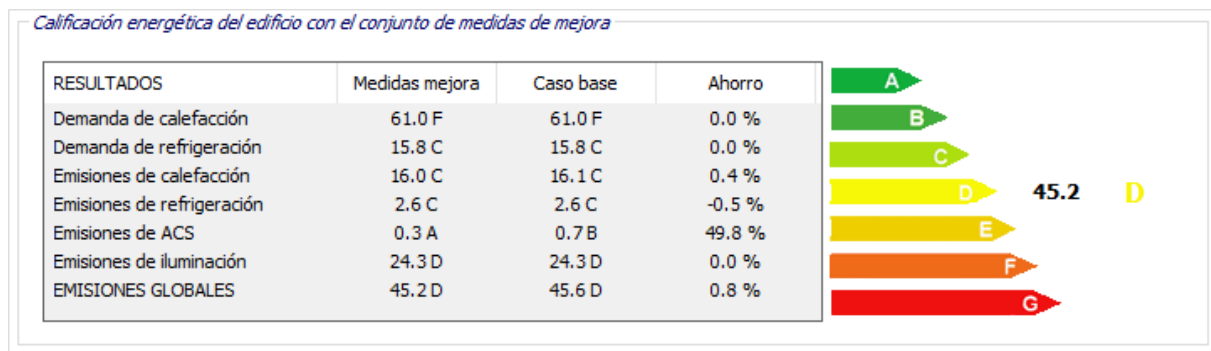


Figura 44. Mejoras conjunto 3. Fuente: Captura pantalla CE3X.

7.4 Mejora caldera biomasa e iluminación

7.4.1.- Caldera biomasa

Esta va a ser el último conjunto de mejoras antes de la que será la suma de todas las anteriores (incluyendo la mejora que se va a presentar ahora), consiste en primero sustituir las 2 calderas de gas natural de potencia 290,7KW por una sola caldera de biomasa que tenga la potencia conjunta de esas dos, no es tarea sencilla encontrar una caldera que satisfaga esas condiciones a la vez que posea un gran rendimiento, pero la que se va a mostrar cumple a la perfección.

| BE2B_01 - CALDERA DE BIOMASA | | € / ua |
|------------------------------|--|-----------------|
| Código | Descripción | |
| BE2B98J0 | Caldera de biomasa de 600 kW de potencia nominal, funcionamiento con pellets (clases A1, A2 y B1 según la norma UNE-EN ISO 17225-2), rendimiento (potencia nominal) del 93,1%, cuerpo de plancha de acero con aislamiento térmico de lana mineral de vidrio, presión máxima de trabajo 5 bar y temperatura máxima de impulsión 95°C, alimentación de la parrilla por tornillo sin fin doble frontal, parrilla móvil autoimpiable, sistema automático de limpieza del intercambiador, contenedor de cenizas (combustión y volátiles) externo con sistema de llenado con tornillo sin fin, sistema de encendido automático mediante soplador de aire caliente, con depósito intermedio de combustible, control de combustión mediante sonda lambda, dispositivos de seguridad por sistema antiretorno de flama y sistema de extinción automática | 77.599,00 € / u |

Figura 45. Precio y descripción caldera biomasa 600 KW. Fuente: Metabase ITE Cat.

El coste de caldera y montaje es de 77.600 € (IVA incluido), tiene 600 KW de potencia nominal y funciona con pellets, dispone de encendido automático, seguridad y un rendimiento del 93,1%.

Ahora queda calcular cuánto costarán los pellets para un año, para ello se usará la Ecuación (4) que se usó para calcular el consumo de las calderas de gas natural pero con la potencia y rendimiento de la caldera de biomasa.

$$E_{c1} = 24 * 0,57 * 600 * \frac{601}{20,7 * 9,31} = 25.597,16 \left(\frac{KWh}{año} \right) \text{ Caldera biomasa.}$$

El precio de los pellets para dicha energía se puede calcular en una página web.

¿Conoce su consumo? No Sí

Consumo Anual:

medida: Kilo Watts Litros Euros

Información acerca de su combustible actual

Seleccione su fuente de Energía Actual

Gasóleo C Fuelóleo GLP Butano-propano Electricidad

Resultado del Estudio:

Para generar los 25.597,16 kWh serian necesarios 5.631,38 Kgs de Pelet (376 sacos de 15 kg/u o 5 palets de 1050 kg/u y 26 sacos de 15 kg/u) con un coste total aproximado de 1.295,22€

Figura 46. Precio pellets. Fuente: Calculadora www.quieropellet.com

Por lo que para un consumo de 25.597,16 KWh/año el coste aproximado es de 1.925,22 €, lo que da un precio de 0,05 €/KWh en pellets. El precio de la caldera y montaje sin IVA es de 64.132,23 €. Dando un total de coste la introducción de la caldera de biomasa de:

| | |
|--|-------------|
| PEM | 64.132,23 € |
| Gastos generales (6%) | 3.847,93 € |
| Beneficio industrial (13%) | 8.337,19 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 76.317,35 € |
| IVA (21%) | 16.026,64 € |
| Presupuesto base de licitación | 92.344 € |

Tabla 21. Tabla costes caldera biomasa. Fuente: Elaboración propia.

7.4.2.- Iluminación

Con la introducción de la caldera de Biomasa al sistema la calificación mejorará hasta alcanzar una C, sin embargo existe un problema grande y es que las emisiones de iluminación son muy elevadas, esto se debe a que las potencias en iluminación son muy grandes porque no son las mejores que pueden ponerse. Esto supondría un coste elevadísimo si se cambiarán todas, lo que se puede hacer es bajar el valor de la potencia de algún lugar, lo que pasa es que la gran mayoría viene de la pista de juego así que sería interesante reducir ese consumo.

Para reducir esa potencia se ha buscado en internet luminarias de alto lumen/W, cogiéndose el modelo Philips Clearflood large BVP651 LED650-4S/740 S ALU PSU, que tiene una potencia de 450 W para una total de 54.411 lumen. Para realizar los cálculos es necesario emplear la siguiente ecuación:

$$Iluminancia = \frac{Flujo luminoso}{Superficie} \quad (lux) \quad (8)$$

*Ecuación 8: Cálculo de la iluminancia.

De donde:

Iluminancia: Determina la cantidad de luz o de flujo luminoso que incide por área (lux).

Flujo luminoso: Potencia luminosa emitida por la fuente (lumen).

Superficie: Área sobre la cual incide el flujo luminoso (m²).

Lo que se quiere conseguir saber es cuántas luminarias de las que se han decidido poner se necesitan para mantener la iluminancia de 2.000 lux de los anteriores, pues a la pista llegarán 800 de esos 2.000 por la altura a la que están situadas, el consumo eléctrico en pista y zonas comunes es de 164.371 W de los cuales 140.000 pertenecen a la pista y gradas cuya superficie es de 3.380 m². Por tanto la potencia instalada para pista y gradas es de:

$$\frac{54.411}{2.000} = 27 \text{ m}^2 \rightarrow \frac{3.380}{27} = 125,1 \approx 126 \rightarrow 126 * 450 = 56.700 \text{ W}$$

En el IVE no se puede encontrar el coste de luminaria y montaje de la luminaria que se va a poner, pero sí se puede conocer el valor aproximado buscando las unidades de obra necesarias para su montaje en el IVE y el coste unitario de la luminaria.

| Código | U.M | Descripción | Rendimiento | Precio | Importe |
|--------------|-----|---|-------------|----------|----------|
| MOOA12a | h | Peón ordinario construcción | 0,45 | 13,11 | 5,90 |
| MOOE.8a | h | Oficial 1ª electricidad | 0,180 | 16,58 | 2,98 |
| PIEW. 8c | u | Caja der 153x110 10 conos | 1 | 6,07 | 6,07 |
| PIEC.1bbbb | m | Cbl Cu RV-K monf 0,6/1 kV 3x2,5 mm ² | 11,7 | 1,12 | 13,10 |
| MMMT.1ab | h | Cmn grúa autcg 13 T s/ JIC | 0,2 | 53,48 | 10,70 |
| MMMG14a | h | Cmn grúa cesta 10 m | 0,180 | 35,68 | 6,42 |
| - | u | Luminaria Clearflood large | 1 | 1.983,47 | 1.983,47 |
| % | u | Costes directos complementarios | 0,020 | 2.028,64 | 40, 57 |
| TOTAL | | | | | 2.069,21 |

Tabla 22. Tabla costes montaje y precio unitario luminaria. Fuente: Elaboración propia.

Por lo que para mantener la iluminancia de 2.000 lux hay que poner una luminaria cada 27 m², y habrá que poner 126 en total para pistas y gradas, lo que da una potencia de 57.600 W a lo que hay que sumar 24.371 W de las zonas comunes que no se han cambiado, lo que dará un consumo total de 81.071 W (menos de la mitad que antes), el precio por instalación de una luminaria (montaje y luminaria incluidos es de 2.069,21), hay que tener en cuenta que el precio de 1.983,47 € de la luminaria es descontando el IVA pues su coste es de 2.400 € IVA incluido. Por lo que 126 que es el número de luminarias multiplicado por el precio que es de 2.069,21 € por cada una da un total de 260.720,46 €.

| | |
|--|--------------|
| PEM | 260.720,46 € |
| Gastos generales (6%) | 15.643,22 € |
| Beneficio industrial (13%) | 33.893,66 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 310.257,34 € |
| IVA (21%) | 65.154,04 € |
| Presupuesto base de licitación | 375.411,38 € |

Tabla 23. Tabla costes mejora iluminación. Fuente: Elaboración propia.

La vida útil de los tubos es de 100.000 h, que dividido por 1.650h de uso al año da 60 años de vida útil. Falta ver cuál será el resultado de la aplicación de las mejoras y el coste total.

$$Coste_{conjunto4} = 92.344 + 375.411,38 = 467.755,38 \text{ €}$$

Dando la siguiente etiqueta energética:

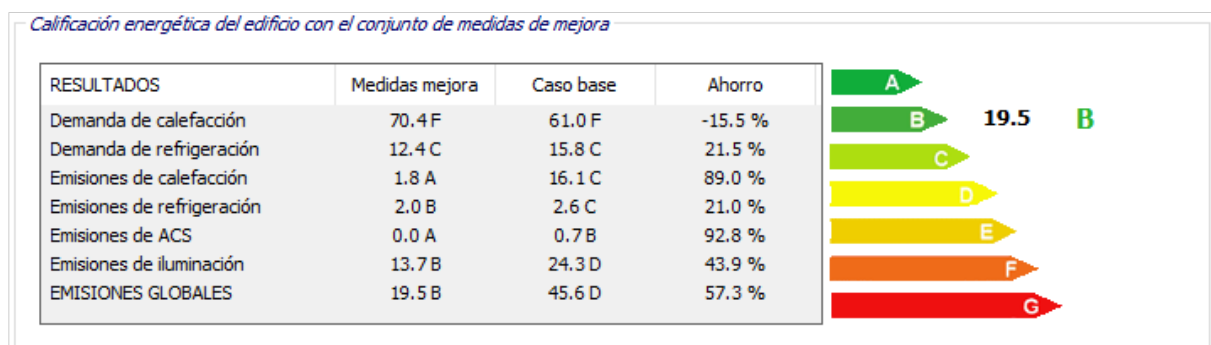


Figura 47. Mejoras conjunto 4. Fuente: Captura pantalla CE3X.

7.5 Conjunto todo

La última posibilidad a analizar es la mezcla combinada de las mejoras 1, 2, 3, y 4. El coste total será la suma de la instalación de las 4 mejoras.

$$Coste_{conjunto5} = 57.047,6 + 36.242,98 + 20.195,1 + 467.775,38 = 581.261,06 \text{ €}$$

La etiqueta energética obtenida tras aplicar todas las mejoras:

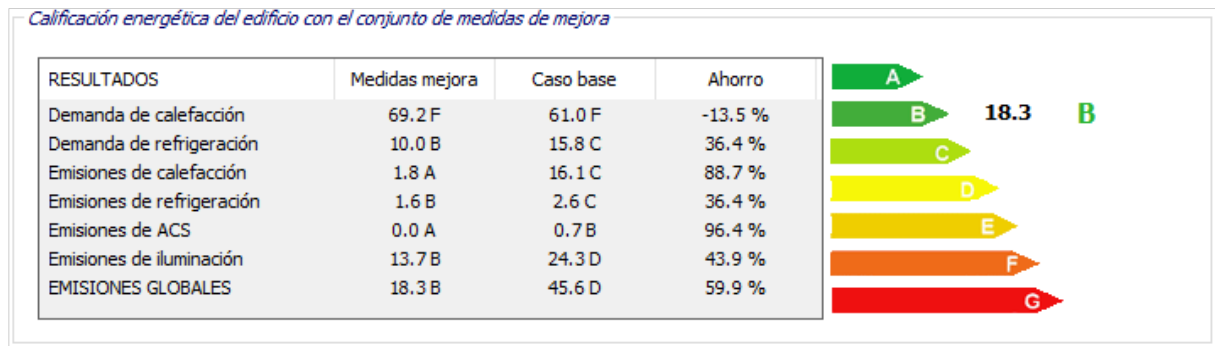


Figura 48. Mejoras conjunto 5. Fuente: Captura pantalla CE3X.

8. ESTUDIO ECONÓMICO

En este punto se realizará el análisis económico, para ello habrá que definir los parámetros económicos del gas natural, la electricidad y la biomasa, así como el incremento anual de la energía y el tipo de interés. A la vida útil de las medidas se le ha dado un valor de 25 años que es bastante común cuando se aplican este tipo de medidas. Los costes de las medidas a introducir en CE3X serán los calculados en los puntos 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5 de la memoria.

| Definición de los parámetros económicos | |
|--|---|
| <i>Precio asociado a los diferentes combustibles</i> | |
| Gas Natural | <input type="text" value="0.05"/> €/kWh |
| Gasóleo-C | <input type="text"/> €/kWh |
| Electricidad | <input type="text" value="0.13"/> €/kWh |
| GLP | <input type="text"/> €/kWh |
| Carbón | <input type="text"/> €/kWh |
| Biocombustible | <input type="text"/> €/kWh |
| Biomasa no densificada | <input type="text" value="1"/> €/kWh |
| Biomasa densificada (pelets) | <input type="text" value="0.05"/> €/kWh |
| <i>Datos económicos</i> | |
| Incremento anual del precio de la energía | <input type="text" value="6"/> % |
| Tipo de interés o coste de oportunidad | <input type="text" value="3"/> % |

Figura 49. Introducción costes energías, tipo de interés e incremento anual de la energía.

Fuente: Captura pantalla CE3X.

Los valores tanto de las energías como del tipo de interés e incremento anual de la energía son acordes a lo que se suele dar en la realidad y se han buscado por internet, el coste de la biomasa se ha calculado en el punto 7.4.1 de la presente memoria.

Por último queda analizar el VAN (valor actual neto) teórico para las distintas medidas, por lo que primero se definirá que es el VAN, para que se utiliza y los casos que hay según su valor.

El VAN expresa la rentabilidad de un proyecto en términos absolutos, es un método que actualiza los cobros y pagos de un proyecto o inversión y calcula su diferencia. Para eso trae los flujos de caja al momento presente restando un tipo de interés determinado. La fórmula del VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{C_j - P_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{I_j}{(1+i)^j} \quad (\text{número}) \quad (9)$$

*Ecuación 9: Cálculo del VAN.

De donde:

$C_j - P_j$: Determina los flujos de caja en el periodo j (costes menos pagos y simboliza el ahorro).

j : Es el año que se está calculando.

n : Número de años.

i : Tasa de interés.

I_j : Inversión realizada en el año j .

El VAN da como resultado un número, de donde hay 3 posibilidades:

- 1- $VAN > 0$: El valor actualizado de cobros y pagos futuros de la inversión a la tasa de descuento seleccionada dará beneficios.
- 2- $VAN = 0$: El proyecto de inversión no genera ni beneficios ni pérdidas, su realización en principio será indiferente.
- 3- $VAN < 0$: El proyecto de inversión generará pérdidas y por tanto se deberá desestimar.

En CE3X se ha obtenido los siguientes valores del VAN para las distintas mejoras aplicadas:

| | Conjunto de mejoras | Años - Amortización simple (Análisis facturas) | VAN (€) (Facturas) | Años - Amortización simple (Análisis teórico) | VAN (€) (Teórico) |
|---|------------------------|---|-----------------------|--|----------------------|
| 1 | Aislamiento y ventanas | | | 54.6 | -18260.3 |
| 2 | Añadir PV | | | 17.9 | 38983.0 |
| 3 | Solar térmica | | | 36.3 | 418.5 |
| 4 | Caldera biomasa | | | 18.6 | 465983.0 |
| 5 | Conjunto todo | | | 20.1 | 489253.5 |

Figura 50. VAN de todas las medidas. Fuente: Captura pantalla CE3X.

Una vez se han visto los resultados obtenidos queda hacer el análisis tanto desde el punto de vista económico como energético que se realizará en el punto siguiente “Conclusiones”.

9. CONCLUSIONES

Para la elaboración de las conclusiones se han empleado las Figuras 36, 40, 44, 48, 49 y 51.

El primer conjunto de medidas se desestima tanto desde el punto económico como energético, energéticamente la calificación es una D igual que en el estado inicial (solo se reduce en un pequeño porcentaje las demandas y emisiones de calefacción y refrigeración) y es el único conjunto de mejoras donde se obtiene un valor del VAN negativo, lo cual significa que a la tasa de interés a la que se ha realizado se obtendrían pérdidas.

Respecto al añadir fotovoltaica se obtiene un VAN positivo pues la energía que generan las placas solares se emplea para el autoconsumo y por tanto a partir de los 18 años se empezarán a obtener beneficios, en lo que respecta al certificado energético no se consigue subir de calificación y solo se reducen las emisiones globales.

Del aumento de solar térmica del 60,14 al 80% se obtienen unos resultados razonables, por una parte energéticamente lo que se consigue es reducir las emisiones de ACS, pero este valor en el caso inicial ya es muy bajo, por tanto su reducción no aporta prácticamente nada a la etiqueta energética. Además de esto se da el hecho de que para un mismo aumento de contribución de solar térmica conforme más porcentaje de solar térmica más captadores hay que añadir, lo cual afecta negativamente al coste, obteniéndose un VAN positivo pero de un valor muy reducido.

El cuarto conjunto de medidas está formado por dos medidas que funcionan a la perfección juntas, por una parte la sustitución de las calderas de gas natural por una de biomasa hace que las emisiones de calefacción se reduzcan sobre un 90%, las emisiones de ACS a 0 y en gran medida las emisiones globales. Por otra parte la instalación de las nuevas luminarias consiguen que se ahorre casi un 44% de las emisiones de iluminación, a su vez ayuda a la disminución de las emisiones globales y de las demandas y emisiones de refrigeración. Además de ello se obtiene el segundo valor del VAN más elevado de todas las medidas con un valor de 465.983 €. Con estas dos medidas se llega a una calificación de B que es la mínima exigida en el DB HE 0.

Por último el conjunto de medidas que incluyen todas las anteriores, se obtiene el mejor certificado energético de todos con 1,2 puntos de diferencia respecto al cuarto conjunto de medidas, y el valor del VAN más alto de todos con un total de 489.253,5 €. Sin embargo existen algunos inconvenientes respecto al conjunto caldera e iluminación, por una parte los años de amortización son mayores, lo que resultará en que para comenzar a obtener beneficios habrá que esperar más, por otra parte la inversión inicial es mayor lo cual puede suponer un problema, a esto hay que añadir que habría que gestionar e instalar una gran cantidad de medidas, por lo que puede suponer un problema de cara a la gestión y coordinación de las mismas.

En conclusión, el conjunto de medidas seleccionado será el cuarto, con él se llegará a una calificación energética de B, cumpliendo el mínimo exigido por el DB HE 0. Hay que tener en cuenta que las condiciones de diseño del Pabellón hacen que sea difícil el llegar a una calificación de A, puesto a que la superficie es muy grande y para reducir la demanda de calefacción en gran medida habría que haber utilizado materiales con menor transmitancia o

aislar mejor térmicamente el edificio, pues en este caso aislar el Pabellón por el exterior podría afectar a elementos estéticos ya montados como los paneles prefabricados de cerramiento del Pabellón. Por tanto y con esto en cuenta, la mejor manera y que más pronto será rentable será la seleccionada ya que las demás tienen más inconvenientes que hacen desestimar su selección.

En lo que respecta al trabajo ha habido algunas dificultades pues en el Proyecto de Ejecución hay cálculos que no han sido realizados correctamente teniendo que contrastar dichos cálculos, y es una de las grandes enseñanzas de este proyecto, todo debe ser revisado múltiples veces para que el trabajo esté perfectamente realizado. Otra de las dificultades ha sido el tiempo, pues realizar el TFG ha supuesto más esfuerzo, tiempo y dedicación del que cabía esperar al principio. El aprendizaje de la utilización del programa CE3X así como de la lectura de planos y cómo buscar la información en los distintos documentos serán de gran ayuda en el futuro. Las principales asignaturas que han sido de ayuda han sido Proyectos e Introducción a las Energías Renovables. Finalmente expresar felicidad y satisfacción por la manera en que ha finalizado el trabajo pues ha sido una ardua y difícil tarea pero ha merecido la pena.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *Catálogo luminarias Philips*. [Consulta: julio 2017]. Disponible en: <<http://www.lighting.philips.es>>
- [2] *Coste anual consumo pellets*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://www.quieropellet.com>>
- [3] *Coste distintos tipos de energía*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://www.preciogas.com>>
- [4] Código Técnico de la Edificación (CTE). *Documento Básico HE Ahorro de Energía Apéndice B zonas climáticas*. Madrid, 2017.
- [5] Código Técnico de la Edificación (CTE). *Prontuario de Soluciones Constructivas. Materiales*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://cte-web.iccl.es>>
- [6] España. Ministerio de Hacienda y Función Pública. *Consulta de Datos Catastrales*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://www.sedecatastro.gob.es>>
- [7] España. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación energética de los edificios. Madrid, 2013.
- [8] *Guía de uso por pasos CE3X*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://www.certificadosenergeticos.com>>
- [9] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). *Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes CE3X*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid, 2012.
- [10] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). *Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3X*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid, 2012.
- [11] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). *Plan de Ahorro y eficiencia Energética 2011-2020. 2º Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011-2020*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Madrid, 2011.
- [12] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). *Programa CE3X v. 2.3* [Software] Madrid, 2016.
- [13] Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). *Programa CHEQ v. 4.2* [Software] Madrid, 2013.
- [14] Institute for Energy and Transport (IET). *Estimación instalación fotovoltaica PVGIS*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>>
- [15] Inspección Técnica de Edificios Cataluña (ITEC). *Base de datos banco BEDEC 2017*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://www.itec.es>>

[16] Instituto Valenciano de la Edificación (IVE). *Base de precios del IVE 2017*. [Consulta: junio 2017]. Disponible en: <<http://www.five.es>>

[17] López Moreno, Joaquín. *Proyecto de Ejecución. Mediciones y presupuesto Pabellón Polideportivo Sagunto*. Valencia, 2010.

[18] López Moreno, Joaquín. *Proyecto de Ejecución. Memoria Pabellón Polideportivo Sagunto*. Valencia, 2010.

[19] López Moreno, Joaquín. *Proyecto de Ejecución. Pliego de condiciones Pabellón Polideportivo Sagunto*. Valencia, 2010.

II. PRESUPUESTOS

En este apartado se incluyen el coste de mano de obra, materiales y maquinaria para la realización de todos los análisis y estudios pertinentes que se desglosan en las siguientes partidas presupuestarias:

- Aprendizaje del manejo de los programas.
- Búsqueda, cálculo y recogida de datos.
- Introducción de datos en el programa.
- Síntesis de las medidas de mejora.
- Análisis medidas propuestas.
- Cálculo del coste de las medidas.
- Costes materiales.
- Gastos varios

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | PRECIO UNIDAD | IMPORTE |
|-----|------------------------------------|--------|---------------|---------|
| 1 | Aprendizaje de los programas | h | €/h | € |
| | | 20 | 9 | 180 |
| 2 | Búsqueda, cálculo y recogida datos | h | €/h | € |
| 2.1 | Lectura planos | 20 | 9 | 180 |
| 2.2 | Presupuestos y mediciones | 10 | 9 | 90 |
| 2.3 | Proyecto de Ejecución | 100 | 9 | 900 |
| 3 | Introducción datos al programa | h | €/h | € |
| | | 120 | 9 | 1.080 |
| 4 | Síntesis de las medidas de mejora | h | €/h | € |
| | | 30 | 9 | 270 |
| 5 | Análisis de las medidas de mejora | h | €/h | € |
| | | 10 | 9 | 90 |
| 6 | Cálculo del coste de las medidas | h | €/h | € |
| 6.1 | Búsqueda en IVE | 6 | 9 | 54 |
| 6.2 | Cálculo del importe total | 4 | 9 | 36 |
| 7 | Costes materiales | Ud | €/ud | € |
| 7.1 | Equipo informático | 1 | 560 | 560 |
| 7.2 | Microsoft office 2013 | 1 | 60 | 60 |
| 8 | Gastos varios | Ud | €/ud | € |
| 8.1 | Paquete hojas | 1 | 5 | 5 |
| 8.2 | Encuadernado | 1 | 7 | 7 |
| 8.3 | Impresión | 1 | 10 | 10 |
| 8.4 | Horas internet | 300 | 0,3 | 90 |

Tabla 24. Presupuesto estudio proyecto. Fuente: Elaboración propia.

| Nº PARTIDA | DESCRIPCIÓN | PRECIO |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------|
| Partida 1 | Aprendizaje de los programas | 180 € |
| Partida 2 | Búsqueda, cálculo y recogida datos | 1.170 € |
| Partida 3 | Introducción datos al programa | 1.080 € |
| Partida 4 | Síntesis de las medidas de mejora | 270 € |
| Partida 5 | Análisis de las medidas de mejora | 90 € |
| Partida 6 | Cálculo del coste de las medidas | 90 € |
| Partida 7 | Costes materiales | 620 € |
| Partida 8 | Gastos varios | 112 € |
| Presupuesto ejecución material | | 3.612 € |
| Gastos generales (GG) | | 216,72 € |
| Beneficio Industrial (BI) | | 469,56 € |
| Presupuesto de ejecución por contrata | | 4.298,28 € |
| IVA | | 902,64 € |
| Presupuesto base de licitación | | 5.200,92 € |

Tabla 25. Presupuesto base de licitación. Fuente: Elaboración propia.

Por lo que el presupuesto de licitación del “estudio energético y propuesta de mejora de instalaciones para un pabellón polideportivo en la localidad de Sagunto” asciende a la cantidad de:

CINCO MIL DOS CIENTOS EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

III. PLANOS

Los planos del Pabellón que se van a exponer a continuación han sido realizados por el Arquitecto D. Joaquín López Moreno, corresponden a la planta baja, al sótano, la cubierta y la carpintería.

ÍNDICE DE LOS PLANOS

- Plano planta baja
- Plano sótano
- Plano cubierta
- Plano carpintería

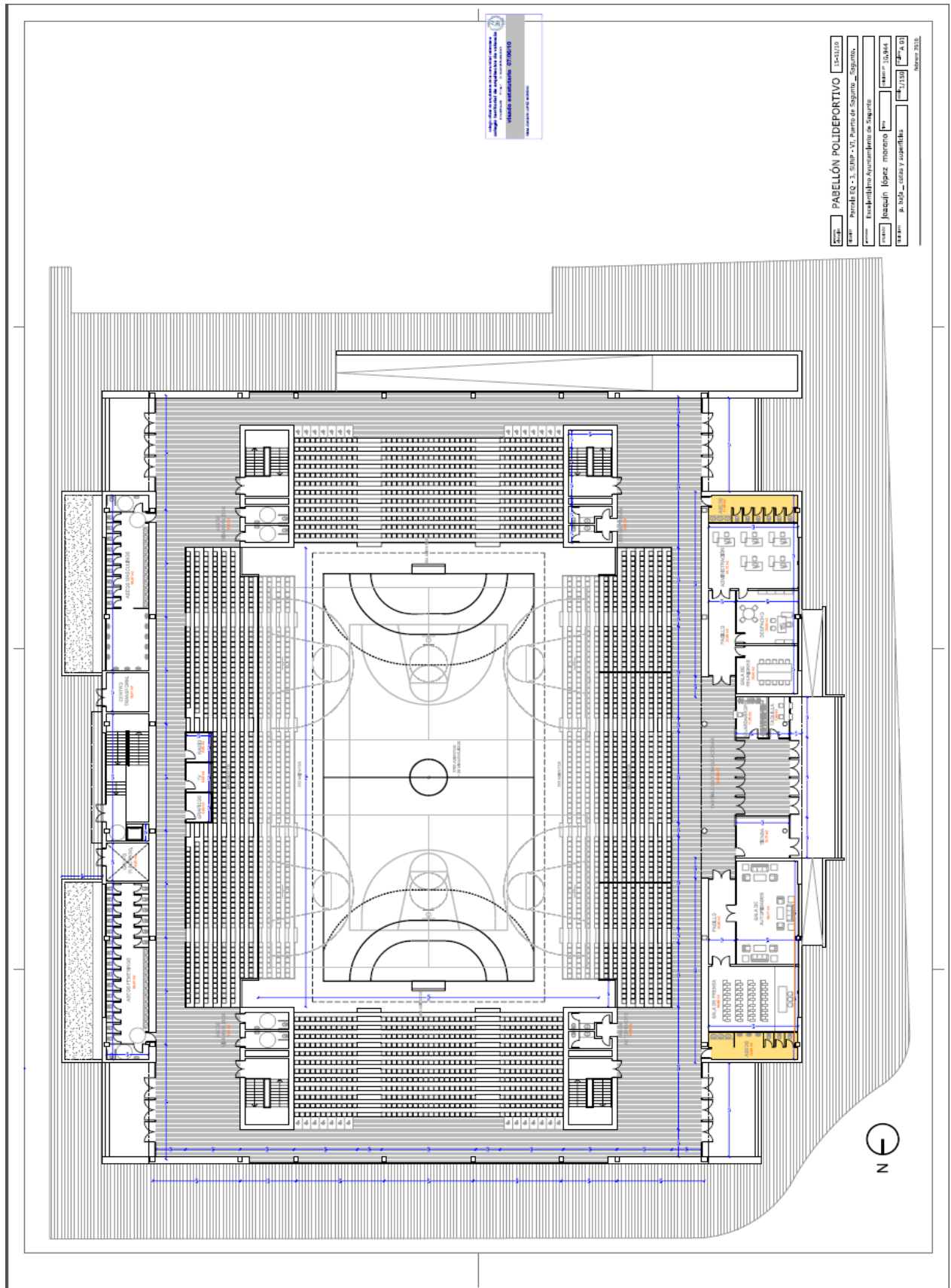


Figura 51. Plano planta baja Pabellón. Fuente: Proyecto de Ejecución.

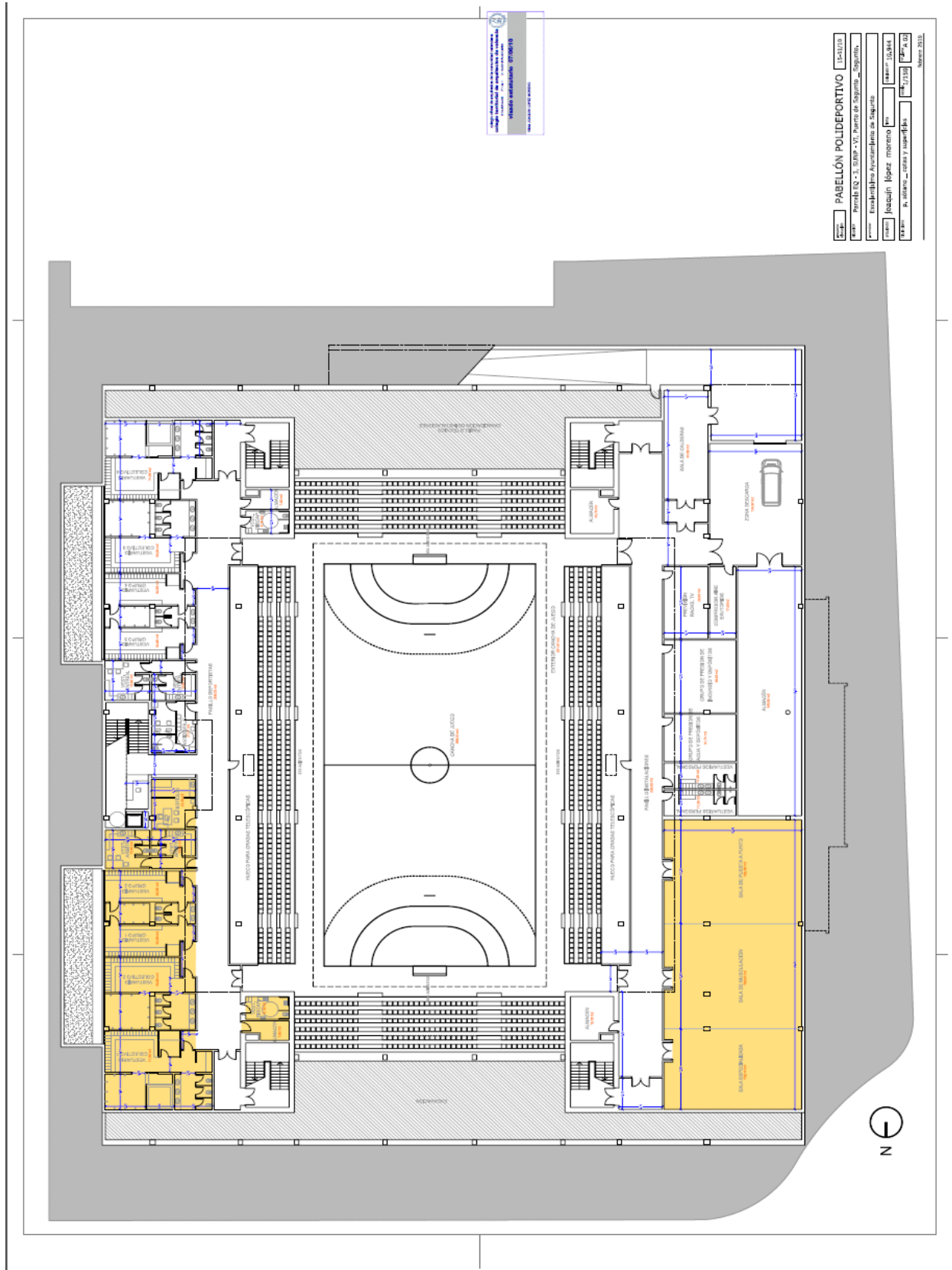


Figura 52. Plano sótano Pabellón. Fuente: Proyecto de Ejecución.

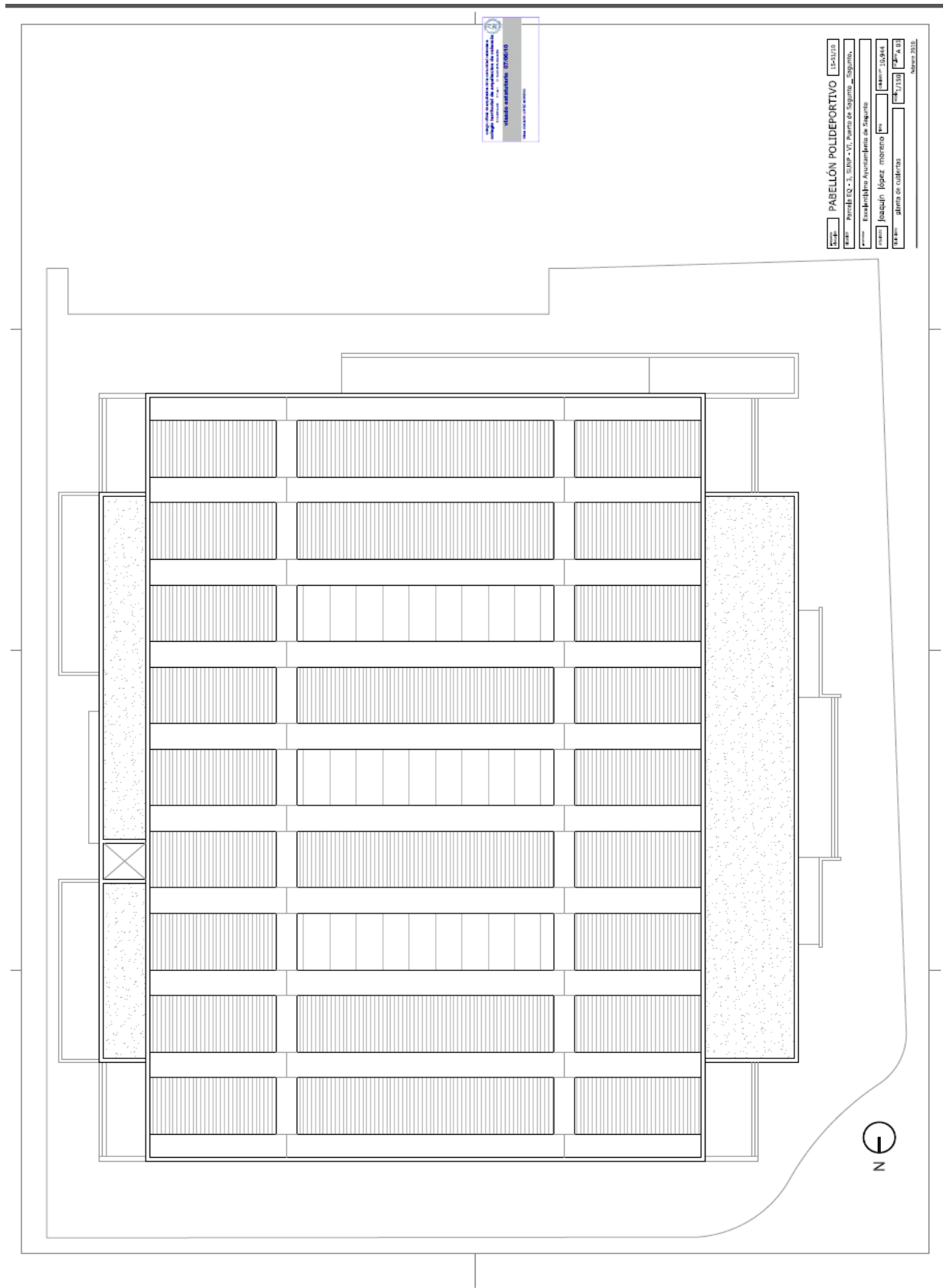


Figura 53. Plano cubierta Pabellón. Fuente: Proyecto de Ejecución.

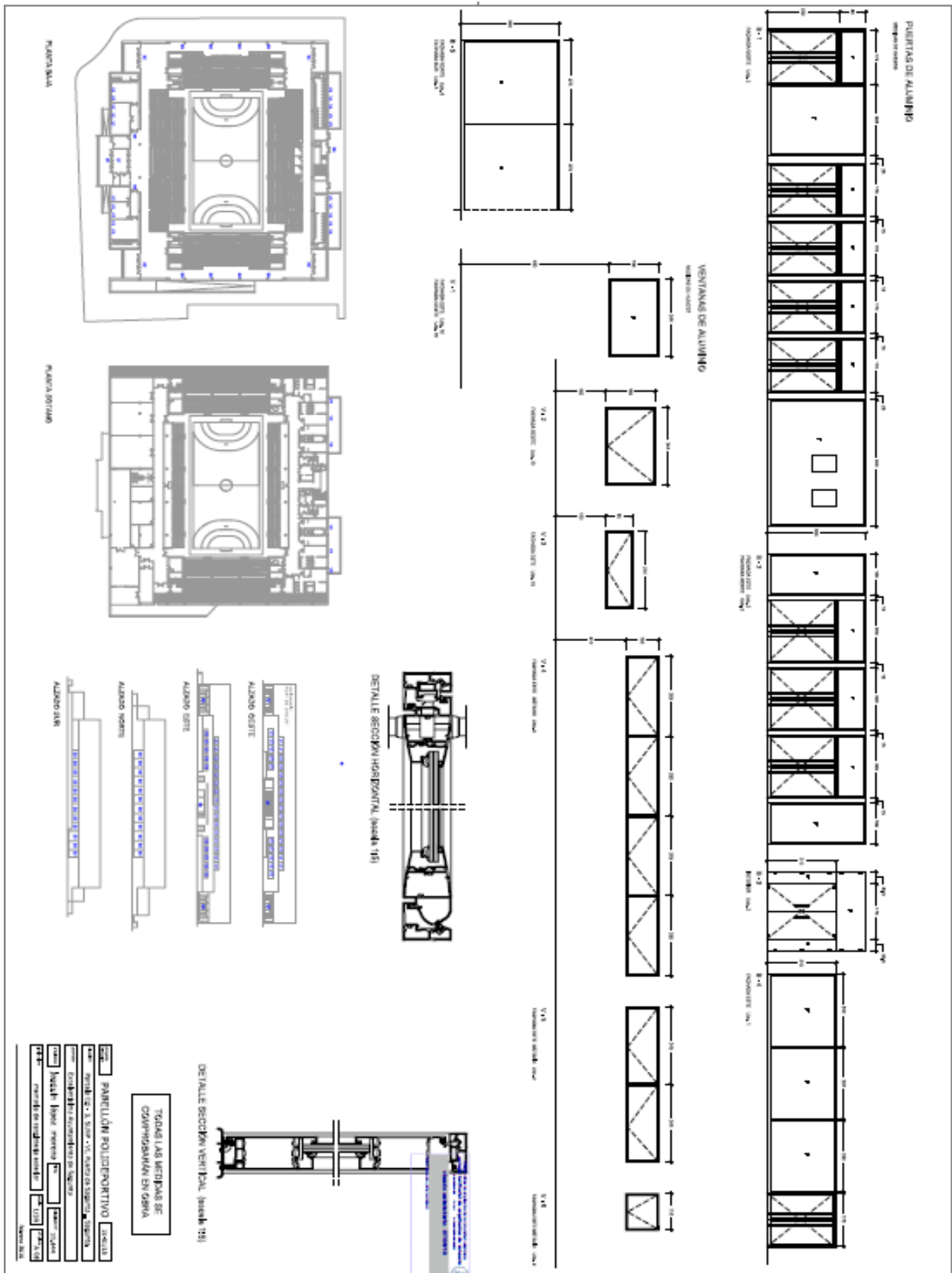


Figura 54. Plano carpintería. Fuente: Proyecto de Ejecución.