

Trabajo de Fin de Grado Ingeniería de la Energía

Desarrollo de un protocolo de detección de fallos en indicadores energéticos del marco reglamentario español. Aplicación a edificios residenciales.

Autor: Manuel Lorente Labrado

Tutor: Servando Álvarez Domínguez

Laura Romero Rodríguez

Dpto. Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo de Fin de Grado
Grado en Ingeniería de la Energía

**Desarrollo de un protocolo de detección de fallos en
indicadores energéticos del marco reglamentario
español. Aplicación a edificios residenciales.**

Autor:

Manuel Lorente Labrado

Tutor:

Servando Álvarez Domínguez

Laura Romero Rodríguez

Dpto. de Ingeniería Energética
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2019

Proyecto Fin de Carrera: Desarrollo de un protocolo de detección de fallos en indicadores energéticos del marco reglamentario español. Aplicación a edificios residenciales.

Autor: Manuel Lorente Labrado

Tutor: Servando Álvarez Domínguez
Laura Romero Rodríguez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

A Isabel y Ana por su esfuerzo y dedicación por mejorar la situación energética en nuestra comunidad. A el grupo de termotecnia de la escuela por darnos la oportunidad de participar en este proyecto. A Laura por lo muchísimo que nos ha ayudado y la de tardes que nos ha aguantado. Y a mi colega Mario, con el que he compartido todo este proyecto, y que además, fue quién me dio el “chivatazo” para poder participar en él.

Resumen

Hoy en día, cuando se realiza el certificado energético de un edificio, se ha de enviar un documento en el que se detallan varios datos del edificio como la demanda, el consumo, las emisiones... así como varios datos sobre la envuelta de este. De estos documentos, en el portal de registros de la Secretaría de Energía, Industria y Minas de la Junta de Andalucía, hay un acumulado de 600.000 certificados, y actualmente no existe forma de comprobar si se cumple la normativa o, si sí se cumple, si existe algún fraude. Debido a este problema, se recurrió al Departamento de Ingeniería Energética de la Universidad de Sevilla para buscar una solución. Se resolvió, en que dos estudiantes hiciésemos unas prácticas en la Secretaría, en la que se estudió un sistema con el que se pudiese llegar a esta solución.

Durante este trabajo, se desarrollan todos los pasos y todos los procedimientos que se han seguido para diseñar este sistema. En él, se diagnostican los edificios de uso residencial a través de su certificado energético, tomando como base el Documento Básico HE de Ahorro de Energía. Dicho sistema además de comprobar el cumplimiento de las exigencias básicas verifica otros parámetros característicos de los edificios, también limitados por el marco normativo, y detecta si se ha podido cometer fraude por parte del certificador al enviar los datos de la junta.

Para poder llevar acabo este propósito de forma cómoda y sencilla se confecciona una herramienta informática a través de Microsoft Excel y el lenguaje de programación Visual Basic. Dicha herramienta, totalmente automatizada, ofrece los resultados y las comprobaciones requeridas al instante, sin necesidad de introducir datos manualmente o realizar operaciones del mismo modo.

Abstract

Nowadays, when an energy certificate of a building has been made, a document must be sent in which several details of the building are detailed, such as energy demand, consumption, emissions ... as well as several data about its thermal envelope. Of these documents, in the portal of records of the “Secretaría de Energía, Industria y Minas” of the Junta de Andalucía, there is an accumulation of 600,000 certificates, and there is currently no way to check if the regulations are complied with or, if they do, if there is any fraud. Due to this problem, the Department of Energy Engineering of the University of Seville was asked to find a solution to this. This resulted in two students who did an internship in the Secretaría, in which it was studied a system with which a solution could be reached.

During this work, all the steps and all the procedures that have been followed are developed to design this system. In it, residential buildings are diagnosed through their energy certificate, based on the Basic Energy Saving Document HE. The said system, in addition to verifying compliance with the basic requirements, verifies other characteristic parameters of the buildings, also limited by the regulatory framework, and detects whether fraud has been committed by the certifier when sending the data of the board.

To be able to carry out this purpose in a comfortable and simple way, a software tool has been prepared through Microsoft Excel and the Visual Basic programming language. This fully automated tool offers the required results and checks instantly, without the need to enter data manually or perform operations in the same way.

Índice

Resumen	ix
Abstract	xi
Índice	xiii
Índice de Tablas	xv
Índice de Figuras	i
Notación	i
1 Introducción	1
2 Desarrollo del proyecto	1
2.1 <i>Diagrama de bloques del proyecto</i>	2
3 Introducción a la Herramienta de Comprobación	3
2.1 <i>Botones de la herramienta</i>	4
2.1.1 Botón XML usuario	5
2.1.2 Botón geometría	6
2.1.3 Botón XML 2018	7
2.1.4 Botón equipos	8
2.2 <i>Obtención de resultados</i>	8
4. Filtro de entrada	13
4.1 <i>Cumplimiento del HE0</i>	13
4.2 <i>Cumplimiento del HE1</i>	13
4.2.1 Coeficiente global de transmisión de calor	14
4.2.2 Parámetro de control solar	14
4.2.3 Transmitancia térmica	14
4.2.4 HE1 2013	14
4.2.1 <i>Factor solar</i>	15
4.2.2 <i>Consumo de energía primaria total</i>	15
4.2.3 <i>Calificación de las emisiones</i>	15
4.2.4 <i>Compacidad</i>	16
4.2.5 <i>Superficie útil</i>	16
4.2.6 <i>Puentes térmicos</i>	16
4.2.7 <i>Relación entre área solar sur equivalente y superficie acristalada</i>	17
4.2.8 <i>Estanqueidad</i>	17

5. Filtro de salida	19
5.1 <i>Comprobación de la demanda de calefacción</i>	19
5.1.2 <i>Comprobación de la demanda de refrigeración.</i>	21
5.2 <i>Comprobación de los consumos de energía primaria no renovable, de energía primaria total, y de las emisiones equivalentes de CO2.</i>	21
<i>Anexo C.3 Comprobación de la calificación.</i>	22
6. Coeficientes Correctores	23
6.1 <i>Coeficiente corrector “a”</i>	23
6.2 <i>Coeficiente corrector “b”</i>	24
Bibliografía	25
Anexo A. Edificios	27
Anexo B. Valor de los Coeficientes Correctores	31
Anexo C. Valores de Transmitancias Óptimas y Máximas por Climas	33
Anexo D. Herramienta TMT Simulaciones	35
Anexo E. Ejemplos.	37
<i>Anexo E.1 Caso en el que cumple el Código técnico y pasa el filtro de salida.</i>	37
<i>Anexo E.2 Caso en el que cumple con el filtro de entrada, pero no con el de salida.</i>	40
<i>Anexo E.3 Caso en el que no cumple el código técnico</i>	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Tabla 3.1.a del Anejo I DB HE 2018. Valor límite de $C_{ep,nren,lim}$ [$kW \cdot h/m^2 \cdot año$] para uso residencial privado	13
Tabla 2.- Tabla 3.2.a del Anejo I DB HE 2018. Valor límite de $C_{ep,tot,lim}$ [$kW \cdot h/m^2 \cdot año$] para uso residencial privado	13
Tabla 3.- Tabla 3.1.1.b del Anejo I DB HE 2018. Valor límite de K_{lim} [$W/m^2 \cdot K$] para uso residencial privado	14
Tabla 4.- Tabla 2.3 del DB HE 2013. Valor de transmitancia límite [$W/m^2 \cdot K$]	14
Tabla 5.- Tabla 2.1 DB-HE1. Valores de parámetros para el cálculo de la demanda de calefacción	15
Tabla 6.- Valores límite del nivel de consumo (kWh/m^2) para la calificación del edificio.	15
Tabla 7.- Valores límite de emisiones de CO_2 ($kgCO_2/m^2$) para el cálculo de la calificación.	16
Tabla 8.- Factores de paso.	22
Tabla 9. Factor corrector “a”	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de bloques del proyecto	2
Figura 2 Pantalla presentación de la Herramienta Comprobación	4
Figura 3 Pantalla con los distintos botones de la herramienta	5
Figura 4 . Ejemplos de datos obtenidos del archivo XML de 2013	6
Figura 5. Ejemplo de los datos obtenidos en el botón geometría.	7
Figura 6. Datos obtenidos del archivo XML 2018	7
Figura 7. Pantalla resultados de la Herramienta Comprobación	9
Figura 8. Pantalla resultados detallados de la Herramienta Comprobación.	10
Figura 9. Pantalla de límites y valores Herramienta Comprobación.	11
Figura 10. Balance de presión en un edificio.	18
Figura 11. Edificio Aislado	27
Figura 12. Edificio Entremedianeras	28
Figura 13. Pareada Este	28
Figura 14. Ejemplo de edicio unizona equivalente del edificio entremedianeras	29
Figura 15. Herramienta TMT generación de casos	35
Figura 16. Herramienta TMT simulación	36
Figura 17. Herramienta TMT lectura de resultados	36
Figura 18. Primera pantalla de resultados en el caso de que cumple con ambos filtros.	37
Figura 19. Segunda pantalla de resultados en el caso de que cumple con ambos filtros.	38
Figura 20. Última pantalla de resultados en el caso de que cumple con ambos filtros.	39
Figura 21 Primera pantalla de resultados en el caso de que cumple el filtro de entrada, pero no el de salida.	40
Figura 22. . Segunda pantalla de resultados en el caso de que cumple con el filtro de entrada, pero no con el de salida.	41
Figura 23. Última pantalla de resultados en el caso de que cumple el filtro de entrada, pero no el de salida	44
Figura 24. Primera pantalla de resultados en el caso de que no cumple el código técnico	45
Figura 25. Segunda pantalla de resultados en el caso de que no cumple el código técnico	46
Figura 26. Última pantalla de resultados en el caso de que no cumple el código técnico	47

Notación

Cos	Función coseno
sen.	Función seno
$<$	Menor
$>$	Mayor
\leq	Menor o igual
\geq	Mayor o igual
A	Clima A
B	Clima B
C	Clima C

1 INTRODUCCIÓN

Desde el año 2013, es obligatorio que se registren los certificados energéticos de edificios de nueva construcción, así como de edificios o partes de edificios existentes. Todos estos certificados se registran en el portal telemático de la Junta de Andalucía, que ha recibido desde la obligatoriedad del registro más de 600.000 certificados. Para comprobar la veracidad de los datos de los registros, se realizan inspecciones que, hoy en día, se realizan de forma aleatoria, siendo ésta una manera muy ineficiente de realizar dicho control de calidad de los datos. Primero porque la cantidad de certificados que se reciben a diario es mucho mayor que la cantidad de éstos que se podrían verificar mediante la inspección, y segundo, porque al realizarse de manera aleatoria, no se pueden marcar como objetivo de la inspección a certificados que sean dudosos o evidentemente fraudulentos, y descartar los certificados que si son indudablemente veraces.

Ante esta situación, el Servicio de Energía de la Secretaría General de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía le pide al Departamento de Ingeniería Energética de la Universidad de Sevilla el desarrollo de un procedimiento que facilite la gestión de los registros y permita tramitar los resultados. Para ello se crean dos becas en forma de prácticas curriculares de 220 horas cada una en el Servicio de Energía de la Secretaría General de Industria, Energía y Minas, realizadas durante los meses de Febrero y Marzo de 2018. Aunque trabajan de forma conjunta, una de ellas es destinada a la comprobación de los certificados de edificios residenciales y la otra a la de los edificios terciarios, ya que ambos grupos ocupan la mayor parte del global de los registros. Durante el periodo transcurrido de la beca se llevaron a cabo distintas reuniones y puestas en común entre las tres partes: Servicio de Energía, Departamento de Ingeniería Energética y los alumnos becados. Mediante estas reuniones se pusieron en común distintos aspectos, tanto la idea que quería llevar a cabo el Servicio de Energía, como las posibilidades de verificación y análisis que se podrían ofrecer con la información y datos que se tenían en ese momento por parte del Departamento. Conforme fueron avanzando las reuniones y la puesta en común de ideas para el proyecto, se fue puliendo teóricamente el proceso que se iba a llevar a cabo, incluso solicitando la aparición de nuevos parámetros en el archivo XML que optimizarían aún más este proceso. Una vez concluido el periodo de la beca y finalizadas las reuniones se procedió a la puesta en práctica de dicho proceso, realizando una gran variedad de simulaciones y operaciones necesarias y que llevan finalmente a la confección de la Herramienta Comprobación, encargada de verificar la validez de los indicadores energéticos de los edificios mediante su certificado energético

Actualmente no existe ningún medio automático con el que comprobar la veracidad de los datos que el usuario rellena al realizar el registro del certificado energético de un edificio. Debido a ello, se ha diseñado una herramienta capaz de comprobar que estos datos son correctos, alertando de un posible error o fraude en dicho registro.

Dependiendo del tipo de campo que se va a comparar, la herramienta puede tomar los datos necesarios del archivo XML que ha sido registrado y recalcula algunos de sus campos más relevantes para: compararlos con los valores establecidos por el usuario, comprobar si están dentro de los límites que exige la normativa, o simplemente verificar que se encuentra dentro de un rango de valores normales. La herramienta ha sido diseñada para edificios de uso residencial en los climas A3, A4, B3, B4, C3 y C4. Se excluyen los climas de invierno D y E, puesto que, en Andalucía, sólo se dan en zonas muy frías como en las sierras.

En el segundo capítulo, se exponen los pasos seguidos para el desarrollo de la herramienta, y cuales van a ser las bases de ésta. En el tercer capítulo, se introduce al lector en la herramienta, explicando como funciona, y que datos y resultados devuelve. En los siguientes capítulos se muestran como funcionan, y que leyes hay detrás de los filtros que utiliza la herramienta, que ya habían sido introducidos en el capítulo anterior. Finalmente, se comenta y se explica qué son, y cómo se han obtenido los coeficientes correctores, necesarios para los distintos cálculos que realiza la herramienta.

2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para comenzar, se parte como base de 5 edificios (presentados en el Anexo A) que servirán como modelo para la obtención de datos característicos del clima y del tipo de edificio. Estos edificios, también se utilizarán para comprobar el buen funcionamiento de la herramienta en cada punto de desarrollo. De estos edificios se tomarán dos tipos de datos: Los reales o simulados, y los obtenidos del archivo XML. Los reales o simulados, como su nombre indica, se obtienen de la simulación del edificio mediante la Herramienta Unificada Líder-Calener o de herramientas derivadas de estas cedidas por el Grupo de Termotecnia, y son valores exactos que no tienen ningún tipo de error. Estos valores son, por ejemplo, la demanda energética del edificio, las ganancias solares, las ganancias internas... Los obtenidos del archivo XML son datos directamente extraídos de dicho documento, y son, por ejemplo, los datos de geometría del edificio, la ventilación... Al intentar hallar estos datos para los edificios dados, se detectó una anomalía en el archivo XML generado por la Herramienta Unificada Líder-Calener, dado que no escribía bien las orientaciones de los muros y los huecos del edificio en su archivo XML. Una vez resuelto, se continuó sin problemas.

El objetivo de esto es encontrar leyes con las que, en función de los datos obtenidos del archivo XML, obtener valores lo más cercanos máximo posible a los valores reales obtenidos mediante la simulación, ya que, la Herramienta de Comprobación sólo recibirá los valores del archivo XML que aporta el usuario certificador. Para hacer esta aproximación, se monta un procedimiento simplificado para obtener un valor aproximado del valor real que se quiere obtener, pero que aún no es lo suficientemente preciso, puesto que hay factores que son imposibles de tener en cuenta, o porque no están reflejados en el XML o porque complicarían demasiado los cálculos. Entonces, para precisar aún más estas aproximaciones, se comparan éstas con los valores reales obtenidos de la simulación, y se crea la ley que relaciona a ambos valores. Un claro ejemplo de esto son los factores correctores, valores por los que multiplicamos el valor obtenido en el procedimiento simplificado para obtener un valor aún más cercano al real. Estos valores son 2, el factor corrector sobre la temperatura interna del edificio, y el factor corrector sobre las ganancias solares, y serán explicados más detalladamente en el último capítulo de este documento.

Una vez obtenidas todas las leyes, se desarrollan las formas de acotar los valores requeridos, tanto para los filtros de entrada como de salida. En el filtro de entrada se comprueba que los datos introducidos por el certificador cumplen con la normativa vigente, es decir con el Documento Básico HE. En el filtro de salida, se comprueba que no exista fraude en la introducción de los valores verificando que dicho valor se encuentre dentro de unos valores lógicos. por parte del certificador, verificando que Con todas las leyes ya establecidas, se utilizan primero los edificios iniciales para comprobar que la herramienta funciona correctamente en su totalidad. Después, se verifica también la herramienta para una batería de certificados reales que parten de los certificados recibidos por el Servicio de la Energía de la Secretaría General de Industria, Energía y Minas.

Debido a cambios recientes en la normativa, y por ello a la adición del nuevo XML de 2018, ha habido que cambiar algunos valores que en principio eran calculados de forma simplificada, pero que ahora vienen de forma exacta en el nuevo XML de 2018. En concreto el coeficiente global de transmisión, parámetro de control solar, consumo de energía primaria no renovable, consumo de energía primaria total y los valores límite de los mismos.

Finalmente, se realiza la automatización total de la herramienta para que no sea necesaria la introducción manual de ningún dato, y para facilitar lo máximo posible la detección de certificados que no cumplan con el código técnico, o que presenten algún fraude.

2.1 Diagrama de bloques del proyecto

El siguiente diagrama de bloques resume de forma esquemática de inicio a fin el proyecto, desde la búsqueda de una solución a la problemática demandada por el Servicio de Energía hasta la elaboración de la Herramienta Comprobación, expuesta en el próximo capítulo.

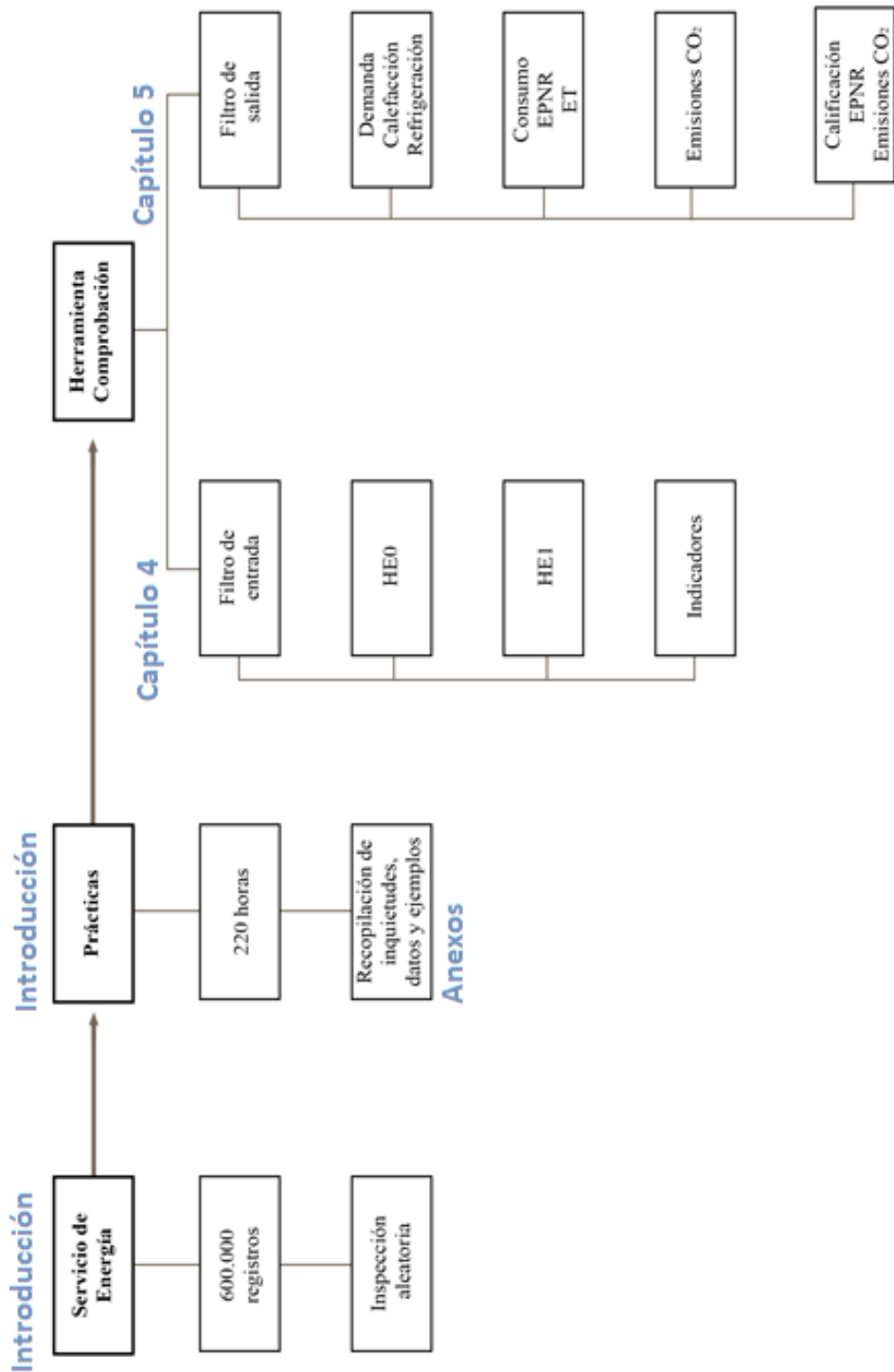


Figura 1 Diagrama de bloques del proyecto

3 INTRODUCCIÓN A LA HERRAMIENTA DE COMPROBACIÓN

Para dar solución al problema que presenta el Servicio de Energía, se confecciona la Herramienta de Comprobación. Esta herramienta permite, mediante la comprobación de indicadores energéticos, detectar los certificados energéticos que deberían ser inspeccionados en detalle. La herramienta ha sido diseñada para que su uso sea rápido e intuitivo, pudiendo cualquier persona ejecutarla mediante una serie de botones sin necesidad de instrucciones.

Al abrirla, se muestra una ventana de presentación que al pulsar el botón abrirá el formulario que carga los datos. Esta ventana consta de cinco botones. Con el primero de ellos se abre un cuadro de diálogo que permite cargar el archivo XML 2013 ofrecido por el usuario, con el objetivo de que se vuelquen los datos y parámetros necesarios para los cálculos de las distintas comprobaciones. El segundo botón tiene como misión cargar el mismo archivo XML 2013, pero esta vez para extraer de él los datos geométricos del edificio. El tercer botón permite cargar en la herramienta el archivo XML 2018, el cual ofrece datos inexistentes en el anterior archivo XML 2013 y necesarios para algunas de las comprobaciones. El siguiente botón se encarga de volcar las características de las instalaciones térmicas. Por último, el botón restante, lleva al usuario de la herramienta automáticamente a la pantalla de resultados donde se ofrece una recopilación de los resultados. En resumen, la herramienta consta de 4 pasos:

1. Cargar archivo XML 2013.
2. Generar geometría.
3. Cargar archivo XML 2018.
4. Lectura de equipos.
5. Leer resultados.

Sólo es posible pulsar los botones en este orden ya que, hasta que no se haya pulsado el botón anterior, el siguiente permanecerá bloqueado.



Figura 2 Pantalla presentación de la Herramienta Comprobación

2.1 Botones de la herramienta

A continuación, se van a detallar con mayor profundidad las acciones que realiza la herramienta cada vez que se importa cada uno de los archivos XML.



Figura 3 Pantalla con los distintos botones de la herramienta

2.1.1 Botón XML usuario

El primer botón, encargado de cargar el archivo XML 2013 ofrecido por el usuario, vuelca en otra hoja de la herramienta otros valores que ofrecen información del edificio. Éstos son: zona climática, demandas de calefacción y refrigeración del edificio objeto y del edificio de referencia, demanda de agua caliente sanitaria, consumo de energía primaria no renovable global y de iluminación, densidad de fuentes internas, intensidad de uso del edificio, compacidad, volumen útil, uso horario, ACH total, emisiones de CO₂, calificación de energía primaria no renovable y calificación de las emisiones.

```

<CodigoPostal>Código Postal</CodigoPostal>
<Provincia>Cádiz</Provincia>
<ComunidadAutonoma>Andalucía</ComunidadAutonoma>
<ZonaClimatica>A3</ZonaClimatica>
<AnoConstruccion/>
<ReferenciaCatastral>ninguno</ReferenciaCatastral>
<TipoDeEdificio>EdificioUsoTerciario</TipoDeEdificio>
<NormativaVigente>- Seleccione de la lista -</NormativaVigente>
<Procedimiento>HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017</Procedimiento>
<AlcanceInformacionXML>CertificacionVerificacionNuevo</AlcanceInformacionXML>
</IdentificacionEdificio>
<DatosGeneralesyGeometria>
  <NumeroDePlantasSobreRasante>0</NumeroDePlantasSobreRasante>
  <NumeroDePlantasBajoRasante>0</NumeroDePlantasBajoRasante>
  <SuperficieHabitable>3117.48</SuperficieHabitable>
  <VolumenEspacioHabitable>9630.69</VolumenEspacioHabitable>
  <Compacidad>2.21</Compacidad>
  <PorcentajeSuperficieHabitableCalefactada>41</PorcentajeSuperficieHabitableCalefactada>
  <PorcentajeSuperficieHabitableRefrigerada>41</PorcentajeSuperficieHabitableRefrigerada>
  <PorcentajeSuperficieAcrystalada>
    <N>57</N>
    <E>57</E>
    <S>57</S>
    <O>20</O>
  </PorcentajeSuperficieAcrystalada>
  <DensidadFuentesInternas>2.7</DensidadFuentesInternas>
  <VentilacionTotal>0.36</VentilacionTotal>
  <DemandaDiariaACS>80.00</DemandaDiariaACS>
</DatosGeneralesyGeometria>
<DatosEnvolventeTermica>
  <PuentesTermicos>
    <Elemento>
      <Nombre>FRENTE_FORJADO</Nombre>
      <Tipo>FRENTE_FORJADO</Tipo>
    </Elemento>
  </PuentesTermicos>
</DatosEnvolventeTermica>

```

Figura 4. Ejemplos de datos obtenidos del archivo XML de 2013

2.1.2 Botón geometría

Al pulsarse el segundo botón se vuelcan los datos geométricos ordenados por orientaciones, acompañados de sus correspondientes transmitancias térmicas, referentes a la envuelta del edificio en la herramienta. Estos datos quedan recogidos en una hoja independiente, a través de la cual se nutren el resto de las hojas que realizan las distintas comprobaciones.

```

<Espesor>0.1400</Espesor>
<ConductividadTermica>0.443</ConductividadTermica>
<Densidad>1170.00</Densidad>
<FactorResistenciaVapor>0.20</FactorResistenciaVapor>
<CalorEspecifico>1000.00</CalorEspecifico>
  </Capa>
</Capas>
</Elemento>
<Elemento>
  <Nombre>Muro_enterrado</Nombre>
  <Tipo>Suelo</Tipo>
  <Superficie>96.00</Superficie>
  <Orientacion>Oeste</Orientacion>
  <Transmitancia>0.80</Transmitancia>
  <ModoDeObtencion>Usuario</ModoDeObtencion>
  <Capas>
    <Capa>
      <Material>EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]</Material>
      <Espesor>0.0220</Espesor>
      <ConductividadTermica>0.029</ConductividadTermica>
      <Densidad>30.00</Densidad>
      <FactorResistenciaVapor>0.20</FactorResistenciaVapor>
      <CalorEspecifico>1000.00</CalorEspecifico>
    </Capa>
  </Capas>
</Elemento>

```

Figura 5. Ejemplo de los datos obtenidos en el botón geometría.

2.1.3 Botón XML 2018

Este botón añade el nuevo archivo XML, incorporado con la nueva versión del DB HE 2018. El archivo contiene valores no incluidos en las anteriores versiones que son necesarios para las nuevas verificaciones que contiene del Código técnico 2018. Estos son: parámetro de control solar y coeficiente global de transmisión, consumo de energía primaria no renovable y consumo de energía total. Se importan tanto los valores concretos del edificio como los valores límites.

```

</Datos_2018>
<Resultados_2018>
  <K_2018>1.35</K_2018>
  <Klim_2018>0.0.89</Klim_2018>
  <Qsj_2018>4.21</Qsj_2018>
  <Qsjlim_2018>4</Qsjlim_2018>
  <Compacidad_2018>1.21</Compacidad_2018>
  <Dcal>1.11</Dcal>
  <Dref>12.27</Dref>
  <n50_2018>6.39</n50_2018>
  <n50lim_2018>6.00</n50lim_2018>
  <CEPNR_2018>43.09</CEPNR_2018>
  <CEPNRlim_2018>85</CEPNRlim_2018>
  <CEPT_2018>86</CEPT_2018>
  <CEPTlim_2018>190</CEPTlim_2018>
  <areaUtil_2018>204.75</areaUtil_2018>
  <NHMAL_2018>29.45</NHMAL_2018>

```

Figura 6. Datos obtenidos del archivo XML 2018

2.1.4 Botón equipos

Por último se extraen los datos e información de las instalaciones de calefacción, refrigeración y ACS con sus principales características, que son necesarias para la comprobación del consumo y emisiones de CO₂.

Ninguno de los botones se puede pulsar sin haber realizado el paso anterior de forma exitosa, por lo que la herramienta impide que el usuario continúe si hay algún error.

2.2 Obtención de resultados

Una vez se han importado todos los datos necesarios de los archivos XML se puede llevar a cabo el primer sistema de filtrado, a partir de ahora también llamado filtro de datos de entrada, Anexo B. Este primer filtrado comprueba los datos obtenidos mediante importación directa o mediante operaciones simples. Además de comprobar si los parámetros se encuentran dentro de un rango de valores posibles, o por debajo de sus límites según la normativa, comprueba la calidad de los datos, permitiendo detectar aquellos certificados que contengan campos que no han sido rellenados o que tengan valores incoherentes. Se comprueba el cumplimiento del consumo HE0, la demanda HE1 2013 y HE1 2018, transmitancia térmica, factor solar de huecos, compactidad, superficie, volumen y transmitancia lineal de puentes térmicos y relación entre área solar sur equivalente y área de transmisión para invierno y verano.

Simultáneamente, se realiza el segundo sistema de filtrado, también llamado a partir de ahora filtro de salida, Anexo C. Éste consiste en un procedimiento simplificado de cálculo de dos valores de demanda de calefacción y otros dos de demanda de refrigeración, también haciendo uso de los datos de los archivos XML importados anteriormente. Éstos son los límites que conforman el rango dentro del que se deben encontrar las demandas de calefacción y refrigeración indicadas por el usuario. Para el cálculo de las demandas límites será necesario el uso de unos coeficientes correctores característicos de la zona climática y el tipo de edificio, que corregirán sobre los grados días en los meses de invierno y sobre el área solar sur equivalente, Anexo D. Además, se comprueban las emisiones de CO₂ y las calificaciones de energía primaria no renovable y emisiones de CO₂.

Una vez se ha ejecutado el botón “Mostrar resultados” aparecerá de forma instantánea la siguiente pantalla:



Figura 7. Pantalla resultados de la Herramienta Comprobación

En esta pantalla se muestran los resultados genéricos según el filtro de entrada, Anexo B, y el filtro de salida, Anexo C. Para realizar una comprobación de otro certificado bastará con pulsar el botón de “Nueva comprobación”. Por otro lado, para tener más información de ambos filtros se puede pulsar el botón “Ver resultados” mediante el cual se abrirá la siguiente pantalla:

FILTRO DE ENTRADA		FILTRO DE SALIDA	
HE0		Demanda de calefacción	OK
Consumo límite EPNR (HE0)	Supera el límite	Demanda de refrigeración	OK
Consumo límite ET (HE0)	OK	Consumo límite EPNR	OK
HE1		Consumo límite ET	OK
HE1 Calefacción	OK	Emisiones CO2	OK
HE1 Refrigeración	OK	Calificación EPNR	OK
K	OK	Calificación emisiones CO2	OK
q	OK		
VALORES		Volver	
Transmitancia	OK	Ver valores	
Factor solar huecos	OK		
Compacidad	OK		
Superficie	OK		
Volumen	OK		

Figura 8. Pantalla resultados detallados de la Herramienta Comprobación.

Con esta pantalla se puede profundizar en el resultado genérico de ambos filtros, comprobando qué indicador o indicadores energéticos han provocado que dicho resultado haya sido positivo o no.

Además de mostrar los cumplimientos y verificaciones en los diferentes campos, existe la posibilidad mediante un nuevo botón, “Ver valores”, de mostrar otra pantalla con los valores exactos y los rangos entre los que deberían encontrarse los indicadores energéticos analizados. Con esta pantalla se puede valorar el grado de calidad de los datos cuando se encuentran fuera del rango establecido, y decidir si se aceptan valores fuera de rango cuando lo estén mínimamente.

FILTRO DE ENTRADA			
	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
HE0			
Consumo EPNR (HE0)	0	27	25
Consumo ET (HE0)	0	45	50
HE1			
HE1 cal	0	9.63	15
HE1 ref	0	11.64	15
K	0	0	0.61
q	0	0	2
VALORES			
Factor solar huecos	0	0.35	1
Compacidad	1	1.21	2.5
Superficie	0	102.38	1000000
Volumen	0	260.03	1000000
Puentes térmicos	0.04	0.06	0.5
ASSE/Aa Inv	0.04	0.20	0.2
ASSE/Aa Ver	0.03	0.53	0.12
TRANSMITANCIA			
muros	0.3	0.59	1.25
cubierta y suelo	0.23	0.29	0.8

FILTRO DE SALIDA			
	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
Demanda de calefacción	0.00	9.63	22.77
Demanda de refrigeración	3.04	11.64	35.67
Consumo límite EPNR (HE0)	26.54	27.00	32.44
Consumo límite ET (HE0)	39.33	45.00	48.07
Emissiones CO2	4.53	4.82	5.53

CALIFICACIONES	CALIFICACION USUARIO	CALIFICACION CALCULADA
Calificación EPNR	B	B
Calificación Emissiones CO2	B	B

Figura 9. Pantalla de límites y valores Herramienta Comprobación.

4. FILTRO DE ENTRADA

Como se indica en la introducción, en el primer sistema de filtrado se va a comprobar si los campos más sensibles recogidos por el archivo XML resultante del software certificador son correctos o no, emitiendo un mensaje explicativo en cada caso. Los campos a comprobar son:

4.1 Cumplimiento del HE0

Cumplimiento de la limitación del consumo HE0 según el Documento Básico HE Ahorro de Energía 2018. Esta exigencia limita el consumo de energía primaria no renovable y el consumo de energía total según la zona climática de invierno de la ubicación del edificio y el uso del edificio. Para ello se tomarán los valores de consumo de energía primaria no renovable, $C_{ep,nren,lim}$ y los de consumo de energía total, $C_{ep,tot,lim}$ y se compararán con los de las siguientes tablas:

	Zona climática invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	20	25	28	32	38	43
Cambios de uso a residencial privado y reformas	40	50	55	65	70	80
En territorio extrapeninsular se multiplicarán los valores por 1.25						

Tabla 1.- Tabla 3.1.a del Anejo I DB HE 2018. Valor límite de $C_{ep,nren,lim}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$] para uso residencial privado

	Zona climática invierno					
	α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	40	50	55	65	10	80
Cambios de uso a residencial privado y reformas	55	75	80	90	105	115
En territorio extrapeninsular se multiplicarán los valores por 1.15						

Tabla 2.- Tabla 3.2.a del Anejo I DB HE 2018. Valor límite de $C_{ep,tot,lim}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$] para uso residencial privado

4.2 Cumplimiento del HE1

Cumplimiento de la limitación de la demanda HE1 según el Documento Básico HE Ahorro de Energía 2018. Esta exigencia restringe valores de la envolvente térmica con el objeto de limitar indirectamente el consumo de

energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en el edificio. Los parámetros que se limitan y sus propios límites se definen a continuación.

4.2.1 Coeficiente global de transmisión de calor

El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, K . Este valor obtenido no debe sobrepasar el valor límite, K_{lim} .

Compacidad V/A [m ³ /m ²]	Zona climática invierno					
	α	A	B	C	D	E
$V/A \leq 1$	0.67	0.60	0.58	0.53	0.48	0.43
$V/A \geq 4$	0.86	0.80	0.77	0.72	0.67	0.62

Tabla 3.- Tabla 3.1.1.b del Anejo I DB HE 2018. Valor límite de K_{lim} [W/m²·K] para uso residencial privado

4.2.2 Parámetro de control solar

Parámetro de control solar $q_{sol,jul,lim}$ obtenido mediante la relación entre ganancias solares para el mes de julio y la superficie útil debe ser menor que dos en el caso de los edificios de uso distinto a residencial.

4.2.3 Transmitancia térmica

Transmitancia térmica máxima. Los valores de transmitancia de los cerramientos deben estar por debajo de los valores límites establecidos en la *tabla 2.3 del DB HE 2013*. Los valores máximos dependen del tipo de elemento y de la zona climática de invierno, se detallan en la siguiente tabla:

Parámetro	Zona climática invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno [W/m ² ·K]	1.35	1.25	1	0.75	0.6	0.55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² ·K]	1.2	0.8	0.65	0.5	0.4	0.35
Transmitancia térmica de huecos [W/m ² ·K]	5.7	5.7	4.2	3.1	2.7	2.5

Tabla 4.- Tabla 2.3 del DB HE 2013. Valor de transmitancia límite [W/m²·K]

4.2.4 HE1 2013

Uno de los cambios que se producen en el nuevo DB HE con respecto al anterior es la validación de la demanda, HE1. La herramienta de comprobación también incluye a modo informativo la validación de la HE1 mediante el procedimiento indicado en el DB HE 2013.

La demanda energética de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

donde,

-Dcal,lim es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en kWh/m²·año, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

-Dcal,base es el valor base de la demanda energética de calefacción, para cada zona climática de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 2.1 DB-HE1.

-Fcal,sup es el factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción, que toma los valores de la tabla 2.1 DB-HE1.

-S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m².

Tabla 2.1 DB-HE1	α	A	B	C	D	E
Dcal,base [kW·h/m ² ·año]	15	15	15	20	27	40
Fcal,sup	0	0	0	1000	2000	3000

Tabla 5.-Tabla 2.1 DB-HE1. Valores de parámetros para el cálculo de la demanda de calefacción

La demanda energética de refrigeración del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite Dref,lim = 15 kWh/m²·año para las zonas climáticas de verano 1, 2 y 3, o el valor límite Dref,lim = 20 kWh/m²·año para la zona climática de verano 4.

4.2.1 Factor solar

Uno de los parámetros característicos de los huecos es el factor solar, g. Es un indicativo de la cantidad de radiación solar que atraviesa un vidrio, que aunque no está limitado por el DB HE, debe estar comprendido entre 0 y 1. Por lo que la exigencia de la herramienta de comprobación será:

$$0 < g < 1$$

4.2.2 Consumo de energía primaria total

La calificación del consumo de energía primaria total, se puede comprobar comparando el consumo del edificio con los valores de la siguiente tabla:

	A3	A4	B3	B4	C3	C4
A	19.1	21.1	23.8	29.1	36.4	36.8
B	36.3	40.1	45.1	50.2	62.9	67
C	61.4	67.8	76.2	81.9	102.7	109.3
D	98.4	108.6	122.1	128.6	161.2	171.6
E	181.8	196.1	229.6	243.7	291.3	305.1
F	212.7	213.8	268.6	292.5	367	384.4

Tabla 6.-Valores límite del nivel de consumo (kWh/m²) para la calificación del edificio.

Todo nivel de consumo mayor que los de los valores asignados al nivel de calificación “F”, son niveles “G”.

4.2.3 Calificación de las emisiones

La calificación de las emisiones es análoga a la del consumo de energía primaria total, pero con los siguientes valores:

	A3	A4	B3	B4	C3	C4
A	4.4	4.9	5.5	6.7	8.3	8.9
B	8.4	9.4	10.4	11.6	14.3	15.3
C	14.2	15.8	17.5	19	23.4	25
D	22.8	25.3	28.1	29.8	36.7	39.3
E	44.3	47.8	54.9	58.4	67.4	70.8
F	53.1	52.1	64.3	71.8	86.9	87.1

Tabla 7.-Valores límite de emisiones de CO₂ (kgCO₂/m²) para el cálculo de la calificación.

4.2.4 Compacidad

Otro de los parámetros no limitados en el DB HE es la compacidad o la relación entre el volumen y el área de transmisión o área de envuelta de un edificio. A pesar de ello se establece un rango de valores obtenidos experimentalmente.

$$2 \leq V/A_t < 4.5$$

Siendo:

- V volumen del espacio habitable;
- A_t área de transmisión

4.2.5 Superficie útil

La superficie útil habitable o el volumen del espacio habitable del edificio, tampoco se limitan en el DB HE, a pesar de ello en la herramienta de comprobación se acota dentro de unos valores lógicos.

- Superficie útil habitable

$$0 < A < 1000000$$

- Volumen del espacio habitable

$$0 < V < 3000000$$

4.2.6 Puentes térmicos

Un puente térmico es una zona lineal o puntual donde el calor se transfiere más fácilmente que en las zonas colindantes, debido a una variación de la resistencia térmica, normalmente provocada por una interrupción del aislante. Se establece un rango de valores característicos entre los que debe encontrarse el incremento de transmitancia media debido a los puentes térmicos.

$$0.05 < \sum \varphi L / A_t < 0.33$$

Siendo:

- φ la transmitancia lineal de puentes térmicos;
- L la longitud total de puentes térmicos
- A_t el área de transmisión;

4.2.7 Relación entre área solar sur equivalente y superficie acristalada

El área solar sur equivalente es el área hipotética que debería tener un hueco orientado al sur para que tuviese las mismas ganancias solares que tiene en su orientación original, y la superficie acristalada es el sumatorio de cerramientos semitransparentes del edificio. El DB-HE no recoge valores máximos o mínimos para la relación, a pesar de ello, se exponen valores característicos de los edificios:

- Calefacción

$$0.04 < \frac{ASSE}{Aa} < 0.2$$

Por debajo del límite inferior el edificio no aprovecha las posibles ganancias solares que pudieran existir gracias al acristalado, mientras que por encima del límite superior existe riesgo de sobrecalentamiento.

- Refrigeración

Para las zonas climáticas 1 y 2 no es necesario control solar salvo para edificios de alta carga interna (>9 W/m²) (según descripción DB HE tabla A.1), a los que se aplica igual a la zona 3.

Zona3:

$$0.03 < \frac{ASSE}{Aa} < 0.12$$

Zona 4:

$$0.01 < \frac{ASSE}{Aa} < 0.06$$

Para refrigeración convienen valores bajos de $\frac{ASSE}{Aa}$. Para ello suelen utilizarse elementos de sombra tanto fijos como móviles.

$$ASSE = \sum \frac{I_o}{I_{sur}} * \sum As_o$$

$$As = A_o * g * Fs$$

Siendo,

- ASSE el área solar sur equivalente es el área hipotética que debería tener un hueco orientado al sur para que tuviese las mismas ganancias solares que tiene en su orientación original;
- A_a área acondicionada;
- $\frac{I_o}{I_{sur}}$ el factor de área sur equivalente de la orientación o, para febrero si se trata de calefacción y julio en el caso de la refrigeración;
- As_o el área solar para cada orientación “0”;
- A_o el área de los huecos de la fachada de la orientación “0”, o de lucernarios;
- g el factor solar del hueco;
- Fs el factor de sombra;

4.2.8 Estanqueidad

Para hablar de estanqueidad es necesario la definición de un nuevo parámetro, llamado n50. El n50 es la cantidad de aire que se exfiltra de un local al que se le practica una sobrepresión de 50 Pa. El DB HE 2013 no recoge valores máximos o mínimos que permitan acotarlo, a pesar de ello, se exponen valores característicos de los edificios:

$$1 < n50 < 8$$

El cálculo de dicho parámetro se puede explicar mediante esta ilustración:

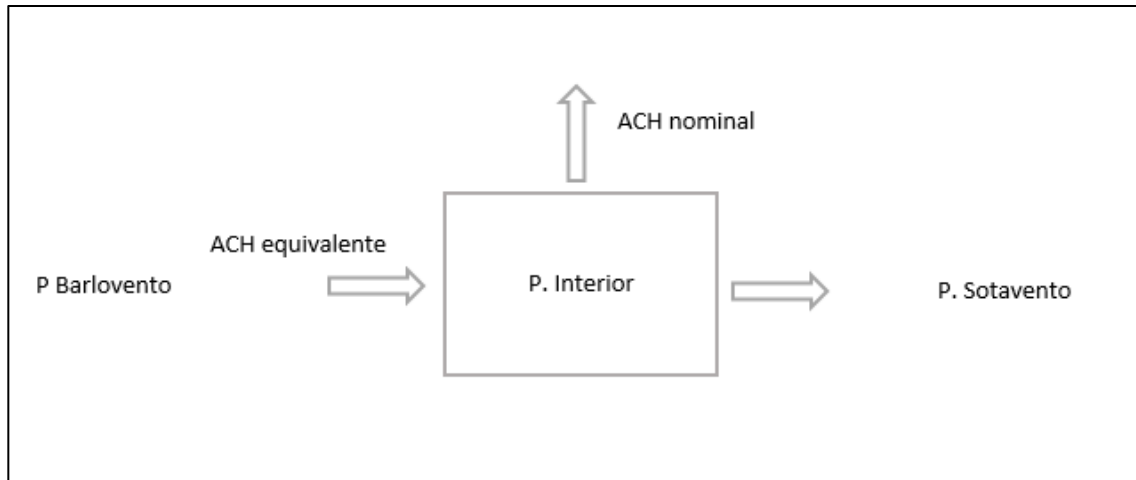


Figura 10. Balance de presión en un edificio.

Siendo, ACH nominal el caudal de aire extraído del edificio, ACH equivalente el caudal de aire introducido más el aire infiltrado. Las presiones de barlovento y sotavento se definen como

$$P_i = \frac{1}{2} \rho v^2 C_{pi}$$

Donde

- ρ es la densidad del aire, 1.2 kg/m^3 ;
- v es la velocidad del viento que es 4 m/s ;
- C_{pi} es el coeficiente de presión, que para barlovento y sotavento son 0.25 y -0.5 , respectivamente según la norma UNE EN 15242 para una fachada baja con protección normal.

La tasa de cambio de aire con referencia a la diferencia de presión se determina usando la siguiente ecuación:

$$V = C_L (\Delta p)^N$$

Donde,

- Δp es la diferencia de presión;
- C_L es el coeficiente de del aire filtrado;
- N es 0.66 ;

Realizando un balance en la ilustración anterior que define a un edificio resulta:

$$C_L (P_b - P_{int})^N + ACH_{nominal} \text{Volumen} + C_L (P_s - P_{int})^N = 0$$

El ACH equivalente es $ACH_{equivalente} = C_L (P_b - P_{int})^N$ resolviendo ambas ecuaciones se obtiene el valor de C_L

Sustituyendo el valor de C_L en el balance con velocidad del viento cero y presión interior 50 Pa se obtiene finalmente el valor de la estanqueidad, $n50$.

$$C_L (0 - 50)^{0.66} + n50 \cdot \text{Volumen} + C_L (0 - 50)^{0.66} = 0$$

5. FILTRO DE SALIDA

En el segundo sistema de filtrado o filtro de salida, se comprueba que los valores son correctos, y no ha habido ningún tipo de fraude por parte del certificador. Estos valores son: demanda de calefacción, demanda de refrigeración, consumo de energía primaria no renovable, consumo de energía primaria total, emisiones de CO₂, y las calificaciones de energía primaria total y de emisiones. Para ello, la herramienta recalcula dichos valores mediante los datos que se han extraído de los archivos XML previamente.

En todos los casos, excepto en el caso de las calificaciones, es prácticamente imposible dar con el mismo valor exacto que el calculado por el programa informático con el que se han hechos los cálculos, luego para verificar dichos datos, se utiliza un método simplificado con los datos extraídos del archivo XML, y se establecen unas cotas superiores e inferiores. Si el dato introducido por el certificador está dentro de este rango, se tomará este valor como válido para cualquier cálculo posterior.

5.1 Comprobación de la demanda de calefacción

Se considerarán como meses de calefacción, los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril, Noviembre y Diciembre; y los de Mayo y Octubre en los climas C.

Como el efecto de las sombras es desconocido, para establecer las cotas de la demanda de calefacción se toma un factor de sombras remotas igual a 0.5 y un valor de la inercia, τ , igual a 8 horas para la cota superior, mientras que para la cota inferior se toma un factor de sombras remotas igual a 1 y un valor de la inercia igual a infinito, lo que resultaría un factor de utilización igual a 1.

La demanda de calefacción se define como: $Demanda = Pérdidas - ganancias netas$

- Pérdidas netas:

$$\frac{Q}{Aa} = \left(\left(\frac{Um}{V/At} \right) \cdot Altura + ACHeq \cdot \rho \cdot Cp \cdot Altura \right) \cdot a \cdot GD \cdot 24$$

- Ganancias:

$$\frac{Q}{Aa} = \left(\left(\frac{ASSE}{Aa} \right) \cdot b \cdot Fsr \cdot Isur + \left(\frac{\Phi}{Aa} \right) \cdot t \right) \cdot \eta$$

Siendo:

- ASSE: el área solar sur equivalente es el área hipotética que debería tener un hueco orientado al sur para que tuviese las mismas ganancias solares que tiene en su orientación original;
- F_{sr} factor de sombras remotas;
- Φ densidad de las fuentes internas;
- Altura del edificio: se obtiene dividiendo el volumen del espacio habitable entre el área de éste;
- η Factor de utilización, que se diferencia el de invierno y el de verano;
- t tiempo de uso del edificio
- I_{sur} radiación total sur;
- ρ densidad del aire;
- C_p calor específico del aire;
- GD grados día;
- ACH_{eq} caudal de aire introducido más el aire infiltrado;
- a factor de corrección de los grados día
- b factor de corrección del ASSE

En el Anexo C se comentarán el valor y el significado de estos valores correctores.

Para realizar la comprobación se necesitan algunos parámetros y cálculos previos que se definen a continuación:

- Transmitancia media: es media de todas las transmitancias por cada superficie, incluyendo puentes térmicos, del edificio.

$$U_m = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i}$$

donde U_i es la transmitancia U para la superficie i y A_i es la superficie i .

- Compacidad:

$$Compacidad = \frac{V}{A_t}$$

donde V es el volumen del espacio habitable y A_t el área de transmisión del edificio.

- El factor de utilización depende de una variable γ que en los meses de invierno es

$$\gamma = \frac{Ganancias}{Pérdidas}$$

$$\text{Si } \gamma = 1, \eta = \frac{aH}{aH+1},$$

$$\text{Si } \gamma \neq 1, \eta = \frac{1-\gamma^{aH}}{1-\gamma^{aH+1}},$$

Siendo:

- $aH = aHo + \frac{\tau}{\tau Ho}$;
- $aHo = 1$;
- $\tau Ho = 15$;
- τ es el término que se refiere a la inercia del edificio;

5.1.2 Comprobación de la demanda de refrigeración.

Se considerarán como meses de refrigeración los meses de Junio, Julio Agosto y Septiembre.

En este caso, la única diferencia entre ambas cotas, es la inercia del edificio siendo sus valores para las cotas superior e inferior, respectivamente, ocho e infinito.

$$Demanda = Ganancias\ verano - pérdidas\ verano.$$

Siendo las ganancias de verano:

$$\frac{Q}{Aa} = \left(\left(\frac{ASSE}{Aa} \right) \cdot b \cdot Isur + \left(\frac{\Phi}{Aa} \right) \cdot t \right)$$

En este caso se omite el factor de sombras remotas, ya que el sol, en estos meses, está mucho más alto y se ve menos afectado por los edificios cercanos.

Las pérdidas de verano se basan exclusivamente en la ventilación nocturna. Para ello se toma un valor base de 4 renovaciones por hora.

$$\frac{Q}{Aa} = \frac{(4 - ACHeq)}{Aa} \cdot \rho \cdot Cp \cdot Gnoche \cdot \eta$$

Siendo los grados noche:

$$Gnoche = \sum (25 - Temperatura\ exterior)$$

Tomando la temperatura exterior de cada hora entre las 12 y las 9 de la mañana.

5.2 Comprobación de los consumos de energía primaria no renovable, de energía primaria total, y de las emisiones equivalentes de CO2.

Una vez comprobado que las demandas, tanto de refrigeración como de calefacción, están dentro de las cotas, se aceptan como válidos estos valores para comprobar los consumos.

Para cada servicio, para calcular el consumo energía primaria se aplica la siguiente fórmula

$$Cep = \frac{Dem}{\eta_{est}}$$

Siendo:

-Dem = demanda energética del servicio.

- η_{est} = Rendimiento estacional de ese servicio dado por el archivo XML.

Una vez hallado el consumo de energía primaria, para averiguar el consumo de energía primaria no renovable, y las emisiones totales equivalentes de CO₂, basta con multiplicar el consumo de energía primaria, según el combustible indicado para los equipos de cada servicio en el archivo XML, por su respectivo factor de paso.

En el caso de la energía primaria total, hay que tener en cuenta también la contribución de cualquier fuente de energía, también de las renovables, luego el cálculo es distinto. En el caso de que el rendimiento estacional sea menor que uno, lo cual significaría que no hay ninguna fuente de energía renovable de apoyo, simplemente se multiplicaría la energía primaria por su respectivo factor de paso. Si por el contrario, tenemos cualquier fuente de energía renovable, el rendimiento estacional de la instalación sería mayor que uno, luego el método de cálculo del factor de paso de energía primaria a primaria total sería el siguiente.

$$Fdp, ep - ept = Fdp, comb + (\eta_{est} - 1) * 1$$

Siendo:

-Fdp,comb= el factor de paso de energía primaria a energía primaria total del combustible que utilice la instalación.

En los 3 casos, se aceptará un error del 10%, si el valor dado en el archivo XML está dentro del rango de erros, se tomará como valido dicho valor.

Combustible	Factor de paso a energía primaria total	Factor de paso a energía primaria no renovable	Factor de paso a emisiones de CO ₂
Electricidad	2.368	1.954	0.331
Gasoleo C	1.182	1.179	0.311
GLP	1.024	1.201	0.254
Gas natural	1.195	1.19	0.252
Carbón	1.084	1.082	0.472
Biomasa no densificada	1.037	0.034	0.018
Biomasa Pellets	1.113	0.085	0.018

Tabla 8.-Factores de paso.

Anexo C.3 Comprobación de la calificación.

Con los valores de consumos y emisiones ya comprobados, se aceptan como válidos y se comprueban si coinciden con los introducidos por el certificador. En este caso, la coincidencia sí debe ser exacta para ser dada como válida por la herramienta.

6. COEFICIENTES CORRECTORES

Para aproximar el valor de la demanda calculada a la demanda que calcula el software certificador, hay dos coeficientes que corrigen nuestros cálculos: uno sobre los grados día y otro sobre el área solar sur equivalente. En los siguientes apartados, todos los valores que vienen denominados como “simplificados”, son obtenidos de las simulaciones a partir de la herramienta cedida por el Grupo Termotecnia del Departamento de Ingeniería Energética explicada en el anexo E.

Anexo D.1 Coeficiente corrector “a”

Esta corrección es necesaria incluirla en los cálculos porque, para simplificar los cálculos, se supone constante una temperatura interior de los edificios de 20°C, algo que lógicamente no es real.

El factor “a” realiza una corrección sobre los grados día en los meses de invierno:

$$a = \left(\frac{\sum \frac{\text{Pérdidas detallado}}{\text{Pérdidas simplificado}}}{\sum} \right)$$

Para hallar este valor para cada clima, se ha tomado una batería de edificios, en los que se ha variado su envuelta para obtener dos de cada uno de ellos, uno con la peor envuelta posible, y otro con la mejor, siempre dentro de los valores aceptados por el código técnico, y se ha hecho una media.

La obtención del coeficiente corrector “a” es la relación entre las pérdidas calculadas de forma detallada y las pérdidas calculadas de forma simplificada. Si recordamos $\text{Demanda} = \text{Pérdidas} - \text{Ganancias}$, por lo que, para el cálculo de las pérdidas detalladas, se utiliza una herramienta que realiza una simulación del edificio en la que no hay ganancias solares, y sólo se registran sólo las pérdidas del edificio debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del edificio

Las pérdidas simplificadas se pueden calcular de la siguiente forma:

$$\text{Pérdidas simplificadas} = \frac{GH * [(\varphi L + Vent) + UA]}{Aacond * 1000}$$

siendo:

- GH son los grados hora que se pueden obtener a partir de los datos climáticos de la zona concreta;
- φL La transmitancia lineal por longitud de puentes térmicos;
- *Vent* es la ventilación del edificio en cuestión;
- *UA* es la transmitancia por área de los distintos cerramientos del edificio;
- *Aacond* es el área acondicionada.

Anexo D2. Coeficiente corrector “b”

Este factor corrige el área solar sur equivalente del edificio, ya que en los cálculos simplificados del edificio es imposible tener en cuenta las sombras remotas o las sombras que el propio edificio crea sobre si mismo.

De nuevo este factor corrector es una relación entre las ganancias del método simplificado y el detallado. Para hallar las ganancias detalladas se simula el edificio igualando las temperaturas interior y exterior, y anulando las ganancias internas debidas a equipos. En este caso cogeremos sólo el mes de Julio, ya que, en el archivo XML de 2018, viene el valor del calor introducido por ganancias solares en este mes, y se usará el este valor para el resto de los meses.

El valor de las ganancias simplificadas es:

$$\frac{Q}{Aa} = \left(\left(\frac{ASSE}{Aa} \right) \cdot Isur \right)$$

BIBLIOGRAFÍA

- Documento Básico HE Ahorro de Energía 2017
- Anexo I Documento Básico HE Ahorro de Energía 2018
- Nota informativa sobre simplificación de datos de entrada al registro andaluz de certificados energéticos a partir del informe de evaluación energética del edificio en formato electrónica XML
- Escala de calificación energética, IDAE. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

ANEXO A. EDIFICIOS

Se han utilizado 5 edificios para utilizarlos como modelos y obtener datos de ellos, como por ejemplo los factores correctores, los cuales se utilizarán para el cálculo de cualquier otro edificio. Además, las distintas leyes que permiten aproximar los valores del archivo XML a valores reales han surgido a partir de estos edificios, y se han verificado en ellos. Estos edificios se han simulado todos mediante la herramienta unificada Líder-Calener. Para aumentar la cantidad y la calidad de estos datos, estos edificios se han simulado para distintos climas, A3, B3 y C3, y para distintas calidades de la envuelta, una simulación con la mínima calidad de la envuelta permitida por el código técnico, y otra con la mejor. El total de combinaciones de edificios es de 30 (5 edificios x 2 calidades de la envuelta x 3 climas).

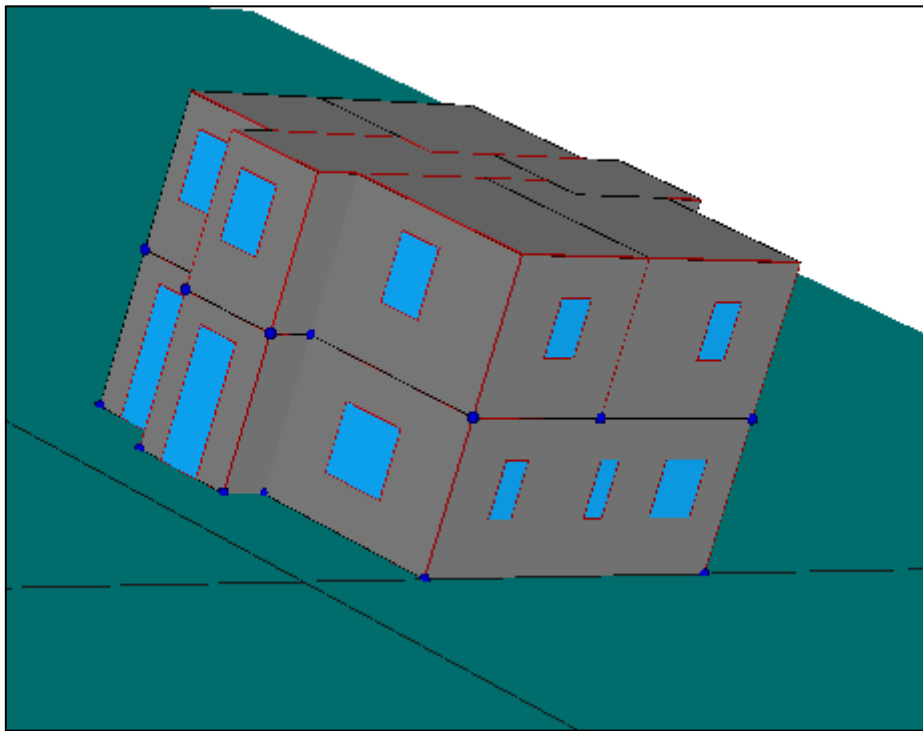


Figura 11. Edificio Aislado

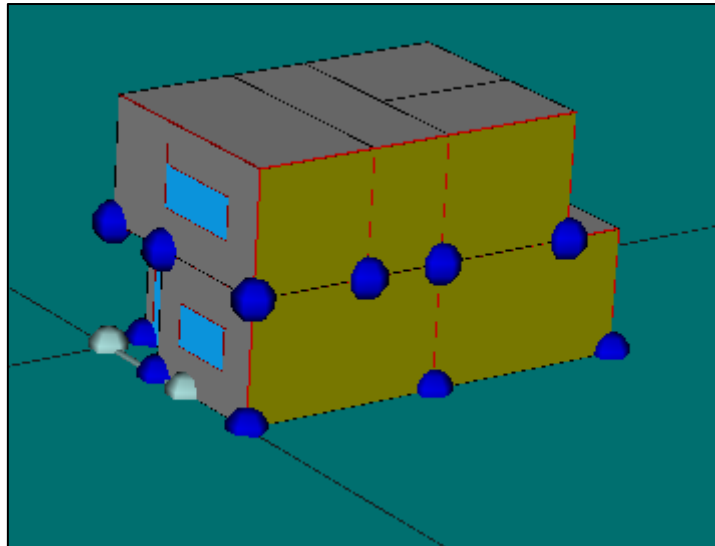


Figura 12. Edificio Entremedianeras

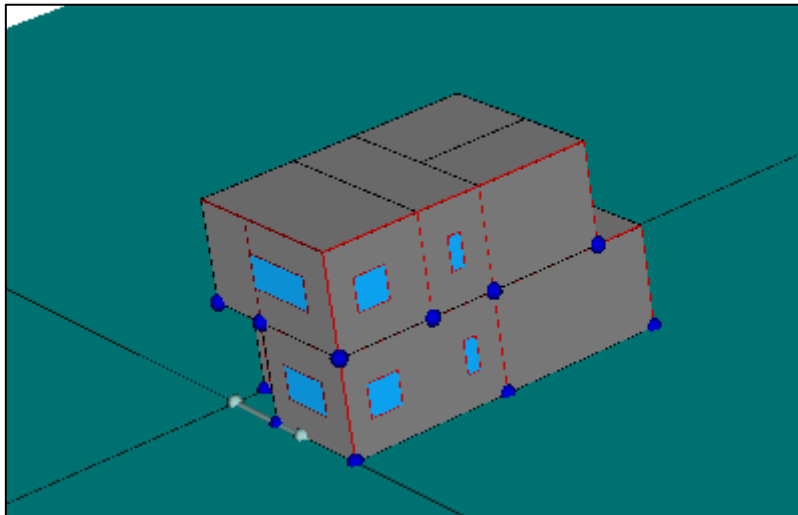


Figura 13. Pareada Este

Los dos primeros edificios se han simulado orientados al este y al sur, para así hacer los 5 edificios mencionados al principio.

Para agilizar todo el proceso y el minimizar lo máximo posible los tiempos de simulación, se han convertido estos edificios en un edificio equivalente formado por un solo espacio.

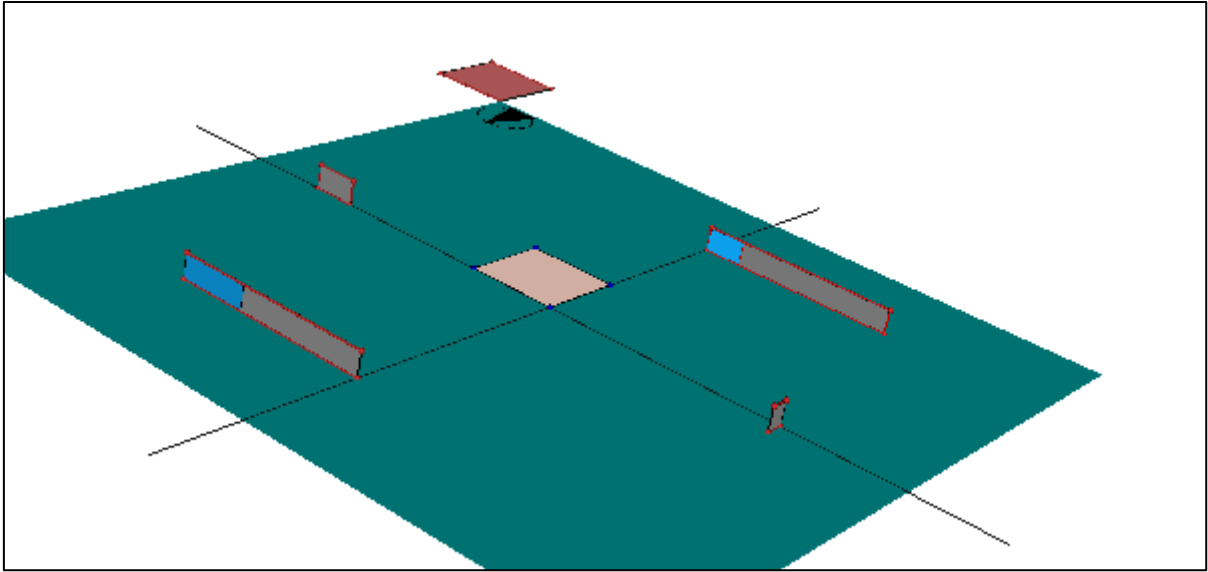


Figura 14. Ejemplo de edicio unizona equivalente del edificio entremedianeras

ANEXO B. VALOR DE LOS COEFICIENTES CORRECTORES

En este anexo daremos el valor de los coeficientes correctores obtenidos en los edificios base del proyecto. En el caso del factor corrector “a”, el valor medio de estos, señalado al final de la siguiente tabla, es el valor del factor corrector que se utilizará para el cálculo de la demanda de cualquier edificio futuro.

Climas	A	B	C
Aislada Este Max	0.62	0.63	0.71
Aislada Este Opt	0.8	0.79	0.83
Aislada Sur Max	0.62	0.66	0.71
Aislada Sur Opt	0.81	0.78	0.83
Entremedianeras Este Max	0.56	0.6	0.68
Entremedianeras Este Opt	0.77	0.74	0.78
Entremedianeras Sur Max	0.59	0.62	0.75
Entremedianeras Sur Opt	0.78	0.75	0.79
Pareada Max	0.46	0.66	0.61
Pareada Opt	0.72	0.78	0.81
MEDIA	0.673	0.701	0.75

Tabla 9. Factor corrector “a”

El caso del factor corrector “b” es distinto ya que, en este caso el valor real de las ganancias solares en Junio viene ya dado por el nuevo archivo XML de 2018, así que este se puede calcular para cada nuevo edificio. A modo demostrativo, se incluyen los valores del factor corrector “b” obtenidos de los edificios base.

	A	B	C
Aislada Este Max	0.84	0.82	0.83
Aislada Este Opt	0.84	0.8	0.79
Aislada Sur Max	0.81	0.82	0.82
Aislada Sur Opt	0.86	0.82	0.83
Entremedianeras Este Max	0.75	0.78	0.77
Entremedianeras Este Opt	0.84	0.79	0.8
Entremedianeras Sur Max	0.69	0.72	0.71
Entremedianeras Sur Opt	0.76	0.71	0.71
Pareada Max	0.77	0.78	0.81
Pareada Opt	0.87	0.81	0.81

Tabla 10. Valores del factor corrector “b”

ANEXO C. VALORES DE TRANSMITANCIAS ÓPTIMAS Y MÁXIMAS POR CLIMAS

Los valores de transmitancia térmica máxima han sido obtenidos del DB HE 2013 tabla 2.3 página 15, mientras que los óptimos provienen de estudios experimentales del Grupo Termotecnia, Departamento de Ingeniería Energética. Dichos estudios indican los valores límites de transmitancia térmica a partir de los cuales el sobrecoste asociado a dicho cerramiento supera el ahorro producido por el mismo.

Zona climática A	Valores óptimos	Valores máximos
Umuros	0.3	1.25
Ucubierta	0.23	0.8
Usuelo	0.37	0.8
Uventanas	2.6	5.7

Tabla 11. Valores de transmitancia térmica [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] clima A.

Zona climática B	Valores óptimos	Valores máximos
Umuros	0.27	1
Ucubierta	0.21	0.65
Usuelo	0.32	0.65
Uventanas	2.1	4.2

Tabla 12. Valores de transmitancia térmica [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] clima B.

Zona climática C	Valores óptimos	Valores máximos
Umuros	0.18	0.75
Ucubierta	0.15	0.5
Usuelo	0.22	0.5
Uventanas	1.8	3.1

Tabla 13. Valores de transmitancia térmica [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] clima C.

Zona climática D	Valores óptimos	Valores máximos
Umuros	0.18	0.60
Ucubierta	0.15	0.40
Usuelo	0.19	0.40
Uventanas	1.40	2.70

Tabla 14. Valores de transmitancia térmica [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] clima D.

Zona climática E	Valores óptimos	Valores máximos
Umuros	0.18	0.55
Ucubierta	0.15	0.35
Usuelo	0.19	0.35
Uventanas	1.30	2.50

Tabla 15. Valores de transmitancia térmica [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$] clima E

ANEXO D. HERRAMIENTA TMT SIMULACIONES

La Herramienta TMT, cedida por el Grupo Termotecnia del Departamento de Ingeniería Energética permite generar dos simulaciones. En la primera, se anulan las ganancias solares, por lo que se obtienen los valores de pérdidas teniendo en cuenta sólo la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del edificio. En la segunda, se igualan los valores de temperatura interior y exterior, luego todas las ganancias del edificio son debidas a las ganancias solares, y estas son las que se registran. Para llevar a cabo ambas simulaciones, la herramienta modifica los archivos con los datos de los edificios para ponerlos en las condiciones deseadas, y crea un archivo “. bat” para cada simulación que llama al motor de cálculo de la Herramienta Unificada Líder-Calener.

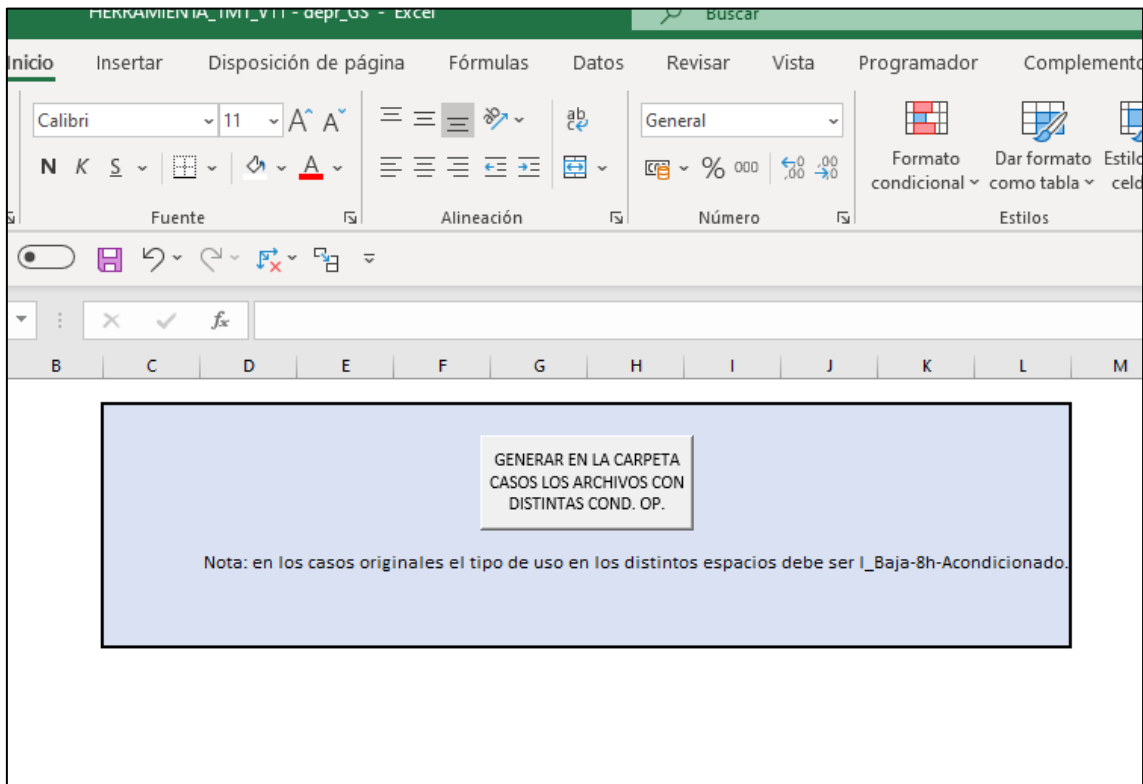


Figura 15. Herramienta TMT generación de casos

Una vez se ha generado todos los casos posibles de cada edificio, se selecciona el clima para el que se desea simular y el tipo de ganancias que queremos obtener, ganancias solares (GS) o ganancias solares e internas (GSI). Una vez se ha indicado lo que se quiere obtener se lleva a cabo la simulación, y tras unos minutos, mediante el botón “Leer Resultados” se muestran todos los resultados.

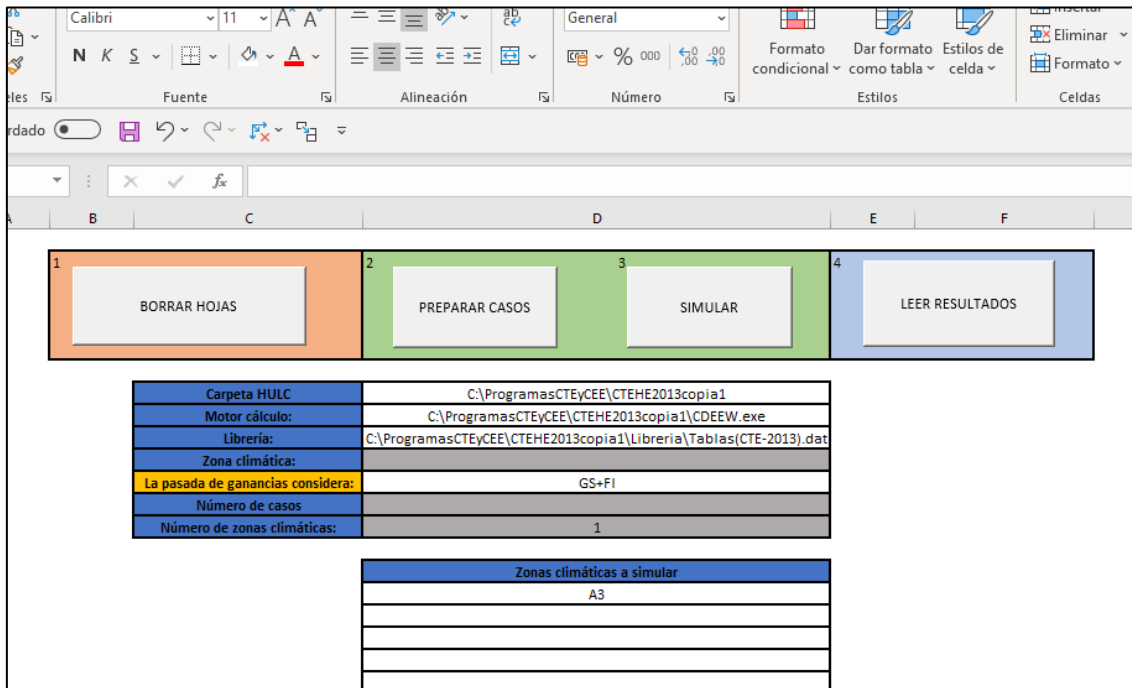


Figura 16. Herramienta TMT simulación

	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
Caso 1	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	-0.00136	-0.00064	-0.00167	-0.00176	-0.00031	-0.00302	-0.00045	0	0
Caso 2	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	11.2579	11.05889	13.24176	13.33508	15.02285	15.25668	15.40661	14.83874	12.96954	12.87976	11.68827	11.38135
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	-6.91118	-5.84292	-5.23219	-3.8662	-1.63454	-0.01107	0	0	0	-0.87483	-4.36216	-6.60262
Caso 3	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_16h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	-0.00135	-0.00063	-0.00166	-0.00176	-0.00009	-0.003	-0.00045	0	0
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_16h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	13.74782	13.48437	15.96894	15.96431	17.86067	17.90378	18.15248	17.67365	15.55876	15.70866	14.41636	14.05436
Caso 4	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_16h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	-6.91118	-5.84292	-5.23219	-3.8662	-1.63454	-0.01107	0	0	0	-0.87483	-4.36216	-6.60262
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_16h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	0	0	0.00108	0.327091	0.935532	0.034662	0	0	0
Caso 5	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_24h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	-0.00135	-0.00063	-0.00165	-0.00175	-0.00009	-0.00239	-0.00045	0	0
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_24h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	18.73704	18.33865	21.47898	21.22384	23.53828	23.20894	23.65048	23.3634	20.6879	21.37507	19.87335	19.39789
Caso 6	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_24h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	-6.91118	-5.84292	-5.23219	-3.8662	-1.63454	-0.01107	0	0	0	-0.87483	-4.36216	-6.60262
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_24h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	0	0	0.00108	0.327091	0.935532	0.034662	0	0	0
Caso 7	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_8h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	-0.00137	-0.00064	-0.00168	-0.00177	-0.00091	-0.00303	-0.00046	0	0
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_8h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	8.768137	8.632912	10.4351	10.70479	12.18506	12.6041	12.66031	11.93767	10.42089	10.05031	8.96019	8.708435
Caso 8	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_8h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	-6.91118	-5.84292	-5.23219	-3.8662	-1.63454	-0.01107	0	0	0	-0.87483	-4.36216	-6.60262
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Alta_8h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	0	0	0.00108	0.327091	0.935532	0.034662	0	0	0
Caso 9	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Baja_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	-0.0021	-0.00069	-0.00174	-0.00491	-0.0027	-0.00325	-0.0005	0	0
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Baja_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	5.977608	5.819174	7.250212	7.652816	8.944656	9.444207	9.435165	8.757124	7.332538	6.810669	5.828193	5.511422
Caso 10	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Baja_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	-6.91118	-5.84292	-5.23219	-3.8662	-1.63454	-0.01107	0	0	0	-0.87483	-4.36216	-6.60262
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Baja_12h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	0	0	0.00108	0.327091	0.935532	0.034662	0	0	0
Caso 11	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Baja_16h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	0	0	0	-0.00208	-0.00069	-0.00174	-0.00479	-0.00267	-0.00324	-0.0005	0	0
	DREF		B4	NSPNSC01	mer_bm_Baja_16h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	6.882305	6.701028	8.24857	8.608853	9.976209	10.40834	10.4933	9.789842	8.266087	7.83919	6.819829	6.482305
Caso 12	DCAL		B4	NSPNSC01	mer_bm_Baja_16h.in	ARCHIVO CLIMÁTICO	-6.91118	-5.84292	-5.23219	-3.8662	-1.63454	-0.01107	0	0	0	-0.87483	-4.36216	-6.60262

Figura 17. Herramienta TMT lectura de resultados

ANEXO E. EJEMPLOS.

Anexo E.1 Caso en el que cumple el Código técnico y pasa el filtro de salida.

UserForm2

Filtro de entrada : Cumple, pero algún valor fuera de rango

Filtro de salida : OK

Ver resultados Nueva comprobación

UNIVERSIDAD DE SEVILLA GRUPO TERMOTECNIA

Figura 18. Primera pantalla de resultados en el caso de que cumple con ambos filtros.

En este caso no haría en principio inspeccionar el edificio, puesto que cumple con el código técnico, y los datos introducidos por el certificador cumplen con el filtro de salida, es decir que son valores lógicos. En el filtro de entrada, aunque haya algún valor fuera de rango, pueden ser valores que no incumplan con el código técnico, simplemente están fuera de un rango normal. En este caso, como veremos en las siguientes figuras, son los datos de área solar sur equivalente entre el área acristalada, tanto en verano como en invierno.

UserForm3 ×

FILTRO DE ENTRADA

HE0

Consumo límite EPNR (HE0)	OK
Consumo límite ET (HE0)	OK

HE1

HE1 Calefacción	OK
HE1 Refrigeración	OK
K	OK
q	OK

VALORES

Superficie	OK
Volumen	OK
Puentes térmicos	OK
ASSE/Aa Invierno	Fuera de rang
ASSE/Aa Verano	Fuera de rang

FILTRO DE SALIDA

Demanda de calefacción	OK
Demanda de refrigeración	OK
Consumo límite EPNR	OK
Consumo límite ET	OK
Emisiones CO2	OK
Calificación EPNR	OK
Calificación emisiones CO2	OK

Volver

Ver valores

Figura 19. Segunda pantalla de resultados en el caso de que cumple con ambos filtros.

El problema con estos dos valores que están fuera de rango, es que podría existir riesgo de sobrecalentamiento, sobre todo en verano, pero mientras cumpla con ambos filtros, se podría ignorar este valor para decidir si se inspecciona el edificio o no.

UserForm4			
	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
HE0			
Consumo EPNR (HE0)	0	24.3	25
Consumo ET (HE0)	0	45	50
HE1			
HE1 cal	0	9.63	15
HE1 ref	0	11.64	15
K	0	0	0.61
q	0	0	2
VALORES			
Factor solar huecos	0	0.35	1
Compacidad	1	1.21	2.5
Superficie	0	102.38	1000000
Volumen	0	260.03	1000000
Puentes térmicos	0.04	0.06	0.5
ASSE/Aa Inv	0.04	0.20	0.2
ASSE/Aa Ver	0.03	0.53	0.12
TRANSMITANCIA			
muros	0.3	0.59	1.25
cubierta y suelo	0.23	0.29	0.8
FILTRO DE SALIDA			
	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
Demanda de calefacción	0.00	9.63	22.77
Demanda de refrigeración	3.04	11.64	35.67
Consumo límite EPNR (HE0)	22.50	24.30	27.50
Consumo límite ET (HE0)	39.33	45.00	48.07
Emissiones CO2	4.53	4.82	5.53
CALIFICACIONES		CALIFICACION USUARIO	CALIFICACION CALCULADA
Calificación EPNR		B	B
Calificación Emisiones CO2		B	B

Figura 20. Última pantalla de resultados en el caso de que cumple con ambos filtros.

Anexo E.2 Caso en el que cumple con el filtro de entrada, pero no con el de salida.

En este caso, se ha debido cometer fraude, puesto que cumple con el código técnico, pero los valores introducidos por el certificador no son lógicos con los valores de envuelta, clima, equipos, rendimientos etc. del edificio. Ante esta situación, la inspección sería necesaria.

UserForm2

Filtro de entrada : Cumple, pero algún valor fuera de rango

Filtro de salida : Error en la verificación de datos

Ver resultados Nueva comprobación

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
GRUPOTERMOTECNIA

Figura 21 Primera pantalla de resultados en el caso de que cumple el filtro de entrada, pero no el de salida.

UserForm3
×

FILTRO DE ENTRADA

HE0

Consumo límite EPNR (HE0)	OK
Consumo límite ET (HE0)	OK

HE1

HE1 Calefacción	OK
HE1 Refrigeración	OK
K	OK
q	OK

VALORES

Transmitancia	OK
Factor solar huecos	OK
Compacidad	OK
Superficie	OK
Volumen	OK

FILTRO DE SALIDA

Demanda de calefacción	OK
Demanda de refrigeración	OK
Consumo límite EPNR	Fuera de rar
Consumo límite ET	OK
Emisiones CO2	OK
Calificación EPNR	OK
Calificación emisiones CO2	OK

Volver

Ver valores

Figura 22. Segunda pantalla de resultados en el caso de que cumple con el filtro de entrada, pero no con el de salida.

UserForm4			
	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
HE0			
Consumo EPNR (HE0)	0	24.3	25
Consumo ET (HE0)	0	45	50
HE1			
HE1 cal	0	9.63	15
HE1 ref	0	11.64	15
K	0	0	0.61
q	0	0	2
VALORES			
Factor solar huecos	0	0.35	1
Compacidad	1	1.21	2.5
Superficie	0	102.38	1000000
Volumen	0	260.03	1000000
Puentes térmicos	0.04	0.06	0.5
ASSE/Aa Inv	0.04	0.20	0.2
ASSE/Aa Ver	0.03	0.53	0.12
TRANSMITANCIA			
muros	0.3	0.59	1.25
cubierta y suelo	0.23	0.29	0.8
FILTRO DE SALIDA			
	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
Demanda de calefacción	0.00	9.63	22.77
Demanda de refrigeración	3.04	11.64	35.67
Consumo límite EPNR (HE0)	26.54	24.30	32.44
Consumo límite ET (HE0)	39.33	45.00	48.07
Emisiones CO2	4.53	4.82	5.53
CALIFICACIONES			
	CALIFICACION USUARIO	CALIFICACION CALCULADA	
Calificación EPNR	B	B	
Calificación Emisiones CO2	B	B	

Figura 23. Última pantalla de resultados en el caso de que se cumple con el filtro de entrada, pero no con el de salida. Resaltado el valor que está fuera de rango.

Anexo E.3 Caso en el que no cumple el código técnico.

En este caso, aunque si se cumpla el filtro de salida, importa poco, puesto que directamente no cumple el código técnico, así que no haría falta la inspección, simplemente se rechaza ese certificado.



Figura 24. Primera pantalla de resultados en el caso de que no cumple el código técnico.

UserForm3
×

FILTRO DE ENTRADA

HE0

Consumo límite EPNR (HE0)	Supera el límite
Consumo límite ET (HE0)	OK

HE1

HE1 Calefacción	OK
HE1 Refrigeración	OK
K	OK
q	OK

VALORES

Transmitancia	OK
Factor solar huecos	OK
Compacidad	OK
Superficie	OK
Volumen	OK

FILTRO DE SALIDA

Demanda de calefacción	OK
Demanda de refrigeración	OK
Consumo límite EPNR	OK
Consumo límite ET	OK
Emisiones CO2	OK
Calificación EPNR	OK
Calificación emisiones CO2	OK

Volver

Ver valores

Figura 25. Segunda pantalla de resultados en el caso de que no se cumple el código técnico.

UserForm4

	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
HE0			
Consumo EPNR (HE0)	0	26.5	25
Consumo ET (HE0)	0	45	50
HE1			
HE1 cal	0	9.63	15
HE1 ref	0	11.64	15
K	0	0	0.61
q	0	0	2
VALORES			
Factor solar huecos	0	0.35	1
Compacidad	1	1.21	2.5
Superficie	0	102.38	1000000
Volumen	0	260.03	1000000
Puentes térmicos	0.04	0.06	0.5
ASSE/Aa Inv	0.04	0.20	0.2
ASSE/Aa Ver	0.03	0.53	0.12
TRANSMITANCIA			
muros	0.3	0.59	1.25
cubierta y suelo	0.23	0.29	0.8

FILTRO DE SALIDA

	COTA INFERIOR	VALOR USUARIO	COTA SUPERIOR
Demanda de calefacción	0.00	9.63	22.77
Demanda de refrigeración	3.04	11.64	35.67
Consumo límite EPNR (HE0)	22.50	26.50	27.50
Consumo límite ET (HE0)	39.33	45.00	48.07
Emissiones CO2	4.53	4.82	5.53

CALIFICACIONES	CALIFICACION USUARIO	CALIFICACION CALCULADA
Calificación EPNR	B	B
Calificación Emissiones CO2	B	B

Figura 26. Tercera pantalla de resultados, en el caso de que no se cumple el código técnico. Resaltado el valor que no cumple.

