Universidad de Sevilla. Escuela Politécnica Superior de Sevilla

Trabajo Fin de Máster Universitario
en Instalaciones y Diseño de Productos

DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBIENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR



Ana Conde Ramírez
Tutor: Julián Lebrato Martínez

Universidad de Sevilla. Escuela Politécnica Superior de Sevilla

Trabajo Fin de Máster Universitario
en Instalaciones y Diseño de Productos

DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBIENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR

Ana Conde Ramírez

Tutor: Julián Lebrato Martínez

DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBIENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR

Ana Conde Ramírez

Tutor: Julián Lebrato Martínez

Resumen: El objetivo de este proyecto es el estudio teórico de las diferentes medidas que se pueden tomar para la construcción de una vivienda sostenible, consiguiendo así un ahorro económico importante y un menor daño medio ambiental. Las medidas energéticas seleccionadas, serán estudiadas mediante los programas: SketchUp, Open Studio y Energy Plus.

Palabras clave: sostenibilidad, medio ambiente, diseño, ahorro energético, ahorro económico

Abstract: The objective of this project is the theoretical study of the different measures that can be taken for the construction of a sustainable housing, getting significant economic savings and less environmental damage. The selected energy measurements will be studied through the following programs: SketchUp, Open Studio and Energy Plus.

Keywords: sustainability, environment, design, energy saving, economic savin

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 12

2. ALCANCE Y OBJETIVOS 14

3. SOSTENIBILIDAD 18

4. NORMATIVA 19

5. MEDIDAS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE UNA VIVIENDA 24

5.1 UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA 25

5.1.1 DISEÑO UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA . 28

5.2. ESTRUCTURA 29

5.2.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA 31

5.3 MATERIALES CONSTRUCTIVO 33

5.3.1. DISEÑO MATERIALES CONSTRUCTIVOS 35

5.4. SISTEMAS DE VENTILACIÓN 37

5.4.1. DISEÑO SISTEMA DE VENTILACIÓN 39

5.5 ELECTRODOMÉSTICOS 41

5.5.1. DISEÑO ELECTRODOMÉSTICOS 43

5.6 AGUAS RESIDUALES 44

5.6.1 WC DE ALTA EFICIENCIA 45

5.6.2. REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES 45

5.6.3. TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES 46

5.6.4. DUCHAS Y GRIFOS DE FLUJO BAJO 46

5.6.5. USO DE AIREADORES Y SENSORES DE MOVIMIENTO 46

5.6.6. USO DE AGUAS PLUVIALES 46

5.6.7. RIEGO POR GOTEO 46

5.6.8 CONTROL DEL RIEGO BASADO EN EL CLIMA LOCAL MEDIANTE SENSORES. 47

5.6.9 DISEÑO AGUAS RESIDUALES 47

5.7 VEGETACIÓN 50

5.7.1. DISEÑO VEGETACIÓN 54

5.8 RESIDUOS 55

5.8.1 DISEÑO RESIDUOS 56

5.9 SISTEMAS ENERGÉTICOS 57

5.9.2. RECUPERACIÓN DE CALOR DE AGUAS GRISES Y RESIDUALES 61
5.9.3. USO DE CONTROLES DIGITALES 63
5.9.4. SISTEMAS SOSTENIBLES DE CLIMATIZACIÓN 64
5.9.5 DISEÑO ENERGÉTICO TEÓRICO 64
6. DISEÑO ENERGÉTICO 67
6.1 OPTIMIZACIÓN CASO BASE 73
6.1.2 INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS 79
6.1.3 INSTALACIÓN DE LAMAS 84
6.2 COMPARATIVA MEDIDAS EMPLEADAS 88
6.3. MEDIDA ÓPTIMA 91
7. ESTIMACIONES ECONÓMICAS 93
8. PLANOS 102
9. CONCLUSIONES 105
10. BIBLIOGRAFÍA 107
ANEXO I. CÁLCULO RENTABILIDAD SISTEMA DE VENTILACIÓN 109
ANEXO II. CÁLCULO RENTABILIDAD SISTEMA DE AEROTERMIA 112
ANEXO III. PLANOS 116
ANEXO IV. MANUAL ENERGY PLUS 121
ANEXO V. CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS 157

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fuentes de consumo de Energía y consumo energético (CENER-Centro Nacional de Energías Renovables) 14
Gráfico 2. Consumo energético. (IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) 15
Gráfico 3. Consumo de agua en una vivienda estándar 44
Gráfico 4. Incidencia solar caso base VS instalación sombras 76
Gráfico 5. Consumo eléctrico caso base 82
Gráfico 6.Consumo eléctrico panel fotovoltaico techo 82
Gráfico 7.Consumo eléctrico panel fotovoltaico fachada 82
Gráfico 8. Incidencia solar caso base VS instalación lamas 86
Gráfico 9. Comparativa incidencia del sol sobre el edificio 88
Gráfico 10.Rentabilidad sistemas de ventilación 111
Gráfico 11. Rentabilidad aerotermia VS caldera 115

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Vivienda autosuficiente (Jímenez, 2015) 16
Ilustración 2. Recorrido del sol según las estaciones. Fuente (Neila, 2005) 26
Ilustración 3. Gradiente térmico fachada 30
Ilustración 4. Materiales Aislamiento 31
Ilustración 5. Etiqueta energética 42
Ilustración 6. Sistema aguas grises (Fuente: Blog del agua) 45
Ilustración 7. Ductos en un edificio de viviendas 55
Ilustración 8. Esquema Drain Pack. Energía Solar Térmica. Catálogo Fagor .. 60
Ilustración 9. Sistema de recuperación de calor en aguas grises (Pistonesi, 2010) 61
Ilustración 10. Esquema instalación solar 65
Ilustración 11. Edificio vista Sur/Oeste 68
Ilustración 12. Edificio vista Norte/Este 68
Ilustración 13. Edificio con sombras 74
Ilustración 14. Edificio con paneles fotovoltaicos techo 79
Ilustración 15. Edificio con paneles fotovoltaicos fachada 80
Ilustración 16. Edificio con instalación de lamas 84
Ilustración 17. Incidencia del sol tras la instalación de lamas 92

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura media Sevilla 17
Tabla 2. Normativa Europea 19
Tabla 3. Medidas específicas en el sector solar. Fuente: PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES DE ESPAÑA (PANER) 2011 - 2020 23
Tabla 4. Radiación solar según localización 26
Tabla 5. Causa y efecto de sustancias químicas en el ambiente 51
Tabla 6. Beneficio Plantas 52
Tabla 7. Ventajas de las energías renovables. Fuente: Guía de energía solar, Madrid 2016 58
Tabla 8. Open Studio, datos áreas caso base 69
Tabla 9. Open Studio, datos consumo eléctrico caso base 69
Tabla 10. Open Studio, datos eléctricos caso base 70
Tabla 11. Open Studio, calor aportado caso base 70
Tabla 12. Open Studio, calor eliminado caso base 71
Tabla 13. Open Studio, incidencia solar, caso base 72
Tabla 14. Open Studio, incidencia solar con sombras 75
Tabla 15. Open Studio, calor cedido con sombras 77
Tabla 16. Open Studio, calor eliminado con sombras 77
Tabla 17. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos fachada 81
Tabla 18. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos techo 81
Tabla 19. Open Studio, incidencia solar con lamas 85
Tabla 20. Open Studio, calor cedido/eliminado con lamas 87
Tabla 21. Open Studio, datos eléctricos caso base 90
Tabla 22. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos techo 90
Tabla 23. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos techo 91
Tabla 24. Open Studio, calor cedido/eliminado con lamas 92
Tabla 25. Open Studio, calor cedido/eliminado con lamas 92
Tabla 26. Costes orientación vivienda sostenible 93
Tabla 27. Costes sistema ventilación vivienda sostenible 95
Tabla 28. Costes sistema placas solares 96
Tabla 29. Costes sistema aerotermia 97

Tabla 30. Costes captador pluvial vivienda sostenible 97
Tabla 31. Costes tratamiento aguas grises vivienda sostenible 98
Tabla 32. Costes elementos sanitarios vivienda sostenible 98
Tabla 33. Costes electrodomésticos vivienda sostenible 98
Tabla 34. Costes vegetación vivienda sostenible 99
Tabla 35. Costes plantación árboles vivienda sostenible 99
Tabla 36. Costes planta compost vivienda sostenible 100
Tabla 37. Medidas sostenibles, costes y rentabilidad 101
Tabla 38. Consumos y costes sistemas de ventilación 110
Tabla 39. Consumo sistema híbrido VS mecánico 110
Tabla 40. Coste sistema híbrido VS mecánico 111
Tabla 41. Consumo aerotermia VS caldera 113
Tabla 42. Coste aerotermia VS caldera 114

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años ha aumentado el consumo energético residencial en un 70% debido a las nuevas tecnologías y cambio de estilo de vida respecto a hace unos años.

Diariamente una vivienda necesita un gran aporte de energía (calefacción, electricidad, climatización, etc) lo que provoca una gran emisión de CO_2 diario. Además de esto, una gran cantidad de residuos, son producidos por el ser humano en su vida diaria, los cuales en la mayoría de los casos no se aprovecha, provocando así una mayor contaminación al medio ambiente.

El sector residencial es el responsable de una cuarta parte del consumo energético en Europa, como se analizará más adelante en los siguientes apartados. Junto al sector terciario, el sector residencial consumo un 40% del consumo final de la energía y el 36% de las emisiones de CO_2 (Hérnandez Sánchez).

Por lo que se hace primordial, centrarse en el desarrollo sostenible de una vivienda, su construcción y ciclo de vida, es decir, centrarse en la importancia de la obtención de los materiales empleados en la vivienda, así como en el final del ciclo de vida de estos.

Una de las principales consecuencias de este aumento del consumo de la energía es el calentamiento global debido entre otras cosas al incremento en el CO_2 atmosférico, lo que intensifica el efecto invernadero en nuestro planeta. El aumento del CO_2 atmosférico puede ser debido a procesos naturales, pero sobre todo al factor humano. La tala de bosques y la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo han producido un aumento en la cantidad de CO_2 atmosférico, incrementando el efecto invernadero y contribuyendo al Calentamiento Global. El porcentaje de CO2 atmosférico durante las fases más frías de los glaciares era de un 0.018 – 0.019% y durante las fases más cálidas de los interglaciares de 0.028 a 0.030%. Actualmente el nivel de CO_2 alcanza el 0.038% (Caballero, 2007). Todos estos datos hacen necesario el planteamiento de una vivienda más sostenible. Cada vez son más las ayudas del estado para

aumentar el número de viviendas sostenibles, así como intentar hacer más sostenibles las viviendas ya existentes. La nueva normativa Europea 2010/31/UE busca mejorar la eficiencia energética de los edificios europeos, siendo obligatorios ciertos requisitos mínimos de eficiencia energética para nuevas construcciones. Dicha normativa establece que en 2020 todos los edificios de nuevas construcción tendrán que ser de consumo casi nulo, mientras que los edificios públicos han de poner en marcha esta normativa en 2018.

2. ALCANCE Y OBJETIVOS

La implantación de la eficiencia energética en los edificios es objeto de estudio para la reducción del consumo de energía actual, gracias a esta reducción se puede obtener un gran impacto en graves problemas medioambientales actuales, como pueden ser el cambio climático o el efecto invernadero.

El gasto de energía mundial en 2003, fue aproximadamente 114.000 Twh[3], distribuida como se puede apreciar en el gráfico 1:

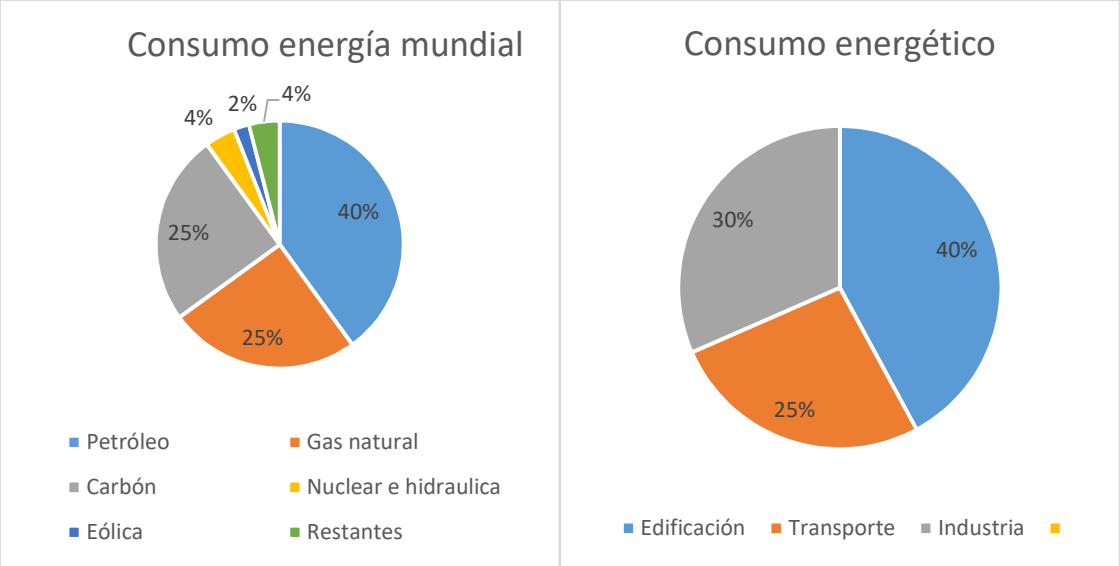


Gráfico 1. Fuentes de consumo de Energía y consumo energético (CENER-Centro Nacional de Energías Renovables)

En los últimos años, se han construido 2.500 m^2 de viviendas al día con el impacto medioambiental que ello conlleva. En el siguiente gráfico se puede apreciar como las edificaciones residenciales son las de mayor consumo:

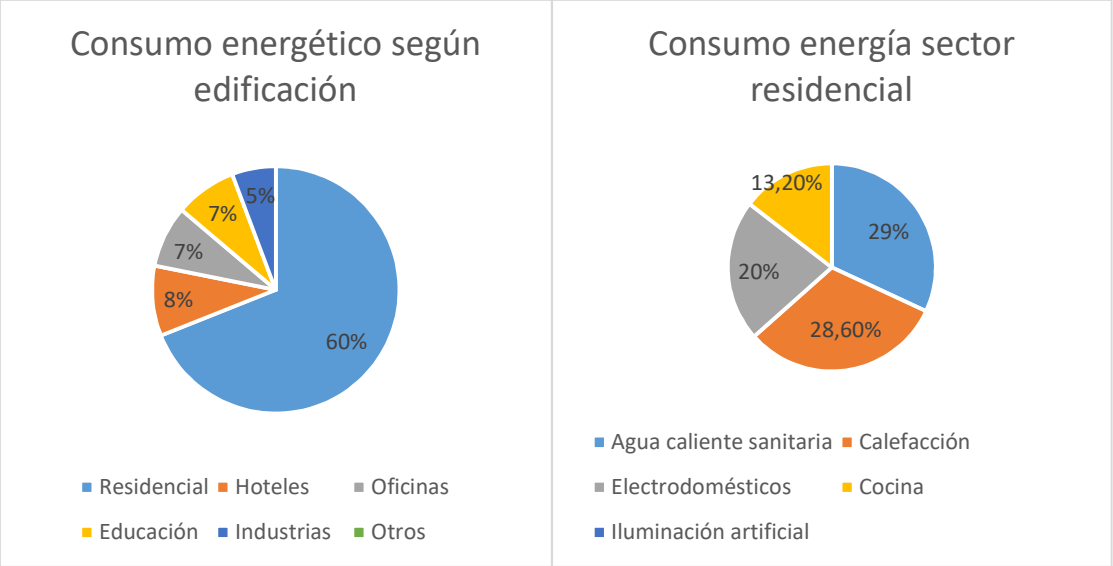


Gráfico 2. Consumo energético. (IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)

El objeto general de este proyecto es realizar un manual para la construcción sostenible de viviendas. Los parámetros a estudiar en este manual serán, entre otros, los que se pueden apreciar en el gráfico 2 a la derecha:

- Ubicación
- Materiales de construcción
- Sistemas energéticos
- Sistemas de saneamiento
- Flora
- Reutilización de residuos

Tras detallar y describir los diferentes parámetros que puedan afectar al diseño sostenible de una vivienda, se elegirá la medida más óptima para la vivienda teniendo en cuenta las medidas comentadas, con la finalidad de obtener una vivienda lo más sostenible posible. Con la edificación sostenible de la vivienda propuesta se intentará conseguir que dicha vivienda sea autosuficiente, es decir,

que produzca toda la energía que necesite pueda necesitar para su funcionamiento diario, reduciendo así gastos económicos innecesarios y evitando dañar el medio ambiente.

La finalidad es conseguir una vivienda completamente sostenible y autosuficiente energéticamente, como la que se puede apreciar en la siguiente imagen:

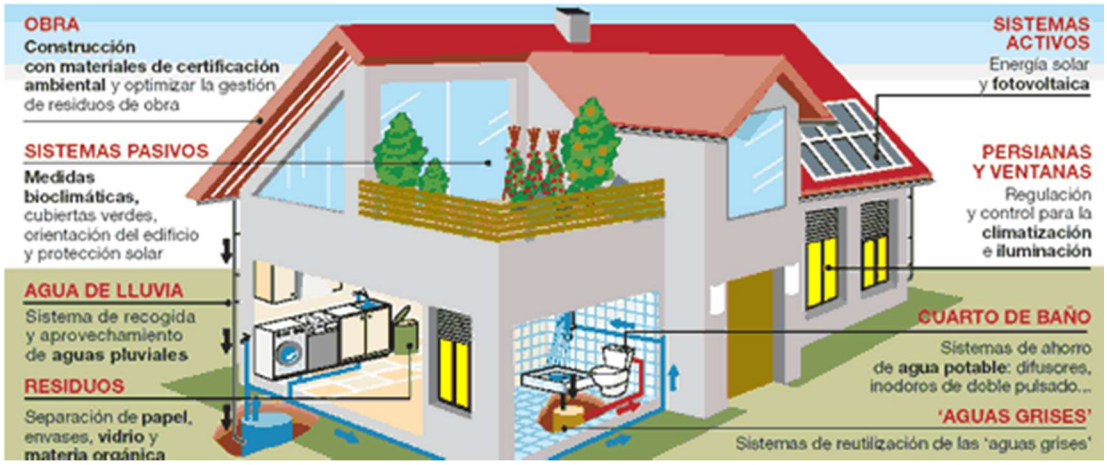


Ilustración 1. Vivienda autosuficiente (Jímenez, 2015)

Por último, el trabajo se centrará en el diseño de una vivienda desde el punto de vista energético. A través del estudio de sostenibilidad de estas características se quiere conseguir una reducción del consumo energético, gracias al aprovechamiento, sobre todo, de recursos naturales. En segundo lugar se va a realizar un estudio energético de un edificio empleando los programas SketchUp, Open Studio y Energy Plus. La asociación de Energy Plus con Sketchup mediante Open Studio permite de forma relativamente fácil modelizar edificios para simularlos energéticamente. Sketchup se encarga de la parte geométrica y Open Studio de la modelización de sistemas, el cálculo y la visualización de resultados se realizan mediante Energy plus. El objetivo del estudio consiste en la propuesta de varias medidas que mejoren la eficiencia energética del edificio, ya sean pasivas o activas. Los datos climáticos seleccionados han sido los de la ciudad de Sevilla.

A continuación se adjunta una tabla donde aparecen las temperaturas medias de Sevilla a lo largo del año.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	10.3	11.9	14.3	16.9	19.9	24.3	27.8	27.6	24.7	19.5	14.6	11
Temperatura min. (°C)	5.7	6.8	9	10.9	13.7	17.1	19.4	19.6	17.6	13.7	9.9	6.6
Temperatura máx. (°C)	14.9	17	19.6	22.9	26.1	31.5	36.2	35.7	31.8	25.4	19.3	15.4
Temperatura media (°F)	50.5	53.4	57.7	62.4	67.8	75.7	82.0	81.7	76.5	67.1	58.3	51.8
Temperatura min. (°F)	42.3	44.2	48.2	51.6	56.7	62.8	66.9	67.3	63.7	56.7	49.8	43.9
Temperatura máx. (°F)	58.8	62.6	67.3	73.2	79.0	88.7	97.2	96.3	89.2	77.7	66.7	59.7
Precipitación (mm)	76	73	66	53	34	14	1	3	18	69	87	82

Tabla 1. Temperatura media Sevilla

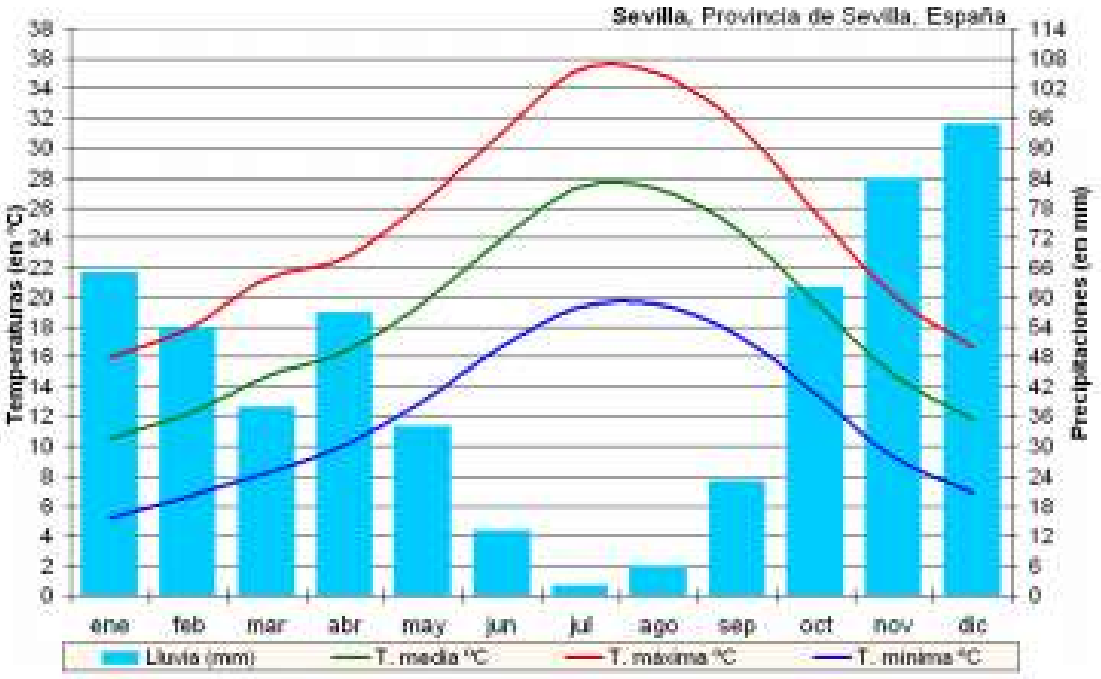


Gráfico 3. Climográma Sevilla

3. SOSTENIBILIDAD

La RAE define la sostenibilidad como “algo que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medioambiente”. Este concepto aparece por primera vez en el Informe Brundtland publicado por la Naciones Unidas en 1987, en él se alertaba de las graves consecuencias medioambientales que tenían el desarrollo económico y la globalización. Es importante a la hora de buscar la sostenibilidad, tener en cuenta tres pilares imprescindibles: la protección del medio ambiente, el avance del desarrollo social y no paralizar el crecimiento económico. De esta forma se tendría en cuenta que los recursos naturales no son una fuente inagotable, que es posible alcanzar un compromiso entre calidad de vida y miramiento hacia el medio ambiente, y por último, promover un recurso que genere riqueza sin dañar al medio ambiente (Rodríguez Vidal, 2014).

La tendencia de las grandes empresas y nuevas construcciones en los últimos años es instalarse en edificios sostenibles, no obstante supone una gran inversión inicial, en cuestión de poco tiempo está inversión es recuperada gracias al ahorro que suponen dichas medidas. Aunque las medidas sostenibles no generan beneficios económicos de forma directa, reduce de una manera apreciable los gastos de servicio, si bien en los primeros años la recuperación de esta inversión no es significativa, con el paso de los años la inversión económica se hace rentable. Por lo que otro punto importante a tener en cuenta, es que además de mirar por el medio ambiente, la vida útil de los recursos implantados en los edificios sostenibles ha de ser mayor al de las construcciones convencionales, de esta forma la inversión inicial se hace exponencialmente rentable respecto a la vida útil de la vivienda.

El sobrecoste de construcción de un edificio sostenible es de un 0,84% mayor respecto al de una vivienda estándar. Un estudio realizado en más de 541.000 edificios sostenibles en 77 países desde 1990 ha cuantificado el ahorro energético en un 30-70%, y la reducción del gasto de agua en un 40% respecto

a edificaciones estándar. Ahorros que en muchas ocasiones permiten amortizar el sobrecoste inicial en un período de 2 a 5 años. (Universidad de Alicante, 2012).

4. NORMATIVA

Al ser la sostenibilidad un tema de gran importancia actualmente, son muchas las últimas normativas publicadas por el parlamento Europeo sobre la sostenibilidad en viviendas. En la siguiente tabla aparecen las últimas y más importantes normativas publicadas:

NORMATIVA EUROPEA	**OBJETIVO**
DIRECTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de abril de 2006	Eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.
DIRECTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009	Fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010	Eficiencia energética de los edificios

Tabla 2. Normativa Europea

Respecto a la normativa Española, en los últimos años han tomado varias medidas importante para la sostenibilidad en viviendas.

- REHABILITACIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA EN LAS VIVIENDAS

La finalidad principal de esta medida es reducir la demanda energética en climatización de los edificios existentes, aplicando medidas deficiencia energética en la rehabilitación de su envolvente térmica. Las actuaciones energéticas podrán contemplar soluciones constructivas convencionales y no convencionales. Las exigencias mínimas de eficiencia energética que debe cumplir la envolvente térmica que se rehabilite, son las que aparecen en el documento HE1, limitación de demanda energética del Código Técnico de la Edificación.

- MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES

Se quiere reducir el consumo de energía de las instalaciones térmicas existentes de los edificios. Para ello se dispone del Documento Básico HE (Ahorro de energía) del Código Técnico de la Edificación. Las exigencias mínimas de eficiencia energética que debe cumplir la instalación que se rehabilite, son las que figuren en la normativa vigente.

- MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN INTERIOR EN LOS EDIFICIOS EXISTENTES.

Con esta medida se quiere reducir el consumo de energía de las instalaciones de iluminación interior. Para ello se dispone el apartado tercero del Documento Básico HE (Ahorro de energía) del Código Técnico de la Edificación. DB-HE3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. Las exigencias mínimas de eficiencia energética que debe cumplir la instalación de iluminación que se rehabilite son las que aparecen en la tabla del documento HE3, Eficiencia

energética de las instalaciones de iluminación del Código Técnico de la Edificación.

- PROMOVER LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS EDIFICIOS Y LA REHABILITACIÓN DE EXISTENTES CON ALTA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

El Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética.

- REVISIÓN DE LAS EXIGENCIAS ENERGÉTICAS EN LA NORMATIVA EDIFICATORIA.

Se pretende aumentar las exigencias establecidas en el CTE para los nuevos edificios o aquellos que se rehabiliten. La Directiva 2002/91/CE, de eficiencia energética de los edificios, obliga a que los requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios nuevos y existentes que fije la normativa, sean revisados periódicamente en intervalos no superiores a 5 años, y en caso necesario, actualizados, con el fin de adaptarlos a los avances técnicos del sector de la construcción. Estos requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios están contenidos en el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

Respecto al marco normativo sobre eficiencia energética en edificación, los edificios deben construirse, mantenerse y conservarse de forma que se cumplan una serie de requisitos sostenibles básicos. Entre ellos se encuentra el requisito básico de ahorro de energía, como así lo establece la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). Este requisito de ahorro de energía se desarrolla a su vez en el Código Técnico de la Edificación (CTE)

aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. El CTE contiene cinco secciones de obligado cumplimiento:

- HE.1: Limitación de demanda energética (calefacción y refrigeración).
- HE.2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- HE.3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- HE.4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.
- HE.5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

A principios del año 2007 se publicó el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, donde se aprobaba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, siendo de obligado cumplimiento tras su publicación en el BOE. Desde entonces, los nuevos edificios que se construyen o rehabilitan, tienen obligación de proporcionar al comprador la calificación energética de la vivienda.

Respecto a la energía renovable, en el siguiente cuadro se resume las medidas tomadas por el Estado:

Denominación y referencia de la medida	**Tipo de medida**	**Resultado esperado**	**Grupo y/o actividad a la que se destina**	**Fechas de inicio y final**
Medidas de difusión, promoción y adaptación reglamentaria de las instalaciones solares (fotovoltaicas, térmicas y termoeléctricas) para fomentar su penetración horizontal en todos los sectores	Financiera Reglamentaria Campaña de información	Cambio de actitud hacia la energía solar	Administración pública, instaladores, promotores y usuarios finales	2010-2020
Desarrollo de los mecanismos necesarios para fomentar las instalaciones de desalación basadas en tecnologías solares (térmica de baja temperatura, fotovoltaica y termoeléctricas)	Financiera	Facilitar el despegue de nuevos usos para las tecnologías solares.	Administración pública, Promotores, Centros tecnológicos y de investigación	2011-2020
Impulso de proyectos para la optimización de las instalaciones solares térmicas que incluyan soluciones integrales (ACS, calefacción y refrigeración).	Financiera. Campaña de información	Cambio de actitud hacia la energía solar	Centros tecnológicos, fabricantes, instaladores y usuarios	2010-2020
Medidas para la profesionalización del sector y para fomento del cambio de percepción de los usuarios mediante la difusión de las ventajas de la energía solar así como de los derechos y obligaciones de sus usuarios.	Campaña de difusión	Cambio de actitud hacia la energía solar	Instaladores, promotores y usuarios finales	2011-2020

Tabla 3. Medidas específicas en el sector solar. Fuente: PLAN DE ACCIÓN NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES DE ESPAÑA (PANER) 2011 - 2020

5. MEDIDAS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE UNA VIVIENDA

La idea principal de un edificio sostenible es que produzca más energía de la que consume. Estas medidas pueden ir enfocadas a la optimización de la energía mediante la adaptación de los edificios a las condiciones climáticas de su entorno, es decir, viento, ubicación, vegetación, relieve etc. Estas medidas son conocidas como medidas de sostenibilidad pasiva, la propia fisonomía y estructura del edificio está pensada para optimizar el consumo energético aprovechando las características del clima. Un ejemplo de medida de sostenibilidad pasiva, pueden ser la instalación de grandes ventanales aislados para el aprovechamiento de la luz natural. Por otro lado, si se utilizan equipamiento eficiente y energías renovables, se tratarán de acciones de sostenibilidad activa, como puede ser la colocación de sistemas fotovoltaicos en la fachada (Paris Viviana, 2014).

En los siguientes apartados se van a estudiar detalladamente las principales medidas para que un edificio de viviendas sea más sostenible.

5.1 UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

La primera y más importante de las medidas sostenibles es elegir una correcta ubicación de la vivienda. Evitar zonas industriales de gran contaminación atmosférica, ruidosas, o zonas cercanas a grandes líneas de alta tensión. Esto puede hacer decisivo futuros problemas de comodidad y salud a los residentes. Estos problemas como, sólidos en suspensión, aislamientos acústicos, etc. Serán tratados como medidas en los siguientes apartados, por lo que evitar desde el principio estos inconvenientes puede suponer un gran ahorro económico.

Por otro lado, es esencial el diseño bioclimático de la vivienda y la correcta orientación solar, aprovechando los recursos naturales disponibles como el sol, la vegetación o la lluvia para disminuir los impactos ambientales debidos a la construcción. Además de esto conseguiríamos reducir el consumo de energía y utilizar energías limpias y renovables, como pueden ser la solar o la eólica, para autoabastecerse energéticamente, como se estudiará en el punto 4.3.

La orientación solar de la construcción es un factor clave para que las viviendas tengan un alto grado de sostenibilidad energética, ya que con una buena orientación se podría aprovechar al máximo la iluminación natural y acondicionamiento térmico, de esta forma se calentaría en invierno y refrescaría en verano, y por tanto disminuir el uso de la electricidad. Una buena orientación de la vivienda puede suponer un ahorro superior al 70% en el consumo de climatización e iluminación (Arquitectos, 2017). Algunos factores importantes a tener en cuenta a la hora de orientar una vivienda son: La captación solar en invierno, la protección frente al sol en verano, y tener en cuenta el uso que se le va a dar a cada habitación de la vivienda para contemplar según esto su orientación al sol. Por ejemplo, es importante que el salón o estudio de una vivienda este orientado a tener más horas de sol que el dormitorio, ya que por normal general son en las dos primeras habitaciones donde pasaremos más tiempo a lo largo del día y por tanto, donde necesitaremos más luz. En la siguiente imagen se puede ver el recorrido del sol según las estaciones del año:

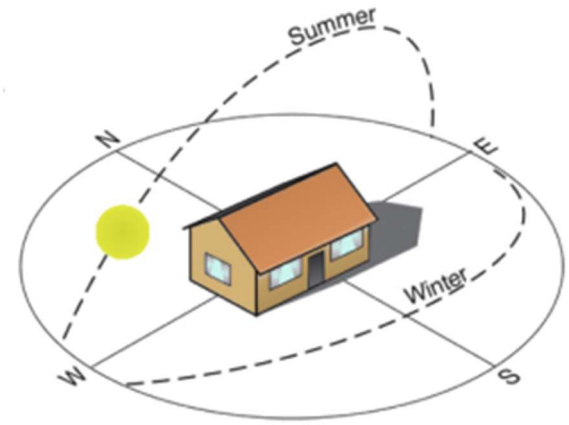


Ilustración 2. Recorrido del sol según las estaciones. Fuente (Neila, 2005)

Dependiendo del lugar donde se ubique la vivienda se debe construir el edificio en una orientación u otra, a continuación se detallan las horas de luz según los puntos cardinales.

SUR	Sol durante el día en invierno, primavera y otoño. En verano en las horas centrales.
SURESTE	Sol durante el día en invierno. Resto del año hasta el mediodía.
ESTE	Todo el año desde el amanecer hasta el mediodía
NORESTE	En invierno no da. El resto del año hasta mediodía.
NORTE	El sol sólo dará en verano, en las primeras y últimas horas del día
NOROESTE	En invierno no da el sol. El resto del año, desde mediodía hasta el ocaso
OESTE	El sol da todo el año desde el mediodía hasta el ocaso.
SUROESTE	En invierno todo el día. El resto del año, desde mediodía hasta el ocaso.

Tabla 4. Radiación solar según localización

Además de esto una buena orientación al sol de la vivienda puede suponer una gran captación de energía solar, lo que puede llegar a implicar una vivienda autosuficiente energéticamente, como se estudia en el apartado 4.3.

El uso de amplias superficies con ventanas y ventanales con orientación sur permite optimizar el uso de la mejor fuente de iluminación y calor que existe: el sol. Sobre todo, en los meses invernales, la sola ubicación adecuada de ventanas y ventanales puede reducir de forma impactante el consumo y gasto de energía. Sin embargo en las zonas sur de España, esto puede provocar en verano el excesivo uso de aire acondicionado.

Otro factor a tener en cuenta para hacer una vivienda sostenible es la región donde se vaya a ubicar, ya que no han de tener la misma orientación una vivienda al norte de España que en el sur. En el norte se buscará una orientación con el fin de aprovechar la incidencia del sol para calentar la vivienda y ahorrar en calefacción, mientras que en una región más al sur se buscará aprovechar la luz del sol, pero que no incida directamente, para evitar el recalentamiento de las habitaciones.

También es importante estudiar la ubicación geográfica de la vivienda con el fin de aprovechar las lluvias de la región como aguas grises para la vivienda. El aprovechamiento del agua de lluvia para el regadío, la cisterna, etc. Puede suponer un gran ahorro económico y medioambiental.

Por último, otro recurso natural que se puede aprovechar para el ahorro energético de nuestra vivienda es el viento, con generadores que almacenen la energía del viento. Así como orientar correctamente nuestro edificio para que el flujo de aire favorezca a la ventilación del edificio.

Estos puntos relacionados con el ahorro eléctrico de la vivienda y su correcta ventilación serán estudiados con más profundidad en próximos apartados.

5.1.1 DISEÑO UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

El edificio se diseñará hacia el sur, como se comentó en la Tabla 1, al orientar la vivienda hacia el sur incidirá el sol durante el día en invierno, primavera y otoño, y durante verano únicamente en las horas centrales. Al ubicarse en Sevilla la vivienda, esto son características muy importantes, ya que en invierno, primavera y otoño el sol incidirá sobre la vivienda subiendo las temperaturas, y durante verano no son demasiadas las horas de sol. Además, teniendo en cuenta la cantidad de horas y radiación solar que existe en Sevilla, es la mejor ubicación para el aprovechamiento de sol mediante el uso de placas solares. Esta orientación junto con la ventilación cruzada permitirá un importante ahorro energético.

El coste de esta medida tiene el mismo coste que pudiese tener cualquier otra elegida, sin embargo puede suponer un ahorro de energía de un 30-40%. Por lo que hace que sea rentable desde el inicio.

5.2. ESTRUCTURA

La buena elección del diseño de la estructura así como los materiales de recubrimiento aislante, son muy importantes de cara a la sostenibilidad, ya que esta elección puede ser crucial para la buena calefacción o refrigeración de la vivienda.

Una vivienda bien aislada es una vivienda más sostenible, por este motivo el aislamiento es uno de los elementos principales y fundamentales en una vivienda sostenible. Esto es debido a que la mayor parte de la energía se consume en calefacción y aire acondicionado, y de esa forma se contribuye a aumentar la producción de dióxido de carbono y otros gases contaminantes perjudiciales para el medio ambiente.

Una medida importante para el aislamiento es utilizar paredes gruesas que permitan conservar el calor. Los tabiques de las viviendas han de tener al menos 20 cm de grosor y estar levantados en materiales que absorban los ruidos**.** Esta es una medida obligatoria tras la entrada en vigor en 2009 de la Ley Básica de Protección frente al ruido.

Además de paredes gruesas, como paredes con hormigón aislante, se pueden utilizar ventanas de doble vidrio, juntas bien selladas, aislamientos naturales o de plásticos reciclados y otros elementos para facilitar la conservación de la temperatura, contribuir al ahorro energético, y cuidar el medio ambiente. Estas medidas también ayudar a aislar los ruidos, ya sean de la calle o de otros vecinos.

Un buen aislamiento térmico en paredes y techos, o ventanas de doble acristalamiento, puede reducir el gasto energético en un 30%. En España hay alrededor de 13 millones de casas sin ningún tipo de aislamiento que podrían reformarse para ahorrar hasta un 90% de la energía que consumen (Ramírez, La construcción sostenible, 2016).

Una casa de unos 100 m^2 en la zona atlántica tiene una factura de energía media de 1.527 euros anuales. Si se introducen mejoras en el aislamiento del piso, se puede lograr un ahorro anual de entre 455 y 578 euros (Trujillo, 2017). Para ello hay que hacer unas reformas cuya inversión se recupera, si se cuenta con ayudas, en un periodo de entre 6,5 y 7,2 años. Sin embargo, si el aislamiento se pusiera en el momento de construcción de la casa, sería más económico, y la inversión se recuperaría en 3,4 y 4,7 años. (Rodulfo, 2015).

En la imagen siguiente se puede apreciar una vivienda con un buen aislamiento térmico, gracias a este aislamiento, aunque la temperatura exterior sea de 8,4ºC como se aprecia, en el interior se mantiene fácilmente la temperatura deseada de 20ºC:

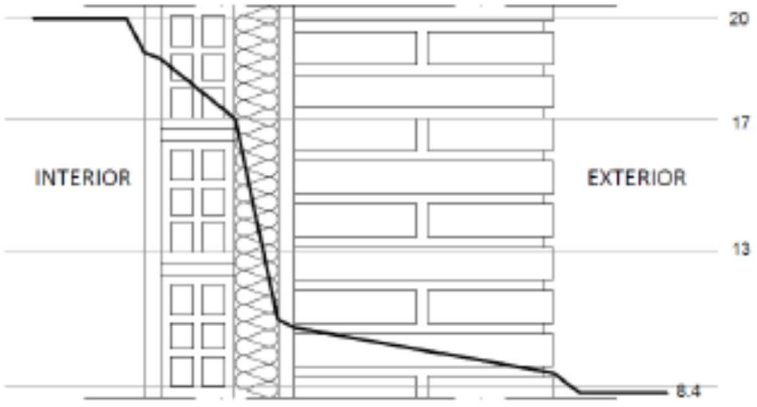


Ilustración 3. Gradiente térmico fachada

Además de muros aislantes, el techo de una vivienda es muy importante para su desempeño energético. Hay una gran pérdida de energía a través de un techo. Por ello es muy importante, en zonas con inviernos muy fríos, un buen aislamiento del techo.

Otra medida innovadora para la sostenibilidad de las viviendas, es la construcción de estas basándose en el “efecto botijo" y en elementos tradicionales Mediterráneos con la finalidad de obtener la autorregulación de la temperatura en las diferentes estancias (Rangel). Para mantener una adecuada aclimatación en las habitaciones, se recubre la pared exterior con una cámara de aire con cerámica, que tiene unos canales en su interior que produce un riego por goteo. La cerámica cuando se humedece y transpira enfría mucho la fachada, haciendo el mismo efecto que un botijo. En invierno, ese cerramiento cerámico acumula calor en la cámara de aire y se detiene el sistema de riego, lo que permite el mantenimiento de la temperatura.

5.2.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Las fachadas y techos del edificio contarán con un sistema aislante. Se elige como aislante unos paneles estructurales aislantes, que como se comentó en el apartado anterior, consisten en un revestimiento de aglomerado o cemento con espuma de lana de vidrio aislante en el medio. Su uso reduce las facturas energéticas de forma significativa. En la siguiente imagen se puede apreciar un esquema de los materiales elegidos:

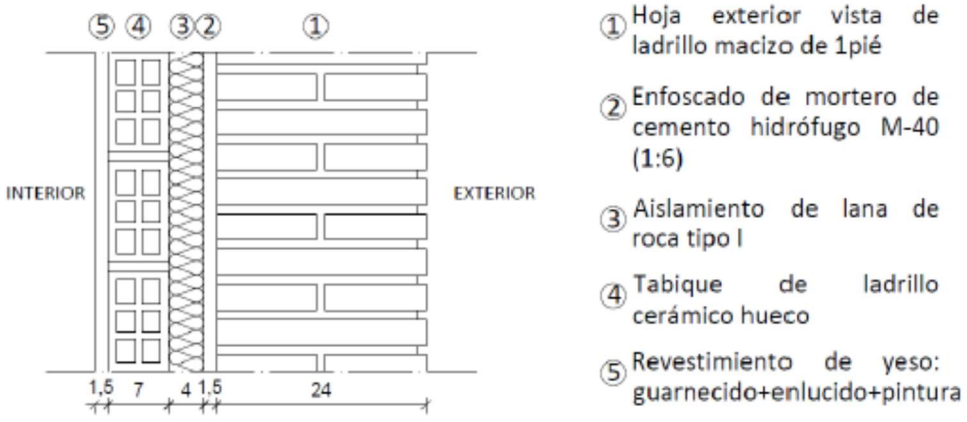


Ilustración 4. Materiales Aislamiento

Además la vivienda constará de ventanas de doble vidrio y juntas bien selladas mediante aislamientos de plásticos reciclados. Gracias a los aislantes elegidos se puede disminuir la temperatura de la vivienda entre 3-4ºC.

5.3 MATERIALES CONSTRUCTIVO

Los materiales de construcción deberían ser lo más naturales y ecológicos posible evitando materiales tóxicos, materiales radiactivos, que puedan generar gases o electricidad estática (como sucede con los plásticos, lacas y fibras sintéticas). En la fabricación de los materiales de construcción más empleados normalmente para la construcción de viviendas (cemento, hormigón, ladrillo o acero) se consumen grandes cantidades de energía, energía que se podría evitar consumir con el uso de otros materiales. Aparte del consumo de energía la extracción de estos materiales provoca un gran daño ecológico al extraer recursos minerales de canteras, minas, etc. Los ladrillos cerámicos, la piedra, la madera, las fibras vegetales, el adobe de tierra y los morteros con abundante cal son preferibles al hormigón armado con mucho hierro, al aluminio, al PVC, o al exceso de cemento y aditivos químico-sintéticos en las construcciones (Ramírez, 2013). Hay que procurar que las pinturas sean naturales y no tóxicas o con supuestos efectos alérgicos. Existe en el mercado una amplia gama de pinturas ecológicas. Se recomiendan como las más sanas las pinturas al silicato, por ser totalmente minerales, resistentes al fuego o a la contaminación, lavables, no tóxicas, de gran durabilidad y por permitir respirar a las paredes.

Cada vez más hogares se construyen con materiales sostenibles y no sólo con ladrillos, bloques y argamasa. Actualmente existen muchísimos materiales diferentes que pueden aportar mucho en cuanto a eficiencia energética se refiere. Cuando se trata de remodelar o construir, en la actualidad es muy importante utilizar y aprovechar los avances eco-tecnológicos además de porque son más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, también porque pueden ser más económicos y representar un gran ahorro a largo plazo.

Una cuestión fundamental antes de elegir materiales para la construcción de una vivienda sostenible, es conocer bien el clima de la localidad donde se va a ubicar la vivienda, como se comentó en el apartado 4.1., este es el principal factor para la elección un material u otro.

A continuación se detallan los materiales sostenibles más importantes:

- Acero Reciclado

Una medida para reemplazar las vigas de madera, son las vigas de acero. Mientras que una casa con vigas de madera requiere entre 40 y 50 árboles, con acero reciclado, sólo es necesario el metal de 6 coches. En las zonas propensas a terremotos o vientos intensos es recomendable utilizar vigas de acero reciclado, ya que son más fuertes que las vigas de madera.

- Hojas de poliuretano vegetal

Consiste en una espuma fabricada de materiales naturales como el bambú, el cáñamo y algunas algas. Las hojas de poliuretano vegetal ofrecen una alta resistencia a la humedad y el calor, y evitan el enmohecimiento de los muros y la propagación de plagas. Es un sustituto al aislante térmico de fibra de vidrio, sin embargo sus propiedades aislantes son mayores.

- Paja

La paja es un excelente material aislante. Si se mantiene seca, es un material duradero y resistente.

- Tecnología de techo frío

Mejora la distribución-disipación del calor y hace que la temperatura en verano sea mucho más agradable debido a que disminuye el calor en la atmósfera interna. Consiste en unas placas que reflejan el sol, provocando que la vivienda se calientan mucho menos debido a la temperatura exterior.

- Paneles estructurales aislantes

Consiste en un revestimiento de aglomerado o cemento con espuma aislante en el medio. Es muy resistente al fuego. Su uso reduce las facturas energéticas de forma significativa.

- Compuesto de madera y plástico

Este tipo de material se fabrica con desperdicio de plástico y fibra de madera, es más duradero y menos tóxico que la madera tratada de forma convencional. Es resistente al moho.

- Vidrio Low-E

Este tipo de vidrio se utiliza para hacer ventanas eficientes energéticas que permiten bloquear el calor excesivo en verano y a atrapar el calor en el interior en invierno. Tienen una cobertura clara de óxido metálico que reduce la fuga de aire caliente o frío hasta en un 50%.

- Arcilla

Hacer muros en este material es barato además de que los muros de arcilla son bastante eficientes energéticamente.

5.3.1. DISEÑO MATERIALES CONSTRUCTIVOS

La fachada se fabricará con un revestimiento exterior con mortero monocapa de hoja exterior formada por ladrillo perforado, embarrado, aislamiento, cámara de aire estanca e interior de ladrillo hueco sobre el que se extenderá un tendido de perlita como acabado interior. La tabiquería interior de las viviendas se realizará mediante ladrillo hueco doble de gran formato revestido mediante tendido de perlita y azulejo cerámico.

Todos los vidrios usados en puertas y ventanas del proyecto, tendrán además de un control de factor solar, un tratamiento de baja emisividad con el fin de mejorar su transmisión térmica.

Los conductos de ventilación estática se ejecutaran mediante piezas prefabricadas de hormigón vibrado rematadas con un extractor mecánico de acero galvanizado.

Los materiales empleados para las instalaciones de agua no producirán concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero. No modificarán las características de la salubridad del agua suministrada. Serán resistentes a la corrosión interior. No presentaran incompatibilidad electroquímica entre sí. Serán resistentes a temperaturas de hasta 40ºC, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato. Serán compatibles con el agua suministrada y no favorecerán la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano. Su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deberán disminuir la vida útil prevista de la instalación. Para cumplir las condiciones anteriores se utilizará un revestimiento de plástico reciclado. La instalación de suministro de agua tendrá características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa.

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre los recintos de la vivienda solo es aplicable a la tabiquería (RA≥33 dBA), ya que todos los recintos pertenecen a la misma unidad de uso. Hay que tener en cuenta que el garaje no constituye una unidad de uso distinta, ni puede considerarse tampoco un recinto de instalaciones, ni un recinto de actividad.

La protección frente al ruido procedente del exterior solo es exigible a los recintos protegidos (dormitorios, salones, comedores...).

El aislamiento en dormitorios y estancias debería ser, al menos, de 30 dBA.

La comprobación se realizara en los casos más desfavorables de las fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de cada uno de los recintos protegidos de la vivienda,

El aislamiento acústico a ruido de impacto no es exigible entre los distintos recintos de la vivienda, ya que todos ellos pertenecen a la misma unidad de uso.

5.4. SISTEMAS DE VENTILACIÓN

La correcta ventilación de un edificio permitirá evitar problemas de acumulación de elementos tóxicos, radiactivos, sólidos en suspensión, evitar la aparición de moho, humedad, proliferación de ácaros de polvo, acumulación de suciedad o incomodidades térmicas en la vivienda. El uso apropiado del viento genera grandes ventajas para las edificaciones, ya que ayuda a mantener una buena calidad de aire en el interior del edificio, hace que se generen entornos saludables y confortables.

En las viviendas debe aportarse un caudal de aire exterior suficiente para conseguir que en cada habitación la concentración media anual de CO_2 sea menor que 900 ppm y que el acumulado anual de CO_2 que exceda 1.600 ppm sea menor que 500.000 ppm·h, según la normativa CTE-DBHS3.

Gracias a la renovación del aire, los vientos se llevan consigo microorganismos nocivos para la salud, olores no deseados y posibles gases tóxicos, dejando un ambiente fresco y ventilado, gracias a haber mejorado la calidad del aire.

Otra ventaja de una correcta ventilación es la reducción de los gastos de energía en acondicionamiento de temperatura y humedad, ya que la ventilación natural se puede utilizar para el control térmico, eliminando el uso de aire acondicionado, el cual es uno de los principales consumidores de energía.

Las características físicas que influyen en la ventilación de un edificio son:

- Los vientos dominantes locales (frecuencia, dirección y velocidad);
- La radiación solar, de acuerdo con cada ambiente;
- La humedad relativa del aire.

(García Navarro, 2010)

Para garantizar el confort térmico a través de la ventilación es necesario dimensionar la tasa apropiada de flujo de aire, manteniendo el equilibrio entre la

temperatura y presión de los espacios. La ventilación natural y el enfriamiento pueden causar molestias si no se planifica adecuadamente. Por este motivo se exponen a continuación los diferentes tipos de ventilación existentes, según el tipo de clima y construcción será uno u otro el más adecuado para la vivienda.

- Ventilación natural

La ventilación natural se puede conseguir gracias al movimiento del aire dentro del edificio sin una inducción por sistemas mecánicos. Esta ventilación natural es posible gracias a la diferencia de presión de aire, ya sea por la influencia del viento o por las distintas densidades del aire debido a la diferencia de temperatura en el ambiente.

- Ventilación cruzada

La ventilación cruzada se produce cuando hay dos o más aberturas en lados opuestos de los espacios, lo que permite la correcta y completa circulación del aire. Al colocar las aberturas del edificio se debe tener en cuenta el efecto de los vientos predominantes en cada zona.

- Ventilación por diferencia de temperatura del aire

Físicamente el aire caliente tiende a ir hacia arriba al ser más ligero, y por el contrario el aire frío tiende a caer al ser más pesado. Por lo que una entrada de aire próxima al suelo del edificio hace que el aire fresco que entra empuje el aire caliente hacia arriba, en la parte superior del edificio, en el techo o en la pared, debe estar localizado por tanto una salida para el aire caliente.

- Torres de viento

Este sistema de ventilación funciona cuando no existe brisa. La temperatura dentro de la torre a instalar será diferente a la temperatura del aire exterior. Este diseño consiste en una torre que permite la entrada de aire a través de un punto, forzándolo a moverse y salir por otro lado, haciendo que el aire fresco entre en las estancias a través de aberturas situadas en la parte inferior del edificio.

- El enfriamiento evaporativo

Para refrescar los ambientes el diseño de ventilación natural se puede aplicar a una zona de sombra o a fuente de humedad, con el fin de refrescar el ambiente. La evaporación que se produce con el paso del viento en lugares húmedos y mojados provoca que se enfríe el aire debido a la evaporación del agua, esta absorbe energía del aire en forma de calor, dejando tras ella un ambiente más fresco. (Hierro, 2014)

5.4.1. DISEÑO SISTEMA DE VENTILACIÓN

El sistema de ventilación general de la vivienda será hibrido. El aire circulará de los locales secos hacia los locales húmedos. Los primeros deben de disponer de aberturas de admisión. Los segundos, de aberturas de extracción. Existirán aberturas de paso entre locales secos y húmedos.

Las bajantes de aguas residuales se prolongaran al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma en la cubierta no transitable. La salida de la ventilación primaria estará situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y debe sobrepasar la en altura, la salida de la ventilación estará protegida con lamas.

Además la vivienda constara de sistema de extracción mecánica adicional en la cocina. Dicha ventilación se dispondrá en la zona de cocción de la cocina para extraer contaminantes durante su uso. El caudal mínimo será de 50 l/s (180 m^3/h) y el tipo de ventilación será extracción mecánica. El conducto de extracción asociado será independiente del sistema de ventilación general de la vivienda. La salida será vertical de diámetro 125mm.

En el caso de garajes que no excedan de cinco plazas ni de 100 m^2 útiles, como es el caso, en vez de las aberturas mixtas, pueden disponerse una o varias aberturas de admisión que comuniquen directamente con el exterior en la parte

inferior de un cerramiento y una o varias aberturas de extracción que comuniquen directamente con el exterior en la parte superior del mismo cerramiento, separadas verticalmente como mínimo 1,5 m

La apertura estará situada en la puerta de entrada que está formada por una rejilla de lamas.

5.5 ELECTRODOMÉSTICOS

La mitad de la electricidad que se consume en una vivienda se destina a los electrodomésticos como pueden ser: neveras, lavadoras, lavavajillas o aspiradores, etc. Electrodomésticos como el frigorífico o el congelador, consumen electricidad 24 horas al día y 365 días al año, por lo que a pesar de tener consumos instantáneos bajos su consumo global es muy importante, más de un 30% del consumo general de la vivienda. Al contrario de electrodomésticos como el aire acondicionado, la lavadora, el horno o el microondas que generalmente tienen un tiempo de funcionamiento bajo, pero la energía que requieren para funcionar es muy elevada.

Por este motivo usar tecnologías eficientes en el hogar puede suponer un ahorro de más de 1.500 euros en la factura eléctrica al año. Los electrodomésticos eficientes son aquellos que ofrecen las mismas o mejores prestaciones que otros electrodomésticos, pero consumiendo menos cantidad de energía. En algunos casos, las diferencias de consumo de estos electrodomésticos llegan a ser de hasta un 70% menos de la media.

La Comisión Europea es quien determina la eficiencia energética de un electrodoméstico. La normativa europea, establece siete niveles de eficiencia energética en función del consumo eléctrico del electrodoméstico. Esta clasificación se representa en una etiqueta energética, que permite conocer de forma rápida y sencilla la eficiencia energética del electrodoméstico.

La etiqueta energética utiliza un código de colores y letras. La gama de colores va desde el color verde y la letra A para los aparatos con una mayor eficiencia, hasta la letra G y el color rojo para los menos eficientes (también podemos encontrar que el código alfabético va desde la A+++ a la D).

Se ha comprobado que los frigoríficos de clase A+ consume hasta el 20% menos que uno de categoría A; uno A++ hasta el 40% menos y uno A+++ hasta el 60% menos. Durante su vida útil, un frigorífico A+++ emitirá una tonelada y media menos de dióxido de carbono (CO_2), uno de los principales gases relacionados

con el cambio climático, y ahorrará durante su uso más de 1.000 euros que uno de clase D.

En la siguiente imagen se puede apreciar un ejemplo de la etiqueta energética, donde se detallan las diferencias entre las diferentes escalas.

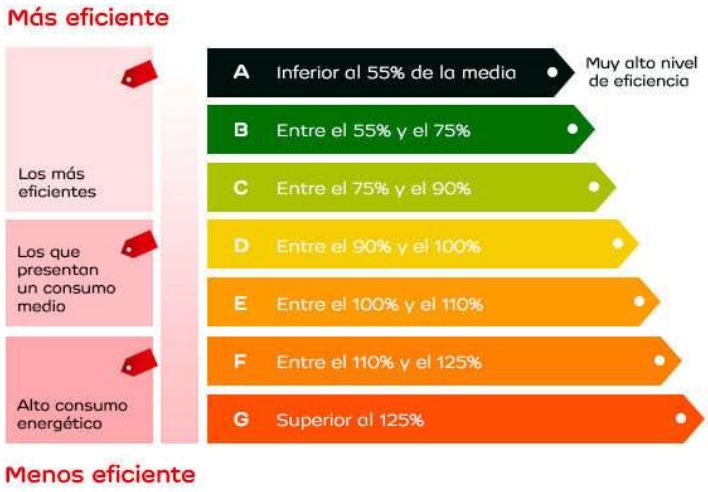


Ilustración 5. Etiqueta energética

El avance tecnológico que se ha producido durante los últimos años en cuanto a mejora de la eficiencia energética de los electrodomésticos hace que la adquisición de uno más moderno suponga importantes ahorros económicos, aunque el precio inicial de estos electrodomésticos es más elevado, puede suponer un ahorro de más de 1.500 euros en la factura de la luz al año. Por lo que en poco tiempo se amortiza su alto precio inicial, también gracias a que disponen de una mayor vida útil.

Otro de los grandes gastos energéticos domésticos corresponde a la iluminación, esta supone un 20% de la factura de la luz. Sustituir cinco luces incandescentes por otras de bajo consumo puede evitar al año hasta 60 euros y las emisiones de 340 kilos de CO_2. Aunque las bombillas de bajo consumo son más caras, su larga vida útil y su menor gasto las hace mucho más económicas y ecológicas a largo plazo.

Los aparatos que gastan energía las 24 horas del día aunque estén apagados son otro enemigo de la eficiencia energética. Apagar el "stand by" de los electrodomésticos puede ahorrar unos 50 euros anuales. Para facilitar el apagado de múltiples aparatos es muy útil una regleta.

Poner sistemas de control energético. Instalaciones domóticas, termostatos, contadores inteligentes, interruptores con detector de presencia o regulación de la intensidad son algunas opciones que también permiten ahorrar energía.

Un informe realizado por el Grupo Electrolux señala que en la primera década del siglo XX, los ahorros energéticos logrados con el desarrollo de electrodomésticos más eficientes equivalen a la energía generada por nueve centrales térmicas.

Podemos concluir que el uso de electrodomésticos eficientes, se traduce en un impacto positivo para nuestra economía (disminución de la factura eléctrica) y para el medio ambiente (reducción de la emisión de CO_2 a la atmósfera).

5.5.1. DISEÑO ELECTRODOMÉSTICOS

Todos los electrodomésticos usados en la vivienda serán de categoría A+++. Como se ha comentado, aunque en un principio pueda suponer un gran coste inicial, la rentabilidad de estos productos es muy alta, gracias al gran ahorro energético que proporcionan.

5.6 AGUAS RESIDUALES

En los últimos años ha habido un gran impacto ambiental debido al consumo continuado de agua. Se estima que el 65% del agua saliente de nuestros grifos vuelve al sistema de suministro de agua, después de ser usada.

Es por ello la gran necesidad de adoptar medidas para la vivienda con el fin de reducir el impacto ambiental y económico. Las principales medidas que se pueden instalar en una vivienda:

- Reducir la cantidad de agua necesaria en viviendas
- Reducir la necesidad de tratamiento de aguas residuales.
- Aprovechar el agua de lluvia

En una vivienda estándar el consumo se puede dividir:

El reparto en el consumo de agua en una vivienda tipo puede ser el que muestra la siguiente imagen:

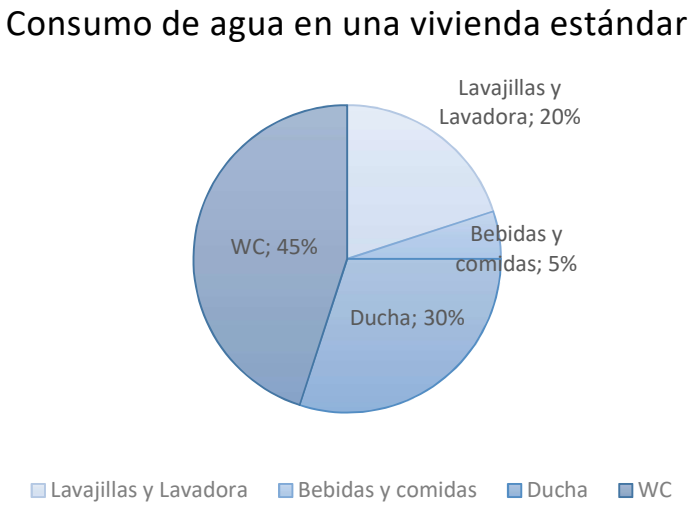


Gráfico 4. Consumo de agua en una vivienda estándar

Observando el gráfico se puede ver que el mayor gasto de agua en una vivienda es debido al wc. Este alto consumo se podría evitar de varias formas.

5.6.1 WC DE ALTA EFICIENCIA

En los últimos años se han fabricado inodoros con bajo consumo de agua, no más de 6 litros por descarga, esto puede significar hasta un ahorro de un 12% con respecto a retretes normales. Otra medida es usar inodoros que tengan la opción de tirar con la cadena con media carga, o carga entera en caso de ser necesario.

5.6.2. REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Las aguas grises suponen hoy en día entre un 50 y un 80% de las aguas residuales de un edificio de viviendas (QUINTERO, 2007). Buscando la sostenibilidad de la vivienda se propone almacenar y utilizar las aguas grises posteriormente, mediante el tratamiento adecuado. Las aguas grises son aquellas que tienen su origen en bañeras, duchas, lavabos y lavadoras. El agua de duchas y lavabos, se pueden utilizar en inodoros tras su reciclado, y este gesto puede suponer un ahorro del 30% de consumo de agua para una vivienda tipo. Otro uso de las aguas grises es el riego y el lavado de coche.

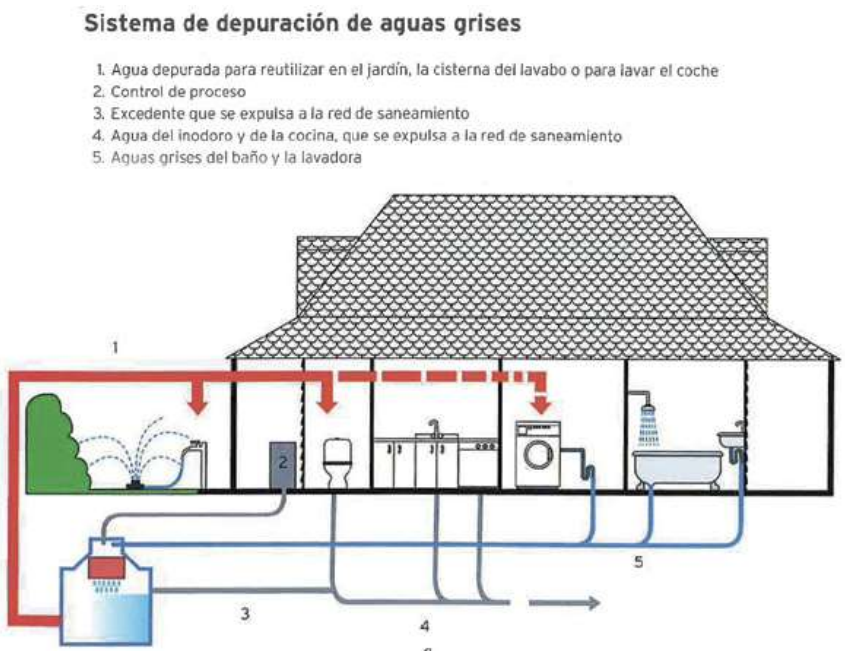


Ilustración 6. Sistema aguas grises (Fuente: Blog del agua)

5.6.3. TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

La instalación de un sistema que recupere el agua y la parte residual de esta sea empleada como abono para las plantas del edificio. Los edificios certificados que incluyen esta estrategia reciben actualmente incentivos por ello de las agencias estatales. Este hecho supone un rápido retorno de la inversión. Por contra, el hecho de llevar a cabo el tratamiento de las aguas residuales in situ, puede suponer un consumo adicional de energía. Otras medidas para el ahorro de agua de la vivienda son:

5.6.4. DUCHAS Y GRIFOS DE FLUJO BAJO

Sustituir los grifos de la ducha por otros que consuman 6,7 litros por minuto, es una buena alternativa para reducir el consumo de agua en cada ducha. (Rius)

5.6.5. USO DE AIREADORES Y SENSORES DE MOVIMIENTO

Colocar un aireador en un grifo puede suponer un 30% de ahorro. Los sensores controlan la cantidad de agua suministrada (Sanz, 2012).

5.6.6. USO DE AGUAS PLUVIALES

Gracias a recolectores de aguas pluviales instalados en las plantas superiores del edificio, se puede aprovechar la gravedad para su distribución. Esta agua recolectada puede ser usada en inodoros o para riego. De esta manera, se crea un circuito cerrado de agua que permite reducir el consumo de agua de la red general.

5.6.7. RIEGO POR GOTEO

Tiene una eficacia del 90%. No se produce rebose de agua superficial como en el riego convencional, el agua se aplica sobre la raíz de la planta, y el período de amortización de la inversión de la instalación es corto.

5.6.8 CONTROL DEL RIEGO BASADO EN EL CLIMA LOCAL MEDIANTE SENSORES.

Mediante esta tecnología se adaptan los cronogramas de riego, a las condiciones reales del entorno, los datos meteorológicos históricos, y las necesidades reales de las plantas, programando el regado de las plantas únicamente cuando son necesarios.

5.6.9 DISEÑO AGUAS RESIDUALES

Para el máximo ahorro de agua, en la vivienda a diseñar se recogerán las aguas pluviales, se tratarán las aguas residuales procedentes del inodoro, y las aguas grises procedentes de la lavadora y ducha. Estas aguas se recogerán por diferentes sistemas, para que no haya contaminación entre unas y otras. La salida de las aguas procedentes del wc debe hacerse con interposición de cierre hidráulico que impida la transmisión de gases de una a otra salida.

Respecto al agua pluvial, se instalarán 3 sumideros, según dictamina la norma, para superficies entre 100 y 200m^2. El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta. Se dispondrá de un colector de PVC reciclado colgado del forjado para la recogida de aguas pluviales con una pendiente del 2% (Solanes, 2015). Esta agua será almacenada en un contenedor de 7.000 litros, ubicado en el subsuelo del jardín de la vivienda, por lo que caerá mediante gravedad desde el techo de la vivienda hacia el bidón. Esta agua recogida servirá como agua para limpieza, irá conectado directamente al sistema de regadío automático y a la manguera de jardín y como agua para los 3 inodoros de la vivienda.
La inversión del montaje de un sistema de recolector de aguas pluviales puede ser de un 30% más caro respecto a no ponerlo, esto se debe sobre todo al alto coste del depósito y al entramado de tuberías. La media anual de lluvia en Sevilla, según AEMET, es de unos 539 mm al año, teniendo en cuenta que el techo mide 153 m^2, se pueden llegar a captar hasta 82.467 litros al año, cuando

una familia media de cuatro personas consume unos 60.000 litros de agua al año. El mes que más llueve en Sevilla es diciembre con 99mm, esto significa 14.850 litros, sin embargo hay meses muy secos, por lo que se va a considerar un depósito de 7.000 litros, teniendo en cuenta la lluvia media anual en Sevilla, 6.872 litros al año, ya que esto supone la mayor parte de la inversión de este sistema. En el caso que el depósito se encuentre lleno y no pueda captar más agua, el agua recolectada será enviada directamente a la arqueta general.

Además del agua pluvial, este bidón se alimentará del agua obtenida de lavadora, y duchas de la vivienda, para ser posteriormente depurado. Se instalará un filtro a la entrada del bidón para evitar la posible contaminación de dicha agua. La depuración y tratamiento de estas aguas supone un sobrecoste de un 20% más con respecto a no ponerlo. Sin embargo, puede suponer un 30% de ahorro en agua.

Respecto a las aguas procedentes del wc y fregaderos, irán redirigidas hacia un sistema de tratamiento, el cual convertirá los residuos en abono para las plantas del jardín y el agua para agua de regadío, los residuos no aprovechables del sistema se llevarán a la red de saneamiento general. Gracias al sistema de placas solares instalado, y la buena ubicación de la vivienda, el consumo energético que pueda conllevar la red de saneamiento no será ningún problema. La instalación de este sistema supone un sobre coste de un 25% más respecto a no poner nada.

Cada sistema sanitario dispondrá de cierre hidráulico mediante sifón individual y bote sinfónicos en cada baño. La principal función del sifón es evitar que los olores retornen por las tuberías y controlar los atascos en los diferentes desagües. Es importante que siempre tengan agua ya que es lo que hace de filtro. Las redes de pequeña evacuación serán de trazado sencillo con una circulación natural por gravedad, para evitar así un mayor coste.

La vivienda contará con dispositivos de ahorro de agua en los grifos. Los grifos contarán con sensores infrarrojos de movimiento, lo que ayuda a ahorrar hasta

un 30% más de agua, ya que se usará el agua únicamente necesaria en cada uso. Además se instalarán inodoros de alta eficiencia, con bajo consumo de agua y dispondrán de vaciado de media y carga entera. Estos sistemas son más caros que los estándares pero puede suponer hasta un ahorro en agua de un 60% por lo que su rentabilidad es bastante alta.

Los equipos que utilicen agua para consumo humano en la condensación de agentes frigoríficos, tendrán instalados sistemas de recuperación de agua.

5.7 VEGETACIÓN

La instalación de plantas en lugares cerrados o semi abiertos provoca una gran cantidad de beneficios como puede ser:

• Aporte de oxígeno

• Purificación del aire

• Estimulan el cerebro

• Mejoran el ambiente, visual y olfativamente

• Regulan la temperatura

• Aportan calma y tranquilidad

La vegetación abundante, tanto en el exterior como en el interior de la casa, permite disminuir los efectos de la contaminación atmosférica, gracias a la transformación del CO_2 en oxígeno. La NASA ha realizado estudios sobre plantas en el interior de los edificios, y se ha observado el efecto descontaminante, al eliminar en pocas horas, en más de un 80%, sustancias tan tóxicas como el benceno y el tricloroetileno.

En oficinas y casas se pueden encontrar muchas sustancias químicas (como el formaldehído, el benceno y el tricloroetileno) que son causa de problemas de salud diversos y también monóxido de carbono. A continuación se adjunta una tabla donde aparecen las Sustancias químicas dañinas más comunes que se encuentran en el aire.

SUSTANCIA QUÍMICA	CAUSA	EFECTO
Formaldehído	Aglomerado o productos de madera prensada, alfombras, productos hidrófugos, productos ignífugos, gas natural, keroseno, humo de tabaco.	Irritan los ojos, la nariz y la garganta. Pueden provocar dolores de cabeza y dermatitis alérgica.
Benceno, Xileno	Tintas, aceites, pinturas, plásticos, goma.	Irritan los ojos y la piel. La exposición prolongada puede ocasionar dolores de cabeza, pérdida de apetito y somnolencia.
Monóxido de carbono	Combustión de motores de vehículos, combustión de leña y gas, humo de tabaco.	Se combina con la hemoglobina de la sangre impidiendo su funcionamiento.
Tricloroetileno	Líquidos para limpieza en seco, tintas de impresión, pinturas, barnices, adhesivos.	Se consideran agentes cancerígenos.

Tabla 5. Causa y efecto de sustancias químicas en el ambiente

Todas las plantas eliminan en mayor o menor medida las sustancias químicas suspendidas en el aire. Pero existen algunas plantas que son más eficaces en la lucha contra los contaminantes. A continuación se muestra una tabla de las más eficientes contra ciertas sustancias.

NOMBRE DE LA PLANTA	ESPECIALMENTE EFICAZ CONTRA
ALOE VERA, FICUS BENJAMINA	FORMALDEHIDO
AGLAONEMA	BENCENO
CRISANTEMO	BENCENO, FORMALDEHIDO
ORQUÍDEAS	AMONIACO, ACETONA, FORMALDEHIDO
DRACENA DEREMENSIS	FORMALDEHIDO, XILENO, BENCENO, TRICLOROETILENO
DRACENA WAMECKII, MARGARITA AFRICANA	BENCENO TRICLOROETILENO, FORMALDEHIDO
DRACAENA MARGINATA	FORMALDEHIDO Y TROCLOETILENO Y MONOXIDO DE CARBONO
HELECHOS RIZADO	FORMALDEHIDO
POTOS EPIPREMNUM AUREUM	BENCENO FORMALDEHIDO Y MONOXIDO DE CARBONO

Tabla 6. Beneficio Plantas

Otro factor muy importante a tener en cuenta es la implantación de plantas que no provoquen alergias, ya que esto podría ser muy incómodo en ciertas épocas del año.

Como se comentó anteriormente otra característica importante de los elementos vegetales es que son capaces de regular su temperatura mediante sus procesos biológicos. Pueden amortiguar las oscilaciones térmicas diarias, ya que son capaces de disminuir las temperaturas máximas e incrementar las mínimas. Así como proteger la vivienda del viento.

La temperatura y la humedad son los principales factores que afectan al confort climático. Un correcto uso de la vegetación en la vivienda puede hacer que se consiga una humedad y temperatura idónea. Por tanto, el empleo de plantas se presenta como una herramienta fundamental en la obtención del confort interior, aislando la vivienda, protegiéndola del exceso de radiación solar de forma

estacional (sombreando en verano y dejando pasar la radiación en invierno) y acondicionando el aire que incide en la vivienda, de esta forma se regula la temperatura y humedad, aclimatándola de forma natural.

Los árboles de hoja caduca, son una buena opción para una vivienda sostenible, dan sombra en verano a las fachadas más expuestas al sol, al mismo tiempo que permiten la captación solar en invierno. A la misma vez, las plantas de hoja caduca trepadoras cubren y mejoran el comportamiento de las pérgolas y otros elementos de protección solar instalados en la vivienda, llegando a producir en verano una disminución de temperatura entre 5-10ºC.

La vegetación también puede ser usada como elemento aislante térmico y sonoro, las cubiertas vegetales o las paredes verdes y el sustrato sobre el que se asientan ejercen de un perfecto aislante para las viviendas.

Otro beneficio de las plantas en nuestra vivienda es la reducción de las infiltraciones. El exceso de agua de lluvia puede generar inundaciones, contaminando las fuentes de agua potable y hacer que sea más costoso el tratarlas. Las zonas ajardinadas dentro del edificio permiten aumentar la permeabilidad del suelo, lo que favorece los acuíferos subterráneos, mitigando el impacto de las lluvias y las posteriores inundaciones en la ciudad.

La elección de plantas en la vivienda es muy importante, además de por los motivos nombrados anteriormente, se ha de tener en cuenta plantas que se adapten al clima local y que sobrevivan a pesar de las restricciones del uso del agua, es decir, que se adapten a las precipitaciones regionales. Esto puede suponer un ahorro anual considerable. Al igual que se ha de evitar la instalación de césped, debido a la alta cantidad de agua requerida por este.

5.7.1. DISEÑO VEGETACIÓN

En una de las fachadas de la vivienda se instalará un jardín vertical, el regadío de este jardín se hará mediante gravedad gracias a las aguas pluviales captadas en el techo de la vivienda. Este jardín vertical beneficiará a la climatización de la vivienda, ya que en invierno protegerá del viento, y en verano del sol. La instalación de un jardín vertical tiene un coste entre 25-150 €/m^2 dependiendo de lo frondoso que se instale este. Esta medida no supone mucho mantenimiento, por lo que su rentabilidad y ahorro energético es bastante alto.

Debido a las altas temperaturas de Sevilla, y la incidencia del sol en esta ciudad, se propone poner un huerto en el jardín en lugar del techo de la fachada, ya que en el techo de la fachada las plantas podrían sufrir altas temperaturas, y al ser Sevilla una ciudad de clima cálido, es suficiente el aislante instalado en la construcción de la vivienda.

Con el fin de mejorar la calidad del aire, y provocar sombras en la vivienda, se propone la plantación de una hilera de árboles en el jardín. La inversión de plantar árboles en el jardín no es alta, y supone un gran ahorro energético.

Además de esto se propone el uso de varias plantas en la vivienda:

PLANTAS INTERIOR DE LA VIVIENDA

• Crisantemos y orquídeas – eliminan sustancias químicas

PLANTAS JARDÍN DE LA VIVIENDA

• Jazmín y gardenias – flores aromáticas, relajantes, anti mosquitos y no alergógenas.

• Stachys bizantina – reflejan la luz

5.8 RESIDUOS

Además de las medidas sostenibles anteriormente nombradas, otra medida de ahorro económico y con gran importancia para el medio ambiente es el reciclaje. Plásticos, papeles, vidrios, aceite, pilas son algunas materias que se deben reciclar correctamente. Con el fin de fomentar el reciclaje, se propone la instalación de ductos de reciclaje en el edificio de viviendas. En cada planta los vecinos podrán encontrar 6 compuertas de diferentes colores: amarillo (plástico), azul (papel), verde (vidrio), naranja (aceite), gris (pilas), negro (residuos orgánicos). En la parte superior del ducto ha de ir un sistema de ventilación a la atmósfera, y en la parte inferior de este, un contenedor, que posteriormente será trasladado al centro de reciclaje.

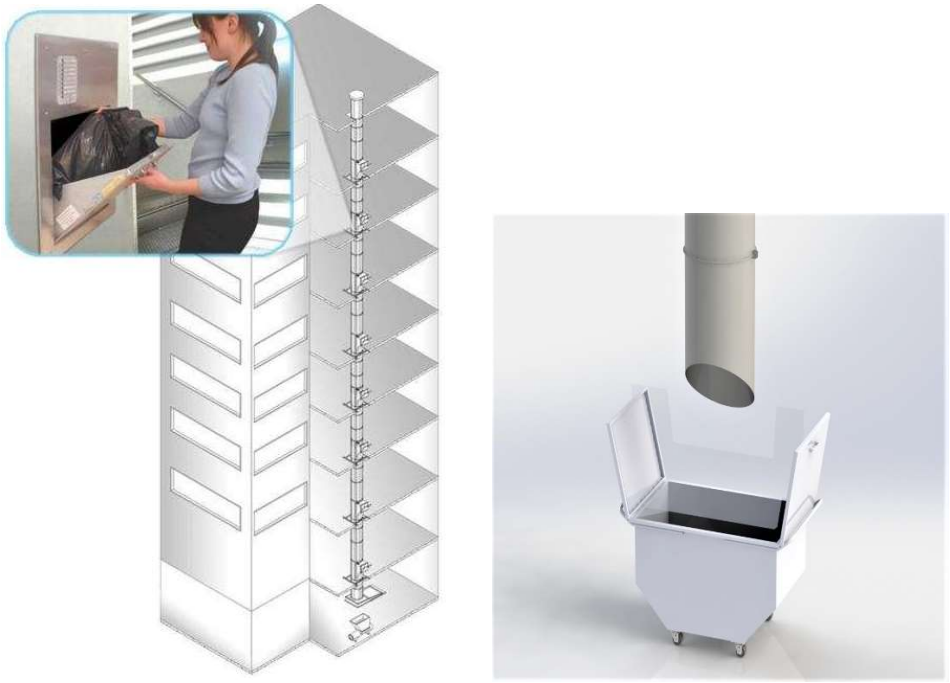


Ilustración 7. Ductos en un edificio de viviendas

Otra medida de reciclaje que se propone es la fabricación de compostaje de residuos orgánicos. Gracias a un sistema de compost se puede reducir los residuos orgánicos de una familia media hasta 180 kg por año (Fernández, y

otros, 2012). Además, el proceso ayuda a reducir en dos tercios el volumen de basura. Se obtiene de una forma sencilla abono orgánico de buena calidad que se puede aplicar en plantas de interior o huertos, sin necesidad de comprar fertilizantes químicos. Además el compost mejora la estructura de la tierra al aportar materia orgánica.

5.8.1 DISEÑO RESIDUOS

Se dispondrán de 4 contenedores de residuos integrados en el mobiliario de la cocina, para materia orgánica, para envases ligeros, para papel y para vidrio.
Todos los residuos serán reciclados en sus contenedores respectivos en los contenedores situados en la calle de la vivienda, salvo los residuos orgánicos. Los residuos orgánicos serán reciclados mediante un sistema de compost en el jardín, este compost será empleados como fertilizante para las plantas y huerto de la vivienda. Los sistemas de compost no tienen un precio muy elevado, teniendo en cuenta que ya se recibe abono procedente del tratamiento de las aguas residuales, el tratamiento de residuos urbanos se considera una medida sobre todo importante para el medio ambiente.

5.9 SISTEMAS ENERGÉTICOS

El ahorro energético, es decir, el ahorro de electricidad, gas, agua. etc. son indispensables para una casa sana, tanto para las personas que viven en ella como para el entorno, ya que la energía obtenida a través de carbón, petróleo o gas, son más contaminantes y producen un impacto negativo sobre el medio ambiente, y además, se van agotando con su consumo. Hoy en día existen otras maneras de obtener energía como puede ser:

- Energía solar térmica/fotovoltaica
- Energía eólica
- Energía hidráulica
- Energía de biomasas
- Energía mareomotriz
- Energía geotérmica

Estas energías tienen una serie de ventajas frente a las fuentes de energía convencionales:

	E. RENOVABLES	E. CONVENCIONALES
VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES	No producen emisiones de CO_2 y otros gases contaminantes a la atmósfera.	Sí emiten CO_2 y otros gases contaminantes.
	No generan residuos de difícil tratamiento.	La energía nuclear y los combustibles fósiles generan residuos que suponen durante generaciones una amenaza para el medioambiente.
	Son inagotables.	Son finitos
VENTAJAS ESTRATÉGICAS	Son autóctonas.	Existen sólo en un número limitado de países.
	Disminuyen la dependencia del exterior.	Los combustibles fósiles son importados en un alto porcentaje.
VENTAJAS SOCIOECONÓMICAS	Crean cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales.	Crean muy pocos puestos de trabajo respecto a su volumen de negocio.
	Han permitido a España desarrollar tecnologías propias	Utilizan en su gran mayoría tecnología importada.

Tabla 7. Ventajas de las energías renovables. Fuente: Guía de energía solar, Madrid 2016

La aplicación de energías renovables a la vivienda puede suponer un gran ahorro económico y reducción de contaminación medio ambiental. A continuación de detallan esta y otras acciones importantes para la sostenibilidad:

- Uso de energías renovables para una parte o la totalidad de la energía consumida por la vivienda.
- Aprovechamiento del calor de las aguas grises y residuales de la vivienda.
- Instalación de controles digitales directos para la temperatura, humedad e iluminación en la mayoría de los espacios.
- Uso de sistemas sostenibles de climatización.

A continuación se describirán estas medidas con más detalle.

5.9.1. PANELES SOLARES

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce gracias a una célula fotovoltaica. Al incidir la luz del sol sobre esta célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar trasmiten su energía a los electrones del semiconductor. Las placas solares hacen que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generando así una corriente eléctrica.

Gracias al gran número de horas de luz en España, es una de las mejores medidas sostenibles para instalar en la vivienda. Su precio de instalación no es alto, y es rentable en pocos años. Hay que tener en cuenta el consumo de la vivienda para saber el número exacto de paneles que necesitará esta. La correcta orientación de los paneles en el techo de la vivienda es algo muy importante a tener en cuenta, ya que esto influirá en que los paneles capten más o menos radiación solar. Lo ideal son paneles movibles que ajusten su grado de inclinación según la época del año.

La producción diaria media de un panel solar es de 1.600 Wh y una vivienda consume de media diaria 9.500 Wh (Corberá, 2015). Sin embargo habrá días en el que esta vivienda pueda consumo más o menos energía de la que producen los paneles instalados, para ello existen las baterías, que acumulan la energía captada por el sol para ser usada cuando sea necesaria, durante la noche o durante los días de poca generación de energía solar.

Una construcción eficiente en términos de energía ha de ser también eficiente en fuentes de iluminación. Utilizar la luz del sol lo más que se pueda, es lo más eficiente, per otra medida es la instalación adecuada de luces LED en la vivienda. Otra opción son las bombillas de bajo consumo, consumen un 80% menos de energía que una bombilla convencional y duran entre seis y ocho veces más. Sin embargo, un led gasta un tercio de energía que lo que gasta una bombilla de bajo consumo y se calientan menos que las halógenas. Su vida útil se prolonga hasta las 50.000 horas, mayor que la de las lámparas de bajo consumo, aunque su precio sea mayor, su rentabilidad es mucho más alta (Neila, 2005).

En la siguiente imagen se puede apreciar un esquema general de una instalación de captación solar:

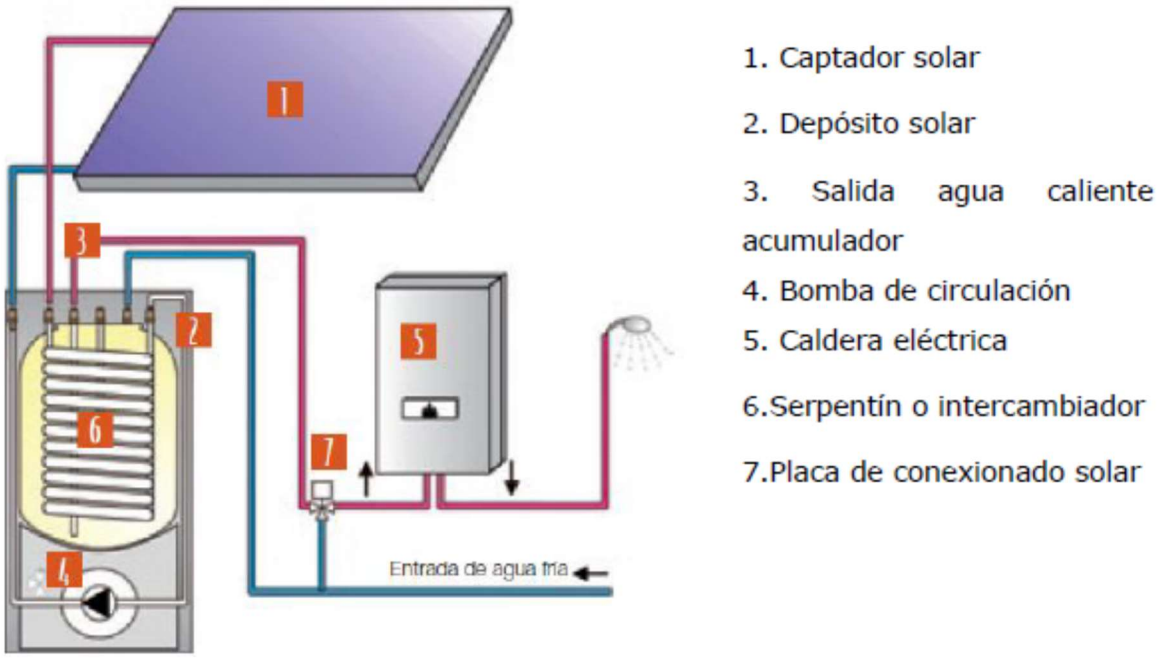


Ilustración 8. Esquema Drain Pack. Energía Solar Térmica. Catálogo Fagor

5.9.2. RECUPERACIÓN DE CALOR DE AGUAS GRISES Y RESIDUALES

En cada ducha con agua caliente, se emplea una media de 40 a 70 litros de agua, a una temperatura (principalmente en otoño e invierno) de 38ºC, en bañeras, entre 200 y 550 litros, igualmente a una temperatura media de 38 ºC, en bidés y lavabos, una media de 1 a 3 litros por uso. Si se aprovechara parte del calor de estas aguas, que acaban finalmente en el desagüe, se podría reducir el consumo de agua y energía en un 35%, de modo que se podría reducir en cada vivienda las emisiones de gases de efecto invernadero hasta en 1 tonelada/año (Pistonesi, 2010).

Para capturar el calor de las aguas residuales producidas en una vivienda, es necesario un recuperador o intercambiador de calor, instalado en un tramo de aguas residuales o grises, que puede capturar el calor de estas aguas y aplicar este calor en otra demanda de agua caliente, que pueda tener lugar en un momento posterior. Si la generación de aguas residuales es concurrente con la necesidad de agua caliente, por ejemplo, en una ducha, el calor directo se puede utilizar mediante un intercambiador regenerativo.



Ilustración 9. Sistema de recuperación de calor en aguas grises (Pistonesi, 2010)

El calor se transfiere desde las aguas residuales que bajan por el conducto central al agua fría, que al mismo tiempo se mueve hacia arriba a través del circuito. Este dispositivo permite elevar la temperatura original de la red de agua fría desde los 10 ºC hasta unos 24 ºC.

La instalación de este tipo de dispositivos es rentable desde el momento inicial en edificaciones donde la implantación de esta tecnología sea prevista durante la fase de desarrollo del proyecto y construcción del edificio.

Suponiendo una situación poco favorable, con un caudal mínimo de agua residual de 5 l/s y una temperatura de 10°C, se podrían obtener 40 kW. Lo que equivale a un rendimiento mínimo de 8 kW/ (l/s) (Mollá, 2015). La eficiencia de las bombas de calor incrementa a medida que disminuye la temperatura a la cual debe llegar el fluido que transporta el calor a través del edificio. Esto conlleva un especial beneficio en el caso de edificios nuevos con sistemas de calefacción que utilizan temperaturas bajas, como por ejemplo las instalaciones de calefacción por suelo o superficies radiantes que se verán en el siguiente punto.

5.9.3. USO DE CONTROLES DIGITALES

Regular el consumo de energía que se dedica a la calefacción y el aire acondicionado es posible gracias a la instalación de un termostato programable. Con ello, el sistema sólo trabaja hasta que alcanza la energía designada y no sobre calienta (o sobre enfría) el espacio. Adicionalmente, un termostato programable permite reducir/aumentar primero, dependiendo de la estación, con lo que se puede lograr un ahorro adicional.

De esta misma forma se pueden instalar sensores de presencia en las diferentes habitaciones, como por ejemplo en pasillo, baño, cocina… para que únicamente se encienda la luz de la habitación cuando se detecte que hay alguien en ella, de esta forma se evita que las luces de ciertas habitaciones se queden encendida por olvidos, cuando realmente no son necesarias.

5.9.4. SISTEMAS SOSTENIBLES DE CLIMATIZACIÓN

Como medida sostenible para la climatización de viviendas se propone la aerotermia. La aerotermia obtiene la energía para calentar el hogar de dos fuentes distintas, un 25% del suministro eléctrico, y el 75% restante, del aire exterior de forma gratuita, lo que permite una rápida amortización de los equipos, gracias a su gran ahorro económico. (Jímenez, 2015). Este sistema se basa en el aprovechamiento de la energía térmica existente en el aire exterior para calentar la vivienda o el agua caliente sanitaria. Además de reducir el consumo de energía, la aerotermia disminuye las emisiones de CO_2. Es compatible con sistemas de captación solar.

Un equipo de aerotermia puede suministrar calefacción por aire, radiador o suelo radiante, y proporcionar aire acondicionado en verano.

Otra ventaja de la aerotermia es el rango de temperaturas de operación, puede ofrecer calor/frío aunque las temperaturas exteriores sean extremas. Se puede adaptar fácilmente a otros sistemas convencionales ya instalados en la vivienda, por lo que no es imprescindible su instalación únicamente en obras nuevas.

5.9.5 DISEÑO ENERGÉTICO TEÓRICO

A continuación se va a realizar el diseño energético teórico según bibliografía y los apartados anteriores. En el apartado 6, se realizará el estudio energético según los programas SketchUp, Open Studio y Energy Plus.

Se propone la instalación de paneles solares en el tejado. Esta es una buena manera de reducir la factura de la luz.

Un panel solar de 250W, y su instalación cuesta en torno a 600€. La producción orientativa de dicho panel es de 350kWh al año, cantidad de energía eléctrica que se eliminaría de la factura (Rytoft, 2015).

Si el precio de la electricidad es en torno a 0,165 euros/kWh, el ahorro sería de casi 60 euros al año, por lo que en 10 años se habrá amortizado la instalación. La vida útil estimada de los paneles es de 25 años.

A continuación se puede apreciar el esquema de la instalación solar a instalar en la vivienda:

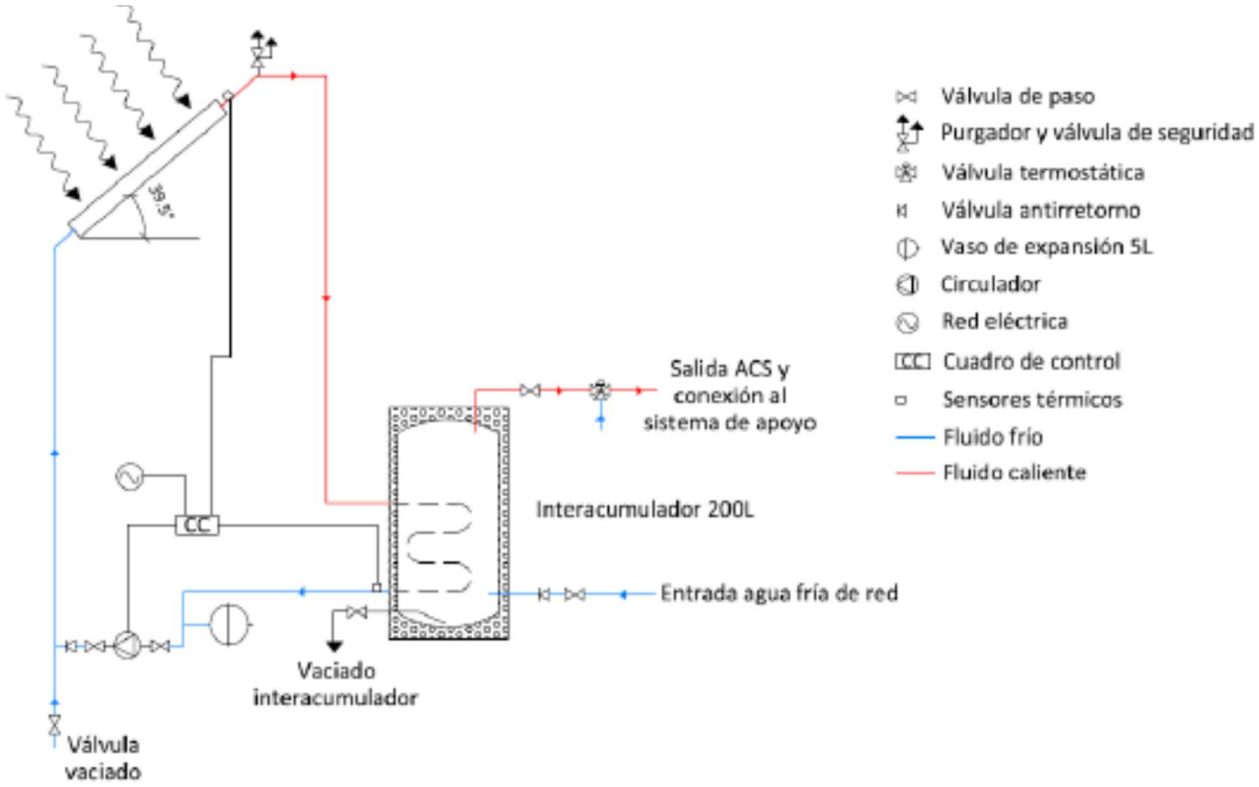


Ilustración 10. Esquema instalación solar

Se propone la instalación de una única placa solar, ya que el sistema irá combinado con aerotermia, sistema el cual proporcionará la mayor parte de la energía necesaria en la vivienda.

Respecto a la energía térmica, el diseño de un recuperador de calor de las aguas sanitaria consiste en un in intercambiador de calor con un tubo central de cobre de 2 a 6 pulgadas de diámetro que transporta el agua residual caliente con un conducto que forma un circuito helicoidal, adherido a su superficie un tubo de

cobre de ½ pulgada (Arencibia-Carballo, 2016). Además sería necesario una bomba de calor y un depósito de agua. Este sistema tiene un coste muy elevado, para uso residencial, por lo que no se tendrá en cuenta para el diseño de la vivienda.

Se dotara a la vivienda de una instalación de climatización individualizada por zonas y centralizada a través de un sistema de aerotermia formado por bomba de calor que proporcionará refrigeración en verano, calefacción en invierno y agua caliente.
Por lo que el calentamiento de agua será mediante energía solar y/o por la bomba de calor de aerotermia para aprovecha el calor presente en el aire ambiente como fuente de energía renovable.

Cada estancia climatizada dispondrá de un fancoil que se regulará individualmente del resto de la vivienda. Los fan coils se instalarán en la pared a la altura del suelo para una mejor distribución del frio y calor, se instalará una unidad por estancia. La combinación de aerotermia con fan coils consigue un elevado rendimiento energético a la vez que proporciona un gran confort en toda la vivienda, ya que el agua fría o caliente, se distribuye por las tuberías aportando calefacción o refrigeración según sean las necesidades.

Además, se integrarán unos termostatos que permiten controlar de forma independiente la temperatura de cada fan coil, lo que permite controlar de forma individual cada estancia proporcionando la climatización adecuada en cada momento. Otra medida de ahorro energético será la instalación de sensores de movimiento en pasillos, entrada, escaleras, porche y baños.

Es un sistema eficiente, que cubre todas sus necesidades de climatización y que además de ser eficiente y no generar emisiones de CO_2, permite reducir el gasto en electricidad en climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria). El resto del consumo eléctrico será proporcionado por los paneles solares, por lo que la vivienda será completamente autosuficiente.

6. DISEÑO ENERGÉTICO

El edificio diseñado consta de 3 estancias diferenciadas, dos en la planta baja y otra en la planta superior, como se comentó anteriormente. En total el edificio consta de 7 ventanas:

- Una ventana instalada en la zona de la entrada al edificio (zona termal 1)
- Cuatro ventanas instaladas en la planta baja del edificio (zona termal 3) se encuentran dos ventanas con dirección sur, una en la dirección norte y otra en el oeste.
- En la planta superior (zona termal 2) se encuentran ubicadas una ventana en el este y otra en el oeste.

Para el diseño del siguiente modelo se ha seleccionado en el programa que todas las ventanas del edificio sean de vidrio 4-6-4, como se comentó en el apartado anterior de materiales de construcción este es un material óptimo que evitará pérdidas de temperatura en la vivienda. En todas las ventanas se han instalado persianas en la parte superior, esta era otra de las medidas comentadas en el apartado de diseño y eficiencia energética. Gracias al uso de persianas se puede evitar que suba la temperatura en verano, y que baje la temperatura en la vivienda en invierno o durante la noche. En cuanto al tipo de construcción para la entrada del edificio se ha seleccionado una estructura de ladrillo, mientras que para el resto de la edificación se ha optado por un aislante exterior, para mejorar la eficiencia energética de la vivienda. La zona superior del edificio se ha construido como una zona de oficinas, la planta baja como una zona de vivienda unifamiliar.

En las siguientes imágenes se puede apreciar el diseño del edificio construido:

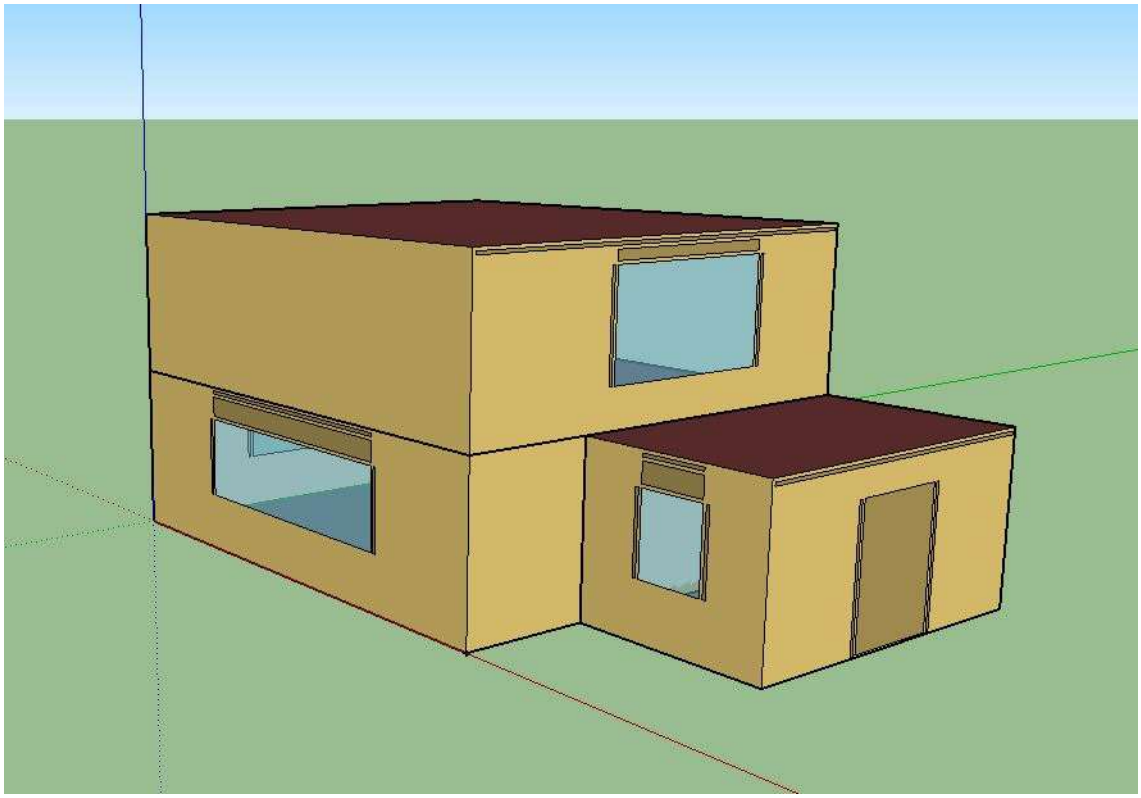


Ilustración 11. Edificio vista Sur/Oeste

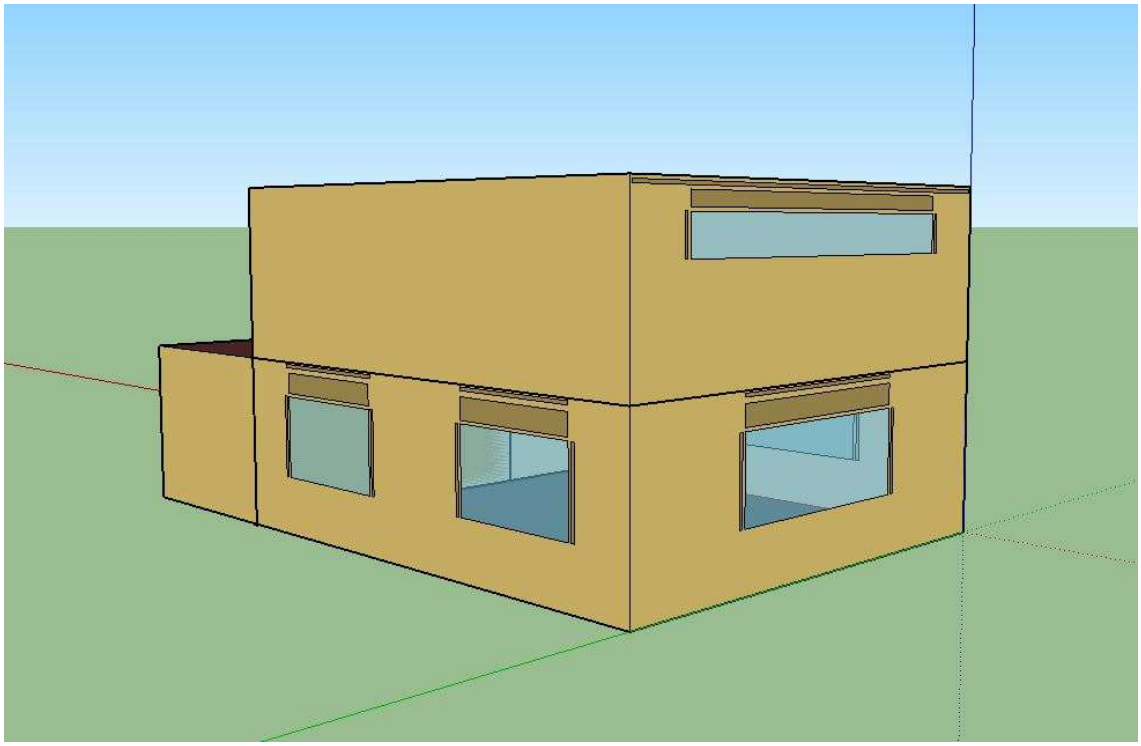


Ilustración 12. Edificio vista Norte/Este

A continuación se procede al estudio energético del caso base, a partir de los resultados obtenidos se propondrán medidas para la optimización del mismo. La siguiente tabla se obtiene a través de la simulación con Open Studio, donde se pueden apreciar las características constructivas del edificio diseñado:

	Área [m^2]	**Volumen [m^3]**	**Área de la pared bruta sobre el suelo [m^2]**	**Área de cristal de la ventana [m^2]**	**Área de apertura [m^2]**	**Iluminación [W/m^2]**	**Personas [m^2/persona]**
Zona termal 1	15.18	38.71	28.20	1.20	1.20	0.0000	
Zona termal 2	71.66	144.02	63.90	13.26	13.26	30.000	43.00
Zona termal 3	56.48	144.02	76.81	7.28	7.28	100.000	17.00
Total	143.32	326.76	168.91	21.74	21.74	54.408	28.73

Tabla 8. Open Studio, datos áreas caso base

En cuanto a los datos energéticos de demanda del edificio diseñado, se puede apreciar a través de la siguiente tabla, que se requerirían en total 9,65 GJ, de los cuales 4,22 serían de luz y 5,43 GJ de equipos.

	Iluminación Interior	**Equipamiento interior**	**Total**
Electricidad [GJ]	4.22	5.43	9.65

Tabla 9. Open Studio, datos consumo eléctrico caso base

Al no disponer de ningún equipo para autoabastecerse energéticamente, el edificio obtendrá la electricidad de la red.

	Electricidad procedente servicios públicos
Electricidad [GJ]	9.648
Porcentaje de electricidad [%]	100.00

Tabla 10. Open Studio, datos eléctricos caso base

El calor aportado al edificio viene definido en la siguiente tabla. Proporciona resultados para cada zona del edificio para los principales componentes de aumento de calor. Las primeras cinco columnas muestran las ganancias de calor por personas, iluminación, equipos, ventanas e infiltración se muestran cuando se añade calor a la zona. Las siguientes dos columnas representan cuando se quita el calor de la zona.

A continuación, se muestra cada variable de salida que se utiliza para cada columna. Los valores positivos se muestran como adiciones y los valores negativos se muestran como eliminación para las variables.

	Calor personas [GJ]	**Calor iluminación [GJ]**	**Calor equipos [GJ]**	**Calor ventanas [GJ]**	**Infiltraciones de calor [GJ]**	**Otros calores [GJ]**
ZONA TERMAL 1	0.000	0.000	0.000	3.012	0.719	0.172
ZONA TERMAL 2	2.498	0.678	3.870	27.691	0.599	0.000
ZONA TERMAL 3	1.133	3.542	1.558	15.123	0.048	0.000
Instalación total	3.630	4.220	5.428	45.827	1.367	0.172

Tabla 11. Open Studio, calor aportado caso base

El calor eliminado en las diferentes zonas del edificio viene representado en la siguiente tabla:

	Calor eliminado por las ventanas [GJ]	**Eliminación calor por infiltración [GJ]**	**Conducción de superficies opacas y otras infiltraciones de calor [GJ]**
ZONA TERMAL 1	-0.237	-3.666	0.000
ZONA TERMAL 2	-3.959	-3.254	28.124
ZONA TERMAL 3	-3.370	-2.686	15.348
Instalación total	-7.566	-9.606	43.472

Tabla 12. Open Studio, calor eliminado caso base

Analizando los datos climáticos obtenidos en la simulación, se pueden conocer las zonas y temporadas del año sobre las que más incide el sol. Las fechas estudiadas por Open Studio son las fechas y horas más características del sol. Comienzo de la primavera, verano e invierno, a las 9 de la mañana, mediodía y 9 de la noche:

	Marzo 21 9am	Marzo 21 12pm	Marzo 21 3pm	Junio 21 9am	Junio 21 12pm	Junio 21 3pm	Diciembre 21 9am	Diciembre 21 12pm	Diciembre 21 3pm
Ventana Garaje	1.00	1.00	0.97	0.00	1.00	0.84	1.00	1.00	1.00
Ventana Norte Planta Baja	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ventana Este Planta Alta	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Ventana Sur Planta Baja 2	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ventana Sur Planta Baja 1	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ventana Oeste Planta Alta	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
Ventana Este Planta Alta	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00

Tabla 13. Open Studio, incidencia solar, caso base

Gracias al estudio de la tabla anterior se puede observar que la zona en la que incide más el sol a lo largo del año es la cara norte y oeste del edificio, esto cumple lo que ya se comentó en apartados anteriores.

6.1 OPTIMIZACIÓN CASO BASE

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el caso base, se proponen 3 medidas de optimización energética del edificio:

- Instalación de sombras: gracias a unos voladizos instalados en la parte superior de las ventanas se quiere estudiar la reducción de consumo energético en la vivienda
- Instalación de paneles fotovoltaicos: con la instalación de paneles solares se quiere reducir el uso energético a través de la red, con el fin de obtener una casa autosuficiente energéticamente.
- Instalación de lamas: para reducir la incidencia solar en las ventanas, y así reducir el consumo energético en la vivienda.

En cada caso se realizará una comparativa de la medida tomada con respecto al caso base, es decir, el edificio sin la implantación de ninguna de las medidas.

Las medidas que se irán comparando en los diferentes casos de estudios serán:

1. Incidencia del sol sobre el edificio
2. Calor cedido y eliminado por los diferentes sistemas
3. Procedencia de la electricidad empleada en la vivienda

Por último se comparará todas las medidas tomadas entre ellas para saber cuál sería la medida más eficiente de todas, y por lo tanto, cual es la medida por la que se ha de optar el diseño de la vivienda de estudio, y se propondrá un último caso de estudio en base a los resultados obtenidos

6.1.1 INSTALACIÓN DE SOMBRAS

La primera propuesta es la implantación de voladizos que generan sombras en aquellas ventanas que reciben mayor fracción de radiación a lo largo del año. Analizando la tabla 26 se deduce fácilmente que el lado del edificio sobre el que más incide el sol es la cara norte y oeste. Para disminuir esto, se propone la instalación de toldos sobre las paredes norte del edificio, con ello se consigue disminuir el calor aportado por el sol en ciertas épocas del año. Dado la diferencia de tamaño, se decide instalar en la pared de la planta baja un toldo de 1m y en la entrada al ser una ventana y recinto de menor tamaño, y ser solo una zona de paso, se ha instalado un toldo de 0,5m. La siguiente imagen muestra el edificio con los toldos instalados:

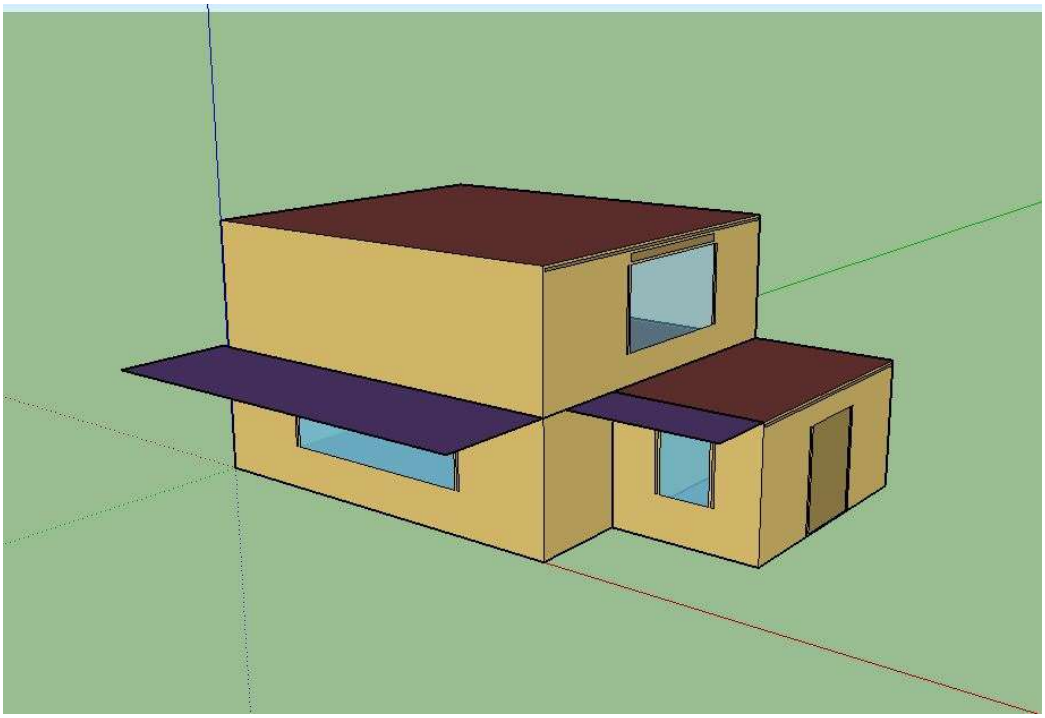


Ilustración 13. Edificio con sombras

A través de esta medida se quiere disminuir la incidencia del sol por lo que a continuación se va a estudiar:

1. Incidencia del sol sobre el edificio
2. Calor cedido y eliminado por los diferentes sistemas

El apartado 3 en esta propuesta no será estudiado, ya que la procedencia de la energía consumida en el edificio no afectará con la instalación toldos.

Gracias a esta medida se disminuye la incidencia solar en la cara norte del edificio, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

FRACCIÓN SOLEADA / VENTANA	**Marzo 21 9am**	**Marzo 21 12pm**	**Marzo 21 3pm**	**Junio 21 9am**	**Junio 21 12pm**	**Junio 21 3pm**	**Diciembre 21 9am**	**Diciembre 21 12pm**	**Diciembre 21 3pm**
Ventana Garaje	0,62	0	0	0	0	0	1	0,41	0,37
Ventana Norte Planta Baja	0,58	0	0	0	0	0	1	0,36	0,32
Ventana Este Planta Alta	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Ventana Sur Planta Baja 2	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Ventana Sur Planta Baja 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ventana Oeste Planta Alta	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ventana Este Planta Alta	1	1	0	1	1	0	1	1	0

Tabla 14. Open Studio, incidencia solar con sombras

En los siguientes gráficos se puede apreciar la diferencia entre el caso base y como se ha conseguido optimizar el diseño a través de los toldos. Gracias a la instalación de los toldos, la incidencia del sol sobre el edificio disminuye en todos los meses, salvo en el mes de diciembre por la mañana, que es el punto donde el sol se encuentra más bajo.

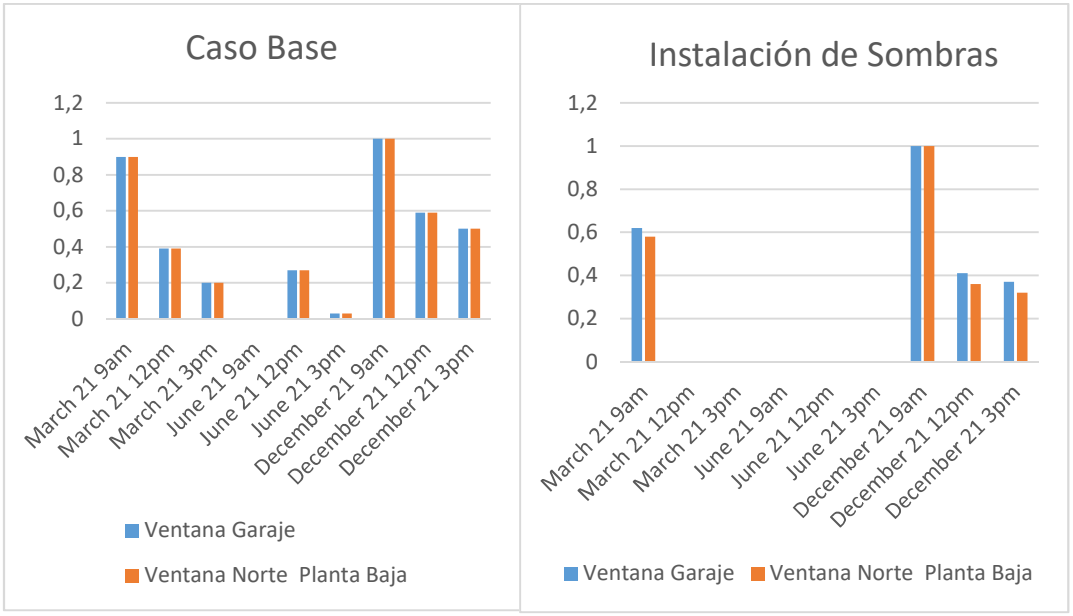


Gráfico 5. Incidencia solar caso base VS instalación sombras

Analizando también la tabla del calor que ceden y quitan los diferentes sistemas del edificio, se puede apreciar que el calor aportado por las ventanas ha disminuido:

	Calor personas [GJ]	Calor iluminación [GJ]	Calor equipos [GJ]	Calor ventanas [GJ]	Infiltraciones de calor [GJ]	Otros calores [GJ]
ZONA TERMAL 1	0,0000	0,0000	0,0000	1,7800	0,7190	0,1720
ZONA TERMAL 2	2,4980	0,6780	3,8700	18,7000	0,5990	0,0000
ZONA TERMAL 3	1,1330	3,5420	1,5580	8,3000	0,0480	0,0000
Instalación total	3,6300	4,2200	5,4280	32,9800	1,3670	0,1720

Tabla 15. Open Studio, calor cedido con sombras

	Calor eliminado por las ventanas [GJ]	Eliminación calor por infiltración [GJ]	Conducción de superficies opacas y otras infiltraciones de calor [GJ]
ZONA TERMAL 1	-0,237	-3,666	-1,232
ZONA TERMAL 2	-2	-3,254	21,091
ZONA TERMAL 3	-3,37	-2,686	8,525
Instalación total	-13,566	-9,606	24,625

Tabla 16. Open Studio, calor eliminado con sombras

Analizando los resultados anteriores, se observa una reducción de la radiación solar que entra por las ventanas desde 45,857 a 32,98 GJ. Esto implica que el balance de energía dentro del edificio tenga que satisfacer una extracción de

calor menor mediante métodos activos (por ejemplo aire acondicionado) que consumen energía (24.625 GJ en lugar de 43.472 GJ).
Lo anterior se ha conseguido limitando la radiación solar con medios que producen sombra, por ejemplo toldos.

Sin embargo, toda la energía consumida será proporcionada por la red pública nuevamente, como se ha comentado anteriormente, al no haber instalado ningún otro medio para obtener energía. Esta será la siguiente medida de optimización del caso base que se propondrá para el sistema de estudio.

6.1.2 INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Para la disminución de la demanda energética del edificio se decide instalar un panel fotovoltaico, para que el edificio se pueda autoabastecer a base de la energía solar captada, y no con energía de la red pública. A continuación se muestra una imagen del edificio con paneles fotovoltaicos. Gracias al estudio de la incidencia del sol sobre el edificio, se conoce que el lado sobre el que más incide el sol es la cara norte del edificio, por ello se va a estudiar la instalación del panel sobre el techo del edificio, de mayor superficie, y sobre la cara norte superior de la casa, de una menor superficie.

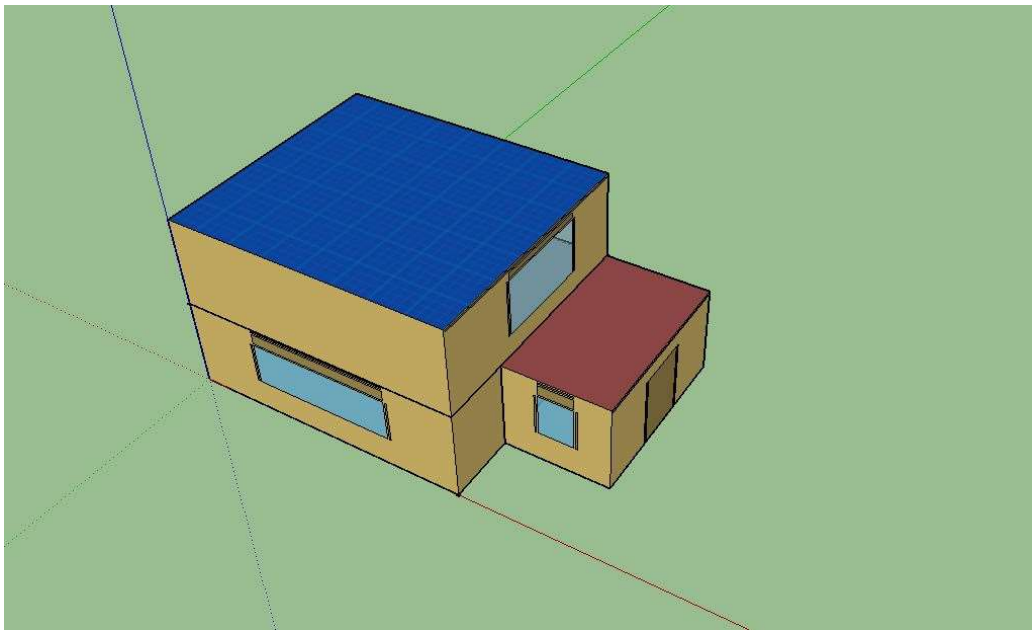


Ilustración 14. Edificio con paneles fotovoltaicos techo

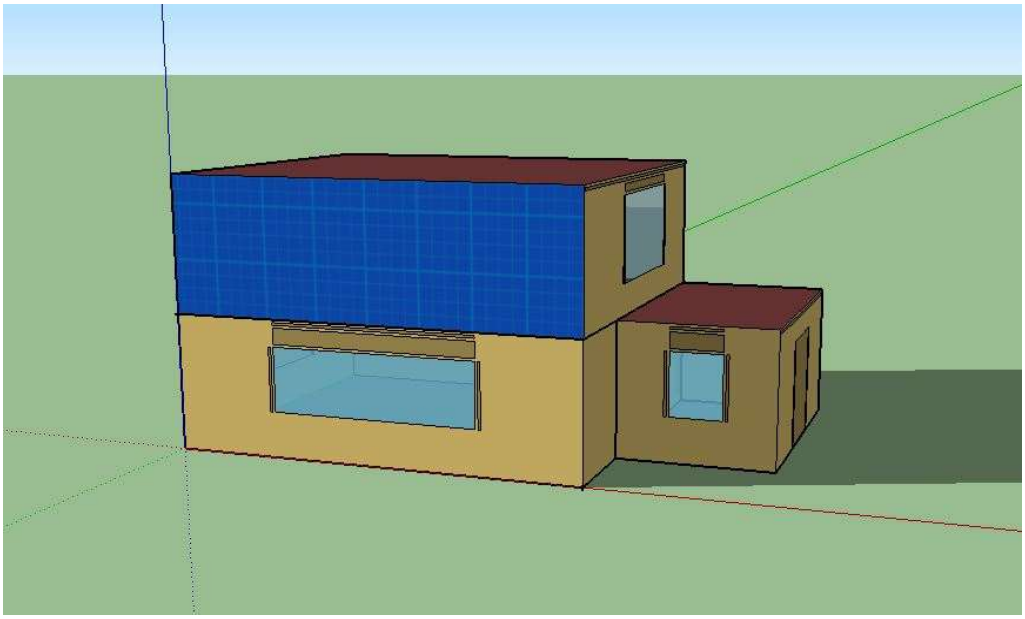


Ilustración 15. Edificio con paneles fotovoltaicos fachada

En este apartado serán estudiados únicamente los apartados 2 y 3, es decir:

2. Calor cedido y eliminado por los diferentes sistemas
3. Procedencia de la electricidad empleada en la vivienda

La instalación de paneles fotovoltaicos (caso de estudio número 1) no afecta a la incidencia del sol sobre el edificio, por lo que el estudio de las sombras será el mismo que en el caso base.

Observando la tabla de consumo eléctrico se puede apreciar como ahora aparecen nuevas columnas, según la energía suministrada por el panel fotovoltaico. En ella se puede apreciar un resumen de la procedencia de la energía requerida por el edificio. Muestra los diferentes métodos para satisfacer las cargas eléctricas del edificio. Los flujos hacia y desde la eléctrica y, finalmente, la electricidad total utilizada en el sitio se comparan con el total generado en el sitio más la cantidad neta de la empresa eléctrica. Los porcentajes mostrados se basan en la electricidad total utilizada por los usos finales.

	Energía Fotovoltaica	Conversión de energía	Electricidad procedente red pública	Excedente de electricidad a red pública	Electricidad neta de la red pública	Energía total empleada
Electricidad [GJ]	19.143	-0.38	3.327	12.438	-9.11	9.648
Porcentaje Electricidad [%]	198.41	-4.0	34.48	128.91	-94.4	100.00

Tabla 17. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos fachada

En los siguientes gráficos se compara el caso base, frente a la instalación de panel fotovoltaico en el techo de la vivienda y en la fachada norte del mismo. Donde se observa que la demanda eléctrica es menor mediante la instalación de un panel en el techo, al ser mayor la energía captada por el panel fotovoltaico.

	Energía Fotovoltaica	Conversión de energía	Electricidad procedente red pública	Excedente de electricidad a red pública	Electricidad neta de la red pública	Energía total empleada
Electricidad [GJ]	71.943	-1.44	8.979	50.538	-41.56	28.945
Porcentaje Electricidad [%]	248.55	-5.0	31.02	174.60	-143.6	100.00

Tabla 18. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos techo

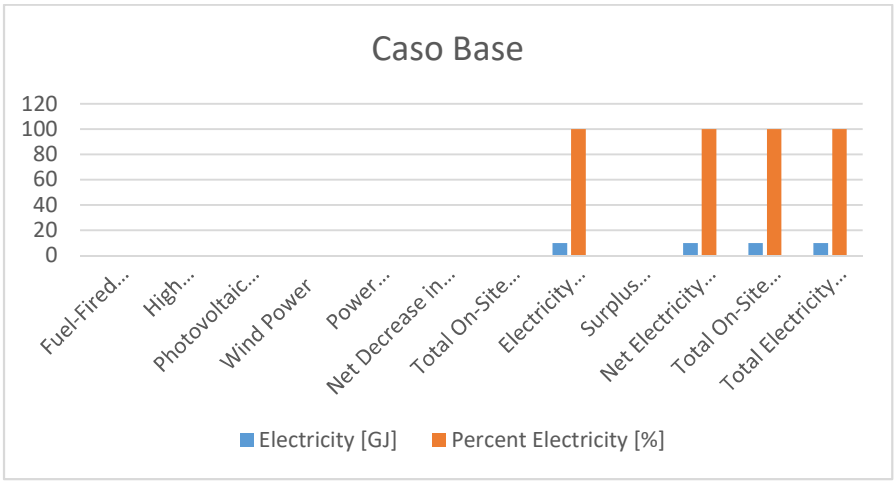


Gráfico 6. Consumo eléctrico caso base

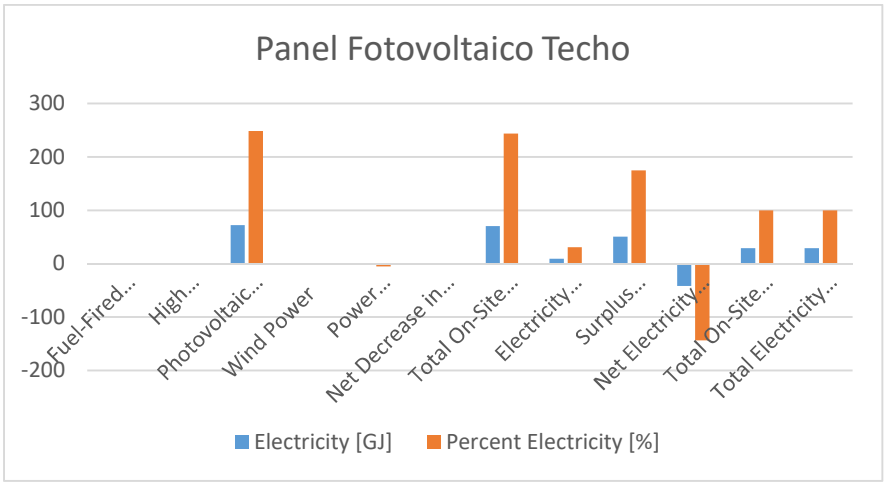


Gráfico 7.Consumo eléctrico panel fotovoltaico techo

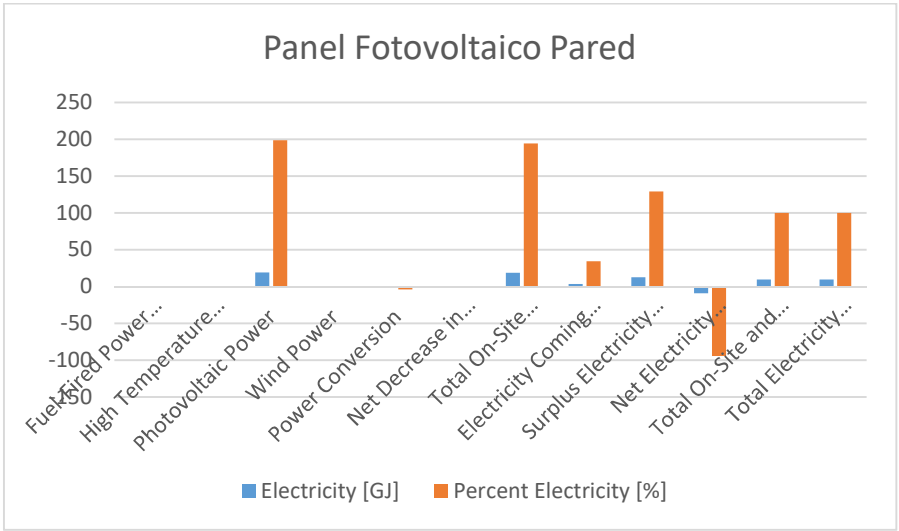


Gráfico 8.Consumo eléctrico panel fotovoltaico fachada

Analizando los resultados anteriores, se observa una generación de energía mayor que la demanda del edificio gracias a la instalación de placas fotovoltaicas. Parte de esta energía generada se emplea en satisfacer la demanda del edificio y el resto puede ser inyectado en la red eléctrica, obteniendo así un beneficio extra al venderla, o almacenadas en baterías para posteriores usos de la vivienda. Por lo que cabe esperar que, aunque la inversión inicial sea mayor, los beneficios serán mayores. Entre las dos medidas propuestas, la instalación de paneles solares en el techo es más óptima que la instalación de paneles solares en la fachada, esto puede deberse a la posición respecto del sol en el techo.

6.1.3 INSTALACIÓN DE LAMAS

Una tercera medida propuesta, es la instalación de lamas en la fachada norte del edificio. Se elige la fachada norte, ya que gracias a la tabla 26 se observó que era la pared del edificio sobre la cual incidía el sol a lo largo del año. A continuación se puede apreciar una foto del edificio con las lamas instaladas.

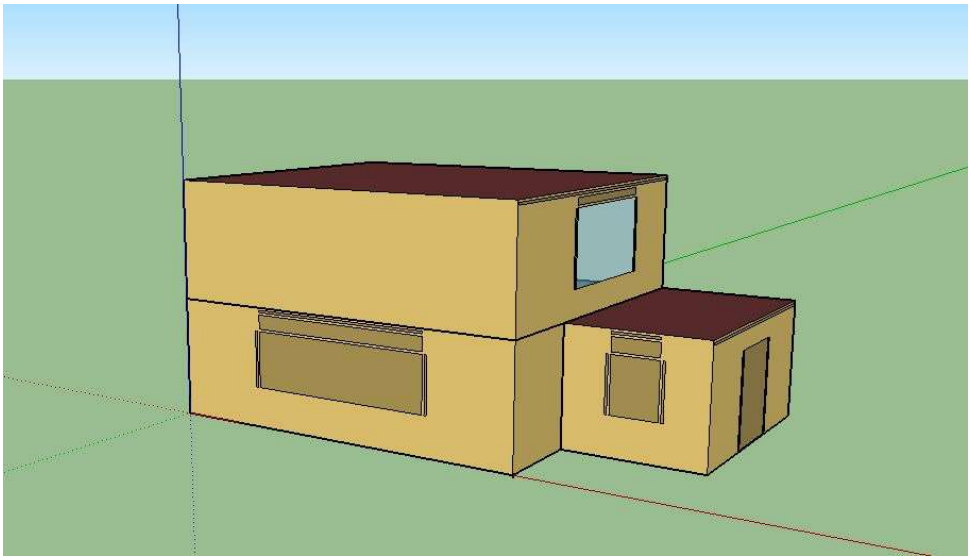


Ilustración 16. Edificio con instalación de lamas

En este caso, al igual que en el caso 1, los datos a comparar serán:

1. Incidencia del sol sobre el edificio
2. Calor cedido y eliminado por los diferentes sistemas

La instalación de lamas en el edificio disminuirá la incidencia del sol, evitando que entre esta en el edificio, por lo que esta ha de ser objeto de estudio. A continuación se añade dicha tabla:

FRACCIÓN SOLEADA / VENTANA	Marzo 21 9am	Marzo 21 12pm	Marzo 21 3pm	Junio 21 9am	Junio 21 12pm	Junio 21 3pm	Diciembre 21 9am	Diciembre 21 12pm	Diciembre 21 3pm
Ventana Garaje	0,53	0	0	0	0	0	1	0,36	0,36
Ventana Norte Planta Baja	0,42	0	0	0	0	0	1	0,19	0,19
Ventana Este Planta Alta	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Ventana Sur Planta Baja 2	0	0	1	0	0	1	0	0	1
Ventana Sur Planta Baja 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ventana Oeste Planta Alta	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ventana Este Planta Alta	1	1	0	1	1	0	1	1	0

Tabla 19. Open Studio, incidencia solar con lamas

Como se puede apreciar en los siguientes gráficos, al igual que en el primer caso a estudiar, disminuirá la incidencia del sol considerablemente salvo en el mes de diciembre. En posteriores apartados se estudiará el caso óptimo entre todas las medidas adoptadas.

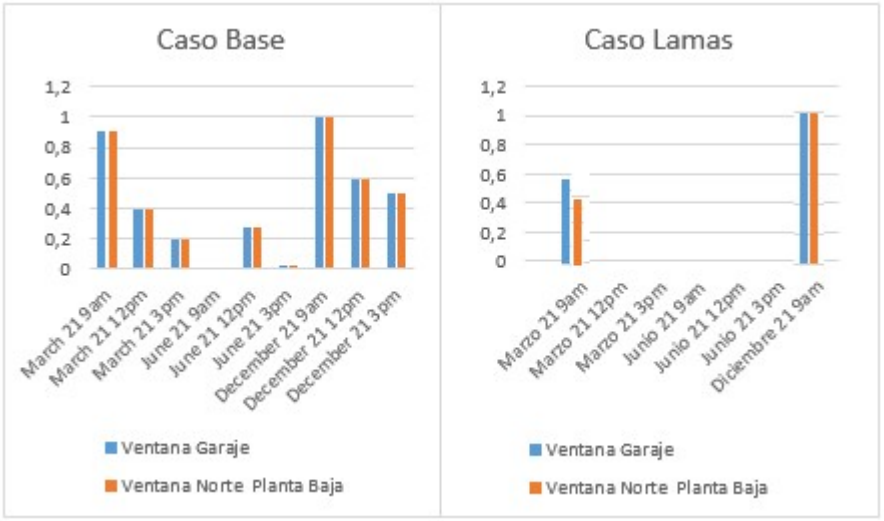


Gráfico 9. Incidencia solar caso base VS instalación lamas

En la siguiente tabla se observa como el calor absorbido y eliminado a través de la ventana ha disminuido considerablemente frente al caso base, salvo en la zona termal 2, planta alta del edificio, donde no se ha instalado ninguna ventana con lamas para la disminución de radiación solar.

	Calor personas [GJ]	Calor iluminación [GJ]	Calor equipos [GJ]	Calor ventanas [GJ]	Infiltraciones de calor [GJ]	Calor eliminado por las ventanas	Eliminación de calor por infiltración	Conducción de superficie opacas y otro
ZONA TERMAL 1	0,0000	0,0000	0,0000	2,300	0,8060	-1,3300	-3,5400	0,0000
ZONA TERMAL 2	2,5040	0,6780	3,8700	13,382	0,6380	-2,4840	-3,1380	15,4500
ZONA TERMAL 3	1,1490	3,5420	1,5580	1,200	0,0520	-2,8800	-2,6140	3,6870
Instalación total	3,6530	4,2200	5,4280	28,560	1,4960	-5,7830	-9,2920	31,0160

Tabla 20. Open Studio, calor cedido/eliminado con lamas

La energía consumida del edificio procederá exclusivamente de la red eléctrica, ya se no se ha instalado ningún otro medio para ello, por este motivo, no tiene sentido estudiar el punto 3.

6.2 COMPARATIVA MEDIDAS EMPLEADAS

En los anteriores apartados se ha podido comprobar que todas las medidas optimizaban el caso base, en este apartado se compararán las tres medidas tomadas entre ellas, con el fin de deducir cual es la medida óptima.

1. Incidencia del sol sobre el edificio

Respecto al caso base se deciden tomar dos medidas que influyen en la incidencia del sol sobre el edificio:

- Instalación de toldos
- Instalación de lamas

Ambas medidas tienen la finalidad de evitar el calentamiento de la vivienda por el sol. Sin embargo, la tercera medida tomada, no afecta a la incidencia del sol, como ya se estudió anteriormente.

A continuación se muestran los 3 gráficos anteriormente estudiados, donde se muestra con claridad que entre las 3 opciones (caso base, instalación de toldos en caso base e instalación de lamas) la mejor opción es la instalación de lamas:

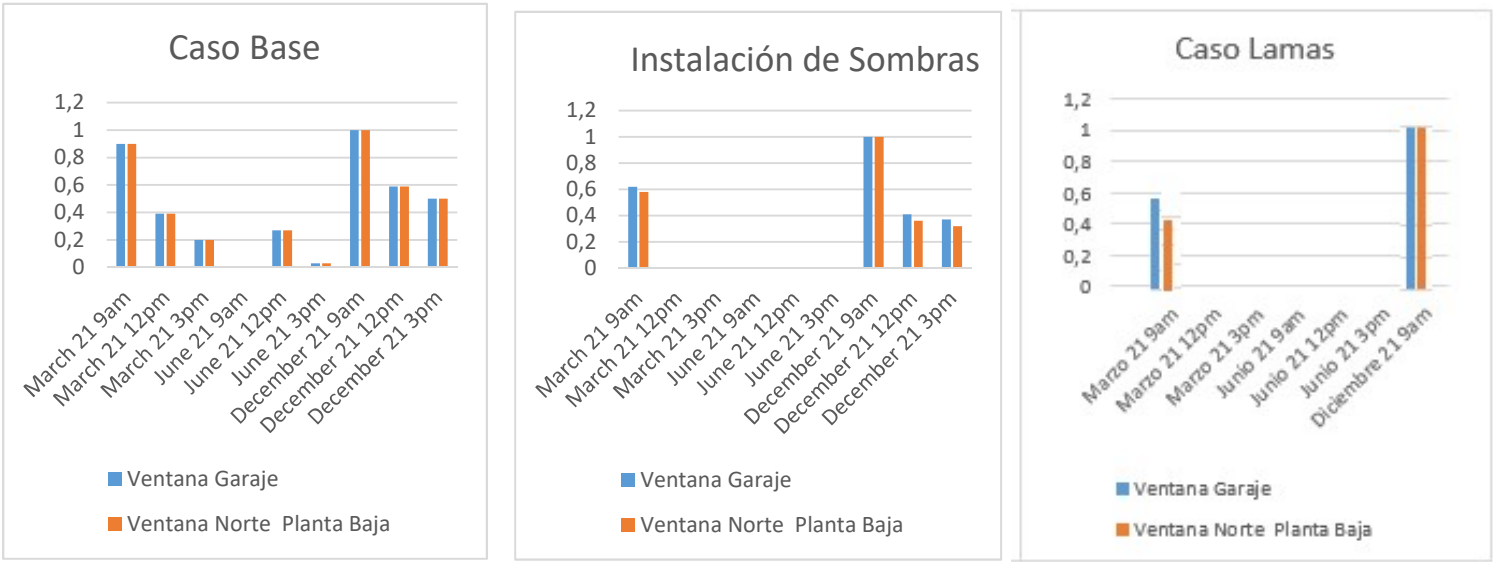


Gráfico 10. Comparativa incidencia del sol sobre el edificio

Por lo que se deduce fácilmente, que para el diseño de una vivienda, y el próximo caso de estudio, la medida óptima elegida es la instalación de lamas.

Esta medida da mejores resultados frente a las persianas ya que las lamas se encuentran sobre toda la superficie de la ventana durante todo el año, evitando que entre una gran de luz solar, y por lo tanto evitando la subida de temperatura en la vivienda. Sin embargo, con los toldos, según la posición del sol, se evitará que incida el sol o no, ya que al encontrarse el toldo instalado en la parte superior de la ventana, si el sol se encuentra frente a la ventana, el toldo no evitará la incidencia del sol.

2. Calor cedido y eliminado por los diferentes sistemas

Todas las medidas tomadas afectan al calor cedido y eliminado en la vivienda. En las dos primeras medidas (instalación de toldos e instalación de lamas) la incidencia del sol se ve disminuida, y por lo tanto, la temperatura del edificio disminuye, necesitando por tanto menos aparatos eléctricos para enfriar la vivienda, como pueden ser aires acondicionados. Como se comentó anteriormente estos aparatos consumen la mayor parte de la energía de la vivienda, y al estar la casa situada en Sevilla, este recalentamiento de la vivienda por parte del sol sería muy alto. Gracias a la medida de instalación de placas solares, la energía que se consuma en la vivienda se puede obtener del sol, incluso obtener beneficios de la energía sobrante captada. Como ya se comentó anteriormente, entre las dos medidas estudiadas, la instalación del panel fotovoltaicos en el techo es mejor que le instalación del panel sobre la fachada. Esto se debe a que en el techo, durante todo el año y la mayoría de las horas el sol puede ser captado por las placas, sin embargo, en la fachada habrá ciertas épocas del año y horas en el que el sol no incida sobre estas placas, al encontrarse en la cara opuesta.

3. Procedencia de la electricidad empleada en la vivienda

Entre todas las medidas tomadas la única que afecta a la procedencia de la energía es la opción de instalar placas solares en la vivienda, como ya se comentó en los puntos anteriores. Mediante la instalación de lamas y toldos y en el caso base, la energía empleada en la vivienda procede de la red pública.

	Electricidad procedente servicios públicos
Electricidad [GJ]	9.648
Porcentaje de electricidad [%]	100.00

Tabla 21. Open Studio, datos eléctricos caso base

Mientras que gracias a la instalación de las placas solares toda la energía empleada a la vivienda será solar. Entre ambas medidas la óptima es la instalación de paneles en el techo.

	Energía Fotovoltaica	**Conversión de energía**	**Electricidad procedente red pública**	**Excedente de electricidad a red pública**	**Electricidad neta de la red pública**	**Energía total empleada**
Electricidad [GJ]	71.943	-1.44	8.979	50.538	-41.56	28.945
Porcentaje Electricidad [%]	248.55	-5.0	31.02	174.60	-143.6	100.00

Tabla 22. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos techo

Ambas tablas son las mencionadas anteriormente.

6.3. MEDIDA ÓPTIMA

Tras el estudio de las medidas empleadas se deduce que el caso óptimo sería la instalación de lamas sobre el edificio y la instalación de placas solares en el techo. Gracias a ello se reduce:

1. La incidencia del sol sobre la vivienda
2. Reducción de calor aportado y disminución del calor cedido de la vivienda
3. El consumo eléctrico de la vivienda será obtenido a través de paneles solares, y no de la red eléctrica, reduciendo el gasto económico.

Al no afectar una medida a otra, los datos obtenidos a través de la simulación serán los mismos que los obtenidos y detallados anteriormente.

	Energía Fotovoltaica	**Conversión de energía**	**Electricidad procedente red pública**	**Excedente de electricidad a red pública**	**Electricidad neta de la red pública**	**Energía total empleada**
Electricidad [GJ]	71.943	-1.44	8.979	50.538	-41.56	28.945
Porcentaje Electricidad [%]	248.55	-5.0	31.02	174.60	-143.6	100.00

Tabla 23. Open Studio, consumo eléctrico paneles fotovoltaicos techo

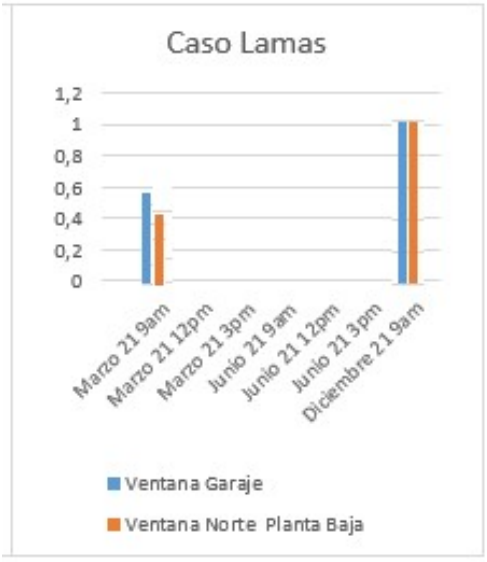


Ilustración 17. Incidencia del sol tras la instalación de lamas

	Calor personas [GJ]	Calor iluminación [GJ]	Calor equipos [GJ]	Calor ventanas [GJ]	Infiltraciones de calor [GJ]	Calor eliminado por las ventanas	Eliminación de calor por infiltración	Conducción de superficie opacas y otro
ZONA TERMAL 1	0,0000	0,0000	0,0000	2,300	0,8060	-1,3300	-3,5400	0,0000
ZONA TERMAL 2	2,5040	0,6780	3,8700	13,382	0,6380	-2,4840	-3,1380	15,4500
ZONA TERMAL 3	1,1490	3,5420	1,5580	1,200	0,0520	-2,8800	-2,6140	3,6870
Instalación total	3,6530	4,2200	5,4280	28,560	1,4960	-5,7830	-9,2920	31,0160

Tabla 25. Open Studio, calor cedido/eliminado con lamas

7. ESTIMACIONES ECONÓMICAS

A continuación se va a realizar el estudio económico de las medidas tomadas para la optimización de la sostenibilidad de la vivienda. En este punto se va a estudiar el coste de cada medida tomada frente al coste de la medida no sostenible, así mismo se estudiará la eficiencia, vida útil y rentabilidad de la medida propuesta. Por último se realizará un balance económico estimado de todas las medidas estudiadas en este proyecto.

- Orientación de la vivienda

Como se comentó en el apartado 5.1.1 DISEÑO UBICACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA, el edificio se propone orientarse hacia el sur. El coste de la orientación frente a otra distinta no supone un sobrecoste en el diseño de la vivienda, ni supone una vida útil menor a esta. Sin embargo, como se ha comentado y estudiado, si supone un gran ahorro energético, ya que permite aprovechar la radiación solar, obteniendo hasta un ahorro energético de hasta un 30-40%.

	SOSTENIBLE
MEDIDA	ORIENTACIÓN SUR
PRECIO INICIAL	MISMO QUE OTRA ORIENTACIÓN
EFICIENCIA ENERGÉTICA	AHORRO 30-40% ENERGÍA
VIDA ÚTIL	DE POR VIDA
RENTABILIDAD	DESDE EL PRIMER DÍA

Tabla 26. Costes orientación vivienda sostenible

- Diseño de la estructura

Para el diseño de la vivienda se ha decidido diseñar la vivienda con un sistema aislante, y unas ventanas de doble vidrio y juntas bien selladas mediante aislamientos de plásticos reciclados. Gracias a estas medidas, se obtiene una disminución de la temperatura entre 3-4ºC. Estas medidas no requieren de mantenimiento, sin embargo si tienen un sobre coste frente a la instalación de ventanas simples sin sellamiento o fachadas sin un buen aislamiento.

Un aislante económico tiene un presupuesto de 1.900€ para la vivienda a diseñar, mientras que el aislante propuesto para el diseño de la vivienda tiene un presupuesto de 3.100€. Respecto a las ventanas, una ventana estándar tiene un precio medio de 150€, mientras que una ventana con juntas selladas y doble acristalamiento tiene un coste de 800€.

Teniendo en cuenta una vivienda de 140 metros cuadrados, como en el caso de estudio, y que el coste medio del kWh es de 0,20 €/kWh, con un aislante térmico de nivel medio el ahorro anual es aproximadamente de 200 euros, en cambio si el aislante térmico utilizado es de alta calidad, como se propone en el proyecto, el ahorro se incrementará hasta los 1000 euros anuales aproximadamente.

-	SOSTENIBLE
MEDIDA	AISLAMIENTO
SOBRECOSTE	1.200€
EFICIENCIA ENERGÉTICA	DISMINUCIÓN ENTRE 3-4 ºC
VIDA ÚTIL	1,2 AÑOS

Tabla 27. Costes diseño estructura vivienda sostenible

- Sistemas de ventilación

El sistema de ventilación general de la vivienda será hibrido. El aire circulará de los locales secos hacia los locales húmedos. Los primeros deben de disponer de aberturas de admisión. Los segundos, de aberturas de extracción. Existirán aberturas de paso entre locales secos y húmedos. A continuación se detalla la diferencia entre el coste de una instalación mecánica y una instalación híbrida de ventilación. En una instalación mecánica el material y la instalación tienen un coste de 32 €/m para Ø 300 mm y 40 €/m para Ø 350 mm. La potencia media demandada por un extractor mecánico es de 0,16 kW, mientras que la potencia media consumida por un extractor híbrido es 0,02 kW. El coste medio total eléctrico estimado es de 0,2 €/kWh. Se considerará la mano de obra 25 €/h. Los extractores tienen un precio de 90 €/ud para los híbridos y de 40 €/ud para los mecánicos. Los conductos verticales cuestan 20 €/m. De esta forma, se obtiene que el sobre coste del sistema híbrido respecto al sistema mecánico es del orden de los 2.500 euros (González, 2010). Teniendo en cuenta que como se ha comentado el consumo de una ventilación mecánica es 8 veces mayor que una híbrida, se obtiene que el sistema híbrido frente al mecánico es rentable a los 10 años de uso. Sin embargo, hay que tener en cuenta que gracias al sistema híbrido se obtiene una reducción de la temperatura de 3-4ºC. Un sistema de refrigeración/calefacción que esté funcionando durante 6 horas, para bajar/subir la temperatura perdida por una mala ventilación, consume 2Kw/h, un total de 12 kW diarios y 360 kW al mes, 72€/mes. Teniendo en cuenta esto, se puede observar que el sistema es rentable a los 7 años. Dichos cálculos aparecen representados en el Anexo I.

-	SOSTENIBLE
MEDIDA	SISTEMA VENTILACIÓN
SOBRECOSTE	2.500€
EFICIENCIA ENERGÉTICA	REDUCCIÓN ENTRE 3-4ºC
RENTABILIDAD	7 AÑOS

Tabla 27. Costes sistema ventilación vivienda sostenible

- Sistema energético

Se propone la instalación de paneles solares en el tejado. Esta es una buena manera de reducir la factura de la luz.

Un panel solar de 250W, y su instalación cuesta en torno a 600€. La producción orientativa de dicho panel es de 350kWh al año, cantidad de energía eléctrica que se eliminaría de la factura (Rytoft, 2015).

Si el precio de la electricidad es en torno a 0,2 euros/kWh, el ahorro sería de casi 80 euros al año, por lo que en 7,5 años se habrá amortizado la instalación. La vida útil estimada de los paneles es de 25 años.

Se propone la instalación de una única placa solar, ya que el sistema irá combinado con aerotermia, sistema el cual proporcionará la mayor parte de la energía necesaria en la vivienda.

	SOSTENIBLE
MEDIDA	PANEL SOLAR
PRECIO INICIAL	600€
VIDA ÚTIL	25 AÑOS
RENTABILIDAD	7,5 AÑOS

Tabla 28. Costes sistema placas solares

Se instalará un sistema de aerotermia, según un estudio de la empresa Toshiba una vivienda con un sistema de aerotermia consume año 6.667 kWh alrededor de 687€/anuales, mientras que una caldera de gasóleo su coste oscilará en torno a 1.572€, sin embargo el coste inicial de esta es 10 veces menor al coste de una instalación de aerotermia. El cálculo de este estudio se puede apreciar en el Anexo II.

	SOSTENIBLE
MEDIDA	AEROTERMIA
PRECIO INICIAL	12.000€
SOBRECOSTE	10.800€
VIDA ÚTIL	25 AÑOS
RENTABILIDAD	13 AÑOS

Tabla 29. Costes sistema aerotermia

- Sistema de aguas

Como se comentó en el apartado de diseño en la vivienda se instalará un sistema de recolección de aguas pluviales y se tratarán las aguas residuales procedentes del inodoro, y las aguas grises procedentes de la lavadora y ducha.

Según el diseño realizado, se ha optado por la instalación de 3 sumideros de agua, para ello es necesario un tanque de almacenamiento de unos 26 m^3 (Ramiro, 2004).

	SOSTENIBLE
MEDIDA	CAPTADOR AGUA PLUVIAL
PRECIO INICIAL	1.500€
RENTABILIDAD	2 AÑOS

Tabla 30. Costes captador pluvial vivienda sostenible

El sistema de tratamiento de agua residuales en la vivienda tiene una capacidad de 225 litros, el precio de esta es de unos 1.300 €. Esta inversión representa una disminución del consumo de agua doméstica de entre un 35 y un 45%, y se consigue un consumo de agua potable cero en la cisterna del inodoro. (Barcelona, 2010).

	SOSTENIBLE
MEDIDA	TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES
PRECIO INICIAL	1.300€
RENTABILIDAD	3 AÑOS

Tabla 31. Costes tratamiento aguas grises vivienda sostenible

Respecto a la instalación de elementos sanitarios, unos sistemas sanitarios básicos tienen un coste medio de 2.000€ frente a una instalación de equipos sanitarios sostenibles que tiene un coste medio de 4.300€

	SOSTENIBLE
MEDIDA	SANITARIO SOSTENIBLE
PRECIO INICIAL	4.300€
SOBRECOSTE	2.300€

Tabla 32. Costes elementos sanitarios vivienda sostenible

- Electrodomésticos

Todos los electrodomésticos usados en la vivienda serán de categoría A+++. Como ya se comentó el uso de estos electrodomésticos puede suponer un ahorro de hasta 1.500€/año frente a un electrodoméstico de categoría D, por lo que en menos de 2,4 años la inversión se amortiza.

	SOSTENIBLE
MEDIDA	7 ELECTRODOMÉSTICOS A+++
PRECIO INICIAL	3.500 €
SOBRECOSTE	2.100€
EFICIENCIA ENERGÉTICA	REDUCE CONSUMO LUZ A LA MITAD
VIDA ÚTIL	15 AÑOS
RENTABILIDAD	2,4 AÑOS

Tabla 33. Costes electrodomésticos vivienda sostenible

- Vegetación

La instalación de un jardín vertical tiene un coste entre 25-150 €/m^2 dependiendo de lo frondoso que se instale este. Esta medida no supone mucho mantenimiento, por lo que su rentabilidad y ahorro energético es bastante alto.

	SOSTENIBLE
MEDIDA	JARDÍN VERTICAL
PRECIO INICIAL	1.000€
EFICIENCIA ENERGÉTICA	REDUCCIÓN 5-10 ºC
VIDA ÚTIL	DE POR VIDA
RENTABILIDAD	7 AÑOS

Tabla 34. Costes vegetación vivienda sostenible

	SOSTENIBLE
MEDIDA	PLANTACIÓN ÁRBOLES
PRECIO INICIAL	600€
EFICIENCIA ENERGÉTICA	REDUCCIÓN 5-10 ºC
VIDA ÚTIL	DE POR VIDA
RENTABILIDAD	4 AÑOS

Tabla 35. Costes plantación árboles vivienda sostenible

- Residuos

Teniendo en cuenta que ya se recibe abono procedente del tratamiento de las aguas residuales, el tratamiento de residuos urbanos se considera una medida sobre todo importante para el medio ambiente, en este proyecto. Teniendo en cuenta que se producen 1kg de residuo orgánico por persona al día, y que la planta de compost hace 300g de compost por cada kg de residuo orgánico. Una vivienda de 4 personas producirá 438kg de compost al año. El precio estándar de un abono orgánico es de 1€/kg, por lo que en 2 años se habría amortizado la planta de compost.

	SOSTENIBLE
MEDIDA	PLANTA COMPOST
PRECIO INICIAL	800€
VIDA ÚTIL	20 años
RENTABILIDAD	2 años

Tabla 36. Costes planta compost vivienda sostenible

Haciendo una tabla resumen de todas las medidas tomadas para el diseño sostenible de una vivienda, se puede apreciar que la medida que más tarda en amortizarse es la aerotermia en 10 años, frente a la orientación de la vivienda que es rentable desde el primer momento. Respecto al coste, todos los sistemas sostenibles propuestos ascienden a 31.350€, sin embargo, como ya se ha estudiado a lo largo de todo el proyecto, el ahorro es evidente desde el primer momento de la instalación de dichas medidas. A continuación se adjunta la tabla resumen:

MEDIDA	PRECIO INICIAL	RENTABILIDAD
ORIENTACIÓN SUR	MISMO QUE OTRA ORIENTACIÓN	DESDE EL PRIMER DÍA
AISLAMIENTO	1.250 €	1,2 AÑOS
SISTEMA VENTILACIÓN	4.500 €	7 AÑOS
PANEL SOLAR	600 €	7,5 AÑOS
AEROTERMIA	12.000 €	10 AÑOS
CAPTADOR AGUA PLUVIAL	1.500 €	2 AÑOS
TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES	1.300 €	3 AÑOS
SANITARIO SOSTENIBLE	4.300 €	3 AÑOS
ELECTRODOMÉSTICOS A+++	3.500 €	2,4 AÑOS
JARDÍN VERTICAL	1.000 €	7 AÑOS
PLANTACIÓN ÁRBOLES	600 €	4 AÑOS
PLANTA COMPOST	800 €	2 AÑOS

Tabla 37. Medidas sostenibles, costes y rentabilidad

8. PLANOS

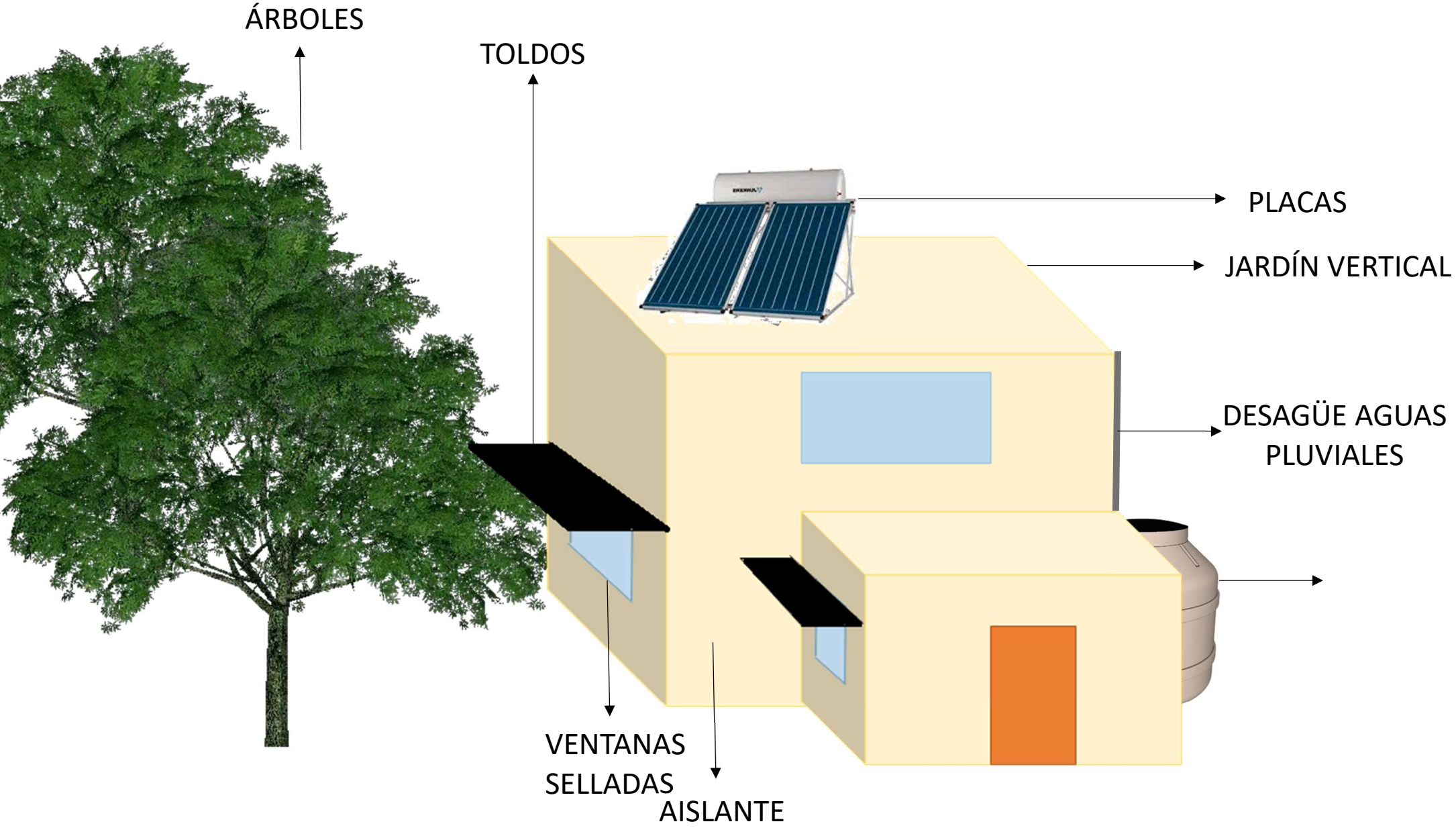
A continuación de adjuntan los planos 3D de la vivienda diseñada, en dicho diseño se pueden apreciar varias de las medidas tomadas a lo largo del proyecto, como pueden ser:

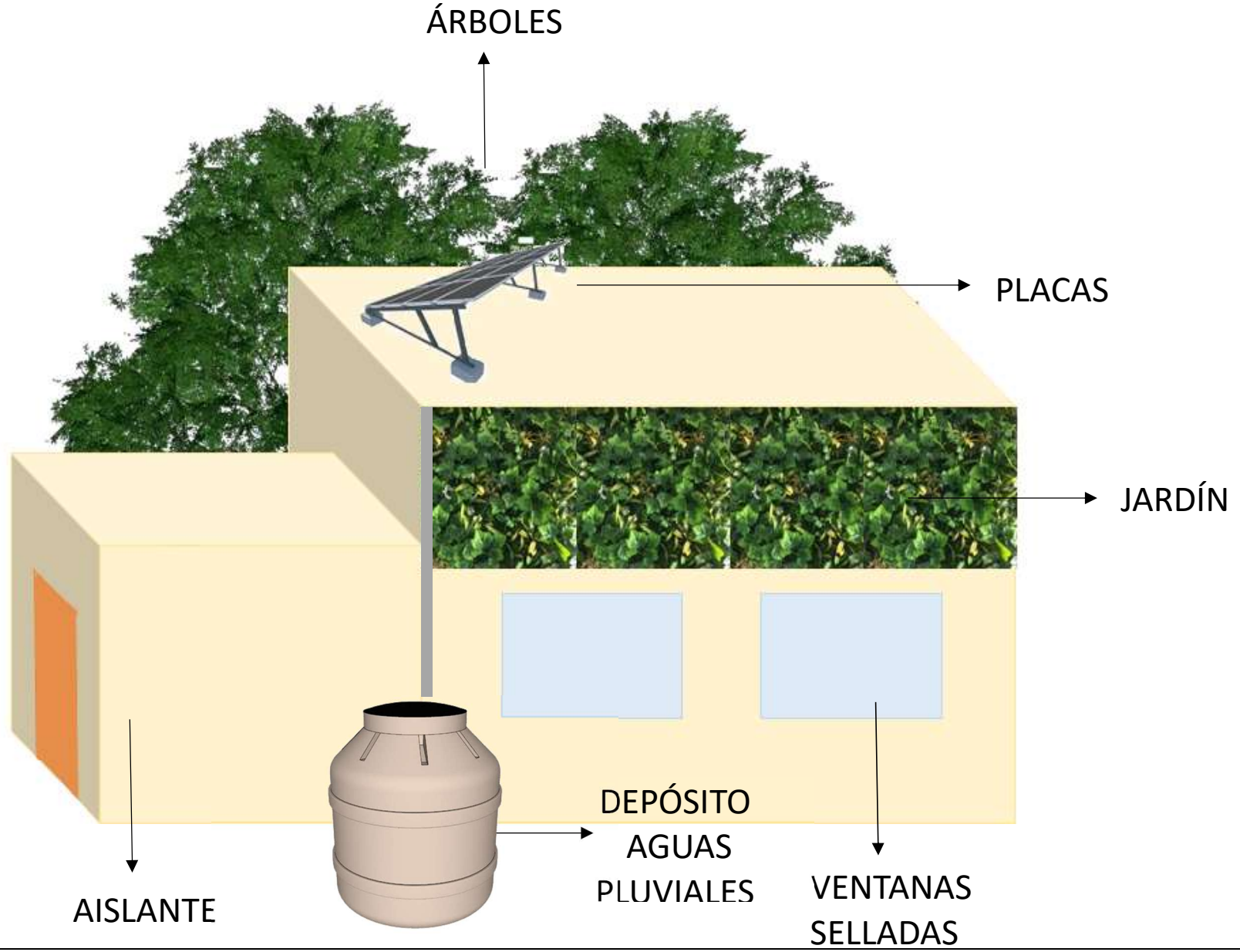
- Árboles
- Toldos
- Ventanas de doble acristalamiento y selladas
- Aislante en las fachadas
- Placas solares
- Jardín Vertical
- Sistema de aguas pluviales

La vivienda se representa desde la vista sur/este y noreste.

En el Anexo II se aprecian los planos de la vivienda en 2D, en este anexo aparece la vivienda diseñada en diferentes vistas:

- Planta
- Alzado
- Pérfil


ÁRBOLES
TOLDOS
PLACAS
JARDÍN VERTICAL
DESAGÜE AGUAS PLUVIALES
VENTANAS SELLADAS
AISLANTE


ÁRBOLES
PLACAS
JARDÍN
AISLANTE
DEPÓSITO
AGUAS
PLUVIALES
VENTANAS
SELLADAS

9. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha tratado de optimizar sosteniblemente una vivienda en todos los ámbitos:

- Ubicación y orientación de la estructura
- Estructura
- Materiales constructivos
- Sistemas de ventilación
- Electrodomésticos
- Aguas residuales
- Vegetación
- Residuos
- Sistemas energéticos

Como se ha comprobado en el apartado anterior gracias a los programas: SketchUp, Open Studio y Energy Plus, se deduce fácilmente que la medida óptima energéticamente es la instalación de lamas en el edificio junto instalación de placas solares. En el caso de estudio se han podido aplicar ciertas medidas anteriormente estudiadas como son: la ubicación y orientación de la estructura, estructura de la vivienda y materiales constructivos, sin embargo, debido a las limitaciones de estos programas el resto de medidas no han podido ser aplicadas al caso de estudio.

Las medidas que no han podido ser estudiadas han sido: sistema de ventilación híbrido, instalación de electrodomésticos A+++, instalación de un sistema de aerotermia y de un sistema de recuperación de ACS, instalación de un jardín vertical, plantación de árboles son algunas de las medidas que pueden influir en el consumo energético de la vivienda, económica y medioambientalmente. Por otro lado se han tomado otra serie de medidas a lo largo del proyecto: instalación de un recolector de aguas pluviales, tratamiento de aguas grises e inodoros de

altas eficiencia, estas medidas no influyen directamente sobre la eficiencia energética pero si pueden suponer un gran ahorro económico y beneficio medio ambiental.

En el caso de aplicar dichas medidas de ahorro energético al caso de estudio, se podría comprobar que el ahorro energético es mucho mayor al obtenido.

Gracias a estas medidas propuestas se ha ido estudiando y comprobando a lo largo de este estudio, que la implantación de medidas sostenibles es algo que está al alcance de todos, y que en la mayoría de los casos es rentable económicamente, y por supuesto, bastante beneficioso para el medio ambiente.

El objetivo en la construcción debe ser reducir el consumo energético en las viviendas y con ello ayudar al medio ambiente, o tratar de perjudicarlo lo menos posible. Este debe ser gran objetivo a seguir a nivel europeo y mundial respecto a la edificación de nuevas construcciones, desarrollar proyectos, desde el inicio, con medidas bioclimáticos, creando edificios autosuficientes y aprovechando al máximo las condiciones climatológicas en las que se encuentre, y siempre tratando de no perjudicar al medio ambiente.

10. BIBLIOGRAFÍA

Comission, E. (24 de agosto de 2017). *ec.europa.eu/environment/seveso/*.

Directiva 2012/18/UE. (s.f.). *Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas y por la que se modifica y ulteriormente deroga la Directi*.

Directiva 82/501/CEE. (s.f.). *Directiva 82/501/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1982, relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales*.

Directiva 96/82/CE. (s.f.). *Directiva 96/82/CE del Consejo de 9 de diciembre de 1996 relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas*.

Fernández, I., Camacho, A., Gasco, C., Macías, A., Martín, M., Reyes, G., & Rivas, J. (2012). *Seguridad Funcional en Instalaciones de Proceso. Sistemas Instrumentados de Seguridad y Análisis SIL.* Díaz de Santos.

IEC-61511. (2016). *Estándar Internacional IEC-61511 segunda edición*.

Ministerio de Energía, T. y. (7 de mayo de 2018). Resolución de 7 de mayo de 2018, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se publican los nuevos precios de venta, antes de impuestos, de los gases licuados del petróleo por canalización.

Pepe. (s.f.).

Plakinoff, N. (Julio de 2014). Accidente Ambiental (Desastre Químico en Seveso).

R.D. 1196/2003. (s.f.). *Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas.*

R.D. 393/2007. (s.f.). *Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros,*

establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.

R.D. 656/2017. (s.f.). *Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.*

R.D. 840/2015. (s.f.). *Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.*

Real Decreto 61/2006 de 31 de enero. (2006). *Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes.*

Reglamento (CE) nº 1272/2008. (s.f.). *Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el* .

Resolución de 7 de mayo. (2018). *Resolución de 7 de mayo de 2018, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se publican los nuevos precios de venta, antes de impuestos, de los gases licuados del petróleo por canalización.* Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital.

Rius, B. (s.f.). *Fallo de componentes: válvulas.* Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Scodelaro, F. (s.f.). *www.ingenieriaquimica.org/articulos/peores-desastres-industria-quimica*.

Trujillo, A. (2017). El árbol de fallos y el análisis de importancia, dos herramientas para la optimización de la gestión de distintos tipos de riesgos. *Dekra Insight*.

ANEXO I. CÁLCULO RENTABILIDAD SISTEMA DE VENTILACIÓN

ANEXO I. CÁLCULO RENTABILIDAD SISTEMA DE VENTILACIÓN

Para el cálculo de la rentabilidad de un sistema de ventilación se van a comparar el sistema elegido, sistema híbrido de ventilación frente a un sistema mecánico. Para ello se tendrá en cuenta el consumo de cada uno:

	SISTEMA HÍBRIDO	SISTEMA MECÁNICO
KW	0,02	0,16
KWh	0,48	3,84
PRECIO €/KW/H	0,2	

Tabla 38. Consumos y costes sistemas de ventilación

n

	CONSUMO POTENCIA (€)	
HORAS/AÑO	SISTEMA HÍBRIDO	SISTEMA MECÁNICO
8.760	35	1.144
17.520	70	1.425
26.280	105	1.705
35.040	140	1.985
43.800	175	2.266
52.560	210	2.546
61.320	245	2.826
70.080	280	3.107
78.840	315	3.387
87.600	350	3.667
96.360	385	3.948
105.120	420	4.228
113.880	456	4.508
122.640	491	4.788
131.400	526	5.069

Tabla 39. Consumo sistema híbrido VS mecánico

Teniendo en cuenta la inversión inicial de cada equipo se obtiene:

CONSUMO POTENCIA E INVERSIÓN (€)	
SISTEMA HÍBRIDO	SISTEMA MECÁNICO
2.535	1.144
2.570	1.425
2.605	1.705
2.640	1.985
2.675	2.266
2.710	2.546
2.745	2.826
2.780	3.107
2.815	3.387
2.850	3.667
2.885	3.948
2.920	4.228
2.956	4.508
2.991	4.788
3.026	5.069

Tabla 40. Coste sistema híbrido VS mecánico

Representando los valores de la tabla anterior en una tabla se obtiene que a los 7 años el sistema de ventilación híbrido es rentable rente al sistema de ventilación mecánica.

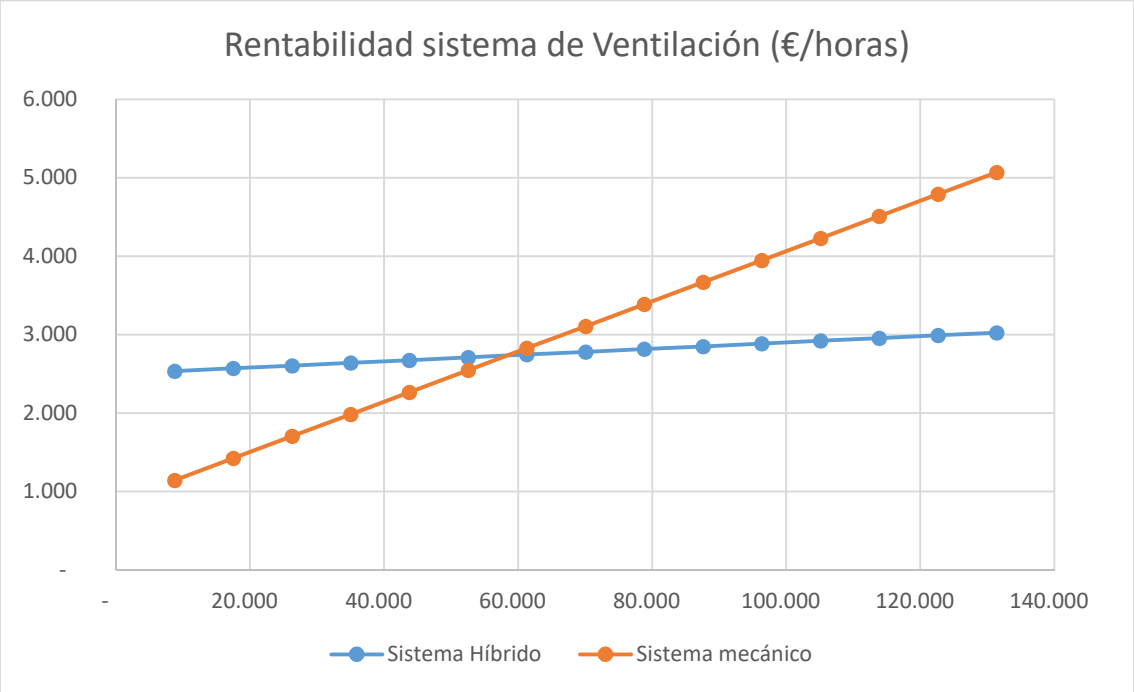


Gráfico 11.Rentabilidad sistemas de ventilación

ANEXO II. CÁLCULO RENTABILIDAD SISTEMA DE AEROTERMIA

ANEXO II. CÁLCULO RENTABILIDAD SISTEMA DE AEROTERMIA

A continuación se detallan los cálculos para la rentabilidad del sistema de aerotermia frente a uno de caldera de combustión. Para ello se ha tenido en cuenta, como se comentó anteriormente, un estudio de la empresa Toshiba una vivienda con un sistema de aerotermia consume año 6.667 kWh alrededor de 687€/anuales, mientras que una caldera de gasóleo su coste oscilará en torno a 1.572€, sin embargo el coste inicial de esta es 10 veces menor al coste de una instalación de aerotermia. En la siguiente tabla se aprecia el consumo año del sistema de aerotermia frente al de caldera.

	CONSUMO (€)	
HORAS/AÑO	AEROTERMICA	CALDERA
1	687	1.572
3	2.061	4.716
5	3.435	7.860
7	4.809	11.004
9	6.183	14.148
11	7.557	17.292
13	8.931	20.436
15	10.305	23.580
17	11.679	26.724
19	13.053	29.868
21	14.427	33.012
23	15.801	36.156
25	17.175	39.300

Tabla 41. Consumo aerotermia VS caldera

Teniendo en cuenta que la inversión es 10 veces mayor el coste de los dos sistemas al año se ve representado en la siguiente tabla:

CONSUMO E INVERSIÓN (€)	
SISTEMA HÍBRIDO	**SISTEMA MECÁNICO**
12.687	2.772
14.061	5.916
15.435	9.060
16.809	12.204
18.183	15.348
19.557	18.492
20.931	21.636
22.305	24.780
23.679	27.924
25.053	31.068
26.427	34.212
27.801	37.356
29.175	40.500

Tabla 42. Coste aerotermia VS caldera

Representando estos datos gráficamente se puede observar que el sistema de aerotermia es rentable a partir de los 13 años:

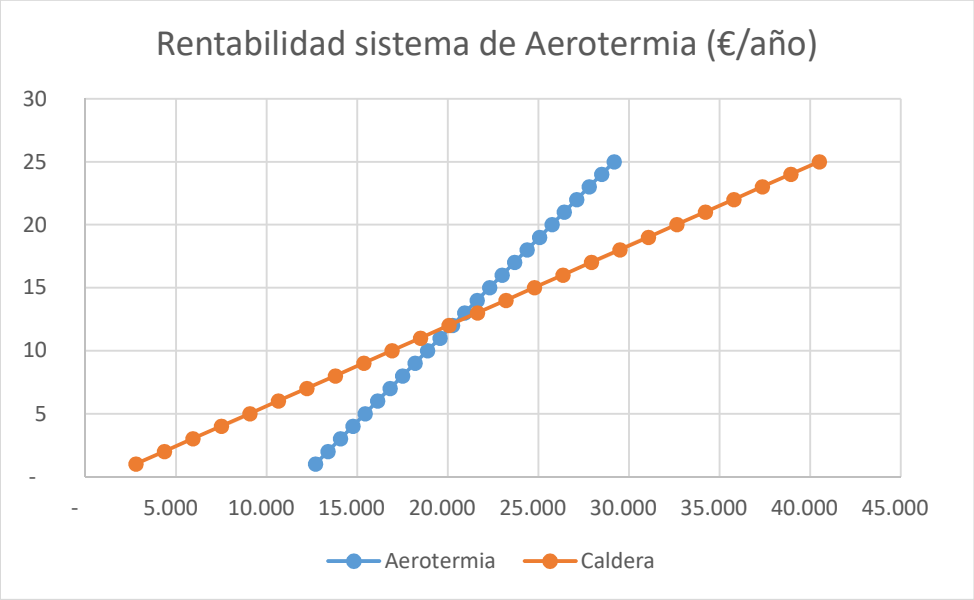
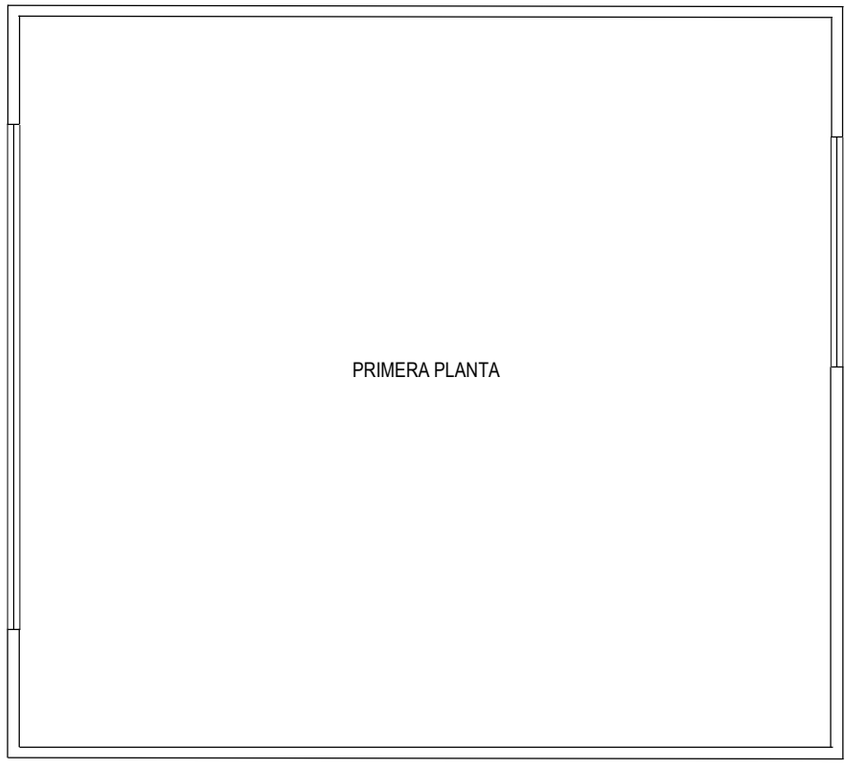


Gráfico 12. Rentabilidad aerotermia VS caldera

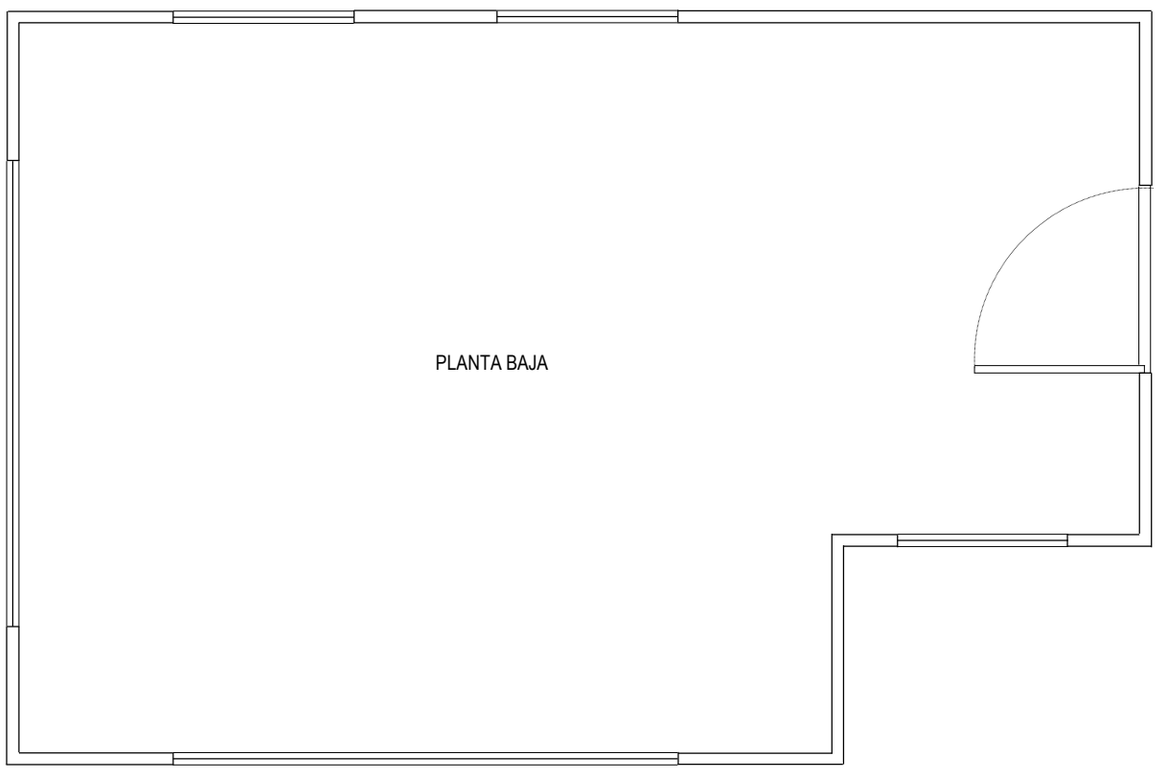
ANEXO III. PLANOS

B



A

B



A

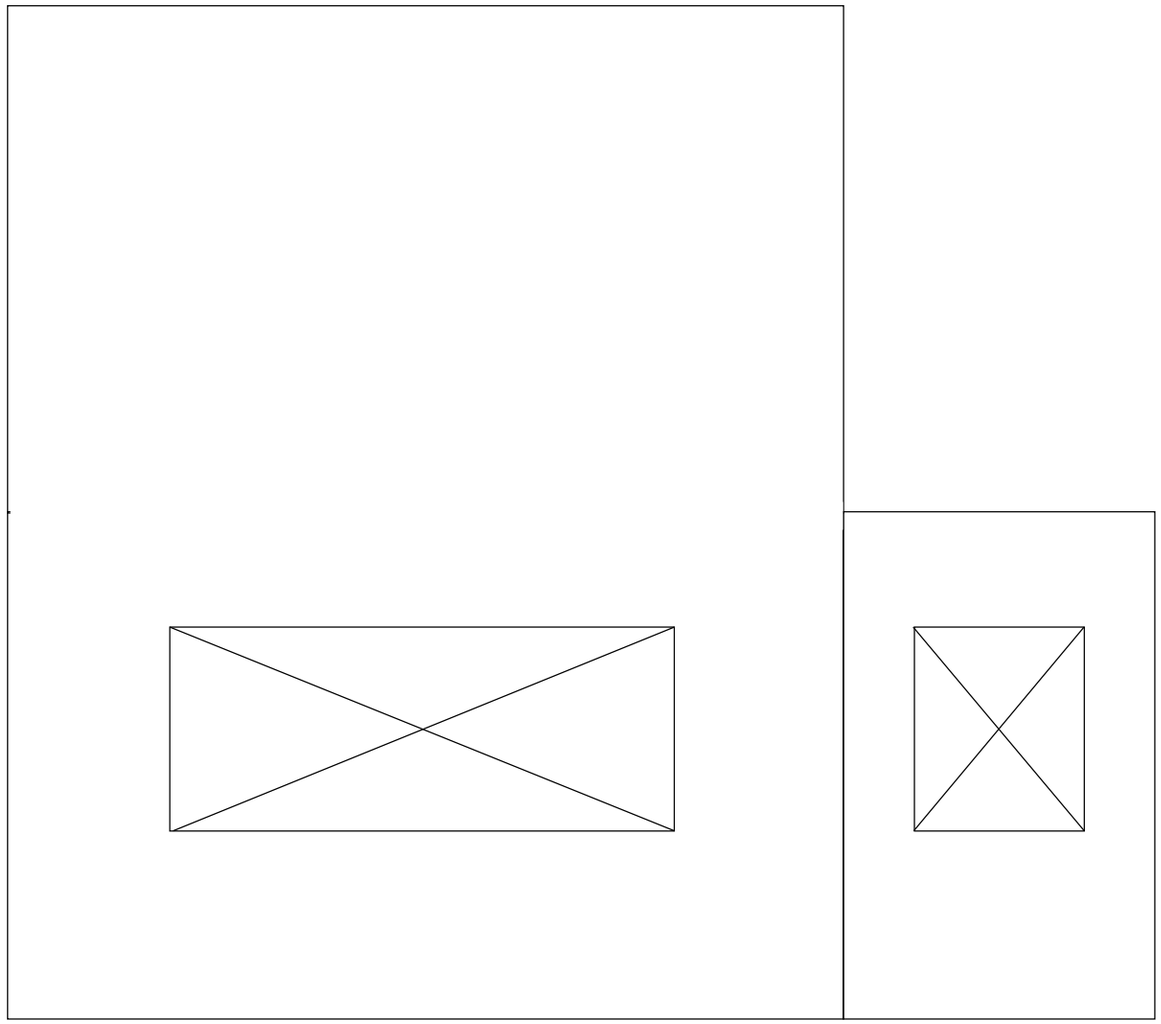
C

D

N

VISTA PLANTA		
DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR		
A3	PLANO 1	HOJA 1/1

N

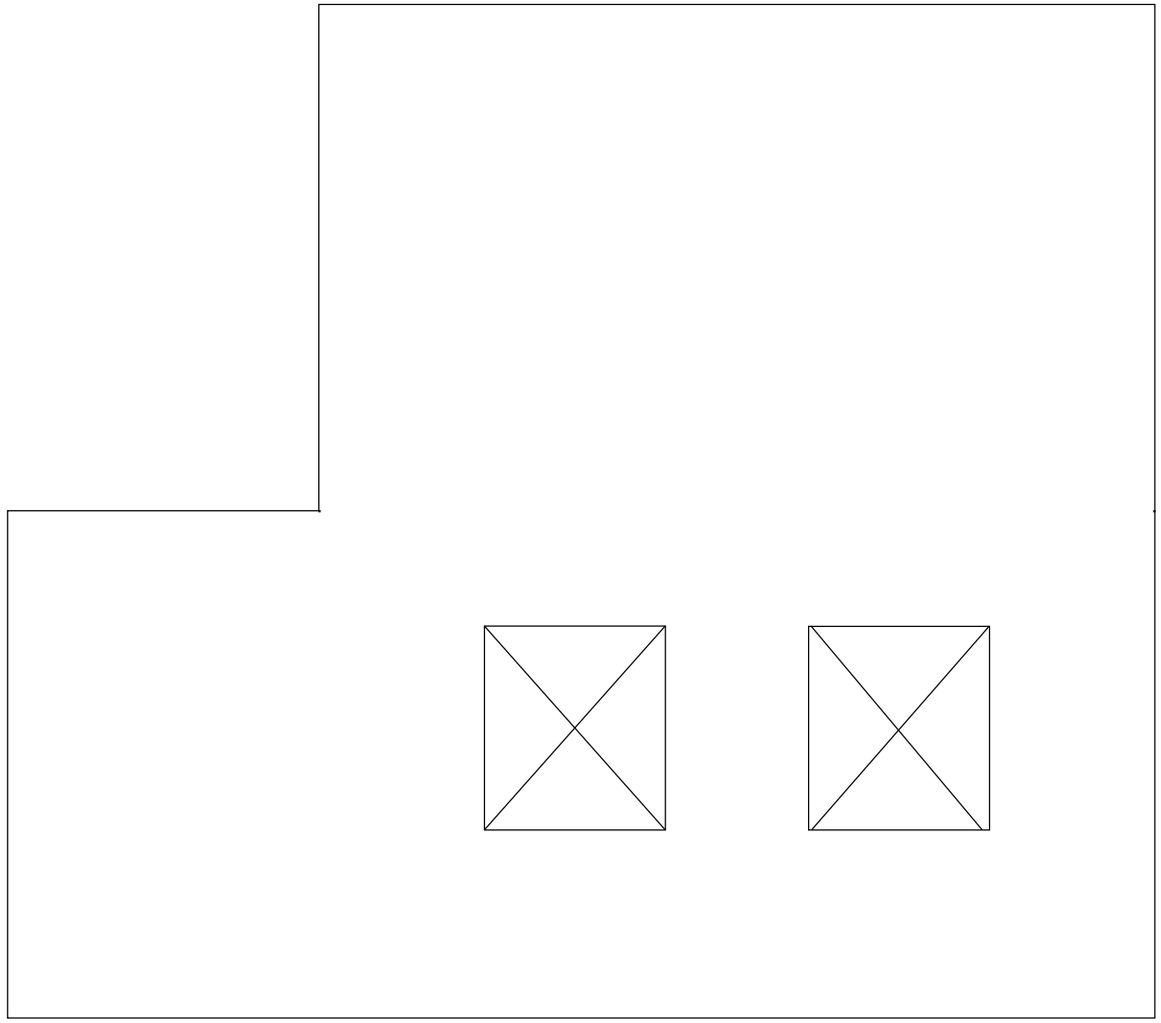


VISTA ALZADO "A"

DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR

A3	PLANO 2	HOJA 1/1

N

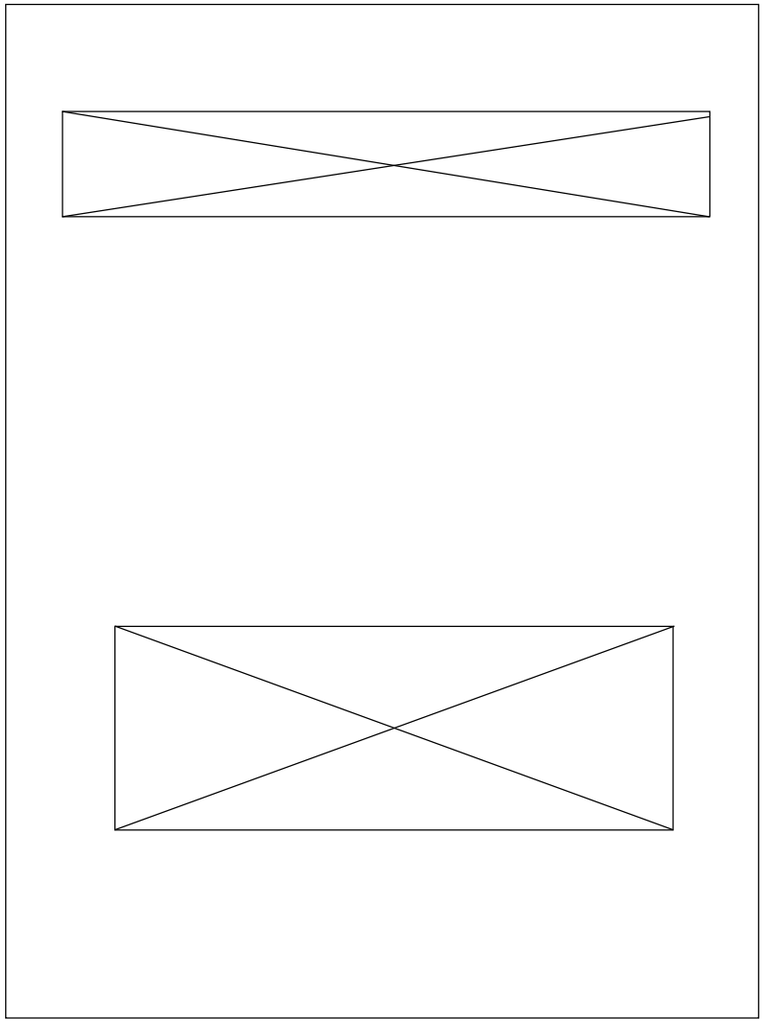


VISTA ALZADO "B"

DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR

A3	PLANO 3	HOJA 1/1

N

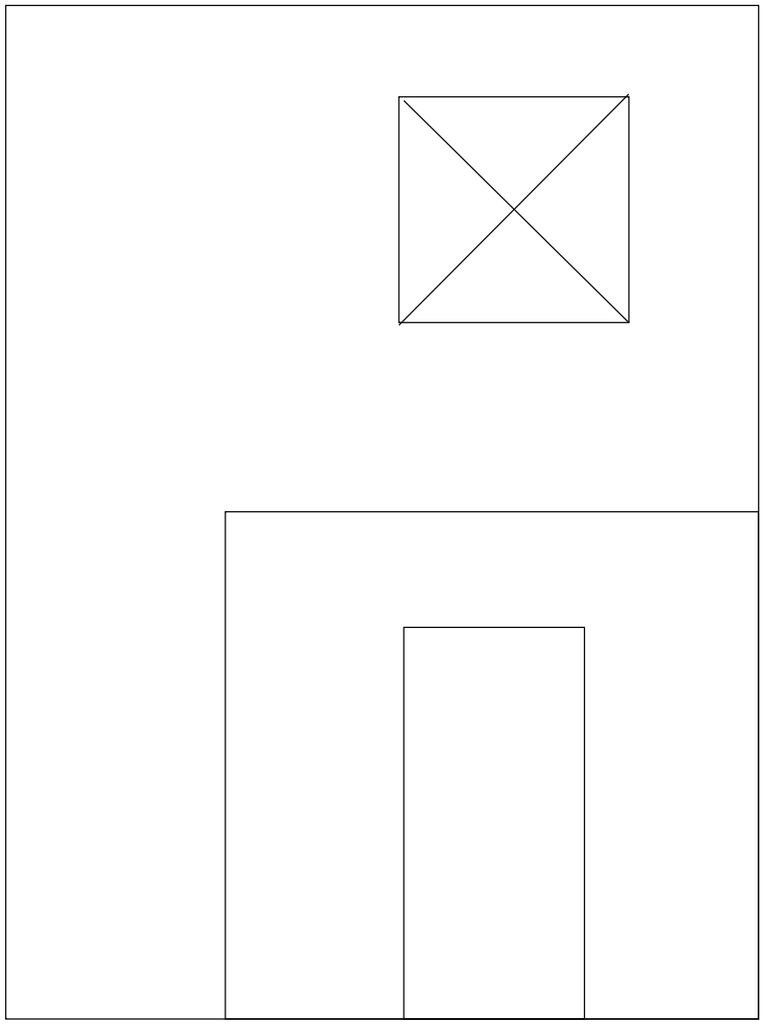


VISTA ALZADO "C"

DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR

A3	PLANO 4	HOJA 1/1

N



VISTA ALZADO "D"

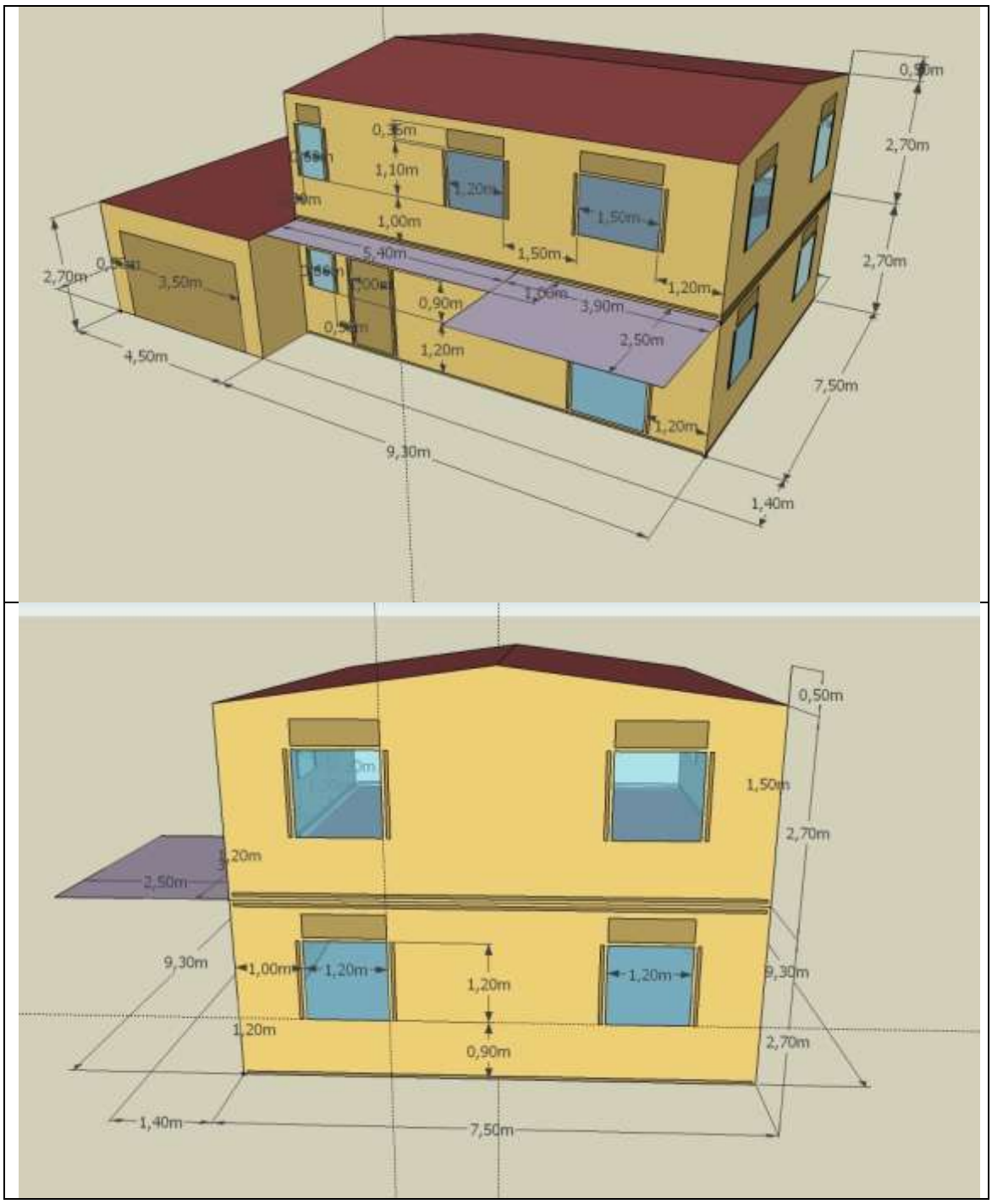
DISEÑO SOSTENIBLE DE LAS VARIABLES AMBENTALES APLICADAS A UN MÓDULO DE VIVIENDA ESTÁNDAR

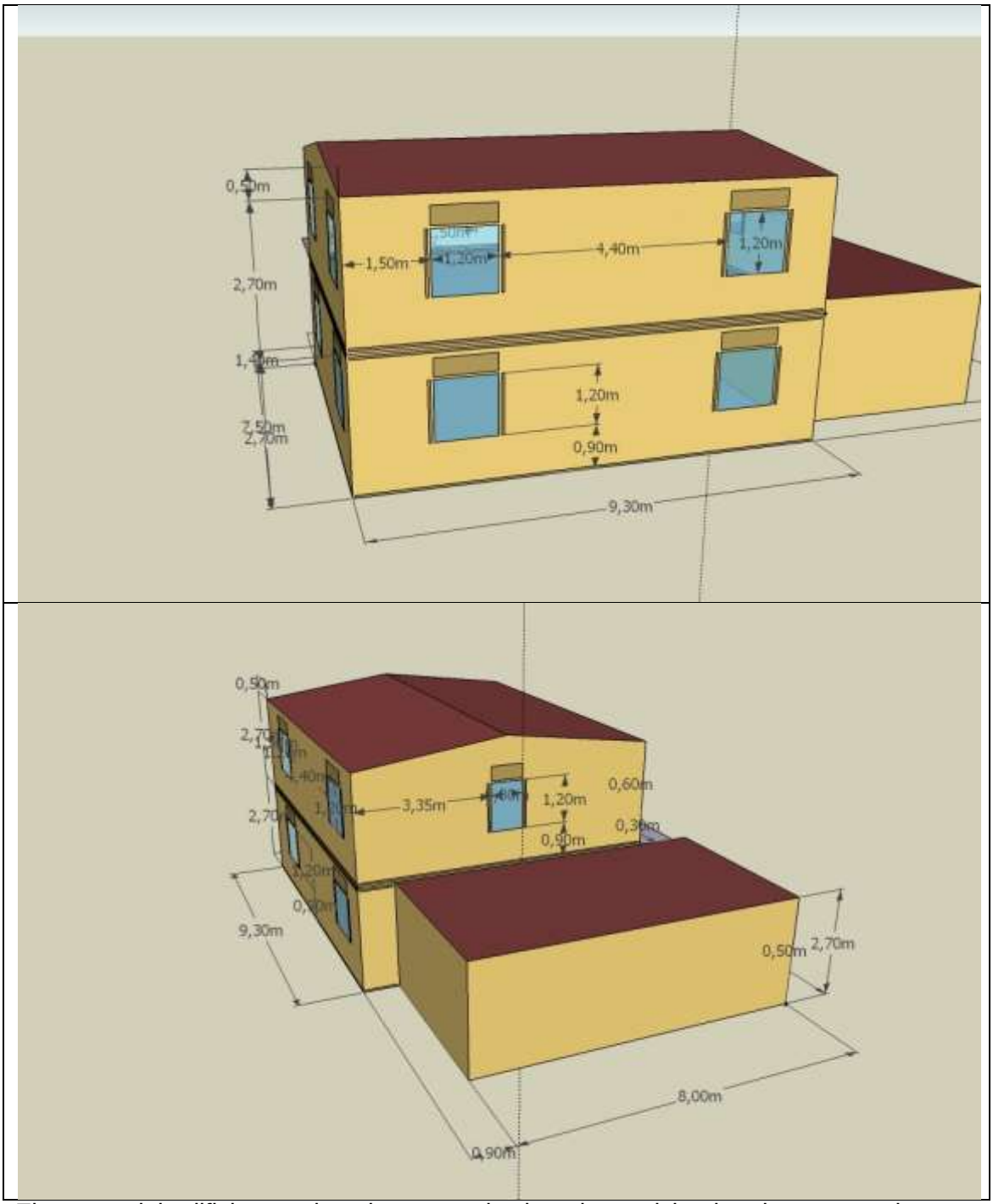
A3	PLANO 5	HOJA 1/1

ANEXO IV. MANUAL ENERGY PLUS

OpenStudio paso a paso

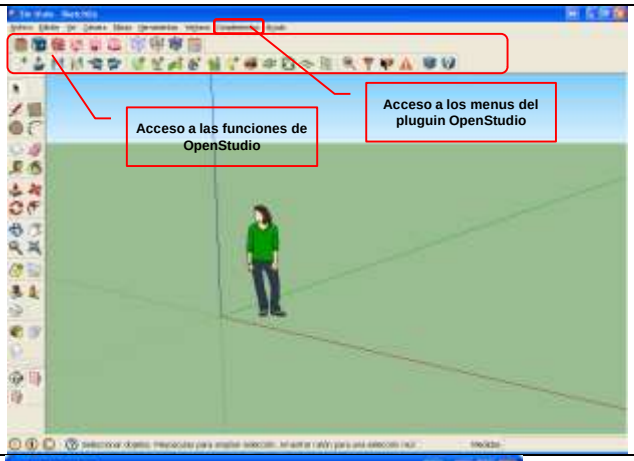
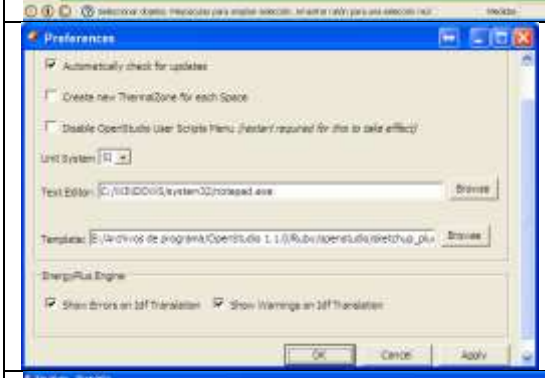
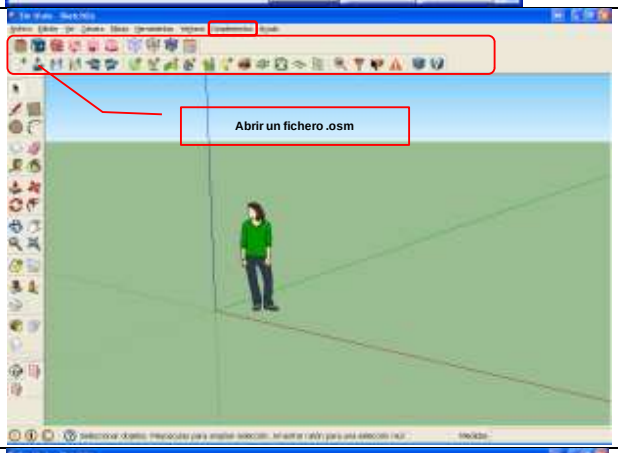
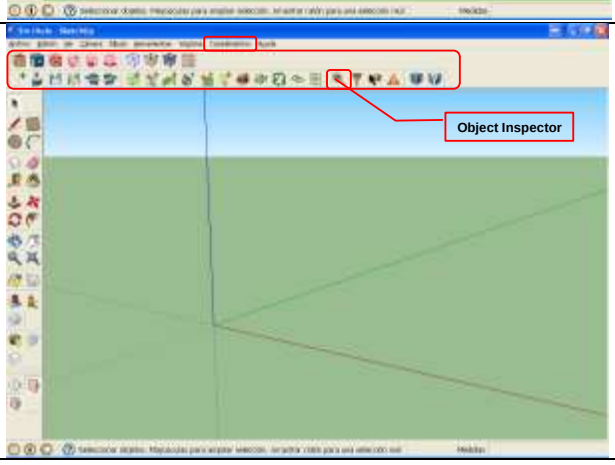
Ejemplo:
Para este manual de introducción al manejo de OpenStudio usaremos come edificio de ejemplo una vivienda unifamiliar con el siguiente esquema.

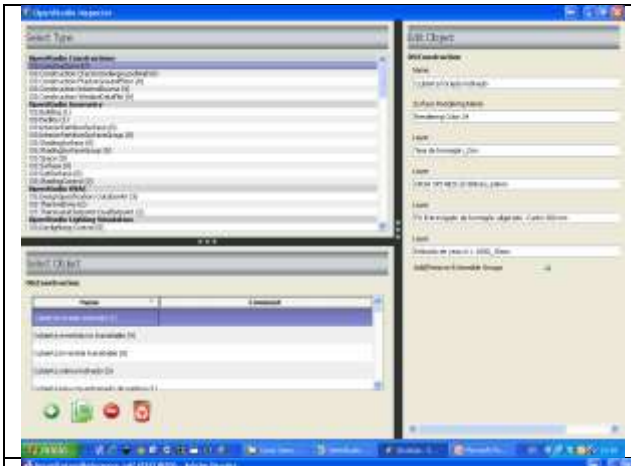
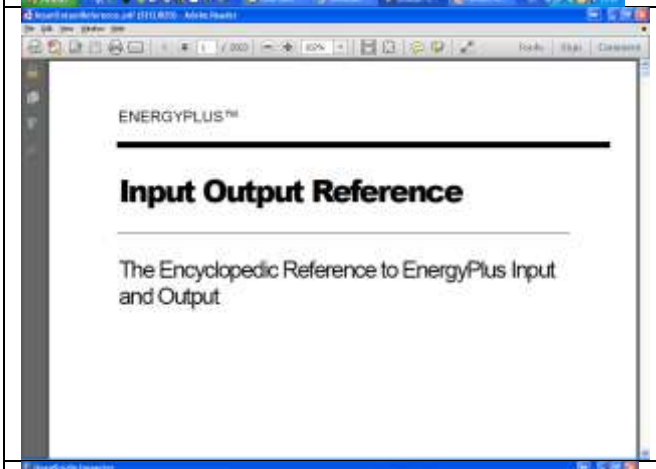
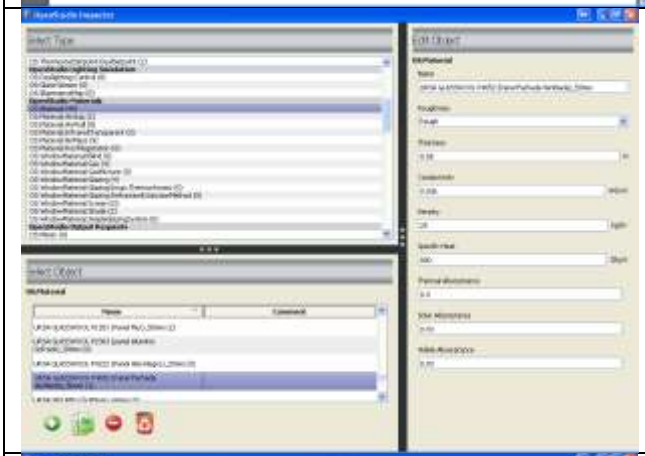
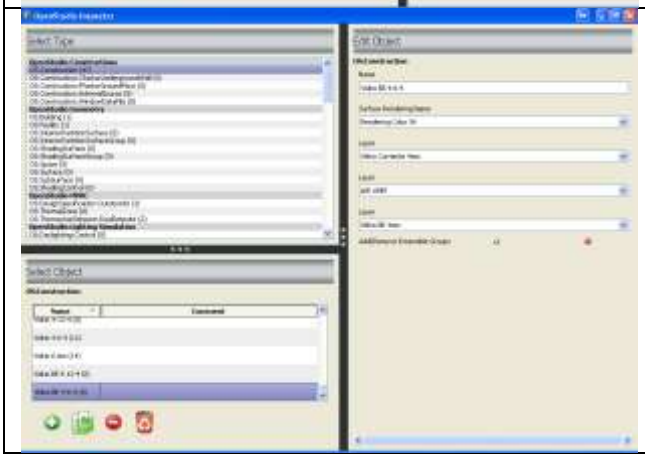


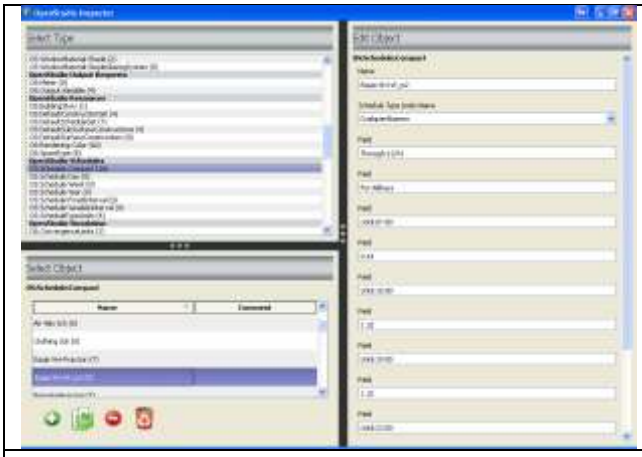
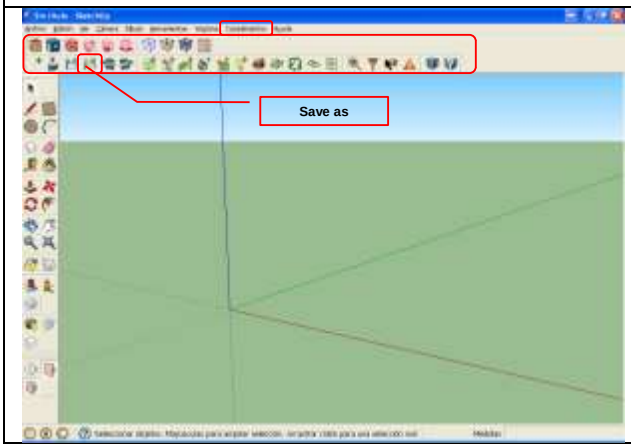


El cuerpo del edificio con dos plantas se destina al uso vivienda mientras que la zona adyacente de una sola planta se destina a garaje.

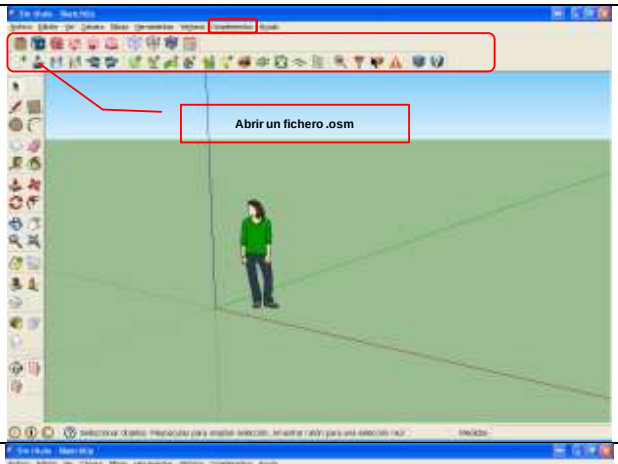
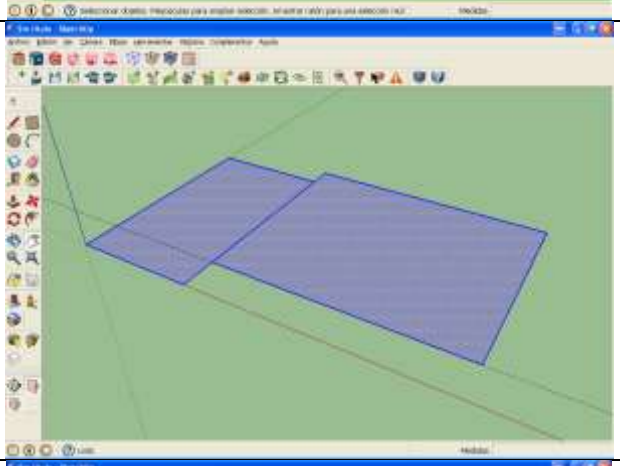
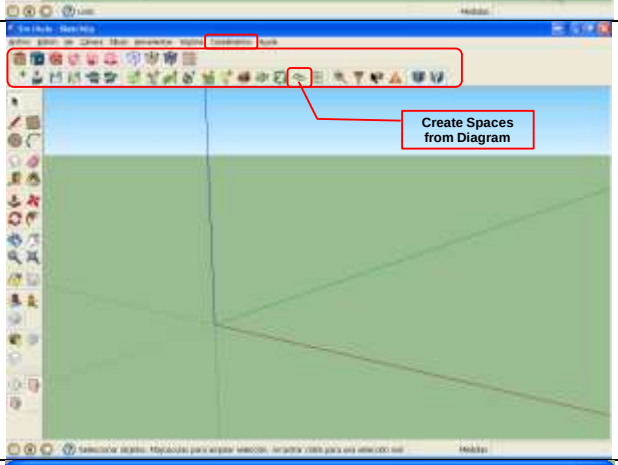
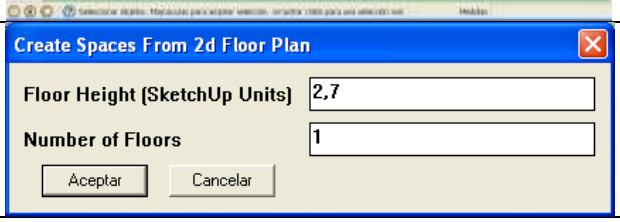
0_Introducción plantilla

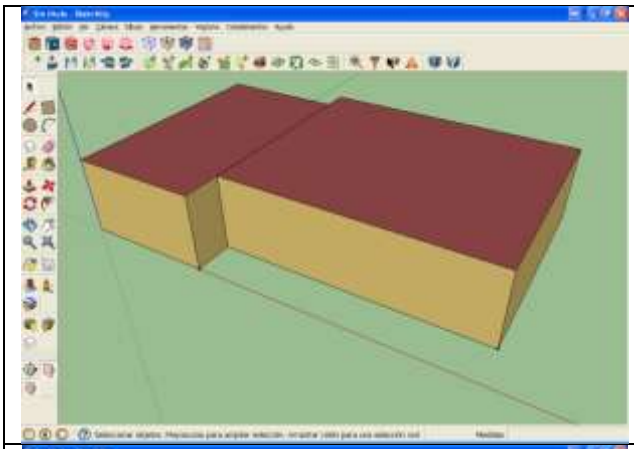
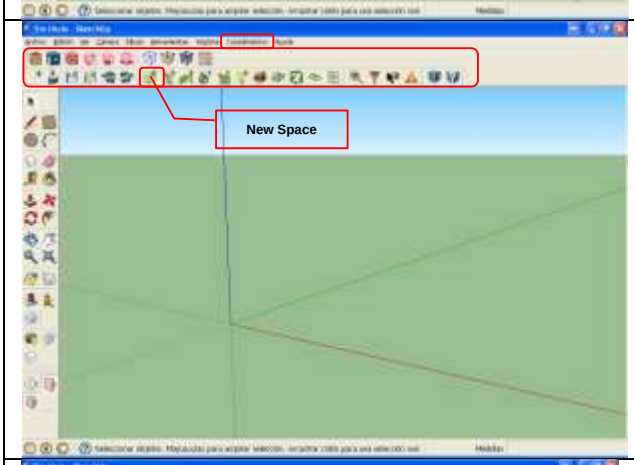
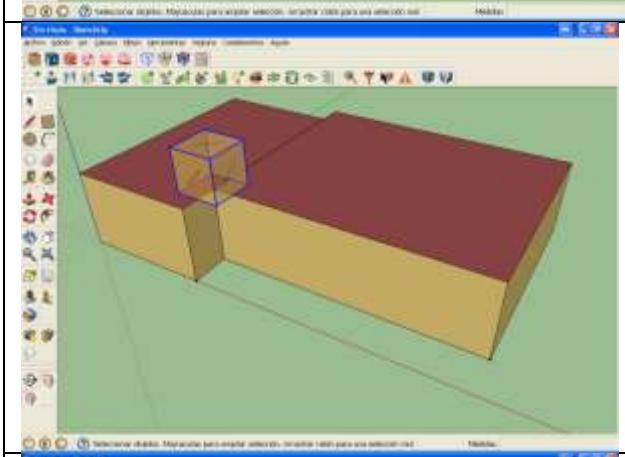
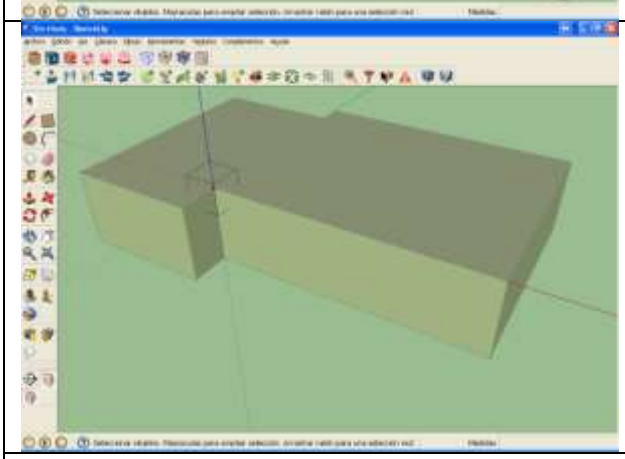
	Al abrir SketchUpdebe aparecer una pantalla con el aspecto adjunto. Si se ha instalado correctamente OpenStudio aparecerá la opción “Complementos” que permite acceder a los menús de OpenStudio y dos baras de iconos con las principales funciones de OpenStudio
	Debe accederse a la opción “Complementos” y después en “Preferences” para verificar que las unidades que usará OpenStudio serán las del Sistema Internacional “SI” en vez de las Imperiales “IP”. Las demás opciones pueden dejarse tal como están por defecto. Seleccionada la opción “SI” se pulsa en “Aply” y “Ok”
	Usando la opción “Abrir un fichero .osm” se puede abrir el fichero “0_PlantillaOSApplication” que contiene los principales objetos necesarios para la definición del cálculo en OpenStudio, una buena cantidad de “Materiales”, “Construcciones”, “Perfiles de uso y operación”,… No usar la opcuón “Abrir” de la barra de comandos de SeketchUp ya que no permite acceder a los ficheros .osm
	Usando el “Inspector de objetos” se pueden visualizar los diferentes objetos introducidos así como sus propiedades.

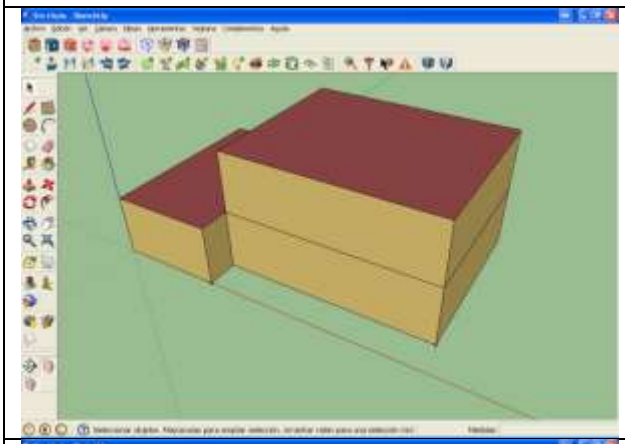
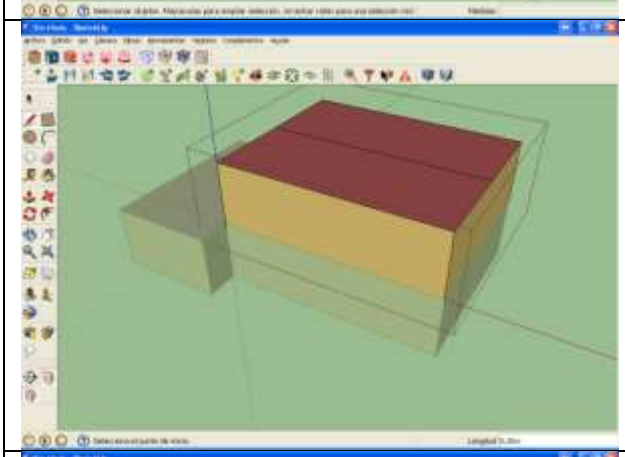
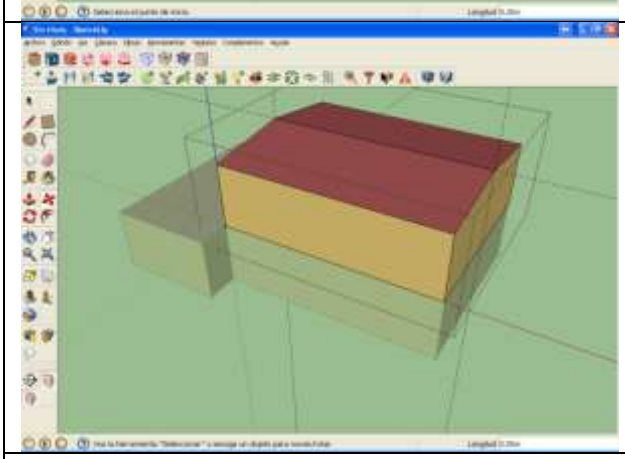
	Normalmente no es necesario ni cambiar los objetos ni sus propiedades ya que la plantilla contiene los que son usualmente necesarios.
	Si se desea tener mas información sobre alguno de los objetos se puede acceder al “Input Output Reference” de EnergyPlus que se encuentra en la carpeta “Documentation” dentro de la carpeta donde se ha instalado EenergyPlus.(normalmente C:\EnergyPlusV8-0-0\ documentation)
	Puede ser necesario añadir o modificar algún material lo que puede hacerse desde el Inspector de Objetos acudiendo al grupo “Open Studio Materials:” Se puede añadir un material nuevo pulsando el botón (+) o copiar uno existente para modificarlo. Se deben introducir (o modificar) la denominación y sus propiedades en la zona derecha de la ventana del inspector
	Si es preciso introducir una nueva construcción se puede hacer en el grupo OpenStudio Construction introduciendo una nueva construcción especificando en la zona derecha de la ventana su denominación, sus capas (materiales) en orden desde el exterior al interior del cerramiento.

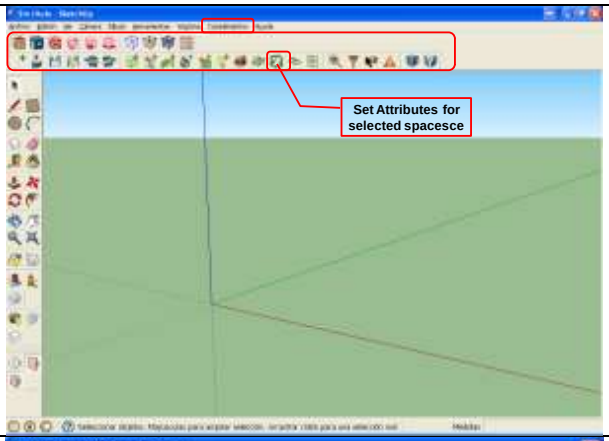
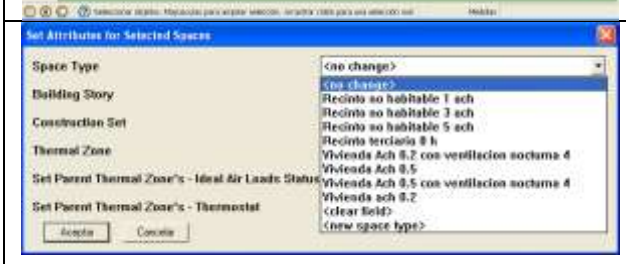
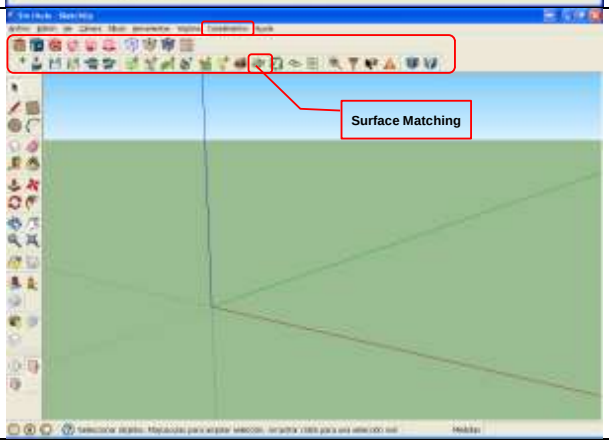
	En caso de precisar introducir nuevos perfiles ocupacionales / operativos / … es posible hacerlo en el grupo OpenStudio Schedules. Conviene consultar el InputOutput Reference para conocer la sintaxis y opciones a utilizar (Trougth:xx/yy; For:zz; Until:ww;….)
	Cerrando el inspector de Objetos se guardan automáticamente todos los cambios efectuados
	Si se han hecho modificaciones en la plantilla se deben guardar en un fichero .osm con un nombre distinto para no sobrescribir en el de la plantilla. Debe usarse la opción “Save as” de la barra de iconos de OpenStudio y no la opción “Archivo / Guardar como” de Sketchup

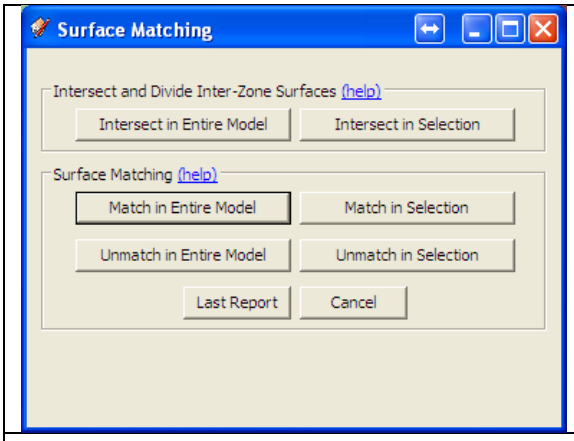
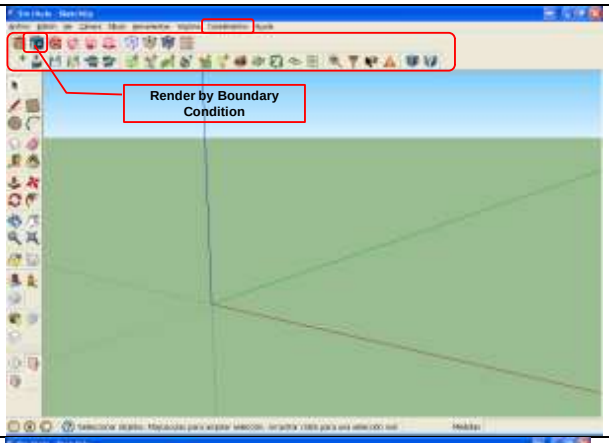
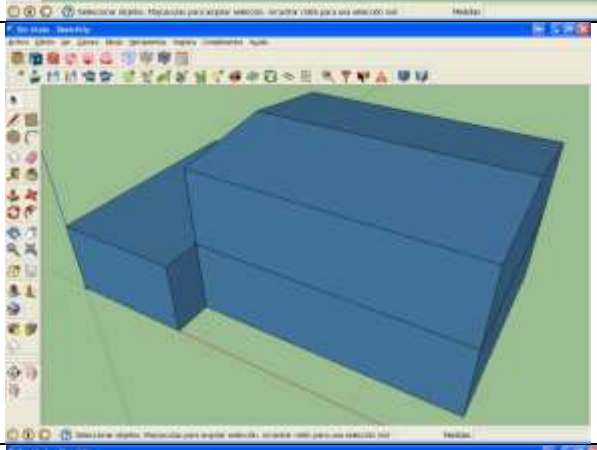
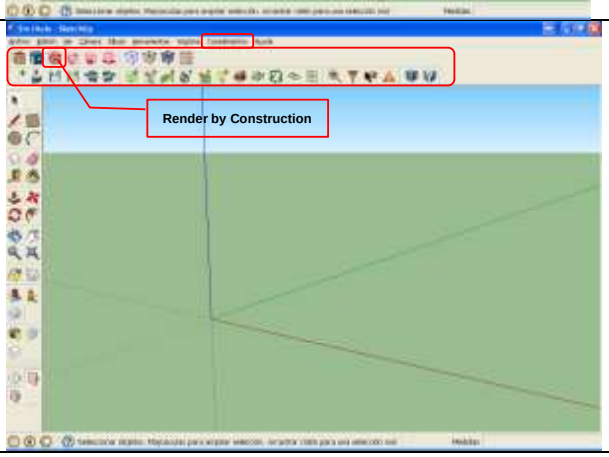
1_Introducción de Recintos

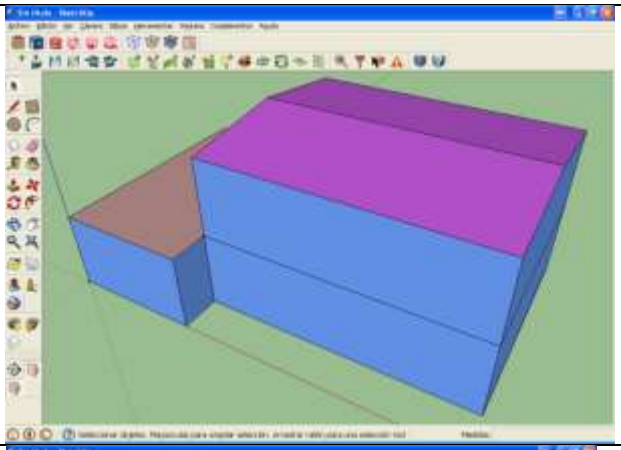
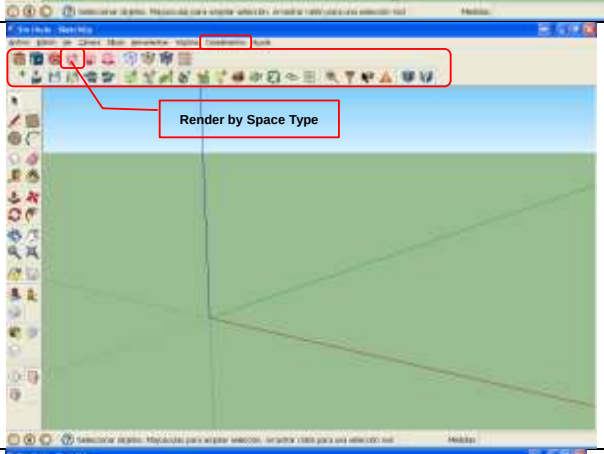
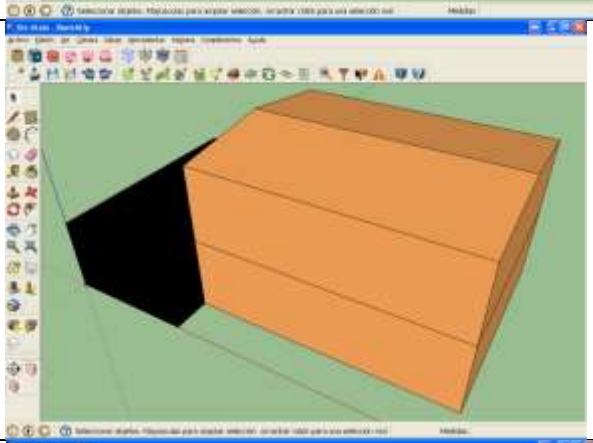
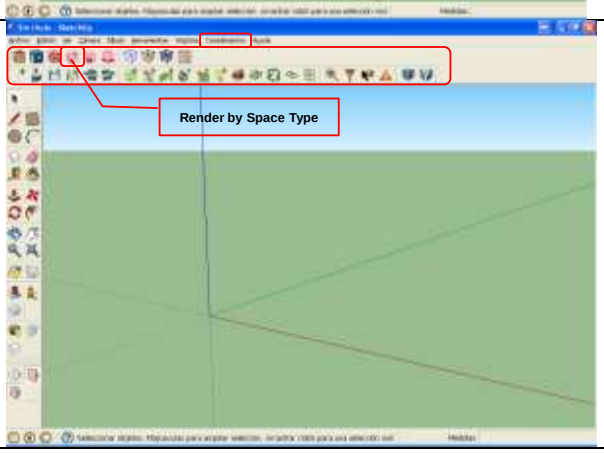
	Después de abrir el fichero .osm de la plantilla o en el que se han introducido las modificaciones se procede a introducir los diferentes recintos. Existen dos procedimientos para ello.
	Usando las herramientas de Sketchup (rectángulos/ polígonos/ guías·…) se dibuja la planta de los recintos. Se recomienda usar la opción de medición para verificar que se ha hecho correctamente. Se seleccionan todos los polígonos que definen la planta.
	Usando el Icono “Create Spaces from Diagram” se accede a la creación de espacios
	Se define la altura del espacio (en este caso 2,7m) y el número de plantas a crear (en este caso 1)

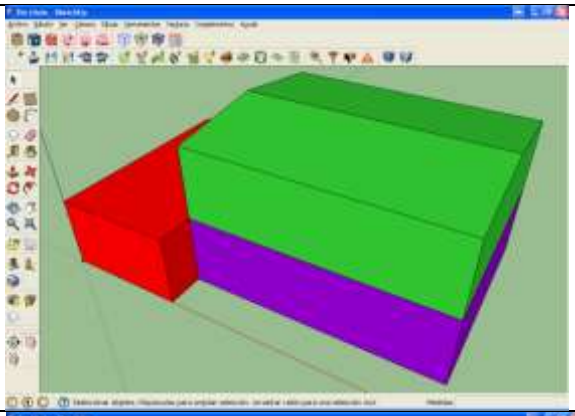
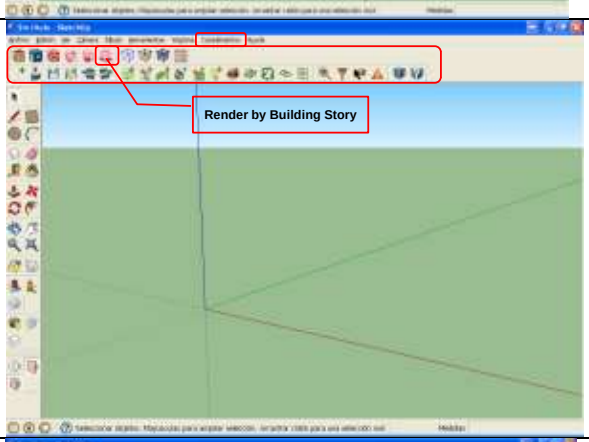
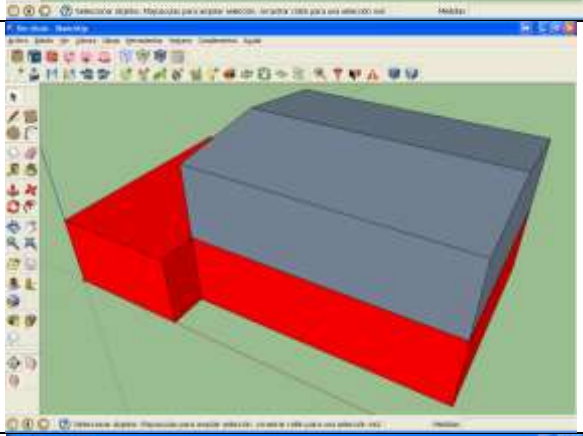
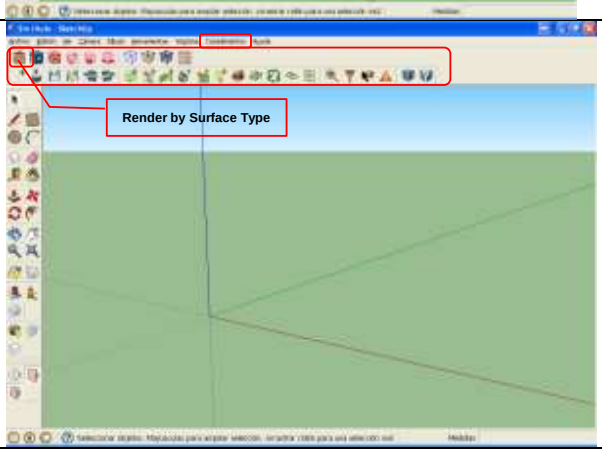
	Se habrán generado los dos espacios tal como se deseaba. Se puede proceder a crear el espacio de la planta primera (en este caso usaremos el segundo procedimiento)
	Se accede al icono “New Space”
	Se hace clic con el mouse en el punto donde se desea crear el espacio.
	Se hace doble clic para poder acceder a editar este grupo.
	Con las herramientas de Sketchup se dibuja el perfil del nuevo recinto hecho esto se usa la herramienta de

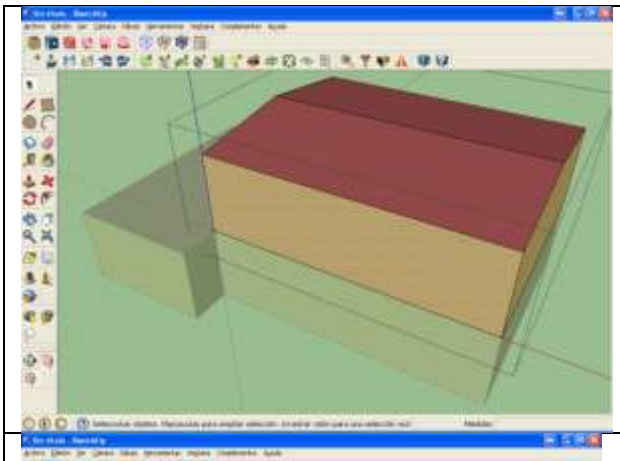
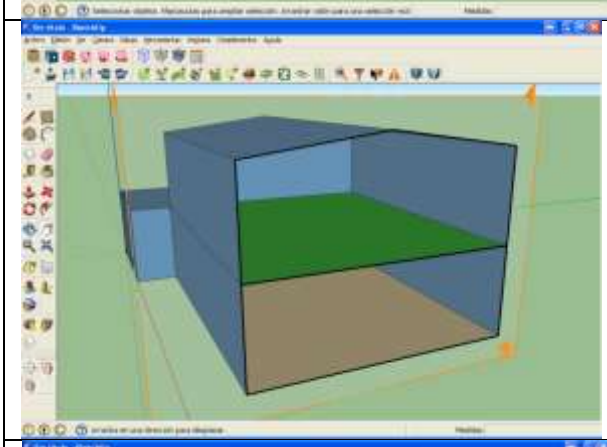
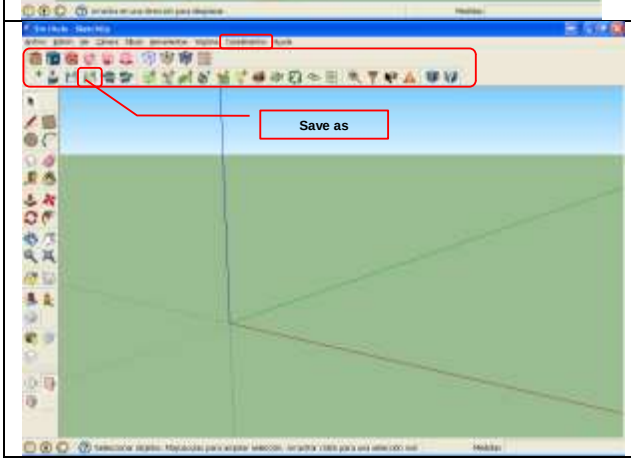
	SketchUp “Empujar/Tirar” y se extruye el recinto en altura para obtener el nuevo recinto
	Se habrán obtenido el nuevo recinto (en este caso superpuesto al anterior) Se procederá a continuación a transformar la cubierta plana en una tejado inclinado.
	Se selecciona la planta superior, se hace doble clic para poder editar este grupo y usando las herramientas de Sketchup se dibuja la línea de cumbrera.
	Usando guías para referencia y la herramienta mover se eleva la cumbrera hasta su posición correcta. Se pueden borrar las líneas guías para no emborronar el dibujo y crear posibles futuras confusiones.
	Conviene seleccionar cada uno de los recintos y con el botón derecho aparece un menu contextual se accede a “OpenStudio / Inspector” y se abre automáticamente el objeto “Space” en el Inspector de objetos se cambia el nombre (por defecto un numero) por uno que sea mas fácil de identificar (por ej.Space Garaje/ Space Baja / Space Primera)

	Se selecciona cada uno de los recintos y se accede al Icono “Set attributes for selected Spaces”
	Se selecciona en el menú desplegable cada una de las opciones: Tipo de espacio: Planta: Conjunto de construcciones: Zona Térmica: Usar el IdealLoad: Temperaturas de consigna; La plantilla contiene las opciones mas usuales.
	Se repite el mismo proceso para todos los espacios con sus atributos.
	Se debe acceder al icono de OpenStudio “Surface Matching”

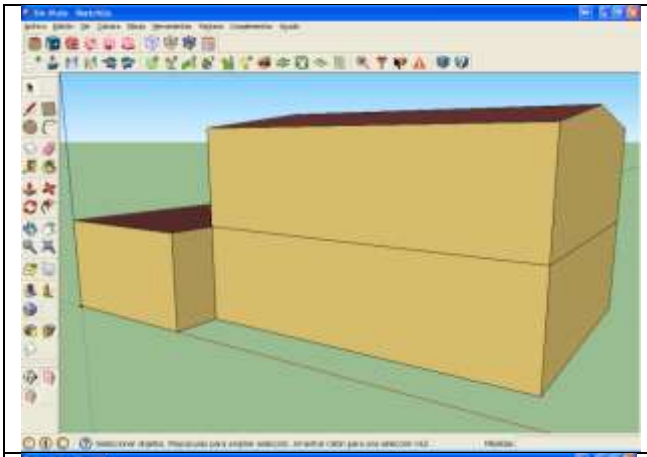
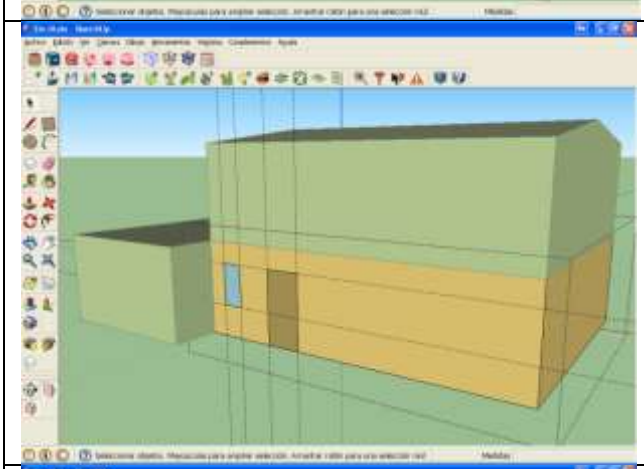
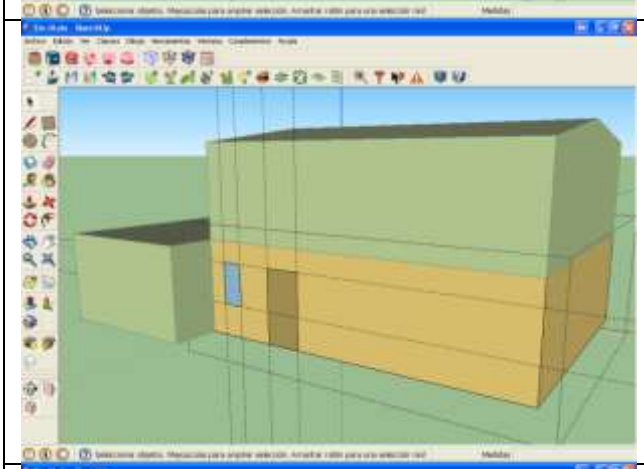
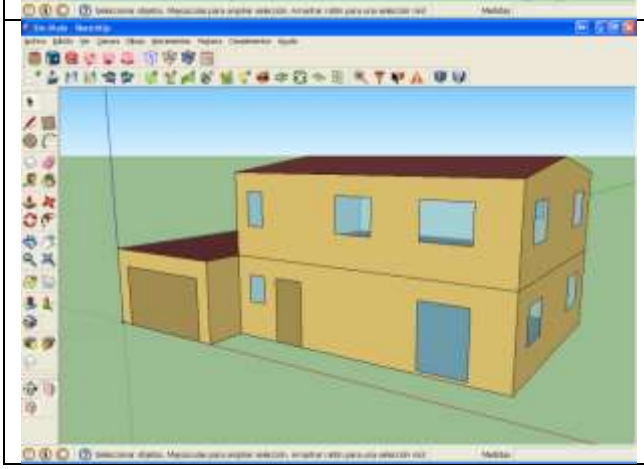
	Se aplican sucesivamente las opciones “Intersect in Entere Model” y “Match in Entere Model” para que se identifiquen las superficies que son comunes a varios espacios. (paredes / suelos / techos/ …)
	En este punto conviene verificar que se han introducido correctamente todos los atributos usando las opciones de renderizado
	Render by Bundary Conditions
	Las superficies identificadas en azul son “exteriores” mientras que las verdes son “interiores” y las beige “en contacto con el terreno”
	Render by Construction

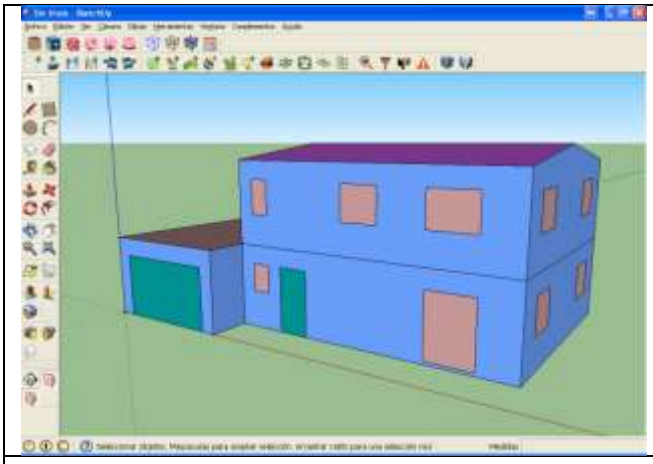
	Cada color representa un tipo diferente de construcción. Seleccionando un espacio, abrirlo para editarlo con doble clic y después en una superficie se pueden ver las propiedades de la construcción con el botón derecho accionando “OpenStudio / Inspector”
	Render by Space Type
	Cada color representa un tipo de espacio. Seleccionando un espacio y con botón derecho mediante las opciones “OpenStudio / Inspector” se abre el Inspector de Objetos y se pueden visualizar sus atributos.
	Render By Thermal Zone

	Cada color representa una zona térmica. Conviene seleccionar una a una para dotarlas de un nombre más inteligible mediante botón derecho las opciones “OpenStudio / Inspector” para acceder al inspector y renombrar las diferentes zonas.
	Render by Building Story
	Cada color representa cada una de las plantas
	Render by Surface Type

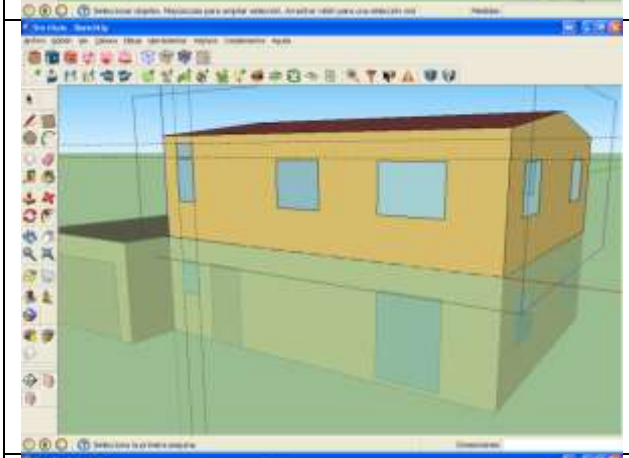
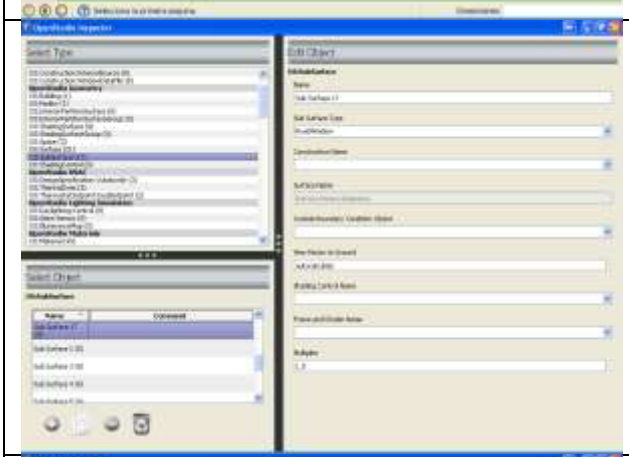
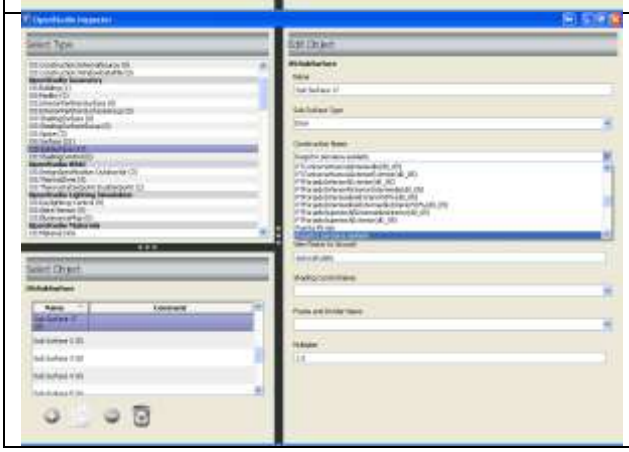
	Conviene renombrar las superficies principales para su mejor identificación accediendo a cada recinto seleccionando la superficie y con el botón derecho se accede al menú contextual con las opciones “OpenStudio / Inspector” se accede a las propiedades de esta superficie para modificar su denominación y hacerla más inteligible)
	Los diferentes renderizados en varias posiciones / secciones y la consulta de los atributos permiten verificar visualmente si todos los cerramientos se han introducido correctamente.
	Se puede guardar el ejercicio con un nombre diferente que identifique el paso en el que se han introducido todos los recintos.

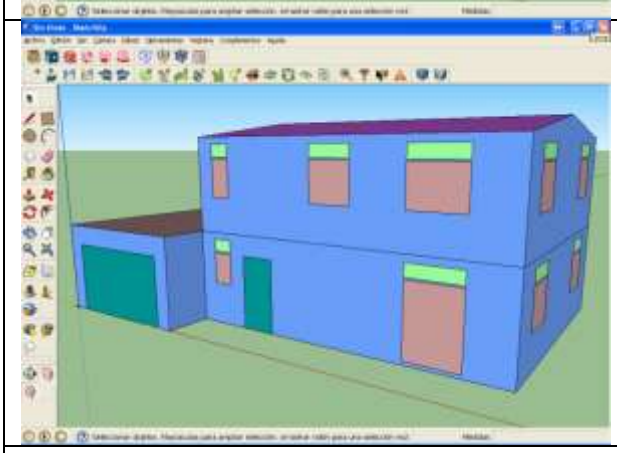
2_Introduccion de Huecos

	Se abre el fichero generado en el párrafo anterior o el fichero “1_Recintos.osm” suministrado como ejemplo.
	Para introducir un hueco basta con seleccionar un recinto abrirlo para editarlo mediante doble clic y dibujar mediante un rectángulo la posición del hueco. Las guías pueden ser una ayuda para posicionar con precisión cada hueco. Si el hueco arranca del suelo se generará una puerta (opaca) sino una ventana.
	Seleccionando un hueco se pueden modificar sus propiedades (denominación / puerta / ventana,..) para adaptarlas al caso. Con la opción botón derecho “OpenStudio / Inspector” se acede al Inspector de Objetos para modificar sus propiedades.
	Se repite el proceso tantas veces como sea preciso.

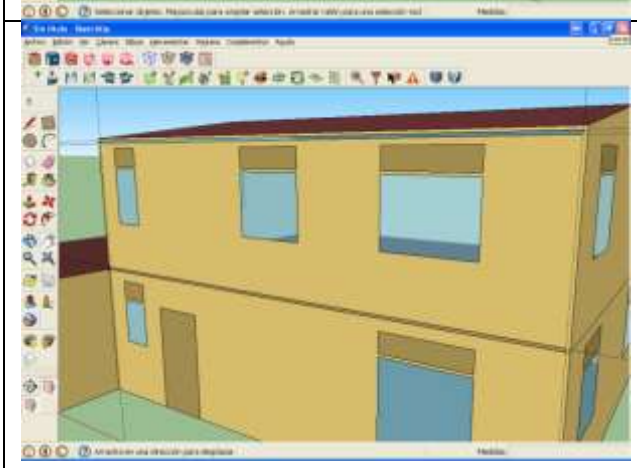
	Usando el renderizado por construcciones es posible visualizar los tipos de construcción empleados o visualizar su construcción con la opción botón derecho “OpenStudio / Inspector”
	Se puede proceder a grabar un nuevo fichero .osm

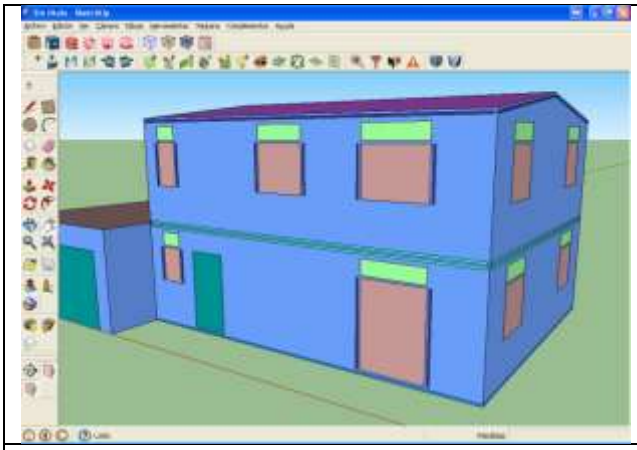
3_Introduccion Registros de persiana

	Se procede a abrir el fichero generado en el paso anterior o en nuestro ejemplo el fichero 2_huecos.osm
	Los registros de persiana se introducen como un hueco de características puerta y con la construcción adecuada al registro. Los huecos deben introducirse ligeramente separados los unos de los otros (por ej 5 cm) Al introducir el hueco se genera automáticamente como “ventana”
	Se selecciona el hueco y con el botón derecho y las opciones “OpenStudio / Inspector) se accede a las propiedades del hueco
	Se modifica la propiedad SubSurfaceType a “Door” y se introduce en la propiedad ConstructionName la construcción adecuada por ej:”Registro de persiana aislado” (construcción incluida en la plantilla)

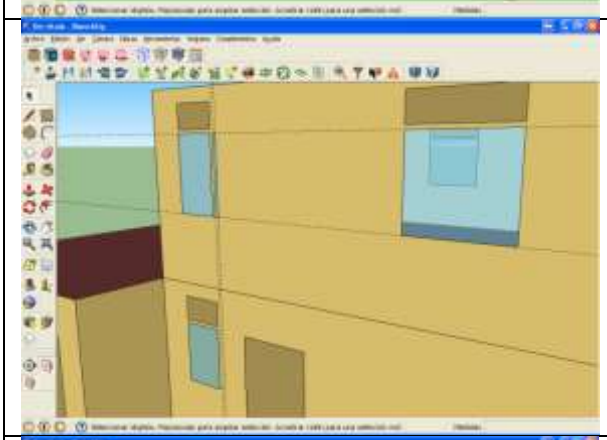
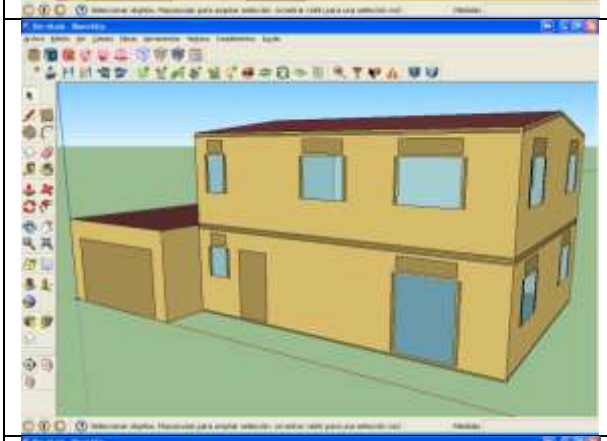
	Se repite el proceso tantas veces como sea necesario
	Con el renderizado por tipo de construcción se pueden visualizar las diferentes construcciones usadas en el modelo mediante los diferentes colores. Seleccionando un registro pulsando botón derecho y con la opción “OpenStudio / Inspector” se puede acceder al inspector de objetos y ver el detalle de la construcción introducida
	Se puede proceder a grabar un nuevo fichero .osm con los registros de persiana introducidos.

4_Introduccion Puentes Térmcios Frentes Forjado

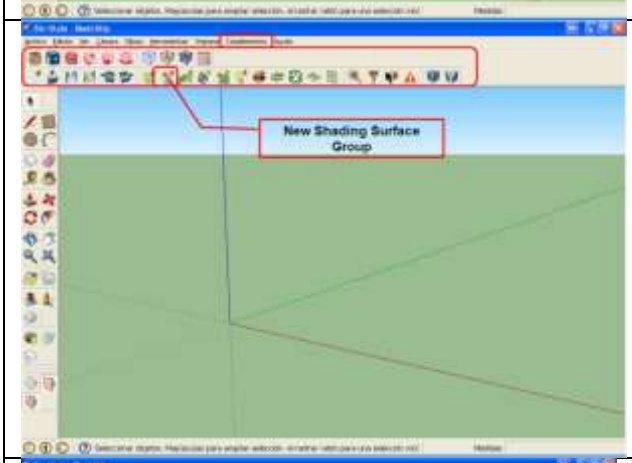
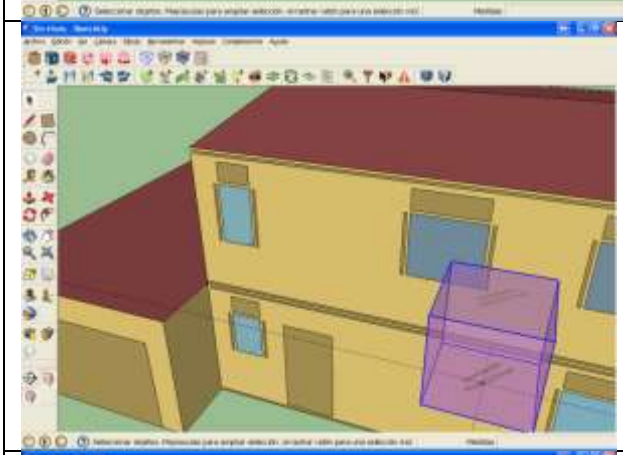
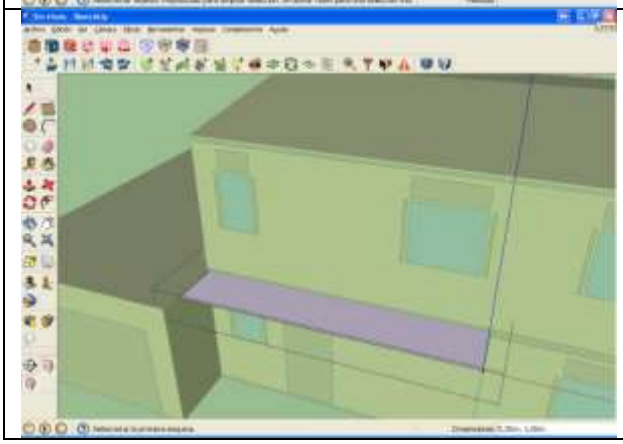
	Se abre el fichero generado en el paso anterior o en nuestro ejemplo el 3_RegistrosPersiana.osm
	Los puentes térmicos de frentes de forjados se introducen como huecos de tipo “Door” cuya anchura corresponda con el frente de forjado (sin llegar a los bordes laterales de los cerramientos) y cuya altura sea 0,05 m. Se selecciona cada Puente Térmico introducido y se modifica sus propiedades a “Door” y se usa alguna de las construcciones “PTForjado” con las posibilidades de Intermedio / Superior / Inferior teniendo en cuenta la posición del aislamiento en la fachada Interior / Intermedio / Exterior.
	Se repite tantas veces como sea necesario este proceso

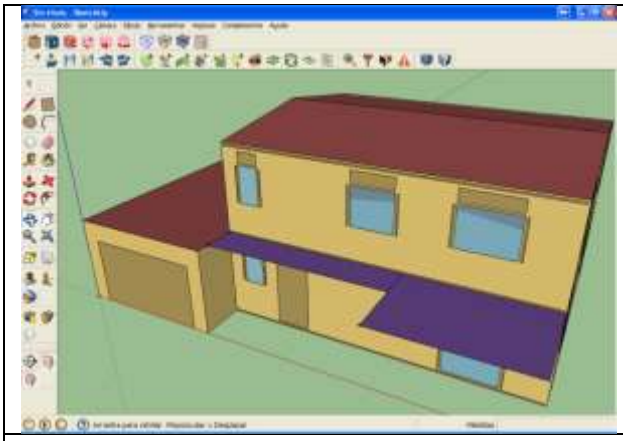
	Usando el renderizado por construcción se puede verificar que cada puente térmico se ha introducido correctamente gracias a sus diferentes colores.
	Se puede proceder a grabar un nuevo fichero .osm con los PT frentes de forjados introducidos.

5_Introduccion Puentes Térmicos Contornos de Huecos

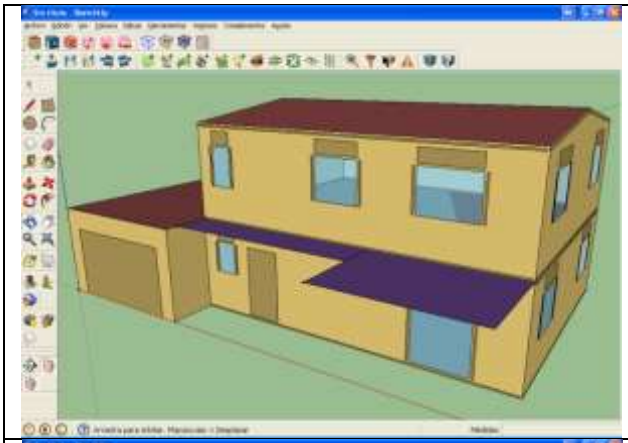
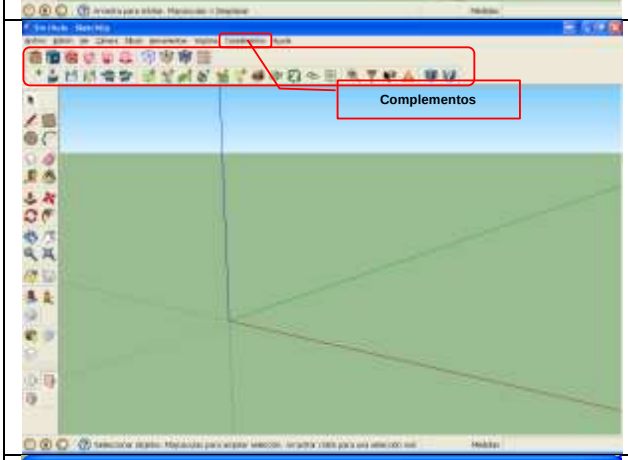
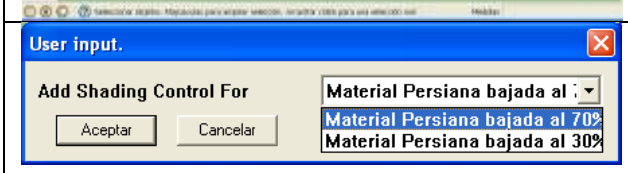
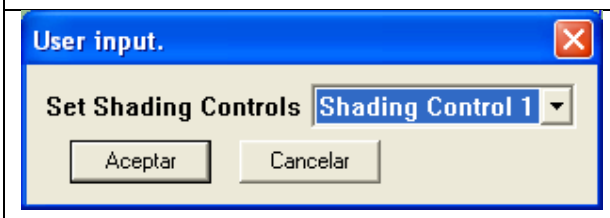
	Se abre el fichero generado en el paso anterior o en nuestro ejemplo el fichero PTFrenteForjado.osm
	Los puentes térmicos de contorno de hueco se introducen exactamente igual que los de Frente de Forjado simplemente usando la Construcción adecuada del tipo “PTContornoHueco” considerando la posición del aislante en la fachada Interior / Intermedio/ Exterior.
	Se repite el proceso tantas veces como sea necesario.
	Usando el renderizado por construcción se puede identificar mediante el código de colores las diferentes construcciones usadas
	Se puede proceder a grabar un nuevo fichero .osm con los PT contornos de hueco introducidos.

6_Dispositivos de Sombra

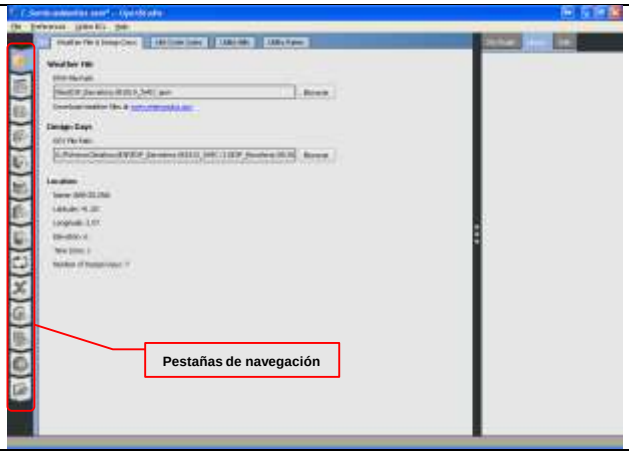
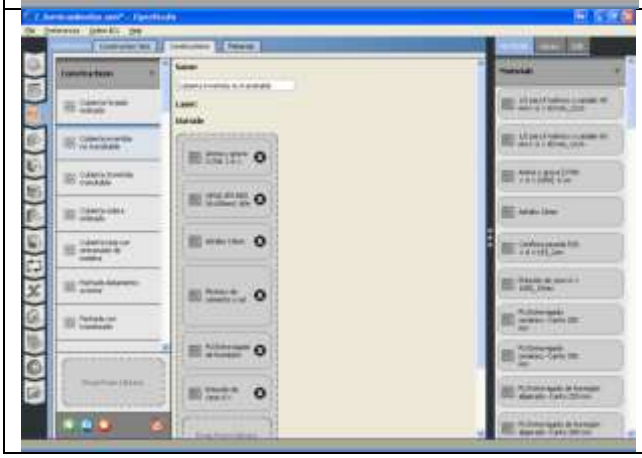
	Se procede a abrir el fichero generado en el paso anterior o en nuestro ejemplo el fichero 5_PTContornoHueco.osm
	Para introducir un dispositivo de sombra fija se debe usar la opción “New Shading Surface Group”
	Se pincha en el vértice donde se desea introducir el elemento de sombra.
	Se hace doble clic para permitir editar el grupo y mediante las herramientas de SketchUp se dibuja el elemento de sombra

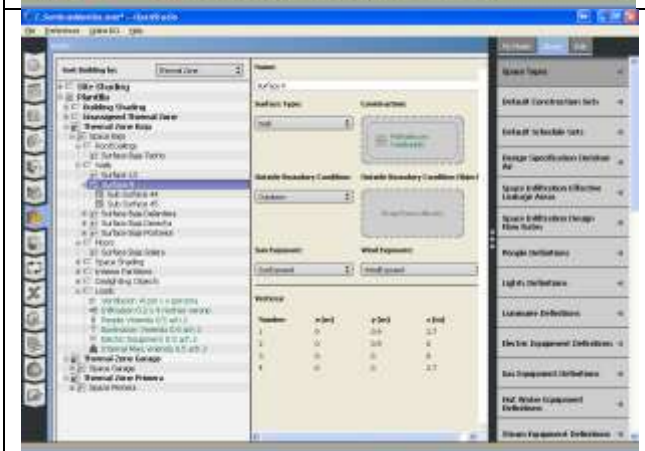
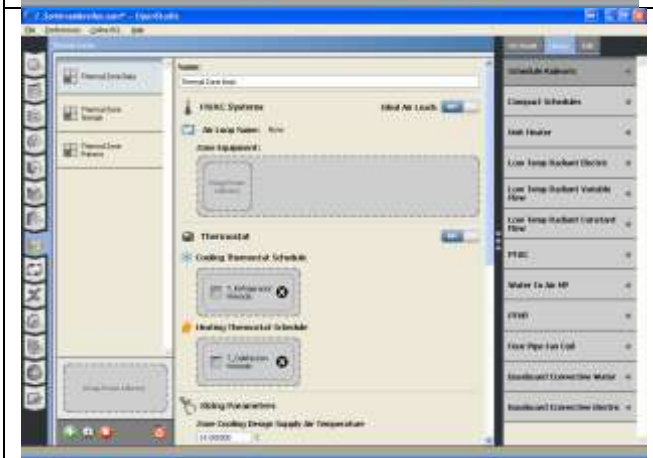
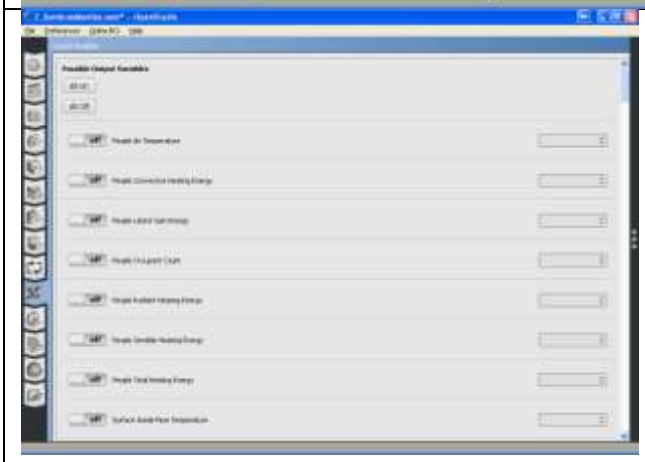
	Se repite el procedimiento tantas veces como sea necesario
	Se puede proceder a grabar un nuevo fichero .osm con los dispositivos de sombra fija introducidos.

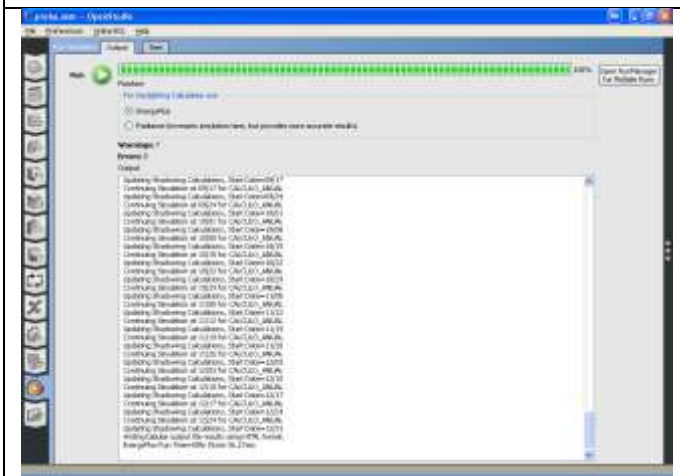
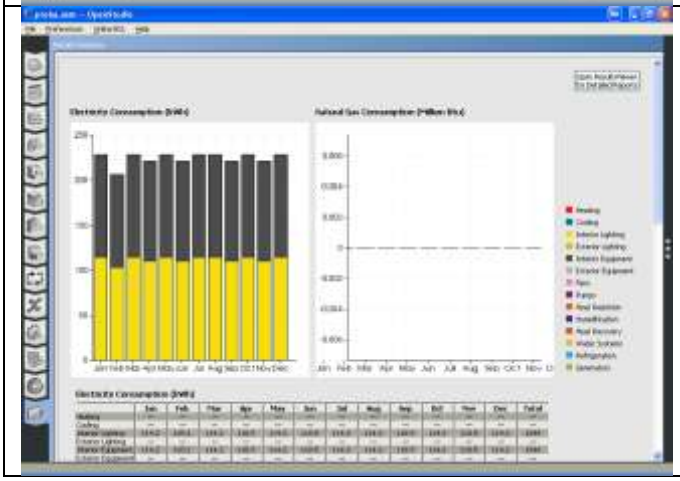
7_Sombras Moviles

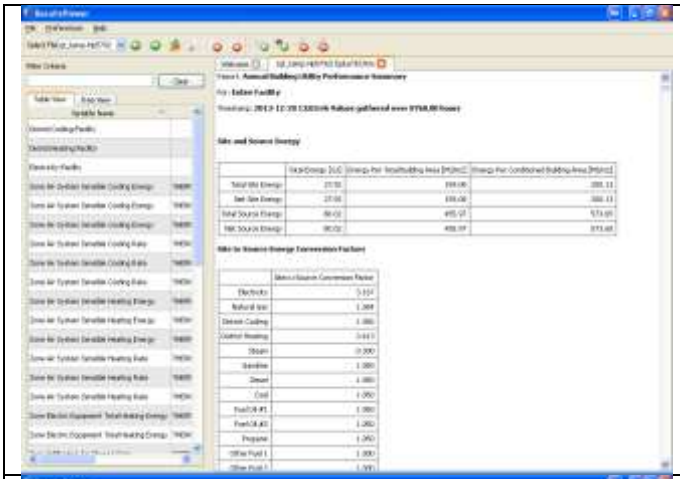
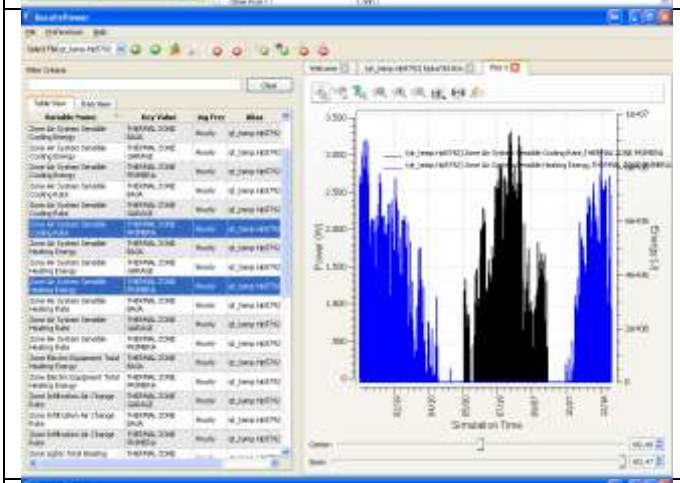
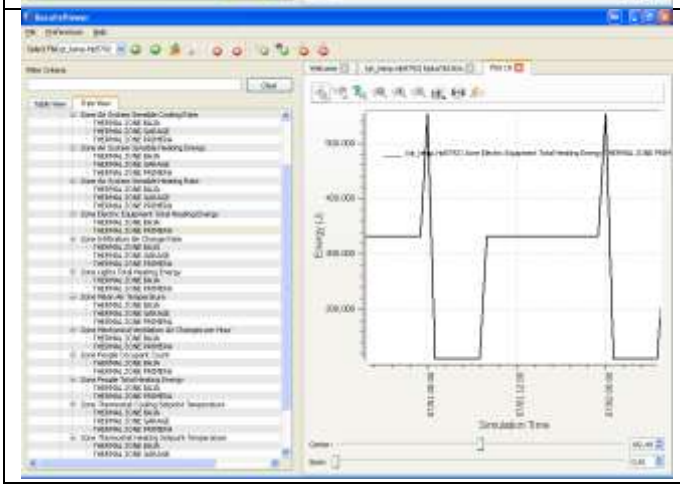
	Se procede a abrir el fichero generado en el paso anterior o en nuestro ejemplo el fichero 6_DispositivosSombra.osm
	Se deben seleccionar los recintos (o el hueco individual) a los que se desea añadir dispositivos de sombra móvil. Para introducir sombras móviles debe accederse al menú “Complementos” de SketchUp.
	Se accede a la opción “OpenStudio User scripts / Alter or Add Model elements / Add shading controls” y se selecciona la opción del tipo de persiana a aplicar.
	Se accede de nuevo a Complementos”; Se accede a la opción “OpenStudio User scripts / Alter or Add Model elements /Set shading Controls”. Esto generará un control de forma que solo cuando la radiación solar es “excesiva” se acciona el dispositivo de sombra
	Se puede proceder a grabar un nuevo fichero .osm con los dispositivos de sombra móvil introducidos.

8_Calculo con Ideal Load

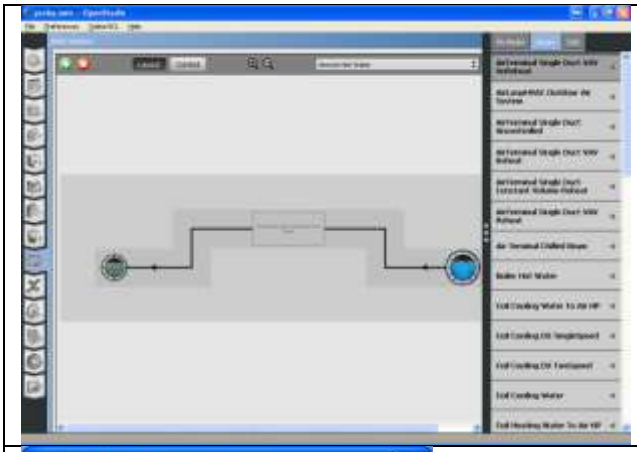
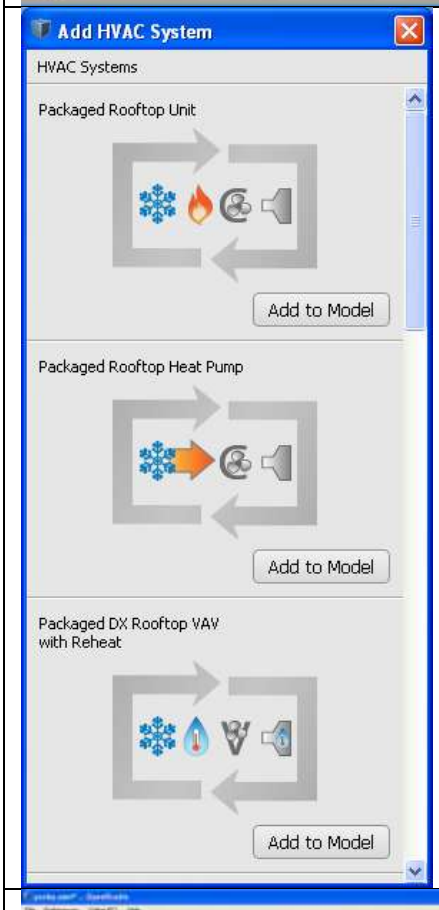
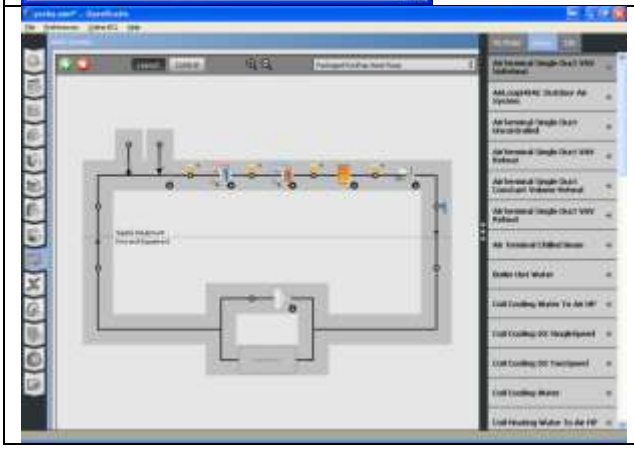
	Desde el icono de OpenStudio se accede al entorno de trabajo OpenStudio que se suele usar para la modelización de sistemas térmicos, calculo y visualización de resultados. Puede también abrirse el fichero guardado en el paso anterior directamente desde OpenStudio en nuestro caso sería el fichero 7_SombrasMoviles.osm
	El primer paso será definir el fichero climático horario .epw y el fichero climático para los días de diseño .ddy Obviamente previamente se deben haber obtenido los ficheros necesarios según los emplazamientos a calcular
	En la pestaña “Constructions” puede accederse a los diferentes materiales para ver sus propiedades o crear nuevos
	O a las diferentes construcciones

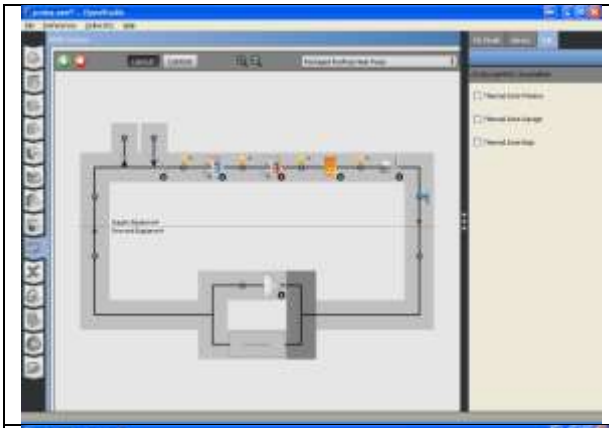
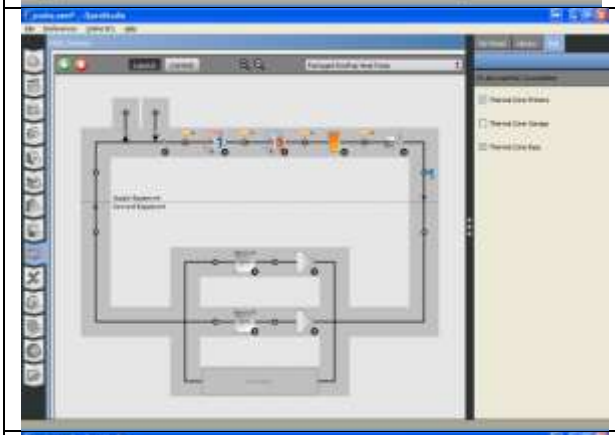
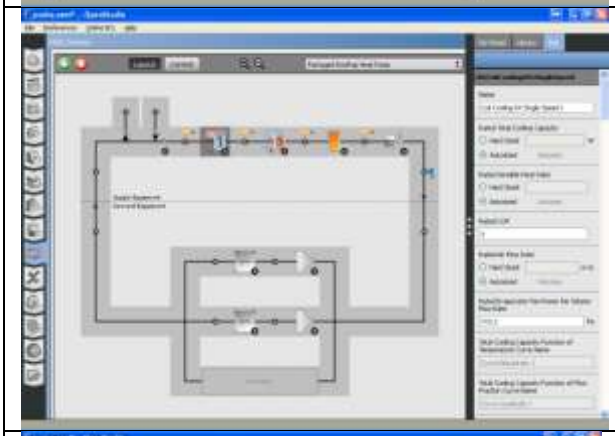
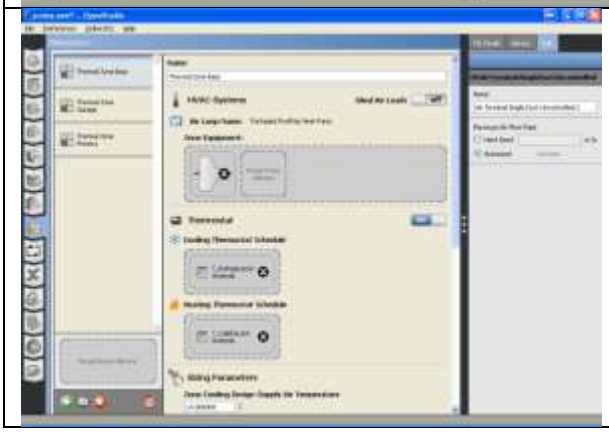
	O conjuntos de construcciones
	En la pestaña “Facilty” se puede visualizar un resumen de todos los objetos introducidos en las diferentes zonas, recintos, superficies,….
	La pestaña Thermal Zones permite ver las unidades terminales instaladas en cada zona y las temperaturas de consigna introducidas (en este caso es el sistema IdealLoad con temperaturas de consigna para calefacción y refrigeración) El sistema IdealLoad se usa para determinar las demandas de los diferentes recintos.
	La pestaña “Output Variables” permite determinar que parámetros (temperaturas del aire/ superficies / operativas, flujos de calor ocupación/ equipos / iluminación, demandas /calefacción/ refrigeración,..) deseamos obtener como resultados, dependiendo del tipo de estudio deberemos activar unas u otras. Las variables pueden reportarse a diferentes pasos de tiempo (hora, día, mes,…).
	Se aconseja activar a nivel horario

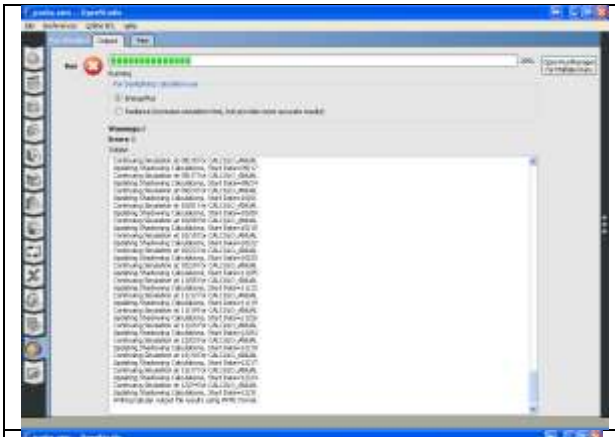
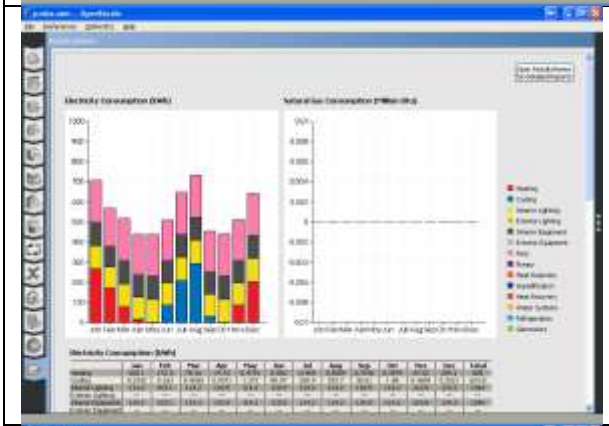
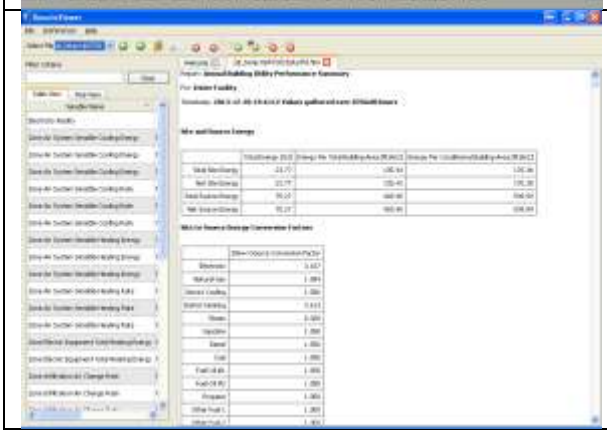
	por lo menos las variables siguientes con el objeto de tener algunos resultados de demanda y poder verificar que los perfiles ocupacionales y operativos se han introducido correctamente: • Zone air sensible cooling Energy / Rate. • Zone air sensible heating Energy / Rate. • Zone electric equipment total heating energy. • Zone infiltration air change rate. • Zone lights total heating energy. • Zone mean air temperature. • Zone people occupant count. • Zone people total heating energy. • Zone Thermostat Cooling set point temperature • Zone Thermostat Heating set point temperature
	Definidas las variables a reportar se puede accede a la pestaña de cálculo.
	Finalizado el calculo se accede a la pestaña “Results Sumary” en donde se ofrece una primera visión global del comportamiento energético del edificio. Se puede acceder a obtener resultados más detallados mediante el botón “Open Results Viewer for Detailed Reports”

	Un fichero .html contiene un resumen detallado de toda la simulación energética, demandas, superficies, coeficientes de transmisión,…
	Seleccionando las diferentes variables se pueden obtener los gráficos de evolución horaria de los diferentes parámetros
	Conviene verificar que las ganancias internas (ocupación / iluminación/ equipos) que las temperaturas de consigna (Calefacción / refrigeración) y que las tasas de infiltración reproducen correctamente las hipótesis de cálculo. Usando el cursor “span” se permite ampliar una zona para ver la evolución horaria de los parámetros. Usando el cursor “center” se permite desplazarse por la grafica

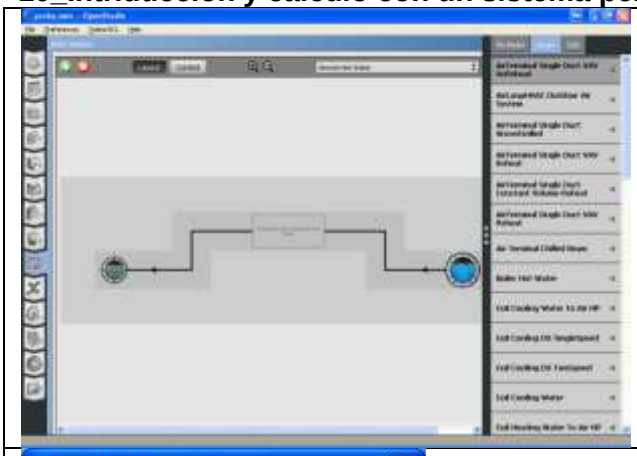
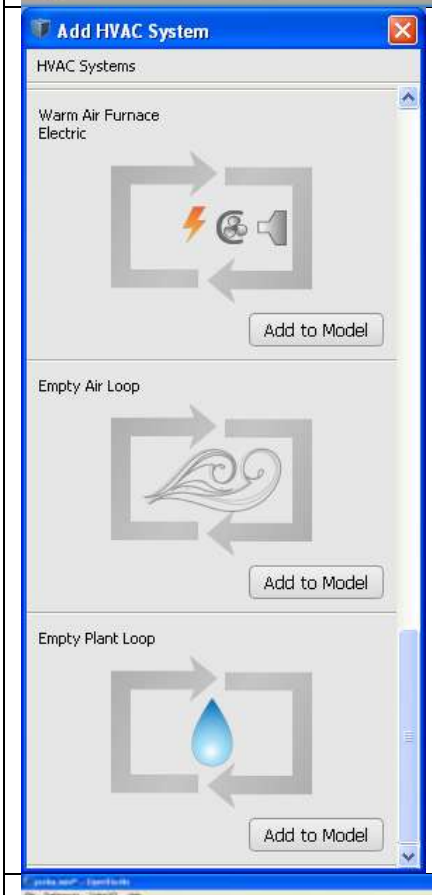
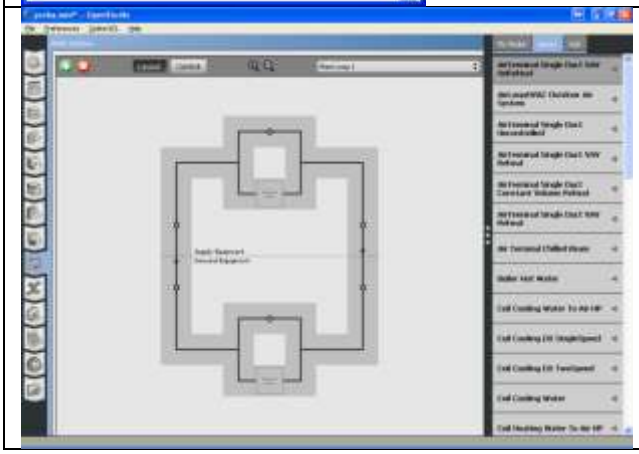
9_Introduccion y calculo con sistemas predefinidos

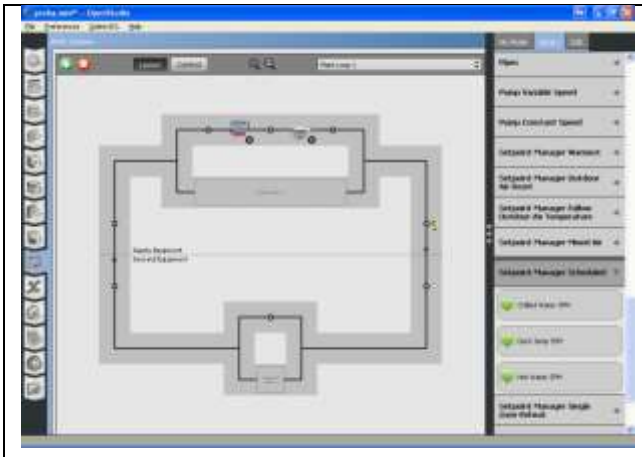
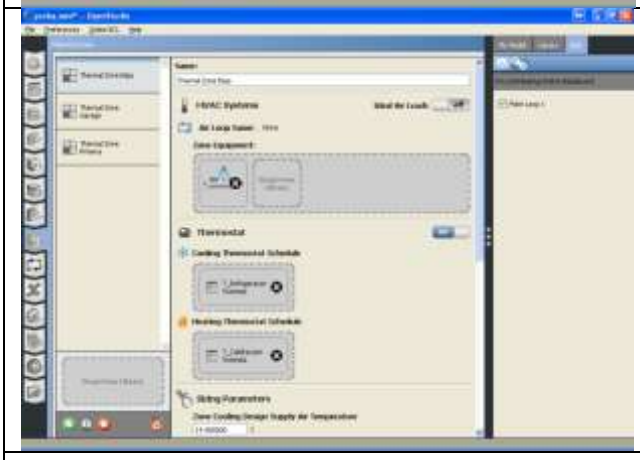
	OpenStudio lleva incorporados una serie de sistemas predefinidos. Se accede a ellos mediante la pestaña “HVAC Systems” y se pulsa el botón (+) añadir un sistema
	Aparecen una serie de sistemas predefinidos. Se selecciona el que se desee y se pulsa “Add to model”
	Se genera automáticamente un esquema de la instalación con todos los componentes necesarios.

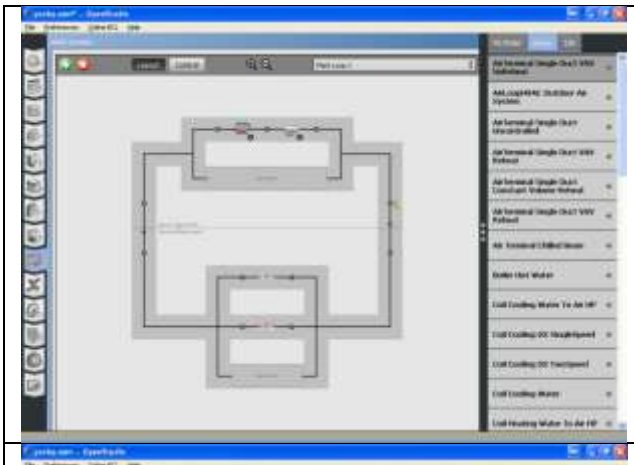
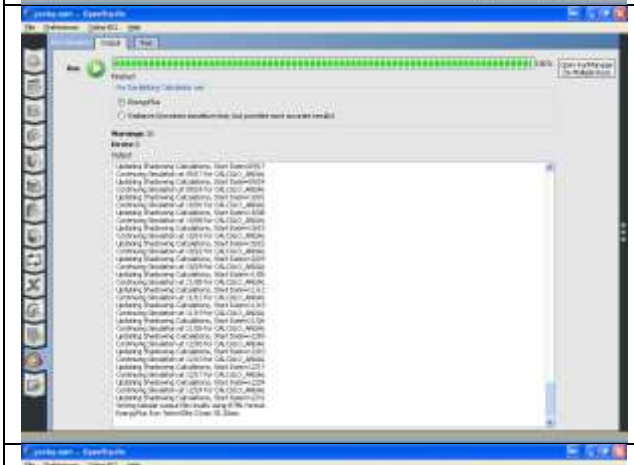
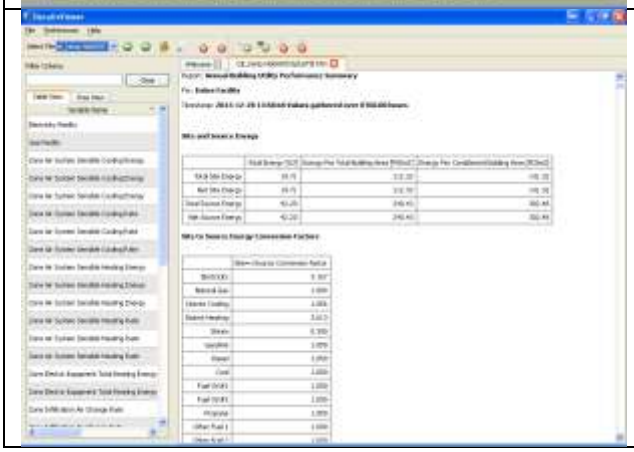
	Para indicar a que zonas da servicio este sistema se debe pulsar el repartidor en el lado de la demanda, aparecen en la derecha las diferentes zonas y se deben seleccionar aquellas a las que da servicio el sistema
	Se modifica automáticamente el esquema de la instalación incorporando las zonas a las que da servicio el sistema
	Pulsando en cada uno de los componentes en el esquema en la ventana derecha aparecen sus características introducidas por defecto que pueden adaptarse a nuestro calculo concreto si es preciso.
	Si accedemos a la pestaña zonas térmicas veremos que ahora el sistema Ideal Load se ha desconectado (off) y que por el contrario aparece una unidad terminal en el mismo.

	Se puede proceder al cálculo en la pestaña correspondiente
	Y obtener los nuevos resultados generales
	Y detallados

10_Intriduccion y cálculo con un sistema personalizado

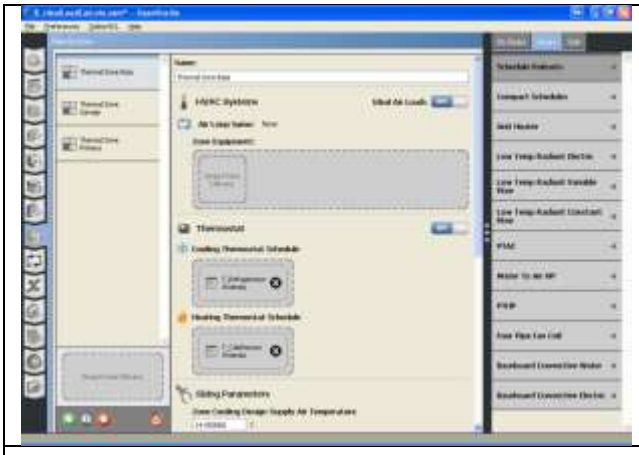
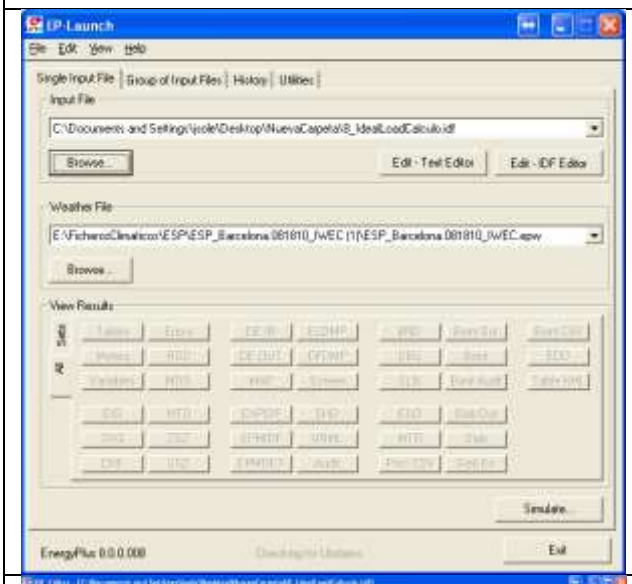
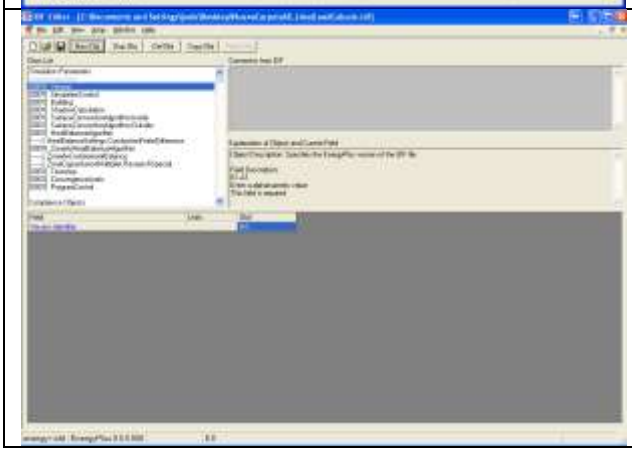
	OpenStudio lleva incorporados una serie de sistemas predefinidos. Se accede a ellos mediante la pestaña “HVAC Systems” y se pulsa el botón (+) añadir un sistema
	Se elige la opción “Empty Plant Loop”
	Se genera el esquema de una planta sin ningún componente.

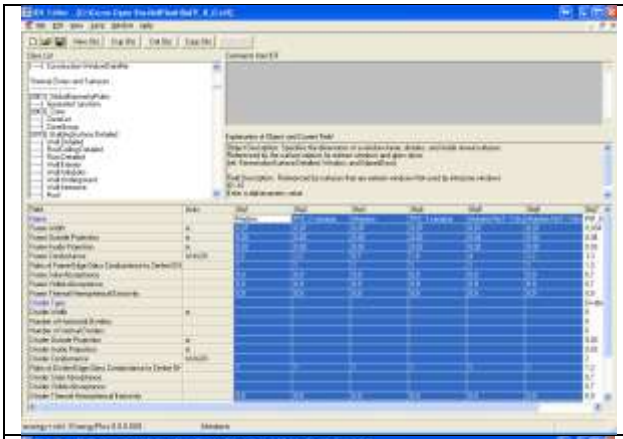
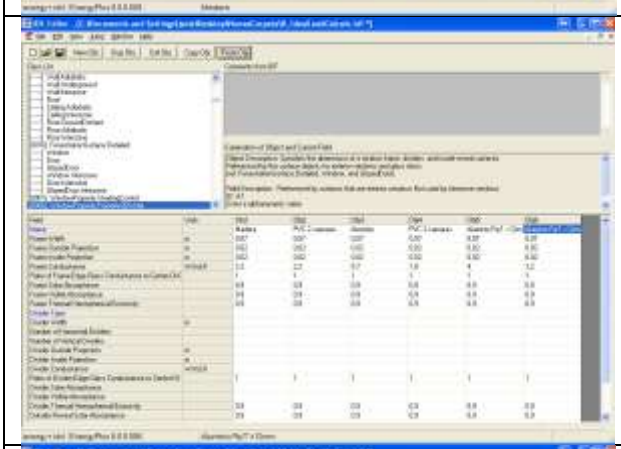
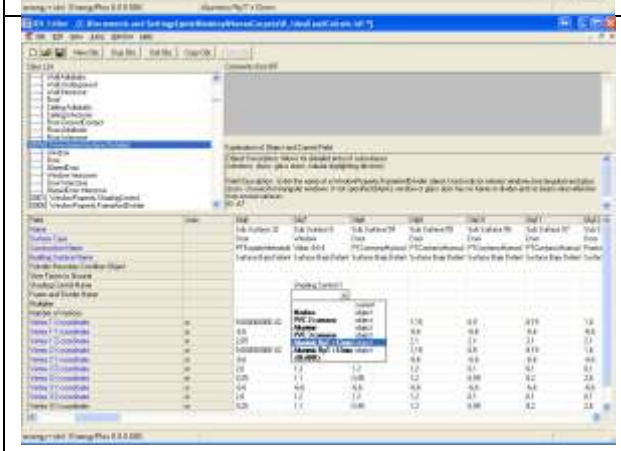
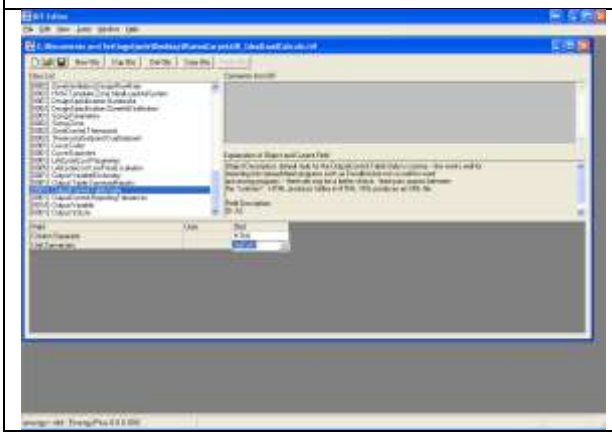
	En la parte derecha de la ventana se seleccionan los diferentes componentes y se arrastran a su posición en el esquema. En este caso hemos introducido una caldera de gas con su bomba de circulación y su control de temperatura del agua. Si se trata de introducir un componente en un punto que no es correcto el programa advierte del error y no lo permite. Se pueden modificar las propiedades de cada componente según sea necesario
	Se debe accede a cada una de las zonas térmicas servidas por este sistema e introducir la unidad terminal. En este caso es un conjunto de radiadores de agua caliente “Baseboard Convective water”. Se selecciona en la ventana de la derecha y se arrastra a “Zone Equipment” en la ventana central
	Se seleccione el equipo terminal y en la parte superior de la ventana de la derecha aparece un icono de enlace para agregar esta unidad a la planta creada anteriormente
	Se repite el proceso para todas las zonas térmicas que sea necesario

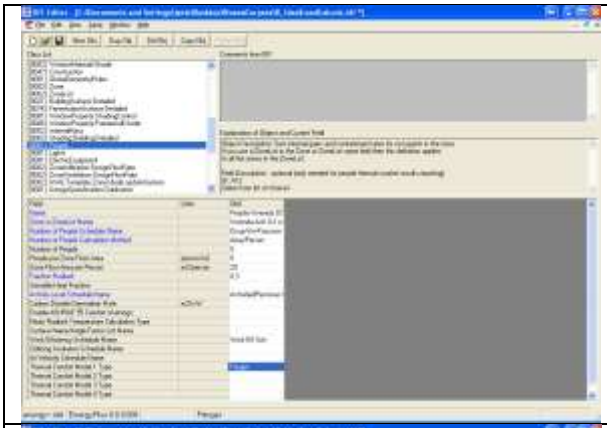
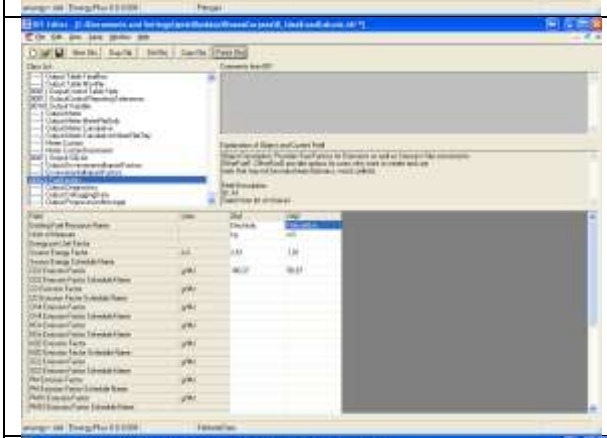
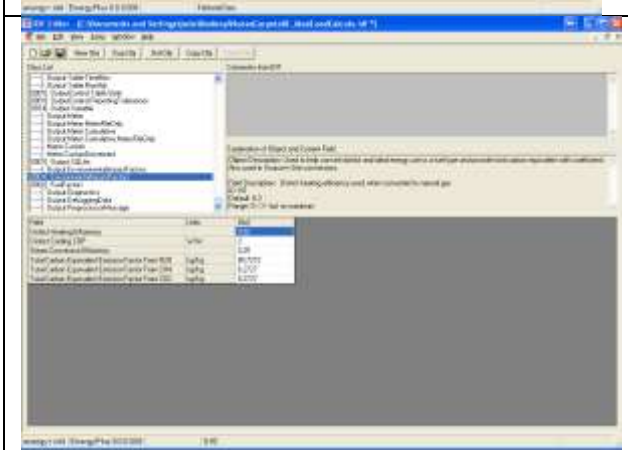
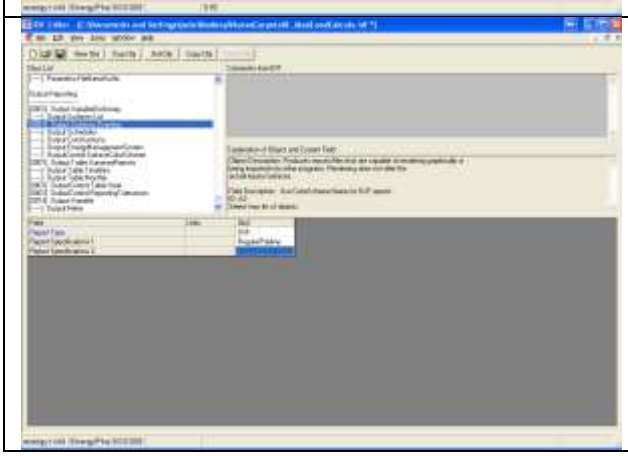
	Si volvemos ahora a la pestaña “HVAC Systems” aparece ahora el sistema completo
	Se calcula
	Se obtiene el informe general
	Se acede a los informes detallados

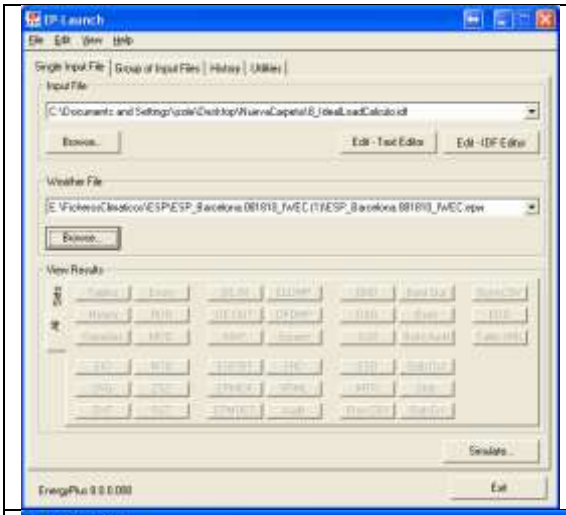
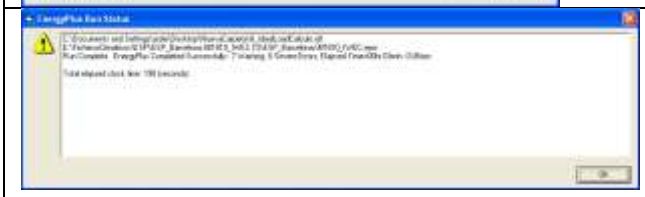
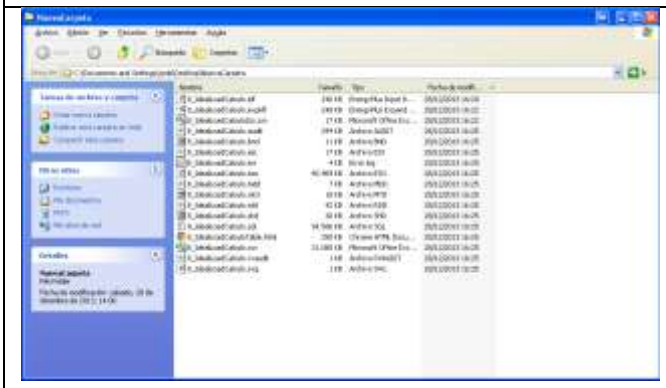
11_Paso a Energy Plus e introducción de carpinterías.

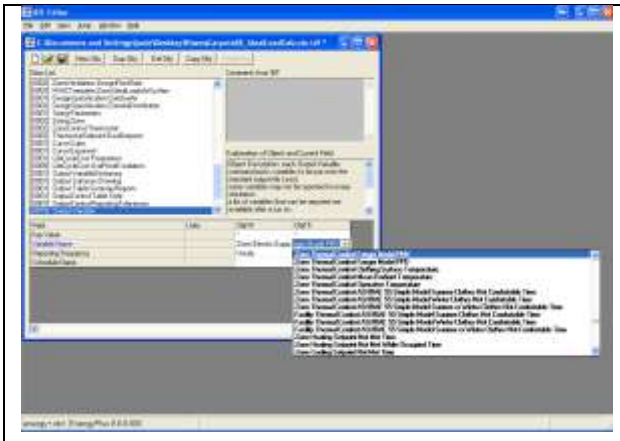
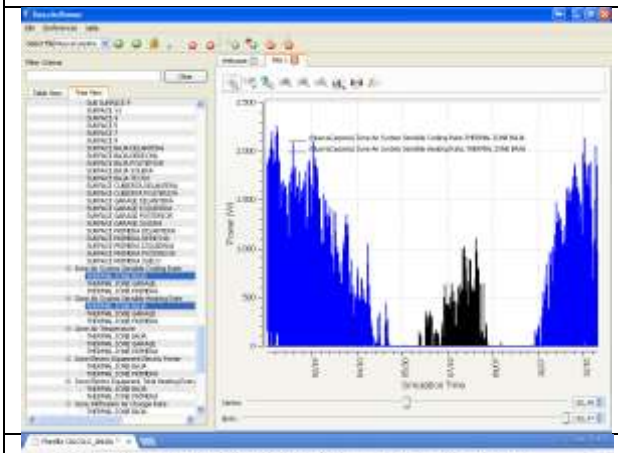
A pesar que OpenStudio es bastante completo en cuanto a sus posibilidades y versatilidad existen algunos objetos que no están incluidos en el mismo pero si están disponibles en EnergyPlus por lo que si se precisa o quiere usarse alguno de ellos es necesario operar en el entorno de EnergyPlus
Un caso típico es el objeto “Frame and divider” (carpinterías) que no esta soportado por la actual versión de OpenSudio

	Abriremos alguno de los ficheros anteriores en los que habíamos completado el trabajo en OpenStudio. Por ejemplo en nuestro caso podemos usar 8_IdealLoadCalculo.osm (en este caso es el edificio con el sistema IdealLoad)
	Usaremos la opción “File / Export IDF” y guardaremos el fichero en una carpeta hecho lo cual procederemos a cerrar OpenStudio.
	Abriremos el EPlaunch de EenergyPlus en su versión 8.0 (no la 8.1 ya que OpenStudio genera ficheros EP 8.0) y cargaremos el fichero .idf generado en el punto anterior. Usaremos la opción “Edit-IDF Editor” para acceder a su contenido.
	

	De forma análoga abriremos el fichero “PlantillaEP_8_0.idf” y accedemos a los objetos “WindowProperty:FrameAndDivider” veremos que aparecen las características de diferentes tipos de carpintería (madera / PVC 2 cámaras / Aluminio / ….) Seleccionamos las columnas que deseamos “trasladar” como opciones a nuestro modelo y pulsamos en “CopyObj”
	Acudimos al fichero de nuestro modelo y pulsamos el botón “Paste Obj”, automáticamente los objetos de la plantilla se incorporan a nuestro modelo. Podemos cerrar el fichero “plantilla” que ya no nos será de utilidad.
	Ahora solo queda asignar a cada hueco su carpintería correspondiente. Acudimos al grupo “Fenestration:Surface:Detailed” en donde figuran todos los huecos de nuestro modelo en columnas añadiremos en la fila “frame and divider” la carpintería que corresponde a cada hueco. Los puentes térmicos o los registros de persiana introducidos como huecos tipo “door” no deben incluir carpintería.
	Quizás nos convenga efectuar algunas modificaciones en los ajustes de la obtención de resultados. Acudir al grupo de objetos “Output:Control:Table:Style” y en la segunda línea seleccionar la opción “JtoKWh” de esta forma los resultados nos aparecerán en kWh en vez de J o sus múltiplos .

	Otro parámetro interesante es incluir en el objeto “People” y en la línea “Thermal Confort Model 1 Type” la opción “Fanger” en las líneas “Clothing Insulation Schedule name” y en la “Air Velocity Schedule name” se seleccionan los perfiles adecuados al caso para poder determinar los valores PMV o PPD de cada zona ocupada Se procede a “guardar” el modelo
	Se puede añadir el factor de conversión de energía final a primaria mediante objetos “Fuell Factors” Se procede a “guardar” el modelo
	La opción “Environmental Impact Factors” permite introducir la eficiencia de los sistemas usados por el Ideal Load (District heating / cooling) Se procede a “guardar” el modelo
	Opcionalmente en Output: Surfaces Drawing permite generar un fichero DXF 3D. Se procede a “guardar” el modelo y cerrar el editor del IDF

	De vuelta al EPLaunch se indica el fichero climático que desea usarse y se lanza el calculo con el botón “Simulate”
	Al finalizar el cálculo aparece una ventana que contiene los mensajes de advertencia que se han ocasionado durante el cálculo. (Advertencias son mensajes de incidencias que no ocasionan detención del cálculo como por ejemplo objetos o construcciones contenidos en el modelo pero no usados, o ligeras discrepancias en longitud y latitud entre el fichero climático y el emplazamiento,…)
	Con el cálculo se han generado multitud de ficheros en la misma carpeta que contenía nuestro fichero de origen. Nos interesan especialmente los ficheros: **.err** que contiene los mensajes de advertencia o errores. **.html** que contiene el mismo informe detallado que habíamos generado en Open Studio pero ahora expresado en kWh **.csv** contiene todas las variables generadas en formato separado por comas para uso en hojas de calculo **.sql** contiene todas las variables en formato utilizable por el visor de resultados de OpenStudio. **.rdd** contiene el nombre de todas las variables que es posible generar (bastantes mas que las que se pueden generar en OpenStudio. **.eso** contiene los valores de las variables en el formato del visor de resultados de DesignBuiler.

	Volviendo a abrir el editor de IDF podemos incluir nuevas variables a nuestros cálculos. Acudimos a "Output:variable", pulsamos en el botón "New Obj" y se generará una nueva columna en blanco en la que incluiremos por selección en la lista la variable que deseemos (por ej el PMV de Fanger) se guarda y se cierra el editor de objetos y se repite el cálculo para incluir esta nueva variable
	Podemos visualizar los nuevos resultados (ahora incluyen el impacto de las carpinterías!) usando el "ResultsViewer" de OpenStudio (es más laborioso hacerlo mediante Excel)
	Se abre al "ResultsViewer" se acede a "File / Open" y se busca el fichero .sql correspondiente. Los resultados deberían ser ligeramente diferentes por el impacto de las carpinterías
	Se puede visualizar el fichero .html usando el visor predeterminado en el ordenador para ello (InternetExplorer / Google Chrome/…)

ANEXO V. CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

I. DISPOSICIONES GENERALES

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

3904 *Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.*

Las exigencias relativas a la certificación energética de edificios establecidas en la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, se transpusieron en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, mediante el que se aprobó un Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, quedando pendiente de regulación, mediante otra disposición complementaria, la certificación energética de los edificios existentes.

Con posterioridad la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, ha sido modificada mediante la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios, circunstancia que hace necesario transponer de nuevo al ordenamiento jurídico español las modificaciones que introduce con respecto a la Directiva modificada.

Si bien esta transposición podría realizarse mediante una nueva disposición que modificara el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, y que a la vez completara la transposición contemplando los edificios existentes, parece pertinente que, por economía administrativa, se realice mediante una única disposición que refundiendo lo válido de la norma de 2007, la derogue y complete, incorporando las novedades que incorpora la nueva directiva y amplíe su ámbito a todos los edificios, incluidos los existentes.

En consecuencia, mediante este real decreto se transpone parcialmente la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, en lo relativo a la certificación de eficiencia energética de edificios, refundiendo el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, con la incorporación del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios existentes, teniendo en consideración además la experiencia de su aplicación en los últimos cinco años.

El real decreto establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que deberá incluir información objetiva sobre la eficiencia energética de un edificio y valores de referencia tales como requisitos mínimos de eficiencia energética con el fin de que los propietarios o arrendatarios del edificio o de una unidad de éste puedan comparar y evaluar su eficiencia energética. Los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios o unidades de éste no se incluyen en este real decreto, ya que se establecen en el Código Técnico de la Edificación. De esta forma, valorando y comparando la eficiencia energética de los edificios, se favorecerá la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía. Además, este real decreto contribuye a informar de las emisiones de CO_2 por el uso de la energía proveniente de fuentes emisoras en el sector residencial, lo que facilitará la adopción de medidas para reducir las emisiones y mejorar la calificación energética de los edificios.

Se establece el Procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en su consumo energético, así como las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los edificios.

Una disposición adicional establece que las certificaciones de edificios pertenecientes y ocupados por las Administraciones públicas podrán realizarse por técnicos competentes de sus propios servicios técnicos. Mediante otra disposición adicional se anuncia la obligación requerida por la citada Directiva 2010/31/UE, consistente en que, a partir del 31 de diciembre de 2020, los edificios que se construyan sean de consumo de energía casi nulo, en los términos que reglamentariamente se fijen en su momento a través del Código

cve: BOE-A-2013-3904

Técnico de la Edificación, plazo que en el caso de los edificios públicos, se adelanta dos años. Una última disposición adicional mantiene la vigencia de la Comisión asesora para la certificación energética de edificios creada por el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero.

Mediante varias disposiciones transitorias se establecen los plazos para la adaptación del Procedimiento básico a los edificios existentes, para la obtención del certificado y la obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética en edificios que presten servicios públicos, y para la obligación de realizar, por parte de los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, un inventario estadístico de las actuaciones relacionadas con los certificados registrados por ellas, como mecanismo de vital importancia para la planificación de las actuaciones de mejora de la eficiencia energética del parque existente de edificios y el seguimiento del cumplimiento de la norma.

También se regula la utilización del distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética, garantizando en todo caso las especificidades que sean precisas en las distintas comunidades autónomas. En el caso de los edificios que presten servicios públicos a un número importante de personas y que por consiguiente sean frecuentados habitualmente por ellas, será obligatoria la exhibición de este distintivo de forma destacada.

Por otra parte, se encomienda a la Comisión asesora para la certificación energética de edificios velar por el mantenimiento y actualización del Procedimiento básico de certificación de eficiencia energética de edificios.

Por último, se concreta un régimen sancionador con infracciones y sanciones, de acuerdo con lo previsto en la legislación vigente en materia de protección de los consumidores y usuarios, y en materia de certificación de la eficiencia energética de los edificios.

El fundamento legal de la regulación de la certificación de eficiencia energética de los edificios se encuentra por un lado, en el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias, así como por otro, y en particular para los edificios existentes, en el artículo 83.3 de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible, en el que se establece que los certificados de eficiencia energética para estos edificios se obtendrán de acuerdo con el procedimiento básico que se establezca reglamentariamente, para ser puestos a disposición de los compradores o usuarios de esos edificios cuando los mismos se vendan o arrienden. De la misma manera, en la disposición final quincuagésima primera de esta misma ley se autoriza al Gobierno para la aprobación, en el plazo de seis meses, del procedimiento básico de certificación energética en edificios existentes establecida en el artículo 83, determinando que en dicho desarrollo reglamentario se incorporen, como mínimo, los supuestos de excepción y los sistemas de certificación previstos en los artículos 4 y 7, respectivamente, de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Este real decreto se dicta en ejercicio de las competencias que corresponden al Estado sobre bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica, sobre protección del medio ambiente y sobre bases del régimen minero y energético.

Esta disposición general ha sido sometida al procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, previsto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de junio, modificada por la Directiva 98/48/CE de 20 de julio, así como en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, que incorpora estas Directivas al ordenamiento jurídico español.

Asimismo, en cumplimiento de lo previsto en la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, el proyecto de real decreto ha sido sometido al preceptivo trámite de audiencia mediante la publicación de un anuncio de la Secretaria de Estado de Energía en el «Boletín Oficial del Estado», y puesta a disposición de los sectores afectados en la sede electrónica del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

En su virtud, a propuesta del Ministro de Industria, Energía y Turismo y de la Ministra de Fomento, con la aprobación previa del Ministro de Hacienda y Administraciones

cve: BOE-A-2013-3904

Públicas, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 5 de abril de 2013,

DISPONGO:

Artículo único. *Aprobación del Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.*

1. Se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, cuyo texto se inserta a continuación.

2. Cuando se construyan, vendan o alquilen edificios o unidades de éstos, el certificado de eficiencia energética o una copia de éste se deberá mostrar al comprador o nuevo arrendatario potencial y se entregará al comprador o nuevo arrendatario, en los términos que se establecen en el Procedimiento básico.

Disposición adicional primera. *Certificaciones de edificios pertenecientes y ocupados por las Administraciones Públicas.*

Para los edificios pertenecientes y ocupados por las Administraciones Públicas enumeradas en el artículo 2 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, los certificados, controles externos y la inspección, a los que se refieren los artículos 7, 8, 9 y 10 del Procedimiento básico aprobado por el presente real decreto, podrán realizarse por técnicos competentes de cualquiera de los servicios de esas Administraciones Públicas.

Disposición adicional segunda. *Edificios de consumo de energía casi nulo.*

1. Todos los edificios nuevos que se construyan a partir del 31 de diciembre de 2020 serán edificios de consumo de energía casi nulo. Los requisitos mínimos que deberán satisfacer esos edificios serán los que en su momento se determinen en el Código Técnico de la Edificación.

2. Todos los edificios nuevos cuya construcción se inicie a partir del 31 de diciembre de 2018 que vayan a estar ocupados y sean de titularidad pública, serán edificios de consumo de energía casi nulo.

Disposición adicional tercera. *Comisión asesora para la certificación energética de edificios.*

La Comisión asesora para la certificación de eficiencia energética de edificios, creada por el artículo 14 del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, aprobado por el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, continuará existiendo, quedando regulados su objeto, funciones, composición y organización en los artículos 15, 16 y 17 del Procedimiento básico que se aprueba por el presente real decreto.

Disposición adicional cuarta. *Otros técnicos habilitados.*

Mediante Orden conjunta de los titulares de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, se determinarán las cualificaciones profesionales requeridas para suscribir los certificados de eficiencia energética, así como los medios de acreditación. A estos efectos, se tendrá en cuenta la titulación, la formación, la experiencia y la complejidad del proceso de certificación.

Disposición transitoria primera. *Adaptación al procedimiento.*

Como complemento de los procedimientos y programas ya aprobados como documentos reconocidos para la calificación de eficiencia energética de edificios de nueva

cve: BOE-A-2013-3904

construcción, con anterioridad a 1 de junio de 2013, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) pondrá a disposición del público los programas informáticos de calificación de eficiencia energética para edificios existentes, que serán de aplicación en todo el territorio nacional y que tendrán la consideración de documento reconocido y, por otra parte, se procederá a desarrollar un plan de formación e información a los sectores afectados por la certificación de eficiencia energética de los edificios existentes. La presentación o puesta a disposición de los compradores o arrendatarios del certificado de eficiencia energética de la totalidad o parte de un edificio, según corresponda, será exigible para los contratos de compraventa o arrendamiento celebrados a partir de dicha fecha.

Disposición transitoria segunda. *Obtención del certificado y obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética en edificios de pública concurrencia.*

1. Los edificios o unidades de edificios existentes ocupados por una autoridad pública a los que se refiere el artículo 2.1.d) del Procedimiento básico aprobado por este real decreto deberán obtener un certificado de eficiencia energética y tendrán la obligación de exhibir su etiqueta de eficiencia energética a partir de la fecha establecida en la disposición transitoria primera cuando su superficie útil total sea superior a 500 m^2 y desde el 9 de julio de 2015 cuando su superficie útil total sea superior a 250 m^2, y desde el 31 de diciembre de 2015, cuando su superficie útil total sea superior a 250 m^2 y esté en régimen de arrendamiento.

2. Los edificios o unidades de edificios a los que se refiere el artículo 13, apartado 1, del Procedimiento básico, tendrán obligación de exhibir su etiqueta de eficiencia energética a partir de la fecha prevista en la disposición transitoria primera.

Disposición transitoria tercera. *Registro de los certificados de eficiencia energética.*

1. A la entrada en vigor de este real decreto, el órgano competente de cada Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios habilitará el registro de certificaciones en su ámbito territorial al que se refiere el apartado 6 del artículo 5, con el fin de dar cumplimiento a las exigencias de información que establece la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

El registro permitirá realizar las labores de inspección y control técnico y administrativo recogidas en los artículos 9 y 10 del Procedimiento básico. Asimismo pondrá a disposición del público registros actualizados periódicamente de técnicos competentes o de empresas que ofrezcan los servicios de expertos de este tipo y servirá de acceso a la información sobre los certificados a los ciudadanos.

En el tratamiento y publicidad de los datos de carácter personal de los expertos personas físicas habrán de observarse las previsiones de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y su reglamento de desarrollo aprobado por Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre.

2. En un plazo de tres meses desde la entrada en vigor de este real decreto, el órgano competente de cada Comunidad Autónoma:

a) Establecerá un inventario de los certificados registrados desde la entrada en vigor del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero.

b) Informará a los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento, de los extremos a los que se refiere el párrafo a) anterior y a partir de esa fecha periódicamente cada seis meses facilitará una estadística de los certificados registrados y de las inspecciones realizadas y sus resultados, dentro de su ámbito territorial.

Disposición derogatoria única. *Derogación normativa.*

1. Queda derogado el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

cve: BOE-A-2013-3904

2. Asimismo, quedan derogadas cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo establecido en el presente real decreto.

Disposición final primera. *Incorporación de derecho de la Unión Europea.*

Mediante este real decreto se incorpora al derecho español la regulación de la certificación de eficiencia energética de edificios prevista en la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Disposición final segunda. *Titulo competencial.*

Este real decreto tiene carácter básico y se dicta al amparo de la competencia que las reglas, 13.ª, 23.ª y 25.ª del artículo 149.1 de la Constitución Española, atribuyen al Estado en materia de bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica, protección del medio ambiente y bases del régimen minero y energético.

Disposición final tercera. *Desarrollo y aplicación.*

Por los Ministros de Industria, Energía y Turismo y de Fomento se dictarán conjunta o separadamente, en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones que exijan el desarrollo y aplicación de este real decreto.

Disposición final cuarta. *Entrada en vigor.*

El presente real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid, el 5 de abril de 2013.

JUAN CARLOS R.

La Vicepresidenta del Gobierno y Ministra de la Presidencia,
SORAYA SÁENZ DE SANTAMARÍA ANTÓN

cve: BOE-A-2013-3904

PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA LA CERTIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

Índice

Capítulo I. Disposiciones generales.

Artículo 1. Objeto, finalidad y definiciones.
Artículo 2. Ámbito de aplicación.
Artículo 3. Documentos reconocidos.

Capítulo II. Condiciones técnicas y administrativas.

Artículo 4. Calificación de la eficiencia energética de un edificio.
Artículo 5. Certificación de la eficiencia energética de un edificio.
Artículo 6. Contenido del certificado de eficiencia energética.
Artículo 7. Certificación de la eficiencia energética de un edificio de nueva construcción o rehabilitado.
Artículo 8. Certificación de eficiencia energética de un edificio existente.
Artículo 9. Control de los certificados de eficiencia energética.
Artículo 10. Inspección.
Artículo 11. Validez, renovación y actualización del certificado de eficiencia energética.

Capítulo III. Etiqueta de eficiencia energética.

Artículo 12. Etiqueta de eficiencia energética.
Artículo 13. Obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética en edificios.
Artículo 14. Información sobre el certificado de eficiencia energética.

Capítulo IV. Comisión asesora para la certificación de eficiencia energética.

Artículo 15. Objeto y funciones.
Artículo 16. Composición.
Artículo 17. Organización.

Capítulo V. Régimen sancionador.

Artículo 18. Infracciones y sanciones.

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto, finalidad y definiciones.*

1. Constituye el objeto de este Procedimiento básico el establecimiento de las condiciones técnicas y administrativas para realizar las certificaciones de eficiencia energética de los edificios y la metodología de cálculo de su calificación de eficiencia energética, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo de energía de los edificios, así como la aprobación de la etiqueta de eficiencia energética como distintivo común en todo el territorio nacional.

2. La finalidad de la aprobación de dicho Procedimiento básico es la promoción de la eficiencia energética, mediante la información objetiva que obligatoriamente se habrá de proporcionar a los compradores y usuarios en relación con las características energéticas de los edificios, materializada en forma de un certificado de eficiencia energética que permita valorar y comparar sus prestaciones.

cve: BOE-A-2013-3904

3. A efectos del presente Procedimiento básico se establecen las siguientes definiciones:

a) *Calificación de la eficiencia energética de un edificio o parte del mismo:* expresión de la eficiencia energética de un edificio o parte del mismo que se determina de acuerdo con la metodología de cálculo establecida en el documento reconocido correspondiente al Procedimiento básico y se expresa con indicadores energéticos mediante la etiqueta de eficiencia energética.

b) *Certificación de eficiencia energética de proyecto:* proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida por el proyecto de ejecución y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética del proyecto.

c) *Certificación de eficiencia energética del edificio terminado o de parte del mismo:* proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida por el proyecto de ejecución con la del edificio terminado o parte del mismo, y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

d) *Certificación de eficiencia energética de edificio existente o de parte del mismo:* proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida con los datos calculados o medidos del edificio existente o de parte del mismo, y que conduce a la expedición del certificado de eficiencia energética del edificio existente.

e) *Certificado de eficiencia energética del proyecto:* documentación suscrita por el proyectista como resultado del proceso de certificación, que contiene información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética del proyecto de ejecución.

f) *Certificado de eficiencia energética del edificio terminado:* documentación suscrita por la dirección facultativa del edificio por el que se verifica la conformidad de las características energéticas y la calificación de eficiencia energética obtenida por el proyecto de ejecución con la del edificio terminado.

g) *Certificado de eficiencia energética de edificio existente:* documentación suscrita por el técnico competente que contiene información sobre las características energéticas y la calificación de eficiencia energética de un edificio existente o parte del mismo.

h) *Edificio:* una construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el ambiente interior; puede referirse a un edificio en su conjunto o a partes del mismo que hayan sido diseñadas o modificadas para ser utilizadas por separado.

i) *Eficiencia energética de un edificio:* consumo de energía, calculado o medido, que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en calefacción, la refrigeración, la ventilación, la producción de agua caliente sanitaria y la iluminación.

j) *Elemento de un edificio:* instalación técnica del edificio o elemento de la envolvente del edificio.

k) *Energía primaria:* energía procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

l) *Energía procedente de fuentes renovables:* energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás.

m) *Etiqueta de eficiencia energética*: distintivo que señala el nivel de calificación de eficiencia energética obtenida por el edificio o unidad del edificio.

n) *Envolvente del edificio*: elementos integrados que separan su interior del entorno exterior.

o) *Instalación técnica del edificio*: equipos técnicos destinados a calefacción, refrigeración, ventilación, producción de agua caliente sanitaria o iluminación de un edificio o de una unidad de éste, o a una combinación de estas funciones, así como las instalaciones de control y gestión.

p) *Técnico competente*: técnico que esté en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas, según lo establecido en la Ley 38/1999, de 5 de

cve: BOE-A-2013-3904

noviembre, de Ordenación de la Edificación, o para la suscripción de certificados de eficiencia energética, o haya acreditado la cualificación profesional necesaria para suscribir certificados de eficiencia energética según lo que se establezca mediante la orden prevista en la disposición adicional cuarta.

q) *Técnico ayudante del proceso de certificación energética de edificios:* técnico que esté en posesión de un título de formación profesional, entre cuyas competencias se encuentran la colaboración como ayudante del técnico competente en el proceso de certificación energética de edificios.

r) *Parte de un edificio:* unidad, planta, vivienda o apartamento en un edificio o locales destinados a uso independiente o de titularidad jurídica diferente, diseñados o modificados para su utilización independiente.

Artículo 2. *Ámbito de aplicación.*

1. Este Procedimiento básico será de aplicación a:

a) Edificios de nueva construcción.

b) Edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.

c) Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m^2 y que sean frecuentados habitualmente por el público.

2. Se excluyen del ámbito de aplicación:

a) Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.

b) Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas.

c) Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.

d) Edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.

e) Edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m^2.

f) Edificios que se compren para reformas importantes o demolición.

g) Edificios o partes de edificios existentes de viviendas, cuyo uso sea inferior a cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado al año y con un consumo previsto de energía inferior al 25 por ciento de lo que resultaría de su utilización durante todo el año, siempre que así conste mediante declaración responsable del propietario de la vivienda.

Artículo 3. *Documentos reconocidos.*

1. Con el fin de facilitar el cumplimiento de este Procedimiento básico se crean los denominados documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, que se definen como documentos técnicos, sin carácter reglamentario, que cuenten con el reconocimiento conjunto del Ministerio de Industria, Energía y Turismo y del Ministerio de Fomento.

2. Los documentos reconocidos podrán tener el contenido siguiente:

a) Programas informáticos de calificación de eficiencia energética.

b) Especificaciones y guías técnicas o comentarios sobre la aplicación técnico-administrativa de la certificación de eficiencia energética.

c) Cualquier otro documento que facilite la aplicación de la certificación de eficiencia energética, excluidos los que se refieran a la utilización de un producto o sistema particular o bajo patente.

cve: BOE-A-2013-3904

3. Se crea en el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y adscrito a la Secretaria de Estado de Energía, el Registro general de documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, que tendrá carácter público e informativo. Los documentos reconocidos con base en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, quedan incorporados automáticamente al registro que se crea.

CAPÍTULO II

Condiciones técnicas y administrativas

Artículo 4. *Calificación de la eficiencia energética de un edificio.*

1. Los procedimientos para la calificación de eficiencia energética de un edificio deben ser documentos reconocidos y estar inscritos en el Registro general al que se refiere el artículo 3.

2. Cuando se utilicen componentes, estrategias, equipos y/o sistemas que no estén incluidos en los programas disponibles, para su consideración en la calificación energética se hará uso del procedimiento establecido en el documento informativo de «Aceptación de soluciones singulares y capacidades adicionales a los programas de referencia y alternativos de calificación de eficiencia energética de edificios», disponible en el Registro general al que se hace referencia en el artículo

Artículo 5. *Certificación de la eficiencia energética de un edificio.*

1. El promotor o propietario del edificio o de parte del mismo, ya sea de nueva construcción o existente, será el responsable de encargar la realización de la certificación de eficiencia energética del edificio, o de su parte, en los casos que venga obligado por este real decreto. También será responsable de conservar la correspondiente documentación.

2. Para las unidades de un edificio, como viviendas, o para los locales destinados a uso independiente o de titularidad jurídica diferente, situados en un mismo edificio, la certificación de eficiencia energética se basará, como mínimo, en una certificación única de todo el edificio o alternativamente en la de una o varias viviendas o locales representativos del mismo edificio, con las mismas características energéticas.

Los locales destinados a uso independiente que no estén definidos en el proyecto del edificio, para ser utilizados posteriormente, se deben certificar antes de la apertura del local. En el caso de que el uso del local tenga carácter industrial no será obligatoria la certificación.

3. La certificación de viviendas unifamiliares podrá basarse en la evaluación de otro edificio representativo de diseño y tamaño similares y con una eficiencia energética real similar, si el técnico competente que expide el certificado de eficiencia energética puede garantizar tal correspondencia.

4. El certificado de eficiencia energética dará información exclusivamente sobre la eficiencia energética del edificio y no supondrá en ningún caso la acreditación del cumplimiento de ningún otro requisito exigible al edificio. Éste deberá cumplir previamente con los requisitos mínimos de eficiencia energética que fije la normativa vigente en el momento de su construcción.

5. Durante el proceso de certificación, el técnico competente realizará las pruebas y comprobaciones necesarias, con la finalidad de establecer la conformidad de la información contenida en el certificado de eficiencia energética con el edificio o con la parte del mismo.

6. El certificado de eficiencia energética del edificio debe presentarse, por el promotor, o propietario, en su caso, al órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios, para el registro de estas certificaciones en su ámbito territorial.

7. Los certificados de eficiencia energética estarán a disposición de las autoridades competentes en materia de eficiencia energética o de edificación que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento, bien incorporados al Libro del edificio, en el caso de que su existencia sea preceptiva, o en poder del propietario del edificio o de la parte del mismo, o del presidente de la comunidad de propietarios.

cve: BOE-A-2013-3904

Artículo 6. *Contenido del certificado de eficiencia energética.*

El certificado de eficiencia energética del edificio o de la parte del mismo contendrá como mínimo la siguiente información:

a) Identificación del edificio o de la parte del mismo que se certifica, incluyendo su referencia catastral.

b) Indicación del procedimiento reconocido al que se refiere el artículo 4 utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética.

c) Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.

d) Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.

e) Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.

f) Para los edificios existentes, documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de una parte de este, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes. Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética abordarán:

i. Las medidas aplicadas en el marco de reformas importantes de la envolvente y de las instalaciones técnicas de un edificio, y

ii. Las medidas relativas a elementos de un edificio, independientemente de la realización de reformas importantes de la envolvente o de las instalaciones técnicas de un edificio.

Las recomendaciones incluidas en el certificado de eficiencia energética serán técnicamente viables y podrán incluir una estimación de los plazos de recuperación de la inversión o de la rentabilidad durante su ciclo de vida útil.

Contendrá información dirigida al propietario o arrendatario sobre dónde obtener información más detallada, incluida información sobre la relación coste-eficacia de las recomendaciones formuladas en el certificado. La evaluación de esa relación se efectuará sobre la base de una serie de criterios estándares, tales como la evaluación del ahorro energético, los precios subyacentes de la energía y una previsión de costes preliminar. Por otro lado, informará de las actuaciones que se hayan de emprender para llevar a la práctica las recomendaciones. Asimismo se podrá facilitar al propietario o arrendatario información sobre otros temas conexos, como auditorías energéticas o incentivos de carácter financiero o de otro tipo y posibilidad de financiación. Para ello se podrán aplicar los criterios correspondientes del Reglamento Delegado (UE) n.º 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012 que permite calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos.

g) Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo, en su caso, por el técnico competente durante la fase de calificación energética.

h) Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

Artículo 7. *Certificación de la eficiencia energética de un edificio de nueva construcción.*

1. La certificación de eficiencia energética de un edificio de nueva construcción o parte del mismo, constará de dos fases: la certificación de eficiencia energética del proyecto y la certificación energética del edificio terminado. Ambos certificados podrán ser suscritos por cualquier técnico competente, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 1.3.p).

2. El certificado de eficiencia energética del proyecto quedará incorporado al proyecto de ejecución, expresando la veracidad de la información en él contenida y la

cve: BOE-A-2013-3904

conformidad entre la calificación de eficiencia energética obtenida con el proyecto de ejecución del edificio.

3. El certificado de eficiencia energética del edificio terminado expresará que el edificio ha sido ejecutado de acuerdo con lo establecido en el proyecto de ejecución y en consecuencia se alcanza la calificación indicada en el certificado de eficiencia energética del proyecto. Cuando no se alcance tal calificación, en un sentido u otro, se modificará el certificado de eficiencia energética inicial del proyecto en el sentido que proceda.

Artículo 8. *Certificación de eficiencia energética de un edificio existente.*

El certificado de eficiencia energética de un edificio existente será suscrito por técnico competente de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 1.3.p), que será elegido libremente por la propiedad del edificio.

En el proceso de certificación energética el técnico competente podrá contar con la colaboración de técnicos ayudantes del proceso de certificación energética de edificios, tanto para la toma de datos, el empleo de herramientas y programas informáticos reconocidos para la calificación energética, definición de medidas de mejora de la eficiencia energética, como para gestionar los trámites administrativos y la documentación relacionada con los procesos de inspección y certificación energética.

Artículo 9. *Control de los certificados de eficiencia energética.*

1. El órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios establecerá y aplicará un sistema de control independiente de los certificados de eficiencia energética.

2. El control se realizará sobre una selección al azar de al menos una proporción estadísticamente significativa de los certificados de eficiencia energética expedidos anualmente y comprenderá al menos las siguientes actuaciones u otras equivalentes:

a) Comprobación de la validez de los datos de base del edificio utilizados para expedir el certificado de eficiencia energética, y los resultados consignados en este.

b) Comprobación completa de los datos de base del edificio utilizados para expedir el certificado de eficiencia energética, comprobación completa de los resultados consignados en el certificado, incluidas las recomendaciones formuladas, y visita in situ del edificio, con el fin de comprobar la correspondencia entre las especificaciones que constan en el certificado de eficiencia energética y el edificio certificado.

3. La ejecución del control se realizará por el órgano competente de la Comunidad Autónoma que podrá delegar esta responsabilidad en agentes independientes autorizados para este fin. Los agentes autorizados serán organismos o entidades de control que cumplan los requisitos técnicos establecidos en el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, para el ejercicio de su actividad en el campo reglamentario de la edificación, así como las entidades de control habilitadas para el campo reglamentario de las instalaciones térmicas, o técnicos competentes independientes.

4. Cuando la calificación de eficiencia energética resultante de este control externo sea diferente a la obtenida inicialmente, como resultado de diferencias con las especificaciones previstas, se le comunicará al promotor o propietario, en su caso, las razones que la motivan y un plazo determinado para su subsanación o presentación de alegaciones en caso de discrepancia, antes de proceder, en su caso, a la modificación de la calificación obtenida.

Artículo 10. *Inspección.*

El órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios correspondiente dispondrá cuantas inspecciones sean necesarias con el fin de comprobar y vigilar el cumplimiento de la obligación de certificación de eficiencia energética de edificios.

cve: BOE-A-2013-3904

Artículo 11. *Validez, renovación y actualización del certificado de eficiencia energética.*

1. El certificado de eficiencia energética tendrá una validez máxima de diez años.
2. El órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de certificación energética de edificios correspondiente establecerá las condiciones específicas para proceder a su renovación o actualización.
3. El propietario del edificio será responsable de la renovación o actualización del certificado de eficiencia energética conforme a las condiciones que establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma. El propietario podrá proceder voluntariamente a su actualización, cuando considere que existen variaciones en aspectos del edificio que puedan modificar el certificado de eficiencia energética.

CAPÍTULO III

Etiqueta de eficiencia energética

Artículo 12. *Etiqueta de eficiencia energética.*

1. La obtención del certificado de eficiencia energética otorgará el derecho de utilización, durante el periodo de validez del mismo, de la etiqueta de eficiencia energética, cuyos contenidos se recogen en el documento reconocido correspondiente a la etiqueta de eficiencia energética, disponible en el Registro general al que se refiere el artículo 3.
2. La etiqueta se incluirá en toda oferta, promoción y publicidad dirigida a la venta o arrendamiento del edificio o unidad del edificio. Deberá figurar siempre en la etiqueta, de forma clara e inequívoca, si se refiere al certificado de eficiencia energética del proyecto o al del edificio terminado.
3. Se prohíbe la exhibición de etiquetas, marcas, símbolos o inscripciones que se refieran a la certificación de eficiencia energética de un edificio que no cumplan los requisitos previstos en este Procedimiento básico y que puedan inducir a error o confusión.
4. A los efectos de lo anteriormente establecido, en ningún caso se autorizará el registro de la etiqueta como marca.

Artículo 13. *Obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética en edificios.*

1. Todos los edificios o unidades de edificios de titularidad privada que sean frecuentados habitualmente por el público, con una superficie útil total superior a 500 m^2, exhibirán la etiqueta de eficiencia energética de forma obligatoria, en lugar destacado y bien visible por el público, cuando les sea exigible su obtención.
2. Todos los edificios o partes de los mismos ocupados por las autoridades públicas y que sean frecuentados habitualmente por el público, con una superficie útil total superior a 250 m^2, exhibirán la etiqueta de eficiencia energética de forma obligatoria, en lugar destacado y bien visible.
3. Para el resto de los casos la exhibición pública de la etiqueta de eficiencia energética será voluntaria, y de acuerdo con lo que establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Artículo 14. *Información sobre el certificado de eficiencia energética.*

1. Cuando un edificio se venda o alquile, antes de su construcción, el vendedor o arrendador facilitará su calificación energética de proyecto expidiéndose el certificado del edificio terminado una vez construido el edificio.
2. Cuando el edificio existente sea objeto de contrato de compraventa de la totalidad o parte del edificio, según corresponda, el certificado de eficiencia energética obtenido será puesto a disposición del adquiriente. Cuando el objeto del contrato sea el arrendamiento de la totalidad o parte del edificio, según corresponda, bastará con la simple exhibición y puesta a disposición del arrendatario de una copia del referido certificado.

cve: BOE-A-2013-3904

3. El órgano competente de la Comunidad Autónoma determinará el modo de inclusión del certificado de eficiencia energética de los edificios, en la información que el vendedor debe suministrar al comprador, de acuerdo con lo establecido sobre transparencia e información a los consumidores en el artículo 83 de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.

CAPÍTULO IV

Comisión asesora para la certificación de eficiencia energética de edificios

Artículo 15. *Objeto y funciones.*

1. La Comisión asesora para la certificación de eficiencia energética de edificios, creada por el artículo 14 del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción, aprobado por el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, como órgano colegiado de carácter permanente, dependerá orgánicamente de la Secretaria de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

2. Corresponde a esta Comisión asesorar a los Ministerios competentes, en materias relacionadas con la certificación de eficiencia energética de los edificios mediante las siguientes actuaciones:

a) Velar por el mantenimiento y actualización del Procedimiento básico de certificación de eficiencia energética de edificios.

b) Analizar los resultados obtenidos en la aplicación práctica de la certificación de eficiencia energética de los edificios, proponiendo medidas y criterios para su correcta interpretación y aplicación.

c) Recibir las propuestas y comentarios que formulen las distintas Administraciones públicas, agentes del sector y usuarios y proceder a su estudio y consideración.

d) Estudiar las actuaciones internacionales en la materia, y especialmente las de la Unión Europea, proponiendo las correspondientes acciones.

e) Establecer los requisitos que deben cumplir los documentos reconocidos para su aprobación, las condiciones para la validación de los programas informáticos alternativos y simplificados, y el procedimiento a seguir para su reconocimiento conjunto por los Ministerios de Industria, Energía y Turismo y de Fomento.

f) Evaluar y proponer a la Secretaria de Estado de Energía la inclusión en el Registro general de documentos reconocidos de aquellos que cumplan con los requisitos establecidos para su aprobación.

Artículo 16. *Composición*

1. La Comisión asesora estará compuesta por el Presidente, dos Vicepresidentes, los Vocales y el Secretario.

2. Será Presidente el titular de la Secretaría de Estado de Energía, que será sustituido en caso de ausencia, vacante o enfermedad por el Vicepresidente primero, y en ausencia de este, por el Vicepresidente segundo.

3. Será Vicepresidente primero el titular de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, y será Vicepresidente segundo un representante del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

4. Serán Vocales de la Comisión los representantes designados por cada una de las siguientes entidades.

a) En representación de la Administración General del Estado:

i. Un representante de la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

ii. Un representante de la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

cve: BOE-A-2013-3904

iii. Dos representantes de la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, del Ministerio de Fomento.
iv. Un representante de la Dirección General del Patrimonio del Estado, del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas.
v. Un representante del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
vi. Un representante del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, del Ministerio de Economía y Competitividad.
vii. Un representante de la Oficina Española del Cambio Climático, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
viii. Un representante del Instituto Nacional del Consumo, del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

b) En representación de las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales:

i. Un vocal por parte de cada uno de los órganos competentes en materia de certificación energética de las Comunidades Autónomas y de las Ciudades de Ceuta y Melilla, que voluntariamente hubieran aceptado su participación en este órgano.
ii. Un vocal propuesto por la asociación de Entidades Locales de ámbito estatal con mayor implantación.

c) En representación de los agentes del sector y usuarios:

i. Un vocal del Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España.
ii. Un vocal del Consejo General de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos técnicos.
iii. Un vocal del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales.
iv. Un vocal del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial.
v. Un vocal en representación de la Unión Profesional de Colegios de Ingenieros (UPCI).
vi. Un vocal en representación del Instituto de Ingenieros Técnicos de España (INITE).
vii. Hasta cinco representantes de las organizaciones de ámbito nacional con mayor implantación, de los sectores afectados y de los usuarios relacionados con la certificación energética, según lo establecido en el apartado siguiente.

5. Las organizaciones representativas de los sectores afectados y usuarios, podrán solicitar su participación al Presidente de la Comisión asesora. Esta fijará reglamentariamente el procedimiento y los requisitos para su admisión, que deberá contar con la opinión favorable del Pleno.
6. Actuará como Secretario, con voz y voto, el vocal representante de la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, que será un funcionario titular de un puesto de trabajo ya existente.

Artículo 17. *Organización.*

1. La Comisión asesora funcionará en Pleno, en Comisión permanente y en Grupos de trabajo.
2. La Comisión conocerá en Pleno aquellos asuntos que, después de haber sido objeto de consideración por la Comisión permanente y los Grupos de trabajo específicos, en su caso, estime el Presidente que deban serlo en razón de su importancia. Corresponderá al Pleno la aprobación del Reglamento de régimen interior. El Pleno se reunirá como mínimo una vez al año, por convocatoria de su Presidente, o por petición de, al menos, una cuarta parte de sus miembros.
3. La Comisión permanente ejercerá las competencias que el Pleno le delegue, ejecutará sus acuerdos y coordinara los grupos de trabajo específicos. Estará compuesta por el Presidente, los dos Vicepresidentes y el Secretario. Además de los anteriores, y previa convocatoria del Presidente, asistirán a sus reuniones los vocales representantes del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, del Ministerio de Fomento, del Ministerio de

cve: BOE-A-2013-3904

Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), cuatro representantes de las comunidades autónomas elegidos en el Pleno y los directamente afectados por la naturaleza de los asuntos a tratar.

4. Los Grupos de trabajo se constituirán para analizar aquellos asuntos específicos que el Pleno les delegue, relacionados con las funciones de la Comisión asesora. Podrán participar además de los miembros de la Comisión asesora, representantes de la Administración, de los sectores interesados, así como expertos en la materia. Serán designados por acuerdo de la Comisión asesora, bajo la coordinación de un miembro de la misma.

5. El funcionamiento de la Comisión asesora será atendido con los medios de personal y de material de la Secretaria de Estado de Energía y no supondrá incremento alguno de gasto público.

6. La Comisión asesora utilizará las técnicas y medios electrónicos e informáticos que faciliten el desarrollo de su actividad, de acuerdo la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos.

7. Para su adecuado funcionamiento, en lo no particularmente previsto en el Reglamento de régimen interno, se aplicarán las previsiones que sobre órganos colegiados figuran en el capítulo II, del título II, de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento administrativo común.

CAPÍTULO V

Régimen sancionador

Artículo 18. *Infracciones y sanciones.*

El incumplimiento de los preceptos contenidos en este procedimiento básico, se considerará en todo caso como infracción en materia de certificación de la eficiencia energética de los edificios y se sancionará de acuerdo con lo dispuesto en las normas de rango legal que resulten de aplicación.

Además, el incumplimiento de los preceptos contenidos en este procedimiento básico que constituyan infracciones en materia de defensa de los consumidores y usuarios de acuerdo con lo establecido en los apartados k) y n) del artículo 49.1 del texto refundido de la Ley General de Defensa de los Consumidores y Usuarios, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, se sancionará de acuerdo con lo establecido en el capítulo II del título IV del texto refundido citado.

cve: BOE-A-2013-3904