

PROYECTO FINAL DE MASTER:

Estudio y cuantificación de la demanda energética en una vivienda aislada



INDICE

1. INTRODUCCION

1.1. CONTEXTO

1.2. JUSTIFICACION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

1.3. HIPOTESIS DE PARTIDA

1.4. OBJETIVOS

1.5. METODOLOGIA

2. ARQUITECTURA BIOCLIMATICA Y CONSTRUCCION SOSTENIBLE

2.1. EVOLUCION DEL LA CONSTRUCCION

2.1.1. Historia

2.1.2. Fachadas

2.1.3. Carpinterías

2.1.4. Soleamiento

2.1.5. Futuro de la construcción

2.2. TERMODINAMICA EN EDIFICACION

2.2.1. Antecedentes

2.2.2. Conducción

2.2.3. Convección

2.2.4. Radiación

2.2.5. Inercia Térmica

2.2.6. Renovación del Aire

2.2.7. Soleamiento

3. REVISION DEL PROYECTO ARQUITECTONICO

3.1. DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

3.2. CALCULO TERMODINAMICO DE LA VIVIENDA

3.3. CONSIDERACIONES AL ESTUDIO

4. [PROPUESTAS DE MEJORA](#)

4.1. PRINCIPIOS A CUMPLIR EN LA REDACCION DE UN PROYECTO

- 4.1.1. Modificación de la orientación de la vivienda
- 4.1.2. Reducción del porcentaje de huecos en fachada

4.2. MODIFICACION DE LA TIPOLOGIA CONSTRUCTIVA

- 4.2.1. Modificación de la tipología de fachada
- 4.2.2. Modificación de la tipología de forjados y cubiertas
- 4.2.3. Modificación de la carpintería exterior
- 4.2.4. Modificación de los tipos de vidrio

5. [COMPROBACION DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA](#)

- 5.1. NORMATIVA DB HE1
- 5.2. CALCULO EN LIDER DE LA VIVIENDA MODELO

6. [REVISION DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA](#)

- 6.1. ANALISIS Y SELECCIÓN DE RESULTADOS
- 6.2. COMPARATIVA ENTRE LA VIVIENDA MODELO VS VIVIENDA EFICIENTE
- 6.3. CALCULO EN LIDER DE LA VIVIENDA EFICIENTE

7. [REPERCUSION ECONOMICA](#)

- 7.1. INCIDENCIA EN EL COSTE DE CONSTRUCCIO
- 7.2. INCIDENCIA EN EL COSTE DE MANTENIMIENTO

8. [CONCLUSIONES](#)

9. [REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS](#)

10. [ANEXOS](#)

1 INTRODUCCION

1.1.- Contexto

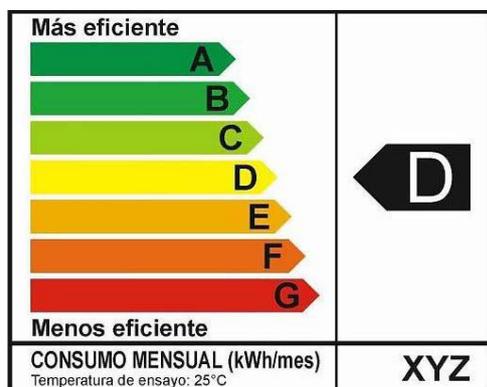
La realidad del cambio climático es incuestionable. Esta realidad ha obligado a replantearse a la sociedad en general los hábitos de consumo y producción adquiridos en el último siglo. Es evidente que debemos consumir energía para evolucionar pero ese gasto de energía tiene que estar basado en dos pilares. Uno son las energías renovables y el otro es reducir esos consumos al mínimo necesario siempre con políticas responsables y sostenibles en todos los campos. Debemos ser más eficientes.

El sector de la construcción en particular supone el 40 % de la energía consumida en la Unión Europea (extracción y fabricación de materiales, diseño de la edificación y de sus instalaciones que influye decisivamente en el rendimiento energético de la misma, gestión de la obra y de sus residuos...) y es probablemente el sector con mayor capacidad de mejora.

Durante la última década la sensibilización de la sociedad frente a este gran problema ha creado una conciencia ecológica que si bien insuficiente si que abre el camino hacia el cambio.

Términos como “eficiencia energética” “arquitectura bioclimática” o “construcción sostenible” se han popularizado

En 1994 el Real Decreto 124/1994 que transponía la directiva europea 92/75/CEE regulaba esa eficiencia energética estableciendo una metodología en la medición de esa eficiencia. Desde entonces hemos visto como a todos los electrodomésticos les acompaña una etiqueta con la “nota” ecológica. Hoy en día es impensable comprarse un horno o lavadora con calificación B, se busca la A e incluso la A + ó A++. ¿Por qué no hacerlo también con los edificios?



Según la directiva comunitaria 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002 entendemos por “Eficiencia energética de

un edificio”: La cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento, las características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía.

La Comisión Europea estima que es posible realizar ahorros importantes y contribuir de este modo a alcanzar los objetivos fijados para luchar contra el cambio climático y en favor de la seguridad de abastecimiento mediante la adopción de iniciativas en este ámbito.

En este sentido las normativas nacionales y autonómicas han tenido que pronunciarse y como resultado han aparecido nuevas normativas como el CTE aprobado por el RD 314/2006 que como veremos se aplica en el análisis de la vivienda (cumplimiento de la sección HE1 referida a la eficiencia energética) y el RD 47/2007 por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación energética de las viviendas que serán documento imprescindible justificativo del Proyecto y supone un nuevo esfuerzo de actualización para técnicos y empresas.

Las medidas para fomentar la mejora de la eficiencia energética de los edificios deben tener en cuenta las condiciones climáticas y las particularidades locales, así como el entorno ambiental interior, calculado con una metodología que comprenda no sólo el aislamiento térmico sino también otros factores que desempeñan un papel cada vez más importante, tales como las instalaciones de calefacción y aire acondicionado, la utilización de fuentes de energía renovables y el diseño del edificio, pero es evidente que se ha de estudiar qué soluciones tienen un mejor rendimiento entre su coste y las mejoras que proporcionan.

La mejora de la eficiencia energética global de un edificio existente no significa necesariamente una renovación total del edificio sino que puede limitarse a aquellas partes que sean más importantes para la eficiencia energética del edificio y tengan una rentabilidad adecuada.

Por ello entendemos que si una vivienda cumple las nuevas normativas es un vivienda “eficaz energéticamente” pero si no conocemos el coste real de construcción o mantenimiento de esa vivienda no podemos saber si es “eficiente energéticamente”

1.2.- Justificación del Trabajo

El presente trabajo pretende abordar de una manera práctica el estudio de aquellos parámetros fundamentales en el comportamiento térmico de un edificio, su incidencia tanto en la demanda real del edificio como en su certificación oficial así como una relación entre coste beneficio que tienen todos los factores que influyen en la eficiencia energética de la vivienda.

1.3.- Hipótesis de partida

La correcta planificación urbanística, así como una arquitectura adaptada al entorno y una correcta distribución de los costes en la elección de la calidad de los materiales justifica el sobre coste de viviendas eficientes frente a otras viviendas pese al que estas últimas cumplan con la normativa vigente.

1.4.- Objetivos

Los objetivos principales que pretendemos alcanzar durante el desarrollo del trabajo de investigación son:

- Conocer la incidencia real de los factores que afectan al rendimiento energético de la vivienda. (Incidencia de las fachadas, porcentaje de huecos, instalaciones...)
- Analizar la repercusión económica de dichos factores en relación al coste de ejecución de la vivienda.
- Proponer alternativas de mejora tanto en el punto de vista constructivo conociendo tanto su coste de ejecución como el de su mantenimiento.
- Definir las necesidades reales de aporte energético y su comportamiento termodinámico en función de las propuestas adoptadas
- Estudiar las posibles diferencias entre los resultados obtenidos por el método científico y los programas oficiales.
- Ser capaces de llegar a conclusiones reales y obtener qué factores tienen una mejor relación coste/beneficio para que un edificio sea eficiente energéticamente.

1.5.- Metodología

La metodología de trabajo es eminentemente práctica, basada en estudio y resolución de las cuestiones técnicas siempre dirigida por el tutor JUAN SOTO CAMINO profesor titular de la Universidad Politécnica de Valencia y co-dirigida por José Manuel Gandía Romero con la posibilidad de trasladar al trabajo de investigación datos de campo reales que tengan concordancia con el modelo de estudio. Se pretende abordar el estudio de forma integral y coherente que permita obtener conclusiones reales para que podamos establecer criterios básicos en el desarrollo de proyectos eficientes.

Partimos de la base del proyecto desarrollado por José Manuel Gandía Romero en su proyecto final de máster. Su vivienda, convenientemente actualizada a las exigencias del código técnico, será nuestro modelo y sobre ella realizaremos el estudio.

El estudio se basa en comparar el comportamiento higrotermico de la vivienda en función de diversas tipologías constructivas.

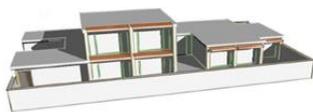
Así pues, cuando estudiemos las fachadas podremos comparar hasta 4 tipologías de fachadas distintas pero solo cambiando un elemento entre cada una de ellas y la vivienda modelo.

FACHADA



Fachada de muro de Hormigón Armado con aislamiento y ladrillo hueco de 7 cm

VIVIENDA MODELO



Fachada bloque de termoarcilla con aislamiento y ladrillo hueco de 7 cm



Fachada de ladrillo caravista con aislamiento mejorado y ladrillo hueco de 7 cm



Fachada de ladrillo caravista con aislamiento y trasdosado de pladur.



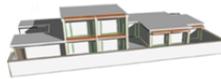
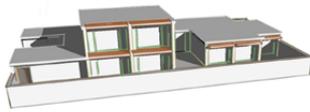
ev

FORJADOS Y CUBIERTAS



Forjado de losa de hormigón de 20 cm y cubierta tradicional

VIVIENDA MODELO



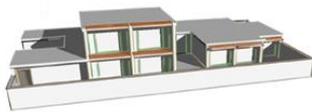
Forjado Unidireccional y Cubierta Ajardinada

CARPINTERIA EXTERIOR



Carpintería de P.V.C.

VIVIENDA MODELO



Reducción del % de Carpintería



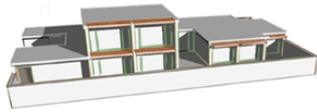
Vidrio 6-12-4



Vidrio 6-12-6 bajo emisivo

CAMBIO DE ORIENTACIÓN

VIVIENDA MODELO



Modificación de la orientación

Una vez finalizada esta simulación y comprobado que modelos nos proporcionan un mejor rendimiento termodinámico los utilizaremos para recalcular la demanda de nuestra vivienda con un mejor comportamiento y una menor demanda energética.

A continuación calcularemos el coste de construcción de esa nueva vivienda y la compararemos con el coste de construcción de la vivienda modelo.

Una vez tengamos todos estos datos extraeremos las conclusiones del estudio buscando la vivienda más eficiente, atendiendo no solo a la certificación energética obtenida en el LIDER sino conociendo también las demandas reales, costes de construcción y mantenimiento.

2.- ARQUITECTURA BIOCLIMATICA Y CONSTRUCCION SOSTENIBLE

2.1 Evolución de la Construcción

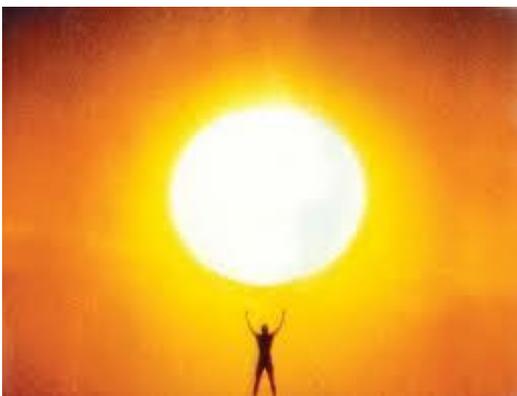
2.1.1 Historia

Desde que el hombre se convierte al sedentarismo se ha preocupado por hacer su vivienda más confortable y habitable, aprovechando al máximo la energía que le proporcionaba la naturaleza y construyendo sus viviendas de forma que le permitiera sacar el mayor rendimiento posible. Como muy bien indica Javier Neila en su libro *“Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible”* todos los pueblos desarrollaron estrategias arquitectónicas que permitían habitar casi cualquier entorno.

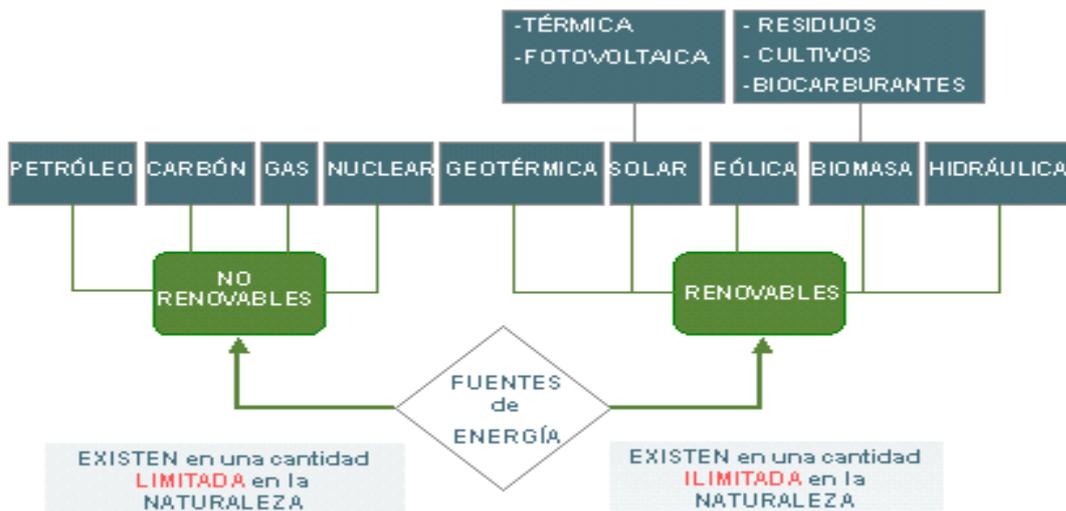


Con la llegada del siglo XX se produjo una transformación. El hombre creyó dominar la naturaleza y con la ayuda de los combustibles fósiles dejó de lado los principios que un día le habían permitido sobrevivir.

Este desprecio a la arquitectura bioclimática y sostenible ha provocado que el gasto de energía para la climatización de edificios sea insostenible para nuestro ecosistema.



El paso del tiempo, los avances tecnológicos, han desviado el camino de nuestras sociedades de tan loable adaptación. Sociedades fuertemente industrializadas, donde el mito de la ciencia y la técnica como garantes de todos nuestros problemas, donde los recursos se pretenden ilimitados, se alejan de forma inexorable de la beneficiosa interacción con su entorno.



Si algo nos enseña la historia de la construcción es que el ser humano siempre ha tenido muy en cuenta el entorno en el que se asentaba. Mientras que en los países del norte se buscaba la radiación solar, la luz y el calor, abriendo grandes ventanales al sur, en zonas más cálidas los huecos se hacen más pequeños para protegernos del sol.

El término construcción sostenible se ha entremezclado con la denominada arquitectura bioclimática, aquella que, a través de las estrategias adecuadas, consigue un ahorro sustancial en el consumo energético de la vivienda

La suma de ambas aboga por una actuación lógica; primero minimicemos las necesidades energéticas a través de las denominadas estrategias pasivas, diseño, orientación, uso de aislamientos...etc. A continuación emplearemos equipos que consuman menor cantidad de energía ofreciendo el mismo servicio, luminarias de bajo consumo o los ya citados electrodomésticos. Y por último, para las necesidades, que a buen seguro existirán, usemos energías renovables.

En definitiva: **AHORRO + EFICIENCIA + ENERGÍAS RENOVABLES.**

Cuando realizamos el Análisis de Ciclo de Vida del sector de la construcción comprobamos que el primer paso a tener en cuenta será el partir de un planeamiento urbanístico coherente. Sin una ordenación adecuada, las actuaciones que llevemos a cabo a partir de entonces tendrán serias dificultades para que podamos aplicarles el sello de sostenibles

2.1.2. Fachadas

La primera consideración que se debe realizar, es la imperiosa necesidad de aislar de manera eficiente el muro, ya que representa el límite del espacio interior y por tanto la superficie por donde se va a producir la transferencia energética con el exterior. Su correcto aislamiento incidirá de manera decidida en los consumos energéticos, tanto de calefacción como de refrigeración. Recordando que en este campo existe una gran variedad de productos, y que es preciso acudir a aquellos que representen los menores costes ambientales, es tarea vital recoger el compromiso que debe adquirir la conformación de cerramientos en sus distintas capas con las estrategias pasivas de acondicionamiento ambiental.

¿En serio es necesario esto?



Si el análisis que se ha efectuado requiere de la implantación de inercia térmica en el interior de nuestro hábitat, de modo que la energía solar incidente traspase los vidrios, se aloje en el muro, guarde el calor y lo luego lo devuelva, debemos preparar al muro para que esto sea posible.

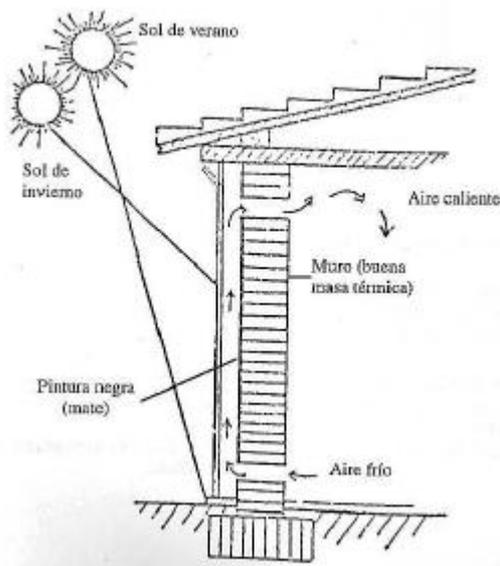
Además, si el edificio tiene un carácter eminentemente residencial se obtendrá un beneficio importante en cuanto a la estabilidad térmica del ambiente interior. Si observamos la construcción convencional actual (un cerramiento «normal» está constituido, desde el exterior al interior, por medio pie –11,5 cm– de fábrica de ladrillo cerámico, aislamiento térmico y/o cámara de aire, y una hoja interior de tabique o tabicón de ladrillo hueco que sirven de soporte a los guarnecidos de yeso), el aislamiento térmico divide el muro en dos partes que sitúan la mayor masa, y por tanto la mayor capacidad de almacenaje térmico, al

exterior, lo que no permite aprovechar sus prestaciones; la hoja colocada al interior tiene muy escasa capacidad de almacenar energía.

Para lograr nuestros objetivos sería preciso darle la vuelta a esta disposición, dejando que los elementos que tengan mayor masa térmica se conviertan en la hoja interior, en contacto directo con el ambiente a acondicionar, y el aislamiento térmico se sitúe sobre el haz exterior de esta hoja, impidiendo la transmisión energética.

Lo que constructivamente suceda *de aquí hacia* fuera, puede depender de muchos factores, entre otros de la configuración estética del edificio. Es el fundamento de las fachadas ventiladas donde toda la masa se concentra hacia el interior, el aislante térmico resguarda y protege la posibilidad de perder la energía almacenada por el muro, y la hoja exterior, confeccionada con fábrica cerámica, pétreo, madera, metal o vidrio, sirve de cierre a este sistema.

Esta disposición permite optimizar otro de los recursos a tener en cuenta, sobre todo en construcciones de poca altura: el doble papel que pueden ejercer las fábricas como piel (cerramiento del volumen habitable) y esqueleto (estructura portante).



Fuente: Llinares, Llopis; *Térmica en edificación*

El razonamiento es muy sencillo: si tenemos un elemento imprescindible que nos sirve para evitar las fugas de calor y la entrada de agua, pero que además tiene una cierta capacidad portante, simplemente utilicémosla. Bien es verdad que son estructuras menos flexibles en las que no se pueden abrir todos los huecos deseables, pero pueden responder perfectamente a exigencias de todo orden, incluyendo las compositivas.

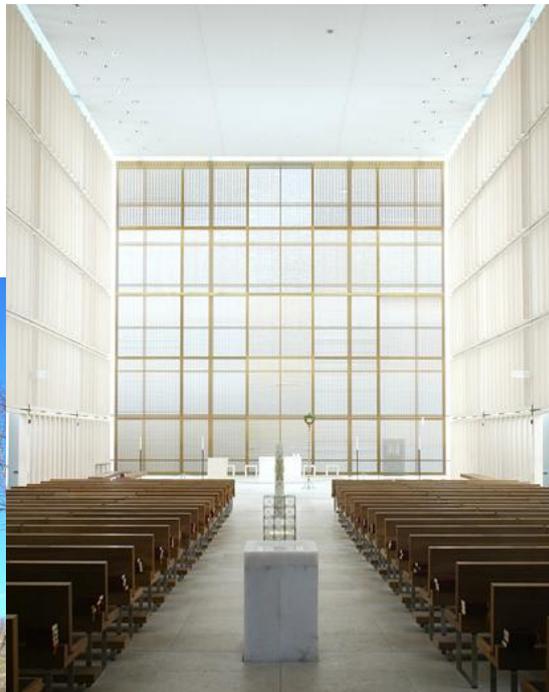
Hemos hablado de la posibilidad de darle la vuelta a la habitual configuración del muro y así explotar térmicamente toda la masa que vuelca al interior. Pero pudiera acontecer que la masa térmica fuera perjudicial a nuestros intereses. Si disponemos de un sistema de captación solar directa, el tiempo requerido para la restitución energética puede ser de varias horas con lo que o contamos con sistemas de apoyo convencionales o disponemos sistemas de aportes rápidos encaminados sobre todo al calentamiento del aire

2.1.3 Carpintería Exterior

Desde que el hombre salió de la caverna y comenzó la construcción de sus viviendas y edificios públicos tuvo la necesidad de abrir huecos en la fachada de su vivienda, para poder contar con luz y ventilación naturales.

Este esfuerzo es claramente visible en la construcción de las iglesias y catedrales donde vemos como este empeño fue el precursor del salto del románico al gótico. Hoy en día con los problemas técnicos que costaron el derrumbe de varias catedrales resuelto el hombre es capaz de utilizar la carpintería exterior como fachada, abusando en algunos casos de superficie acristalada expuesta directamente al sol.

Ejemplo de la evolución de las fachadas y el porcentaje de la carpintería en las mismas en las iglesias.



Las ventanas, como elementos arquitectónicos de viviendas y edificios, proporcionan una serie de funciones, entre las que se incluyen:

Ser un elemento de unión entre el exterior e interior de la vivienda.

Proporcionar tanto iluminación natural, como aislamiento térmico y climatización.

Dar protección contra inclemencias climáticas.

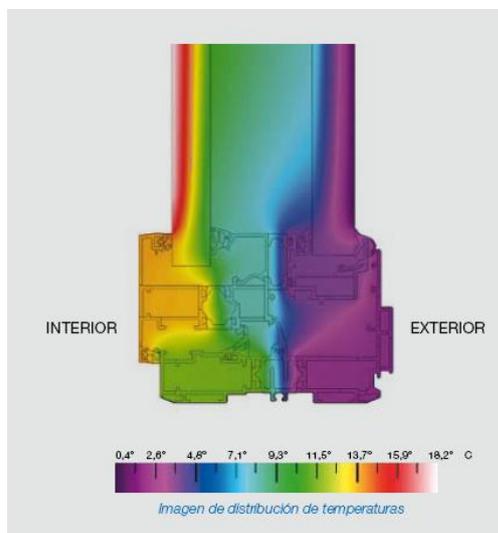
Protección contra otros factores externos como el ruido, contaminación atmosférica, insectos, etc.

Seguridad.

Las ventanas cubren normalmente entre un 10 - 25% de la superficie de las paredes expuestas. El vidrio, como elemento transparente, permite el paso de la luz solar al interior de la vivienda, y se integra al edificio mediante un marco estructural.

En la selección de un determinado tipo de ventana normalmente se toma en cuenta a los materiales más utilizados y conocidos, el uso de materiales, el diseño arquitectónico o los costos de construcción y mantenimiento.

El material del marco estructural, el tipo de vidrio, el diseño de la ventana y el uso de un acristalamiento simple (una luna de vidrio) o múltiple (dos o más lunas de vidrio), son elementos que influyen directamente en el nivel de aislamiento térmico de la ventana.



Radiografía térmica de una carpintería

Esta última característica es relevante en países de latitud media o alta. En invierno son importantes los consumos de energía para mantener una temperatura de confort al interior de las viviendas.

En España, los sistemas de calefacción eléctricos de los hogares consumen en promedio, un 8% del total eléctrico utilizado por el sector residencial en un día típico de invierno (REE, 2004). Las mejores características de aislamiento térmico del sistema pared/ventana, implican un menor consumo de energía eléctrica para mantener un determinado nivel de climatización.

Tradicionalmente la madera ha sido, por muchos años, el material utilizado para la fabricación de los marcos estructurales. El aluminio, también es un material muy utilizado. En las últimas décadas, el uso de perfiles de PVC es importante, especialmente en países del norte de Europa. En Alemania, para 1996, el uso del PVC alcanzó el 49%, frente a un 28% de los marcos de madera, 20% de aluminio, y un 3% para marcos de aluminio/madera (EC, 2004). En España, durante los últimos años, el reparto de uso de materiales se sitúa: aluminio (73%), madera (13%), PVC (11%), y otros (3%).

El principal problema que nos encontramos con la carpintería es su alta conductividad térmica, que unido a su escaso espesor nos da el elemento más crítico de la fachada. El material que tiene un mejor comportamiento térmico es el PVC, y las carpinterías de aluminio con rotura de puente térmico. Tan importante es la elección de una buena carpintería como del vidrio que lleve incluida. Gracias a los avances tecnológicos el vidrio ha experimentado una evolución exponencial en los últimos años, añadiendo triples cámaras o gases nobles para reducir el impacto negativo que tienen en las propiedades térmicas de la fachada

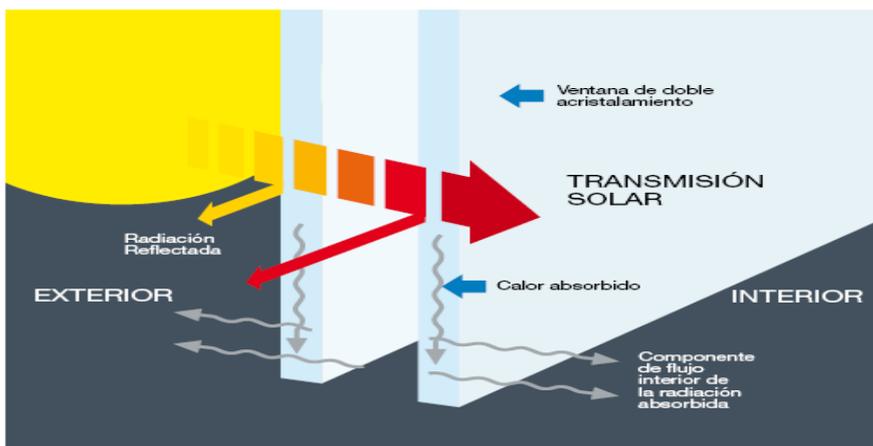


Diagrama de transmitancia térmica del acristalamiento

Tipo de Marco	U (W/m ² K)
Madera	2,00 - 2,20
Metálico	5,70
Metálico con rotura de puente térmico	(3,20 - 4,00)
PVC (2 cámaras)	2,20
PVC (3 cámaras)	1,80

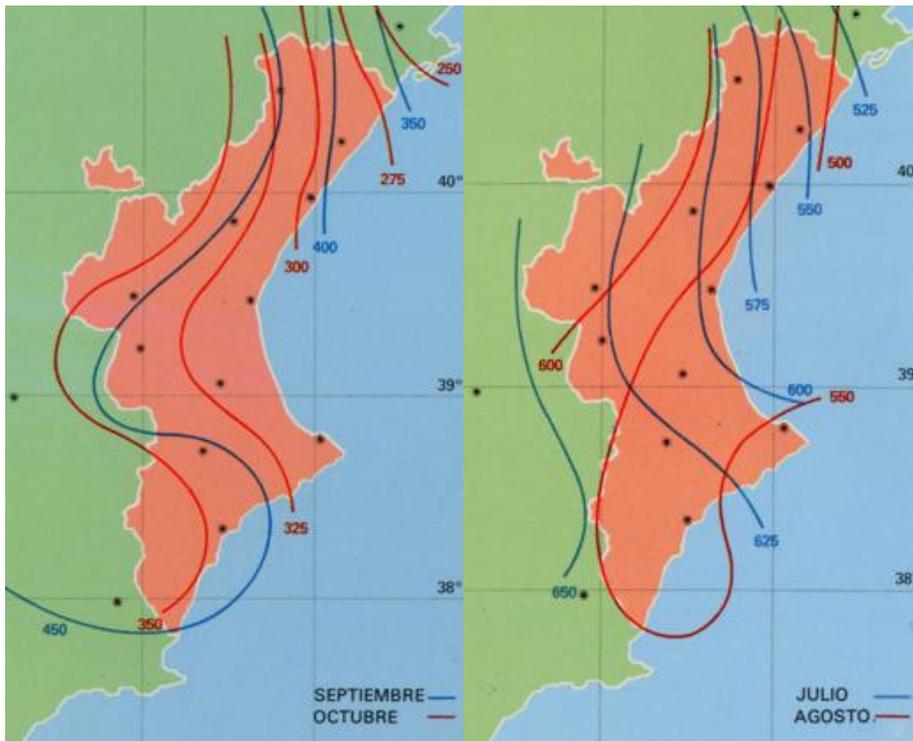
UNE EN ISO 10077-1.

Tipo de Vidrio	U (W/m ² K)
Simple 4 ó 6	(5,7 - 5,9)
Doble 4/cámara 6/4	3,3
Doble 4/cámara 12/4	2,9
Doble 4/16/4	2,70
Doble bajo emisivo 4/12/4	(1,6 - 1,9)
Doble bajo emisivo 4/16/4	1,4 - 1,8

UNE EN ISO 10077-1.

2.1.4 Soleamiento

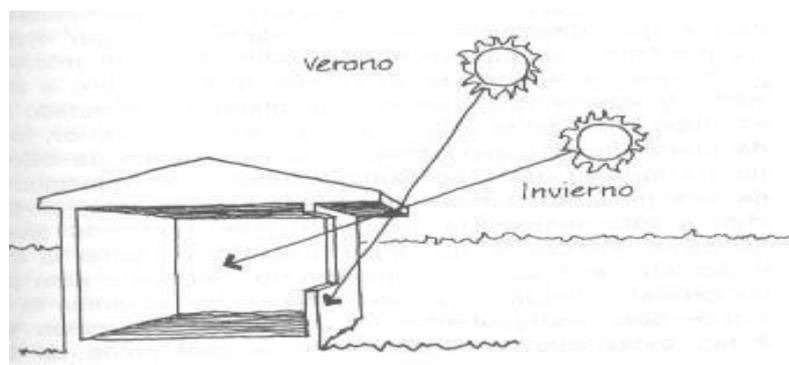
Uno de los aspectos olvidados por la construcción es el aporte energético del sol. Su incidencia como mas tarde estudiaremos es mucho mayor de lo que imaginamos. En los últimos años vemos como en ciudades del sur y el levante español se levantan edificios con imponentes fachadas acristaladas sin ningún tipo de protección y orientadas al sur con el ingente gasto en climatización que esa disposición representa.



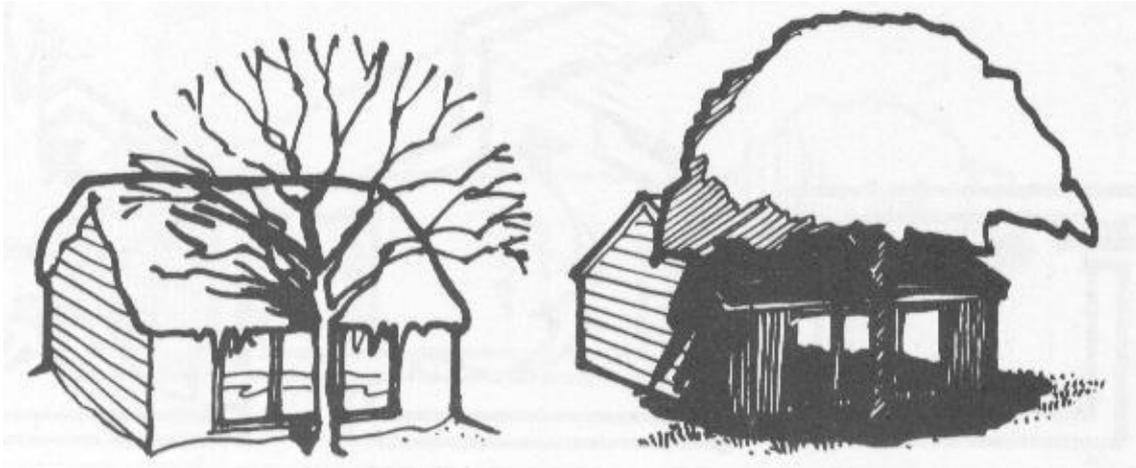
Fuente AVEN.

En viviendas unifamiliares ese aprovechamiento del sol en invierno así como la utilización de elementos pasivos en verano es aún más significativo como mas tarde veremos en los cálculos.

Aquí podemos apreciar dos claros ejemplos de una construcción realizada con un buen estudio de su soleamiento.



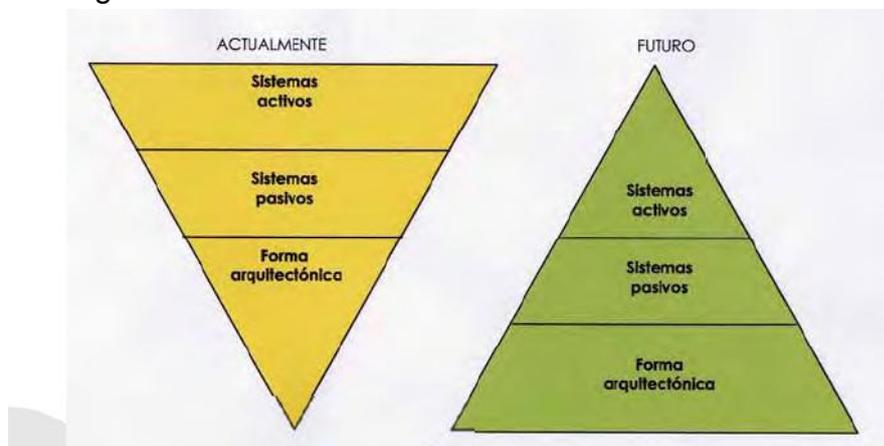
El uso de elementos pasivos aprovechando la variación del ángulo de incidencia del sol en los distintos meses del año. Esto nos permite evitar un exceso de sol los meses de verano y por el contrario aprovechar el aporte energético del sol durante los meses de invierno.



El uso de la naturaleza como elemento de protección es otro de los métodos utilizados para un correcto aprovechamiento solar. El aprovechamiento de los la caída de las hojas de los árboles cuando el sol deja de ser un factor perjudicial. Es un método tradicional pero es una de las muestras más claras de las ventajas que ofrece el correcto estudio del proyecto a nivel global. Desde la orientación hasta el tipo de vegetación, todo suma para conseguir una vivienda habitable sin coste ecológico desmesurado.

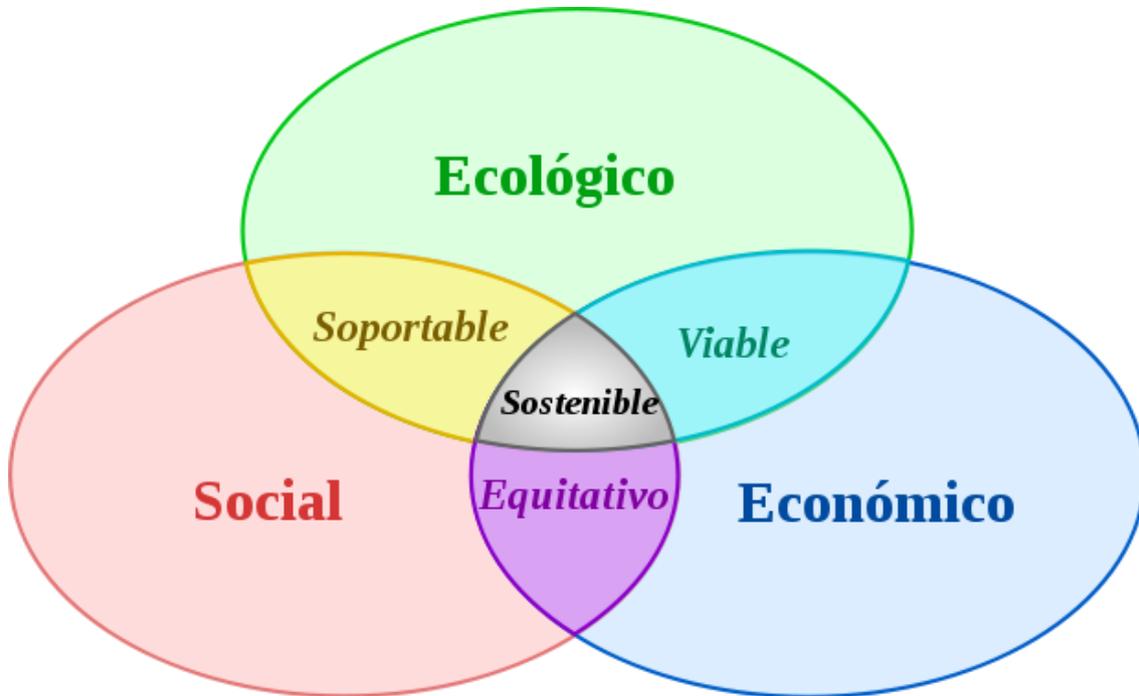
2.1.5 Futuro de la construcción

Una vez repasados los elementos constructivos que inciden en la habitabilidad de la vivienda y su tratamiento hoy en día nos damos cuenta que llevamos una dirección equivocada, primando siempre los sistemas activos y con un importante coste energético para lograr unas condiciones que bien podrían conseguirse de otra manera.



Este estudio tratará de comprobar que las ideas de una construcción más sostenible no son una utopía ni sacrificaran el bienestar del individuo.

La sostenibilidad ha de ser la meta de la sociedad, no solo en la construcción sino en la forma de entender el progreso.



2.2 Termodinámica en Edificación

2.2.1 Antecedentes

En este capítulo vamos a estudiar los fundamentos teóricos que debemos conocer en lo que a termodinámica se refiere para establecer la base científica del desarrollo de los contenidos y así poder analizar el comportamiento energético del edificio objeto de análisis.

A finales del siglo XVIII los científicos habían supuesto una teoría que definía un fluido llamado “calórico” que era el responsable de que el calor pasara de los cuerpos calientes a los fríos.. Para Antoine-Laurent de Lavoisier las moléculas de todos los cuerpos de la naturaleza están en un estado de equilibrio, entre la atracción que tiende a aproximarlas, y la acción del calórico, que tiende a separarlas. Según su mayor o menor cantidad de calórico, los cuerpos son gas, líquido o sólido.

El calórico se difunde entre los cuerpos, pasando de uno a otro por contacto, incluso entre los seres vivos. Las quemaduras producidas por congelación se explicaban porque el calórico causaría los mismos daños en la piel, tanto al entrar en el cuerpo como al salir.

El calórico se haría visible en las llamas, que estarían formadas en su mayor parte por dicho calórico desprendiéndose de los cuerpos. Las distintas sustancias presentarían distintas solubilidades para el calórico, lo que explicaría su distinto calor específico.

La teoría del calórico fue ampliamente aceptada, ya que incluso explicaba los experimentos de James Prescott Joule sobre la equivalencia entre calor y energía, interpretando que al frotar un cuerpo, se romperían las vesículas microscópicas que contienen el calórico, liberando calor.

Sin embargo, la teoría fue perdiendo adeptos, al no poder explicar diversos problemas, como la masa nula del calórico, por lo que fue abandonada a mediados del siglo XIX.

Hoy en día el calor es considerado como una energía en tránsito que cumple las leyes de la termodinámica.

El llamado confort higrotérmico es aquel en el que el ambiente permite la regulación normal de la temperatura del cuerpo humano. Es te confort depende de:

- 1 La temperatura del ambiente
- 2 El grado de humedad
- 3 Radiación (temperatura radiante)
- 4 Velocidad del aire
- 5 La actividad a desarrollar.

Por ello deberemos diferenciar las diferentes exigencias de confort higrotérmico teniendo en cuenta si nos encontramos en verano o en invierno.

En invierno la velocidad del aire no es un condicionante así como tampoco lo es la humedad del aire. Los dos factores determinantes serán temperatura ambiente y temperatura radiante.

En verano por el contrario deberemos diferenciar entre clima húmedo o seco.

En el clima húmedo daremos velocidad al aire para aumentar el intercambio por evaporación

La proporción de intercambio que se produce entre el hombre y el medio ambiente es aproximadamente:

- Radiación 40 %
- Convección 30%
- Evaporación 20%
- Respiración 8%
- Conducción 2 %

De los factores climatológicos exteriores nos interesan

- 1 La temperatura exterior
- 2 Humedad del aire exterior
- 3 Duración e intensidad de la insolación
- 4 Viento y lluvia

Características de los cerramientos

Para mantener el medio ambiente de un recinto en unas condiciones determinadas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales exteriores con el MINIMO APORTE ENERGETICO en función del ambiente exterior, nuestro cerramiento deberá ofrecer mayor o menor resistencia.

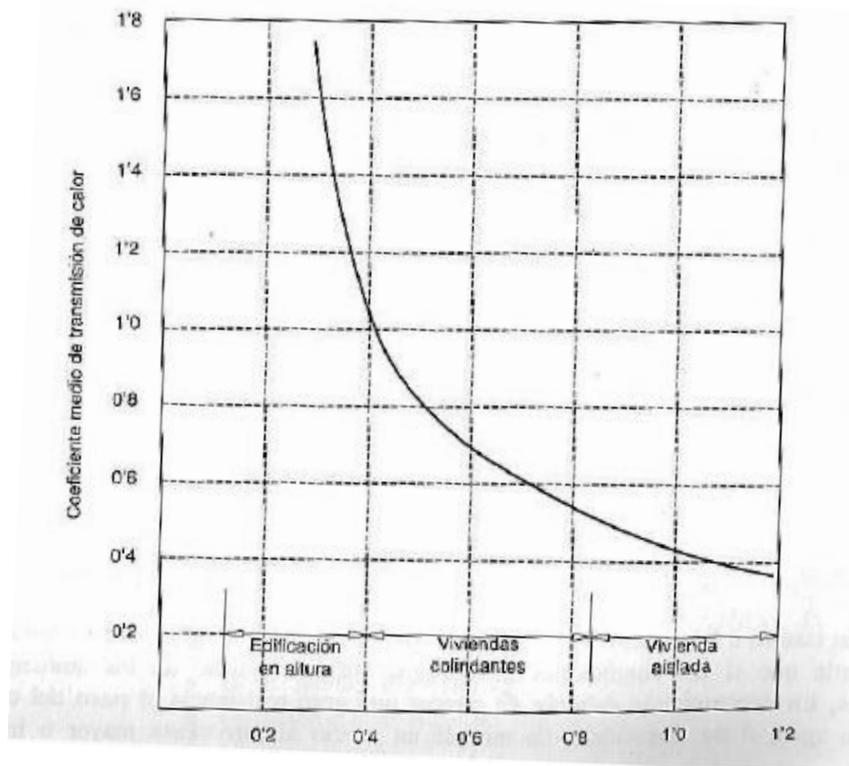
Según la (NBE-CT) los cerramientos quedan definidos por:

- 1 La transmisión de calor a través de sus cerramientos (K)
- 2 La transmisión global de calor de la edificación (Kg)
- 3 El comportamiento higrotérmico del edificio

4 La permeabilidad al aire de los edificios

LA FORMA DE LA EDIFICACION REPERCUTE EN EL BALANCE ENERGETICO

Factor de Forma $f = \frac{\sum S_i}{V}$ que es el cociente entre el sumatorio de superficies acondicionadas térmicamente y el volumen que ocupan. Pondera la superficie en contacto con el medio externo en función del volumen a acondicionar.



Fuente: Llinares, Llopis; Térmica en edificación

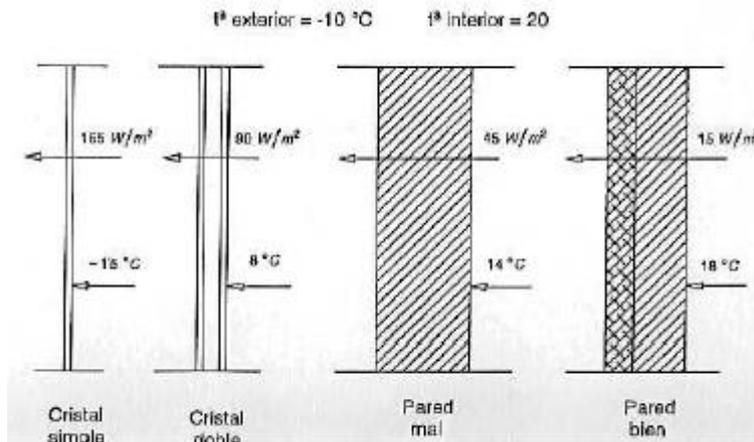
La cantidad de energía necesaria para la calefacción de un espacio depende de las propiedades aislantes de sus cerramientos, del factor de forma de la edificación y del grado de ventilación.

El cálculo de la potencia útil de calefacción se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula

$$K_g S (T_i - T_e) + 0,29 V (T_i - T_e)$$

Siendo K_g el coeficiente global de transmisión de calor de la edificación, por lo tanto dependiente del grado de aislamiento de los cerramientos, S la superficie de separación del edificio con locales no calefactados, T_i y T_e las temperaturas interior y exterior respectivamente y V el volumen de renovación del aire que puede variar entre 1,3 y 20 m^3/h y persona

En el caso de la instalación de refrigeración se recomienda no sobrepasar cierta ganancia de calor. Dicha ganancia depende de la transmisión a través de cerramientos huecos acristalados y protección solar utilizada en superficies acristaladas

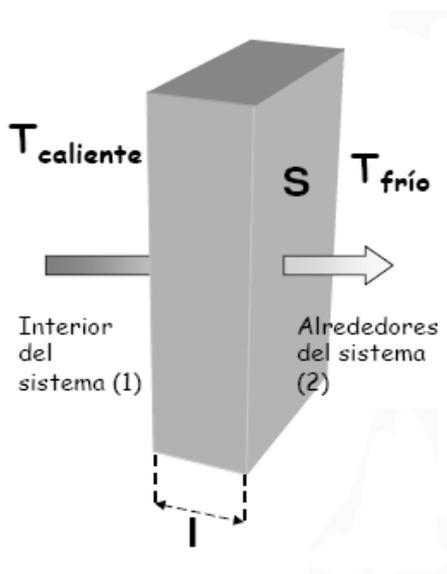


Linares, Llopis; Técnica en edificación

Ahora vamos a realizar un breve repaso de los diferentes métodos de transmisión de calor.

2.2.2 Conducción

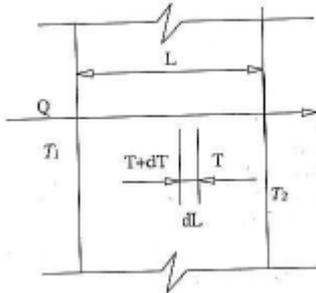
La conducción es el mecanismo del intercambio de energía de un cuerpo con otro, o de una parte de este cuerpo con otro mediante el contacto físico entre sus moléculas y es debida a la cesión de energía vibracional desde los grupos atómicos excitados hacia los que se encuentran en niveles bajos de vibración.



$$\frac{Q}{t} = W = k \cdot S \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{l}$$

Fuente Juan Soto

Este flujo de energía o de calor se dirige desde las elementos de energía más elevada a las que tienen una cantidad menor, es decir, las me mayor a menor temperatura.



Fuente: Llinares, Llopis; Térmica en edificación

La característica específica de la conducción es que tiene lugar dentro de los límites del cuerpo, o a través de la divisoria entre dos cuerpos que están en contacto, sin que se registre un desplazamiento apreciable de la materia que los constituye. Las leyes que gobiernan la conducción pueden expresarse en términos matemáticos concisos y en muchos casos, el análisis del flujo calorífico puede abordarse analíticamente.

La conducción en los sólidos se atribuye a la actividad atómica en forma de vibraciones reticulares. Cuando se habla de conducción se relacionan de inmediato conceptos de actividad atómica y molecular, pues hay procesos en estos niveles que sustentan este modo de transferencia de calor.

Esta transferencia de energía se debe a las ondas reticulares inducidas por el movimiento atómico. En un no conductor eléctrico la transferencia de energía se da exclusivamente por la vía de estas ondas reticulares, en un conductor eléctrico, la transferencia de energía se debe además al movimiento de translación de los electrones libres.

Es posible cuantificar los procesos de transferencia de calor en términos de las ecuaciones o modelos apropiados. Estas ecuaciones o modelos sirven para calcular la cantidad de energía que se transfiere por unidad de tiempo. Se dice que la energía se ha transferido por conducción y que el flujo de calor por unidad de área es proporcional al gradiente normal de temperatura:

$$\Phi = \frac{dQ_x}{dt} = -\lambda S \left(\frac{dT}{dX} \right)$$

Donde Φ es el flujo de calor y $\frac{dT}{dX}$ es el gradiente de temperatura en la dirección del flujo de calor en grados/m y A es la superficie en m². La constante positiva λ se llama conductividad térmica del material W/m°C, y se ha puesto el signo

menos para satisfacer el segundo principio de la termodinámica; esto es, el calor debe fluir hacia las temperaturas decrecientes.

El flujo de calor o transferencia de calor por unidad de área (W/m^2) es la velocidad con que se transfiere el calor en la dirección x por área unitaria perpendicular a la dirección de transferencia, y es proporcional al gradiente de temperatura, $\frac{dT}{dX}$ en esta dirección.

Hablando en términos generales, el gradiente normal $\frac{dT}{dX}$ puede variar a través de la superficie, pero en muchos casos es posible elegir una superficie en la que el gradiente sea igual en todos los puntos.

El coeficiente de conductividad térmica (λ) es la cantidad de calor que pasa por unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras de plano paralelas de espesor unidad cuando se establece una diferencia de temperatura entre sus caras de un grado centígrado. Es característico de cada material y su valor depende de varios factores:

- la densidad del material
- su estructura interna
- el grado de humedad, aumenta a mayor grado de humedad, por ello es fundamental evitar que los aislantes se mojen

La Ley de Fourier dice que el flujo de calor por conducción a través de una superficie dada es directamente proporcional al gradiente de temperaturas que existe entre las superficies y a la conductividad térmica del material con la que se ha construido.

Como se ve en la siguiente ecuación, que se obtiene integrando la ecuación de Fourier, en un elemento de superficie S (m^2) y de espesor L (m) en el que hay una diferencia de temperatura en sus caras T_1 y T_2 se produce un paso de calor de la superficie de mayor

$$Q = \lambda \frac{S}{L} (T_1 - T_2) t$$

Siendo la cantidad de calor por conducción por unidad de tiempo y de superficie:

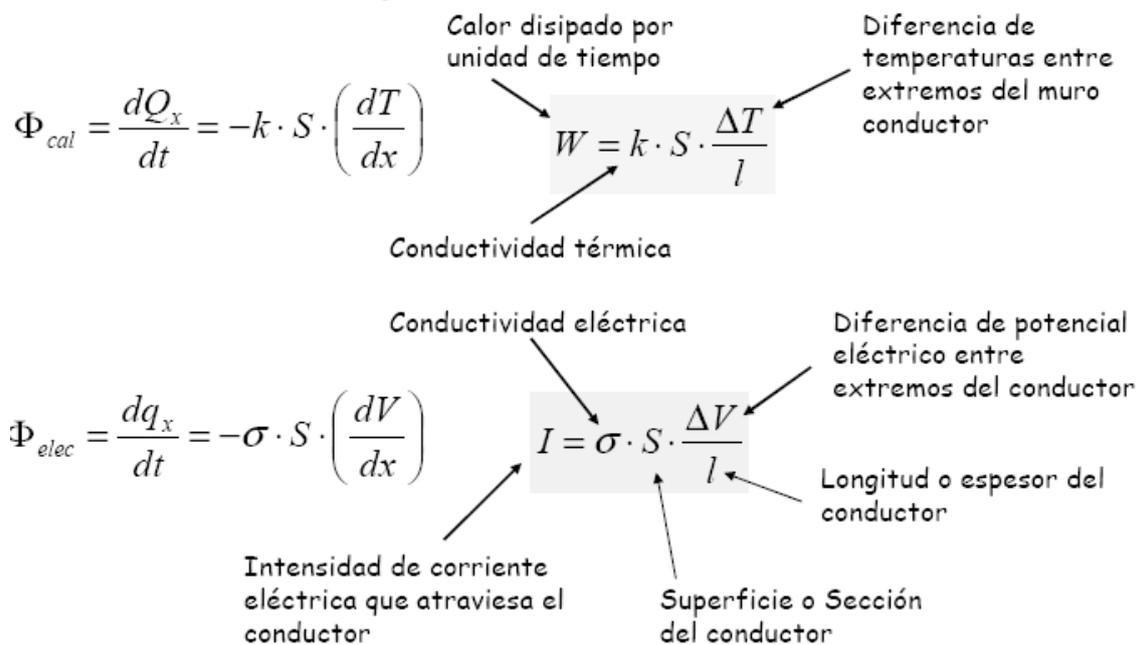
$$q = \frac{Q}{St} = \lambda \frac{(T_1 - T_2)}{L}$$

La resistencia térmica, R , va a ser una característica fundamental en los elementos constructivos y en la resistividad no solo influye la conductividad del

material o materiales que lo componen sino que es fundamental el espesor, su unidad en el SI es $m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$. La conductancia térmica es la inversa de la resistividad

$$R = \frac{L}{\lambda}$$

Si comparamos los modelos de la ley de Fourier con la ley Ohm. La Ley de Ohm establece que "La intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo", se puede expresar matemáticamente en la siguiente ecuación:



Fuente Juan Soto

Donde I es la intensidad de corriente eléctrica en amperios, ΔV es la diferencia de potencial aplicada en Voltios, A es la sección del conductor. Comparando la ley de Fourier con la ley de Ohm, $I = V/R$, sugiere que $\Phi R_T = T_1 - T_2$ puede verse como un potencial impulsor del flujo de calor, así como el voltaje es el potencial impulsor de la corriente eléctrica. Entonces puede considerarse que $R = dx / \lambda A$ sea una resistencia térmica análoga a la resistencia eléctrica.

2.2.3 Convección

La convección es un mecanismo de transmisión de calor en el que el vehículo de transporte de calor es un fluido, la transmisión de calor se produce por los movimientos macroscópicos de la masa del mismo. El movimiento del fluido es la característica principal de la convección calorífica, por ello se analizarán algunos de los principios de la dinámica de los fluidos con objeto de poder describir exactamente los procesos de la convección.

Si fluido real se mueve a lo largo de una superficie sólida, se observa que la velocidad de aquél varía desde un valor nulo inmediatamente adyacente a la pared, hasta otro finito en un punto a cierta distancia de ésta. Considerando el caso del flujo a lo largo de una superficie plana, la velocidad del fluido oscilará desde un valor de corriente libre uniforme en los puntos distantes de la pared hasta otro nulo en ésta. Por lo que respecta a los fluidos de baja viscosidad, como el aire o el agua, la capa próxima a la superficie, en la que se produce la mayor parte de la variación de la velocidad, puede ser bastante delgada dependiendo de la velocidad de la corriente libre del fluido.

La convección se produce cuando en un fluido hay gradiente de temperaturas no uniforme generando en la masa movimientos motivados por la diferencias de densidad entre unas regiones y otras. Así el fluido más caliente tiende a ascender por su menor densidad y el movimiento cesa cuando el campo de temperaturas alcanza su uniformidad. Esta forma de transporte es característica de los materiales fluidos (gases o líquidos). El desplazamiento de materia se produce cuando el fluido entra en contacto con una superficie que le cede calor y hace disminuir su densidad provocando un flujo ascensional del mismo.

Aplicando la ecuación de los gases ideales:

$$\left. \begin{aligned} P \cdot V &= n \cdot R \cdot T \\ \rho &= \frac{\text{masa}}{V} = \frac{n \cdot M_r}{V} \end{aligned} \right\} \quad \rho = \frac{P \cdot M_r}{R \cdot T} = \frac{P \cdot M_r}{R \cdot T}$$

A niveles prácticos, podemos suponer que siempre que no estemos trabajando con gases a temperaturas extremadamente bajas y/o a presiones muy elevadas, los gases presentan un comportamiento ideal.

Podemos hablar de dos tipos de convección:

- Convección natural: la causa de la mezcla es la diferencia de densidades entre el fluido (gas o líquido) caliente y el frío, aprovecha en este caso los cambios de temperaturas producidos en el fluido por los ciclos día-noche, por el

calentamiento de las masas interiores a través de los huecos, o por algún foco de calor interior

- Convección forzada: la mezcla del fluido se produce por un impulso que se impone sobre el sistema mediante elementos de impulsión

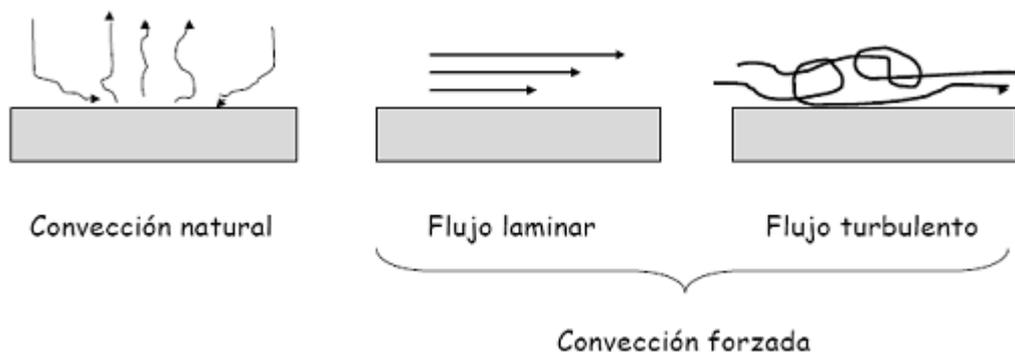
El intercambio de calor entre un cuerpo y un fluido depende de varios factores como:

- la diferencia de temperaturas entre el cuerpo y el fluido
- la velocidad del fluido
- la densidad, calor específico, viscosidad y conductividad térmica del fluido
- la naturaleza, forma, dimensiones y orientación del cuerpo
- la presión del fluido

Todo esto nos hace idea de la complejidad de calculo que requiere y por tanto que se usen modelos simplificados

Ley de enfriamiento de Newton

Cuando un fluido se encuentra en contacto con una superficie a distinta temperatura, el calor se transfiere a una velocidad que depende de la densidad del fluido, su viscosidad y de que se esté



Fuente: Juan Soto

El estudio de las velocidades de transmisión de calor por convección, desde una superficie sólida por medio de un fluido ambiente, exige una perfecta comprensión de los principios de la conducción del calor, de la dinámica de los fluidos y de la teoría de la capa límite. Todos estos complejos factores relacionados con este estudio analítico pueden reunirse en un solo parámetro recurriendo a la ley de enfriamiento de Newton:

$$W = h \times S \times \Delta T$$

Donde W es la potencia disipada (energía transportada por unidad de tiempo), h es el coeficiente de convección, S la superficie de contacto y ΔT la diferencia de temperaturas entre la placa caliente y el seno del fluido.

Valores típicos del coeficiente de convección

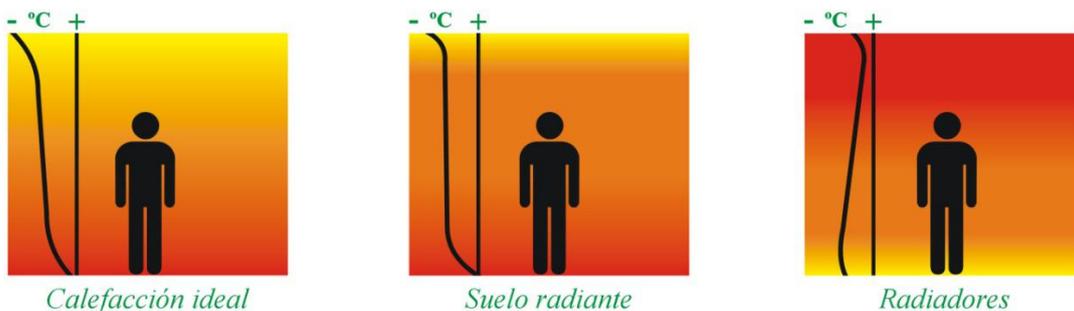
	h (W/m ² °K)
Convección libre en aire	5 a 25
Convección libre en agua	500 a 1000
Convección forzada en aire	10 a 500
Convección forzada en agua	100 a 15000
Agua hirviendo	2500 a 25000
Vapor condensado	5000 a 100000

Fuente Juan Soto

Vemos que se trata de una conductancia térmica y no de una propiedad del material, como lo es la conductividad térmica, que depende necesariamente de la composición del fluido, de la geometría de la superficie del sólido y de la hidrodinámica del movimiento del fluido a lo largo de la superficie. La escala de valores que pueden encontrarse para h , citados en la tabla demuestra la complejidad del proceso de convección y las dificultades para determinar h . El coeficiente de convección en función de la velocidad del viento se puede formular de la siguiente manera:

$$h = 5,7 + 3,8v$$

Donde v es la velocidad del aire expresada en metros/segundo. Hay varios estudios que parecen demostrar que esta expresión sobrevalora el valor del calor transportado mediante este mecanismo, y sugieren valores menores de 3.8 para el coeficiente de dependencia de h respecto a la velocidad del aire. Indicando que cuando se aplique un valor concreto de h hay que tener en cuenta el ángulo de incidencia del viento sobre cada una de las superficies de los cerramientos del edificio.



2.2.4 Radiación

La energía del campo de radiación es transportada por ondas electromagnéticas. Mientras la transferencia de energía por conducción o por convección requiere la presencia de un medio material, la radiación no lo precisa. De hecho, la transferencia de radiación ocurre de manera más eficiente en el vacío.

Otro aspecto de relevancia de la radiación térmica es el efecto que produce el nivel de las temperaturas de los cuerpos emisores, la velocidad de transmisión de calor por conducción y convección es proporcional a la diferencia de la temperatura que existe entre la fuente y el receptor del mismo, este no es el caso de la radiación térmica.

La cantidad de calor que se intercambia por radiación es proporcional a la diferencia de la cuarta potencia de las temperaturas absolutas de los cuerpos radiantes. Para una diferencia de temperatura dada, el calor transmitido es mucho más elevado a las temperaturas altas que a las bajas. Independientemente de su frecuencia se desplazan en el vacío a una velocidad $c = 299.792 \text{ km/s}$. La radiación presenta propiedades típicas del movimiento ondulatorio, como la difracción y la interferencia.

La longitud de onda y la frecuencia f de las ondas electromagnéticas son importantes para determinar su energía, su visibilidad, su poder de penetración y otras características.

Maxwell analizó matemáticamente la teoría de los campos electromagnéticos y demostró que la luz visible es una onda electromagnética.

Se sabe que la velocidad de la transmisión de energía por unidad de superficie radiante viene dada por la ley de Stefan-Boltzman.

$$\Delta E = \sigma \varepsilon S T^4$$

En esta ecuación E es la velocidad de emisión de energía por unidad de superficie, T la temperatura absoluta del cuerpo, σ una constante física universal y ε una propiedad de la superficie emisora que se conoce con el nombre de emisividad. Esta ley la propuso Stefan basándose en pruebas experimentales.

Bolzman demostró más tarde que dicha ley podría deducirse de las leyes de la termodinámica estadística y que, por tanto, no está basada en datos experimentales, como en el caso de las leyes de Fourier y de enfriamiento de Newton.

Un cuerpo no necesita ser calentado para mostrar la pérdida de energía por radiación. La radiación Térmica, es un aspecto de un fenómeno que se puede llamar Energía Radiante. La emisión de otras formas de Energía Radiante se puede producir cuando un cuerpo se excita por medios como una corriente eléctrica oscilante, por un bombardeo electrónico o neutrónico, una reacción química, etc. Asimismo cuando la energía radiante choca contra el cuerpo y es absorbida, ésta se puede manifestar en forma de energía térmica interna, reacción química, una fuerza electromotriz, etc., dependiendo de la naturaleza de la radiación incidente y de la sustancia de la que está compuesto el cuerpo.

2.2.5 Inercia Térmica

Los cerramientos que envuelven el espacio de nuestro sistema además de cumplir una función aislante con el entorno tienen otro papel fundamental ya que se convierten en acumuladores de la energía térmica que reciben, convirtiéndose en un elemento de regulación Bioclimática.

Así un elemento que tiene una gran inercia térmica tarda un determinado tiempo en reaccionar a los cambios de temperatura y a su vez se convierte en un acumulador de energía, por el contrario si no tiene inercia térmica no llega a acumularla.

Es por tanto la inercia térmica un factor muy beneficioso en el caso de que se quiera climatizar durante periodos no excesivamente cortos de forma que al recinto le costará un tiempo relativo calefactarse pero también le costará mucho tiempo enfriarse, en periodos cíclicos y cortos por el contrario sería poco beneficioso y antieconómico.

Un parámetro que puede estimar el valor de la inercia térmica de una vivienda es el tiempo que tarda en calentarse o enfriarse desde unas condiciones determinadas. Para poder estudiar esto necesitamos conocer las masas de los elementos que compongan su cerramiento

La masa se determina mediante los datos referentes a su densidad y su volumen y el calor específico viene determinado en función del material y se pueden consultar tablas al igual que hacemos con la conductividad

$$Q = \sum_{i=1}^n m_i c_{ei} (T_i - T_a)$$

El calor específico es la cantidad de calor necesaria para aumentar un grado la temperatura de una masa de un kilogramo.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la disposición de las sucesivas capas tiene una influencia en su inercia de modo que tendremos inercias térmicas diferentes con una sucesión diferente de los mismos materiales. En capas homogéneas la variación de temperatura es lineal.

La inercia térmica beneficia edificios de uso continuado.

2.2.6 Renovación del aire

En nuestro sistema nos encontramos con un fluido interior y exterior que es aire húmedo, mezcla de vapor de agua y aire seco. El aire húmedo se encuentra sometido a una presión prácticamente constante de 1 atmósfera, pudiendo ser considerado como un gas perfecto:

- (a) Está constituido por un elevado número de moléculas, cuyo volumen es despreciable comparado con el volumen total ocupado por el gas.
- (b) No existen fuerzas de interacción atractivas o repulsivas entre las moléculas.
- (c) Las moléculas del gas se encuentran en continuo movimiento y sus choques contra la superficie del recinto que las confina o entre ellas mismas, son perfectamente elásticos.

Así mediante la ecuación anterior podemos calcular la ganancia o pérdida de calor por renovación de aire en nuestro local:

$$PV = nRT$$

$R =$ Constante de los gases ideales

Renovación de aire en nuestro local.

$$\Delta H = n^{\circ} \text{ moles renovación} \times C_e (\text{aire}) \times \text{diferencia } T^a$$



Por otro lado es importante tener en cuenta los gradientes de temperatura y la humedad ambiental de modo que evitemos condensaciones en los cerramientos sobre todo motivadas por el enfriamiento rápido sin llevarse a cabo una modificación del contenido de vapor de modo que se producen saturaciones y condensaciones, a la temperatura límite se le denomina temperatura de rocío. La condensación superficial se produce sobre superficies cuya temperatura es menor que la del punto de rocío del aire circundante.

El vapor de agua producido en el interior de un local aumenta la presión de vapor del aire ambiente y esto ocasiona una diferencia de presión de vapor entre los ambientes interno y externo en virtud de la cual se produce un proceso de difusión de vapor a través del elemento separador de los dos ambientes, desde el ambiente con más presión de vapor, generalmente el interior, hacia el ambiente con menos presión de vapor, generalmente el exterior.

En este fenómeno de transporte de vapor a través del cerramiento, si en algún punto de su interior la presión de vapor es superior a la de saturación en ese punto, o dicho de otra forma, si la temperatura en ese punto es inferior a la de rocío del vapor en el mismo se producirá condensación de vapor de agua.

Las condensaciones se deben evitar ya que ocasionan humedades y deterioro de los materiales y disminuyen la resistencia térmica de los cerramientos.

A continuación averiguaremos el aporte a nuestro sistema de la potencia calorífica que obtenemos mediante las renovaciones de aire ya que la normativa vigente CTE nos obliga a realizar una renovación de aire interior en la vivienda y es un parámetro muy a tener en cuenta ya que si aportamos aire de renovación al sistema del exterior en invierno es aire frío y en verano caliente lo que nos condiciona desfavorablemente la demanda energética global.

Para el cálculo aplicamos la siguiente fórmula:

$$Q = n C_e (T_e - T_i)$$

Siendo: n el número de moles de aire

C_e el calor específico del fluido (aire)

T_e la temperatura exterior °C

T_i la temperatura interior °C

Por otro lado, para averiguar n (número de moles) usamos la ecuación de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$R = 0.082054 \text{ AtmL/molK}$$

$$1,9872 \text{ cal/molK}$$

$$8,3144 \text{ J/molK}$$

$$8,3144 \cdot 10^7 \text{ erg/molK}$$

Condiciones normales : T = 0 °C = 273,15 K y P = 1 atm
 Condiciones estándar: T = 25 °C = 298,15 K y P = 1 atm

$$n = PV/RT$$

Siendo:

P la presión del aire húmedo.

V el volumen de aire en litros que lo averiguamos mediante el caudal que nos exige la normativa CTE en l/sg multiplicándolo por los segundos que tiene un mes (3600 sg/h x 24h x 30 días) así tenemos el valor del volumen mensual de aire aportado al sistema

R que es una constante 0,082 T que es la temperatura media del mes en °K (273,15 + °C)

T_i la temperatura interior °C Que tomaremos 22°

De este modo:

$$Q \text{ mes} = \frac{1 (P) \times (\text{caudal (l/s)} \times 3600 \times 24 \times 30)}{0,082 \times T^a \text{ media mes } ^\circ\text{K}} \times C_e (T_e - T_i) ^\circ\text{C}$$

Por tanto obtenemos el aporte energético mensual en términos de potencia calorífica tal y como se muestra en la tabla adjunta:

renovación de aire		DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
n=PV/RT	Tª media	11,2138244	11,00896072	14,7934936	14,371532	15,714108	20,01636	23,390928
caudal renovacion l/s	l/mes	222319,109	222479,3898	219555,273	219877,488	218855,5464	215643,8146	213189,8373
2	m3/mes	222,319109	222,4793898	219,555273	219,877488	218,8555464	215,6438146	213,1898373
Ce aire	KWh mes	23,2536767	23,71242076	15,3432018	16,265426	13,34049119	4,148080834	-2,875533927
34,91								
personas								
4								

renovación de aire		JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
n=PV/RT	Tª media	26,108352	26,684432	22,414468	19,8704354	14,77548519
caudal renovacion l/s	l/mes	211253,9609	210848,073	213894,1552	215751,206	219569,0046
2	m3/mes	211,2539609	210,848073	213,8941552	215,751206	219,5690046
Ce aire	KWh mes	-8,416273789	-9,577979942	-0,859680886	4,45544809	15,38250507
34,91						
personas						
4						

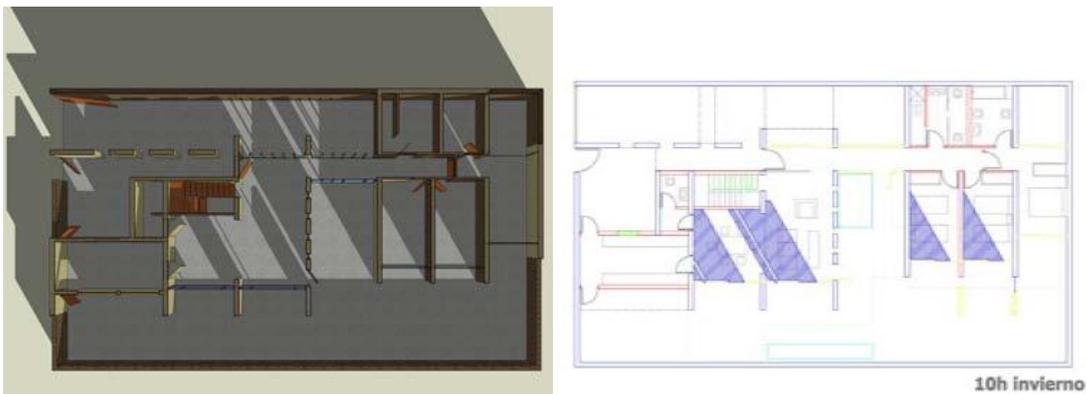
2.2.7 Cálculo de Soleamiento

El soleamiento es un parámetro de gran importancia que debemos controlar ya que puede afectar de manera muy notable al confort dentro de una vivienda. Lo que nos interesa averiguar son los m² de superficie interior irradiada y las horas en que se produce para que con datos de irradiación solar medios, obtenidos de estudios realizados en la zona para poder averiguar la potencia calorífica obtenida por el aporte solar..

Para realizar el estudio de soleamiento lo primero que habría que hacer es estudiar cartas solares con tablas que podemos encontrar publicadas o realizar nosotros mismos las cartas solares que correspondan a su ubicación y trasladar los datos a nuestro modelo. Dicho estudio fue realizado en el proyecto de Jose Gandia Romero del cual podemos obtener los datos necesarios.

Una vez hemos realizado el estudio de soleamiento procedemos al cálculo mediante mediciones sobre el modelo de las superficies irradiadas en la vivienda en los planos horizontales tanto interiores como de la cubierta, sobre los paramentos verticales no se han realizado mediciones ya que por efecto de la reflexión y por ser paredes de color blanco absorción de calor es muy baja resultando prácticamente despreciable su posible aporte al sistema.

Ejemplo del estudio de soleamiento, a la derecha se puede ver la planta en CAD donde se refleja la incidencia del sol a la izquierda vemos la modelización en sketchup que cuadra perfectamente.



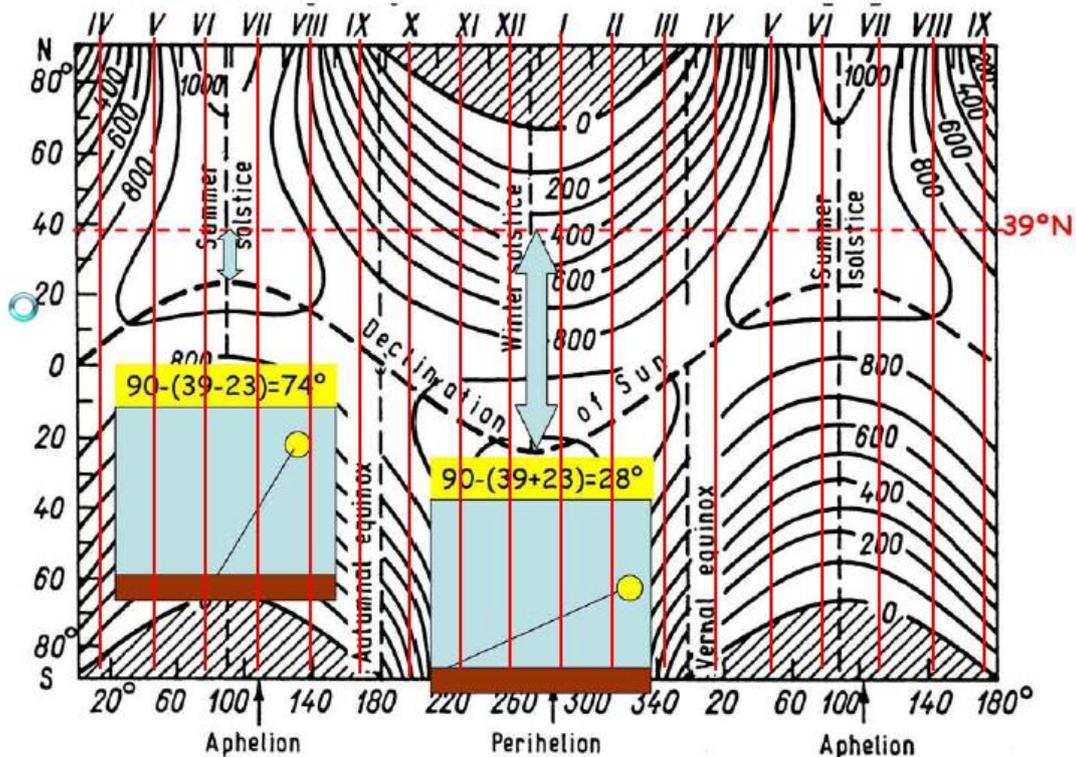
A continuación introducimos los valores medios de superficie irradiados en los diferentes meses del año en el interior de la vivienda y en la cubierta:

ESTACIÓN	MES	SUPERFICIE (m ²)
Invierno	diciembre	29,58
	enero	23,664
	febrero	14,1984
Primavera	marzo	6,01
	abril	4,808
	mayo	2,8848
Verano	junio	0,795
	julio	2,8848
	agosto	4,808
Otoño	septiembre	6,01
	octubre	14,1984
	noviembre	23,664

Véase como hemos conseguido mediante un diseño coherente y una orientación adecuada tener los valores más altos de irradiación superficial durante los meses de invierno que es cuando nos interesa obtener ese aporte energético, luego gradualmente disminuye hasta llegar a valores mínimos en verano que es cuando queremos evitar aportes exteriores en nuestro sistema termodinámico.

Por otro lado debemos conocer los datos de insolación para cada uno de los meses, para obtener esos datos hemos usado la siguiente tabla:

Potencia y ángulo azimutal del sol



Se marca una línea horizontal que nos marca la posición en latitud para la ciudad de Valencia (39º) y a continuación averiguamos para cada uno de los meses los datos de insolación en W/m². Otra posibilidad para averiguarlos sería obtener los datos experimentalmente pero sería un proceso de un periodo mínimo de un año y lo correcto es buscar valores medios de periodos plurianuales por lo que recurrir a datos publicados por los institutos meteorológicos puede sernos también de mucha ayuda.

Una vez conocemos los datos de superficie (m²) e insolación (W/m²) para cada uno de los meses debemos averiguar las horas de aporte en nuestro sistema, en nuestro caso las hemos obtenido del AEMET (Agencia española de meteorología) si bien es cierto que se han comprobado con el modelo 3d que habíamos realizado para estudiar la vivienda. De este modo tenemos las estimaciones medias de horas de aporte solar y elaborar una tabla con las horas diarias de sol:

AEMET

Valores Climatológicos Normales. Valencia

Periodo: 1971-2000 - Altitud (m): 11 - Latitud: 39º 28' 50" N - Longitud: 00º 21' 59" O

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I	I/día
Enero	11.5	16.1	7.0	36	63	4	0	0	1	0	9	169	5,63
Febrero	12.6	17.2	7.9	32	61	3	0	0	2	0	6	169	5,63
Marzo	13.9	18.7	9.0	35	61	4	0	1	1	0	7	212	7,07
Abril	15.5	20.2	10.8	37	60	5	0	1	1	0	5	229	7,63
Mayo	18.4	22.8	14.1	34	65	5	0	2	1	0	5	256	8,53
Junio	22.1	26.2	17.9	23	65	3	0	2	1	0	8	271	9,03
Julio	24.9	29.1	20.8	9	66	1	0	2	0	0	13	314	10,47
Agosto	25.5	29.6	21.4	19	68	2	0	3	1	0	10	285	9,50
Septiembre	23.1	27.6	18.6	51	67	4	0	3	1	0	7	237	7,90
Octubre	19.1	23.6	14.5	74	66	5	0	2	0	0	6	201	6,70
Noviembre	14.9	19.5	10.4	51	65	4	0	1	1	0	7	167	5,57
Diciembre	12.4	16.8	8.1	52	65	5	0	0	1	0	7	150	5,00
Año	17.8	22.3	13.4	454	65	44	0	18	10	0	91	2660	88,67

T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

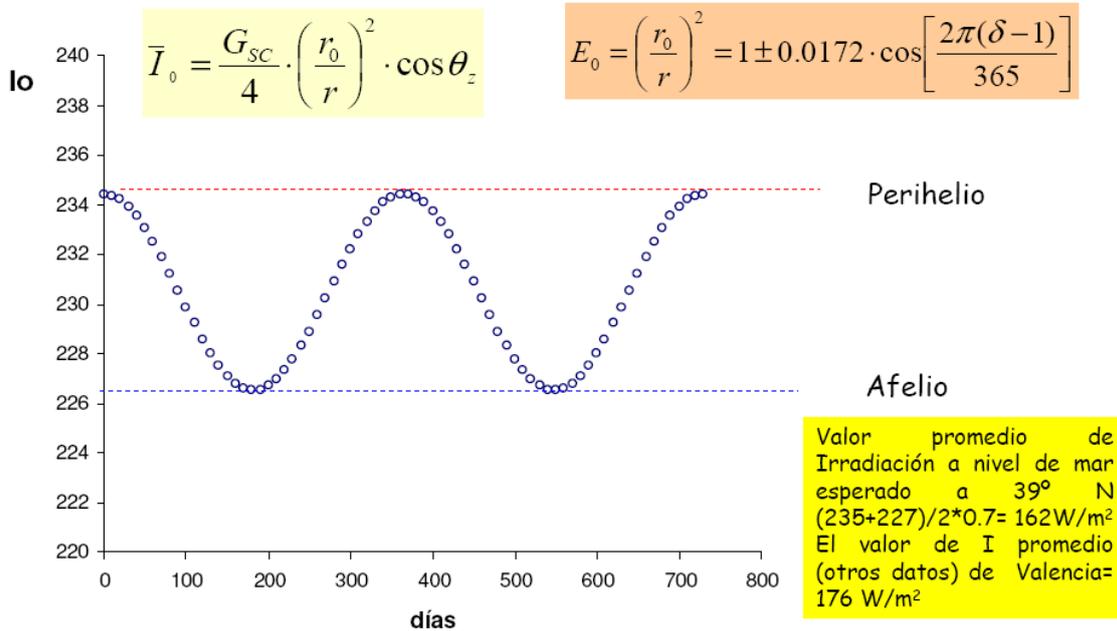
MES	φ
	(watts/m2)
diciembre	370
enero	370
febrero	450
marzo	600
abril	780
mayo	900
junio	950
julio	920
agosto	900
septiembre	780
octubre	600
noviembre	450

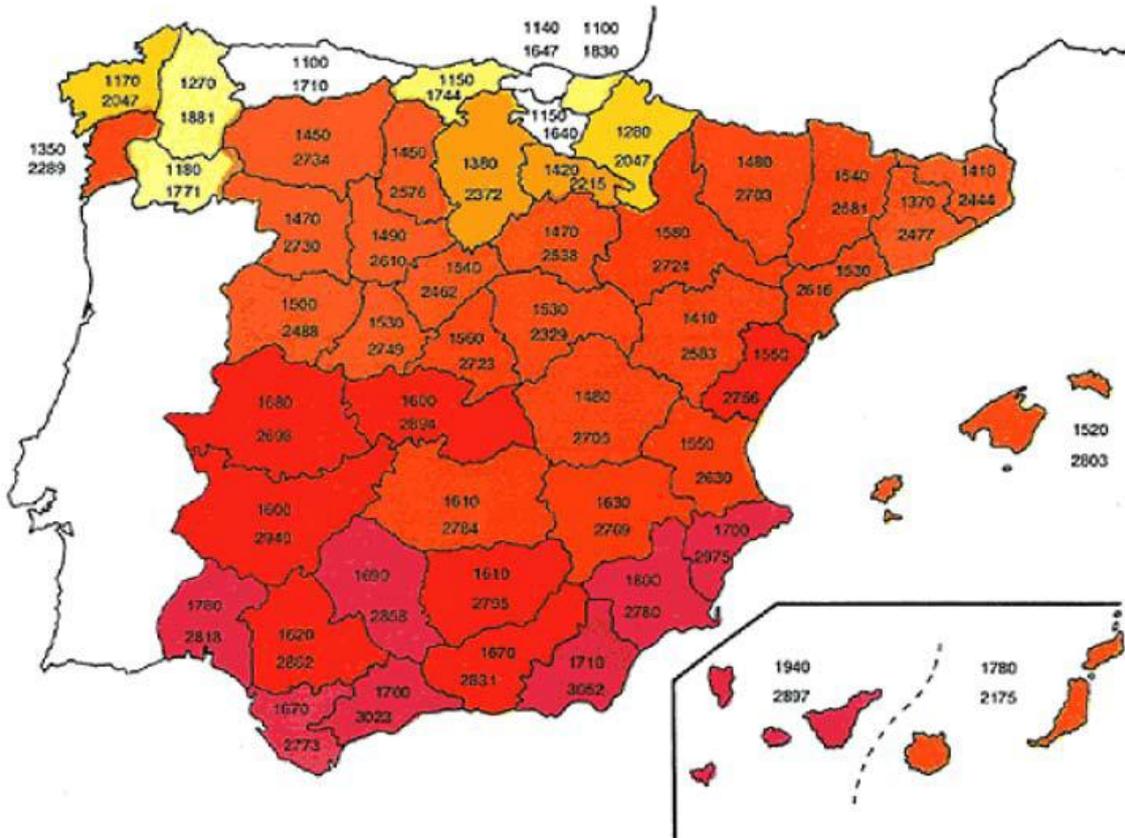
Una vez conocemos los valores es conveniente comprobar los datos antes de comenzar a realizar los cálculos oportunos, para ello sacamos los valores anuales de horas de sol y valores medios de insolación (donde debemos aplicar previamente la siguiente fórmula ya que los datos que nos daba la tabla corrigen este factor)

$$\overline{G_{SC}} = \frac{G_{SC} \cdot \pi \cdot R^2}{4 \cdot \pi \cdot R^2} = \overline{G_{SC}} = \frac{G_{SC}}{4}$$

ESTACIÓN	MES	ϕ (watts/m2)	coef		MES	HORAS (h)	horas anuales sol
Invierno	diciembre	370	0,25	92,5	diciembre	5	150
	enero	370	0,25	92,5	enero	5,63	168,9
	febrero	450	0,25	112,5	febrero	5,63	168,9
Primavera	marzo	600	0,25	150	marzo	7,07	212,1
	abril	780	0,25	195	abril	7,63	228,9
verano	mayo	900	0,25	225	mayo	8,53	255,9
	junio	950	0,25	237,5	junio	9,03	270,9
	julio	920	0,25	230	julio	10,47	314,1
Otoño	agosto	900	0,25	225	agosto	9,5	285
	septiembre	780	0,25	195	septiembre	7,9	237
	octubre	600	0,25	150	octubre	6,7	201
	noviembre	450	0,25	112,5	noviembre	5,57	167,1
						168,125	2659,8

Obtenemos un valor medio de insolación de 168 W/m² y 2859 horas de sol que si lo comprobamos con datos obtenidos por otras fuentes vemos que están muy próximos:





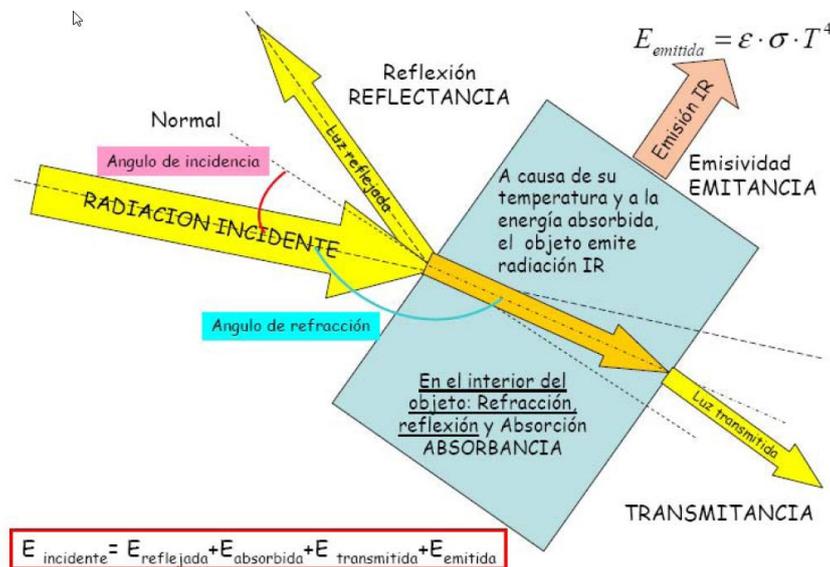
Interior		aemet										
ESTACIÓN	MESES	ϕ (watts/m2)	coef plano - esfera	SUPERFICIE (m ²)	HORAS (h)	COEF. REFLECT α	POT. CALORÍFICA Wh (dia)	POT. CALORÍFICA KWh (dia)	POT. CALORÍFICA julios	POT. CALORÍFICA KWh (mes)		
Invierno	diciembre	370	0,25	29,58	5	0,62	8482,06500	8,48207	30535434,00	254,46195	diciembre	92,5
	enero	370	0,25	23,664	5,63	0,62	7640,64415	7,64064	27506318,95	229,21932	enero	92,5
	febrero	450	0,25	14,1984	5,63	0,62	5575,80519	5,57561	20072178,69	167,26816	febrero	112,5
Primavera	marzo	600	0,25	6,01	7,07	0,62	3951,63510	3,95164	14225886,36	118,54905	marzo	150
	abril	780	0,25	4,808	7,63	0,62	4435,22134	4,43522	15966796,81	133,05664	abril	195
	mayo	900	0,25	2,8848	8,53	0,62	3432,72449	3,43272	12357808,16	102,98173	mayo	225
Verano	junio	950	0,25	0,795	9,03	0,62	1057,08566	1,05709	3805508,39	31,71257	junio	237,5
	julio	920	0,25	2,8848	10,47	0,62	4307,06987	4,30707	15505451,52	129,21210	julio	230
	agosto	900	0,25	4,808	9,5	0,62	6371,80200	6,37180	22939487,20	191,15406	agosto	225
Otoño	septiembre	780	0,25	6,01	7,9	0,62	5740,21110	5,74021	20864759,96	172,20533	septiembre	195
	octubre	600	0,25	14,1984	6,7	0,62	6847,02304	6,84702	31849282,94	265,41069	octubre	150
	noviembre	450	0,25	23,664	5,57	0,62	9193,64148	9,19364	33097109,33	275,80924	noviembre	112,5
		168,125	365	3600	3600000	1472,775						168,125

Para realizar el cálculo aplicamos un coeficiente de reflexión para el vidrio, y finalmente obtenemos el dato de Kw/h pe potencia energética solar que lo usaremos en el balance energético final para el análisis de la demanda del sistema

cubiertas												
ESTACIÓN	MES	ϕ (watts/m2)	coef	HORAS (h)	SUPERFICIE (m ²)	POT. CALORIFICA julio	aporte solar kwh (dia)	aporte solar kwh (mes)	coef	kwh		
Invierno	diciembre	370	0,25	5	96	159840000,00	44,40000	1332,00000	0,00300	3,99600	diciembre	92,5
	enero	370	0,25	5,63	108	202477320,00	56,24370	1687,31100	0,00300	5,06193	enero	92,5
	febrero	450	0,25	5,63	111	253096850,00	70,30463	2109,13875	0,00300	6,32742	febrero	112,5
Primavera	marzo	600	0,25	7,07	118	450500400,00	125,13900	3754,17000	0,00300	11,26251	marzo	150
	abril	780	0,25	7,63	126	674888760,00	187,46910	5624,07300	0,00300	16,87222	abril	195
	mayo	900	0,25	8,53	130	898209000,00	249,50250	7485,07500	0,00300	22,45523	mayo	225
verano	junio	950	0,25	9,03	132	1019125800,00	283,09050	8492,71500	0,00300	25,47815	junio	237,5
	julio	920	0,25	10,47	132	1144329120,00	317,86920	9536,07600	0,00300	28,60823	julio	230
	agosto	900	0,25	9,5	130	1000350000,00	277,87500	8336,25000	0,00300	25,00875	agosto	225
Otoño	septiembre	780	0,25	7,9	126	698770000,00	194,10300	5823,09000	0,00300	17,46927	septiembre	195
	octubre	600	0,25	6,7	118	428924000,00	118,59000	3557,70000	0,00300	10,67310	octubre	150
	noviembre	450	0,25	5,57	111	250399350,00	69,55538	2086,66125	0,00300	6,25998	noviembre	112,5
												168,125

Para realizar el cálculo aplicamos un coeficiente de de corrección bastante elevado obtenido experimentalmente en estudios para tipos de cubierta similares a la de nuestro sistema ya que es muy poco el calor que se introduce al sistema por flujo vertical en una cubierta de estas características.

En los vidrios hay que corregir la radiación incidente directa ya que se pierden parte de las radiaciones tal y como se ve en el siguiente esquema:



3. REVISION DEL PROYECTO ARQUITECTONICO

3.1 Datos Generales de la Vivienda

Para realizar el análisis de un modelo termodinámico se va a proceder previamente a realizar el diseño del modelo de vivienda a estudiar, no se trata de intentar ser arquitectos sino abordar el trabajo tomando como punto de partida la fase de diseño y proyecto de un modelo edificatorio en base a un programa de necesidades y a una tipología de vivienda concreta.

Se ha optado por una vivienda unifamiliar aislada, que se ubicaría en la periferia de la ciudad de Valencia de tamaño medio cuya superficie no superase los 150 m² y que se acogiese a una tipología constructiva del tipo casa patio con una estructuración de los espacios en torno a un patio o zona común y que incorporase las siguientes unidades espaciales como mínimo:

- 3 habitaciones, una de ellas debería ser doble.
- 2 baños como mínimo
- un estudio o sala de lectura
- salón-comedor
- uno o varios patios

Por otro lado se ha tenido en cuenta agrupar las zonas húmedas, separar los espacios de día y de noche, el que se pueda realizar una ventilación cruzada, que los recorridos de circulación sean lógicos y acordes con las densidades que deben acoger...

La forma ideal para esta tipología de vivienda es una casa compacta y alargada, es decir, de planta rectangular, cuyo lado mayor vaya de este a oeste, es decir la fachada mayor hacia el sur, en el cual se encontrarán la mayor parte de los dispositivos de captación solar.

La orientación hacia el sur optimiza el aprovechamiento de la radiación solar en invierno, cuando la inclinación del sol es baja, y la impide en verano, cuando el Sol está alto, con dispositivos adecuados.

Se debe permitir la entrada del máximo de luz difusa, procedente de la bóveda celeste, pero al mismo tiempo, hay que impedir el soleamiento directo en épocas de calor, por tanto los huecos los abriremos fundamentalmente hacia la fachada sur.

La forma juega un papel esencial en este sentido, al tratarse de una forma alargada con recortes en las alineaciones de fachada hace aumentar la superficie de las mismas en relación con el volumen de nuestro edificio pero

Tras unas fases previas de estudio y análisis mediante estimaciones de los ángulos de incidencia del sol para nuestra latitud se procede a realizar los planos de la vivienda en Auto CAD y a realizar un levantamiento de la misma en 3d con el fin de completar el estudio de soleamiento.

En primer lugar veremos los planos de la vivienda realizados en base a los criterios expuestos y las infografías del modelo en 3d realizado que nos permitirán entenderlo mejor y que nos aportará valiosa información referente al soleamiento.

3.2 Calculo Termodinámico de la vivienda

Para abordar este trabajo se decidió realizar el cálculo mediante procesos informáticos diseñando un programa en colaboración con el profesor Juan Soto que permitiese introducir los datos necesarios para que de una forma automática nos diese la información del comportamiento termodinámico del sistema.

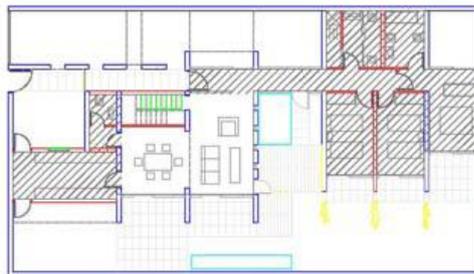
La aplicación permite estudiar otros tipos de edificios diferentes al modelo objeto del presente proyecto.

A continuación describimos el proceso:

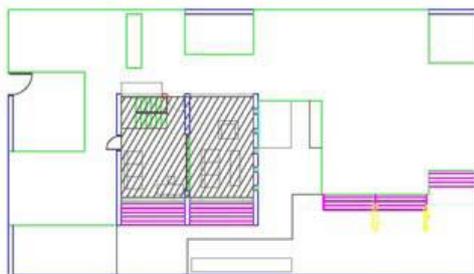
En primer lugar debemos realizar una medición de la superficie de la envolvente del edificio y una medición del volumen que encierra dicha envolvente, también previa la introducción de datos es conveniente realizar las mediciones de los diferentes sistemas constructivos que utilizamos en dicha envolvente (huecos, fachada, forjado de cubierta, forjado sanitario...)

Las mediciones se realizaron sobre los planos de la vivienda

MEDICIÓN CUBIERTA:

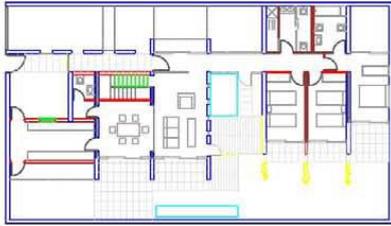


PLANTA BAJA: 92,77 M2

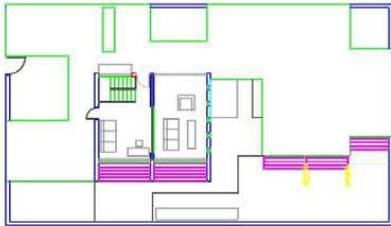


PLANTA PRIMERA: 40,75 M2

MEDICIÓN TABIQUERÍA INTERIOR:

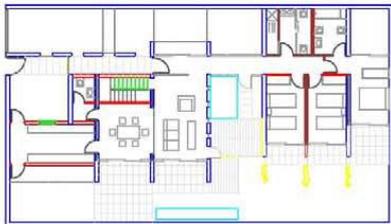


PLANTA BAJA: 22,5 ML

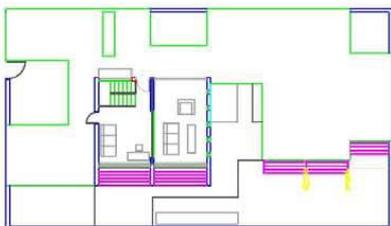


PLANTA PRIMERA: 2,67 ML

MEDICIÓN TABIQUERÍA INTERIOR:



PLANTA BAJA: 22,5 ML



PLANTA PRIMERA: 2,67 ML

	UNIDADES	LONGITUD	ALTURA	SUBTOTAL	TOTAL	
FACHADA	1,00	54,79	2,70	147,93	147,93	
CUBIERTA	1,00	133,52		133,52	133,52	
SOLADO	1,00	133,37		133,37	133,37	
VENTANAS	0,96	45,85	2,70	118,84	118,84	
MARCOS VENTANAS	0,04	45,85	2,70	4,95	4,95	
TABICUERÍA INTERIOR	1,00	25,17	2,70	67,96	67,96	desc. Puertas
PUERTAS MADERA INT.	6,00	2,10	0,92	11,59	11,59	56,37
PUERTAS EXTERIORES	3,00	2,10	1,20	7,56	7,56	
SUP. TOTAL CERRAMIENTOS					279,29	
VOL. INTERIOR					470,34	

Es importante que obtengamos una geometría equivalente en cuanto a superficie y volumen a nuestro modelo, para ello, disponemos de 2 ecuaciones y dos incógnitas de modo que resolviendo el sistema:

$(2A+2B) \times h =$	279,29	A	48,1706
$A \times B \times h =$	470,34	B	3,6164

Así obtenemos una geometría simplificada equivalente a nuestro modelo de lados A y B y de altura h, esos valores los introduciremos como dato en la aplicación que automáticamente nos dará los valores de superficie de fachada (ya que automáticamente deducirá los huecos) y de volumen interior (deduce automáticamente los cerramientos de partición interna):

CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS			
Caracterización de cada uno de las capas que forman los muros de cerramiento y partición del edificio.			
Longitud	48,1706	m	Volumen = 463,56 m ³
anchura	3,6164	m	
			Superficie = 171,69 m ²

A continuación adjuntamos la tabla con las Conductividades térmicas de los materiales a utilizar en la construcción de la vivienda.

Empezaremos a definir los cerramientos: el dato de la altura es el que ha utilizado anteriormente para calcular los volúmenes efectivos y la superficie efectiva de cerramientos. Como se puede ver se tiene en cuenta el llagueado de mortero de los cerramientos hechos de ladrillo.

En la tabla introducimos para cada elemento que constituye el cerramiento los valores de la conductividad (k), calor específico y densidad aparente que son específicos para cada material y los podemos obtener mediante tablas (ver la tabla superior) y definimos además su espesor de los materiales y la geometría de los ladrillos.

cerramiento	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)	longitud elemento (metros)	altura elemento (metros)	Longitud =	metros
		yeso	0,26	735,42	800	0,01			103,57
exterior	LH7	0,35	738,06	800	0,07	0,24	0,115	Altura =	2,7 metros
	lana	0,045	698,52	220	0,04			Superficie =	147,34926 m ²
	camara aire	0,023	740	1,18	0,04			% S relativo=	0,8832
	enfoscado	1,2	738,06	2100	0,01				
	LCV	0,75	790	1800	0,12	0,24	0,05	% S relativo=	0,8
	llaga unión	1,2	950	2240			0,01		

Una vez hemos definido el cerramiento exterior definimos las medianeras (en nuestro caso no existe separación de medianeras con espacios contiguos calefactado por eso se introduce como valor 0,0001); datos del cerram. medianero tipo 1:

cerramiento	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)	longitud elemento (metros)	altura elemento (metros)	Longitud =	metros
		yeso	0,26	735,42	800	0,015			0,0001
medianero	panal 12	0,7	952	1622	0,12	0,24	0,09	Altura =	2,7 metros
	enfoscado	1,2	738,06	2100	0,01			Superficie =	0,00027 m ²
tipo 1		1	1	1	1E-09	0	0	% S relativo=	0,864
		1	1	1	1E-09			% S relativo=	0
	llaga unión	1,2	950	2240			0,01		

Clave **1** viviendas aisladas, plantas bajas o pisos sin vecinos clave 0, sino clave 1

Por último introducimos los datos de los cerramientos de partición interna, es importante definirlos porque afectan al volumen interior y a la inercia térmica del conjunto:

Muros de partición interna	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)	longitud elemento (metros)	altura elemento (metros)	Longitud =	metros
		yeso	0,4	800	1250	0,015			25,17
	LH 7	0,35	780	800	0,07	0,24	0,115	Sup. total =	56,367 m ²
	yeso	0,4	800	1250	0,015			% relativo=	0,8832
	llaga unión	1,2	950	2240			0,01		

Una vez hemos introducido los datos del apartado cerramientos procedemos a definir los forjados de suelo (forjado sanitario) y techo (cubierta), en el apartado de superficie interior corresponde a superficies de suelo o techo interiores que no están en contacto con el exterior (altillo, planta alta duplex...):

sup. interior **40**

SUELO	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)
	gres	1,5	900	1750	0,01
cem. Cola	0,9	950	1950	0,015	
mortero autoniv.	0,8	1120	1100	0,03	
lam. Antiimpacto	0,7	1342,37	190	0,003	
bov.hormg.	0,7	980	1200	0,25	
camara aire	0,1	740	1,18	0,2	

superficie **134,2041578**

clave **1** viviendas aisladas, plantas bajas o pisos sin vecinos en planta inferior clave 1, sino clave 0

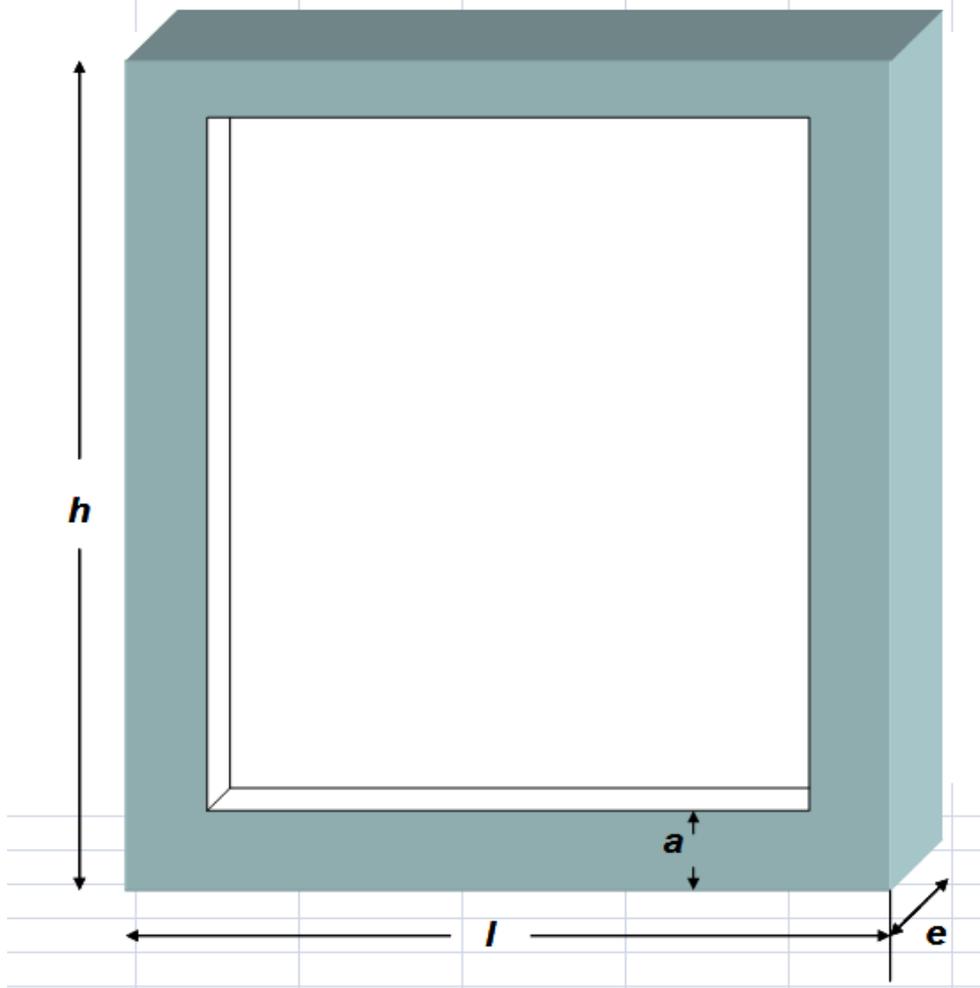
TECHO	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)
	escayola	0,4	800	1250	0,015
camara aire	0,1	740	1,18	0,1	
bov.hormg.	0,7	980	1200	0,25	
hormigón celular	0,1	1100	600	0,1	
mortero	1,2	950	2240	0,03	
lamina imp	0,15	920	1050	0,08	
geotextil	0,04	658,52	250	0,003	
aislamiento	0,03	1054	700	0,04	
geotextil	0,04	658,52	250	0,003	
mortero	1,2	950	2240	0,03	
baldosa	1,5	900	1750	0,01	

superficie **134,2041578**

clave **1** viviendas aisladas, plantas bajas o pisos sin vecinos en planta inferior clave 1, sino clave 0

Procedamos ahora a introducir los datos de las carpinterías, la aplicación dispone de una tabla que nos realiza la medición de superficie acristalada y de marcos en función del número de hojas que tienen las ventanas:

Marco	h	l	e	a	n° hojas	S marco	S vidrio
elem. 1	2,7	3,5	0,07	0,06	4	1,6584	7,7916
elem. 2	2,7	3,53	0,07	0,06	4	1,662	7,869
elem. 3	2,7	0,86	0,07	0,06	1	0,4128	1,9092
elem. 4	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 5	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 6	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 7	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 8	2,7	3,5	0,07	0,06	5	1,968	7,482
elem. 9	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 10	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 11	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 12	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 13	2,7	3,5	0,07	0,06	6	2,2776	7,1724
elem. 14	2,7	3,53	0,07	0,06	3	1,3524	8,1786
elem. 15	2,7	3,5	0,07	0,06	2	1,0392	8,4108
elem. 16	2,7	3,53	0,07	0,06	2	1,0428	8,4882
elem. 17	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 18	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 19	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 20	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 21	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 22	2,7	3,53	0,07	0,06	4	1,662	7,869
elem. 23	2,7	1	0,07	0,06	1	0,4296	2,2704
elem. 24	2,7	2,26	0,07	0,06	1	0,5808	5,5212
elem. 25	2,7	0,86	0,07	0,06	1	0,4128	1,9092
Totales =						21,3336	103,4064



Se supone que para la hoja el grueso e y la anchura a son las mismas que para el marco. Las dimensiones del vidrio se calculan en consecuencia.

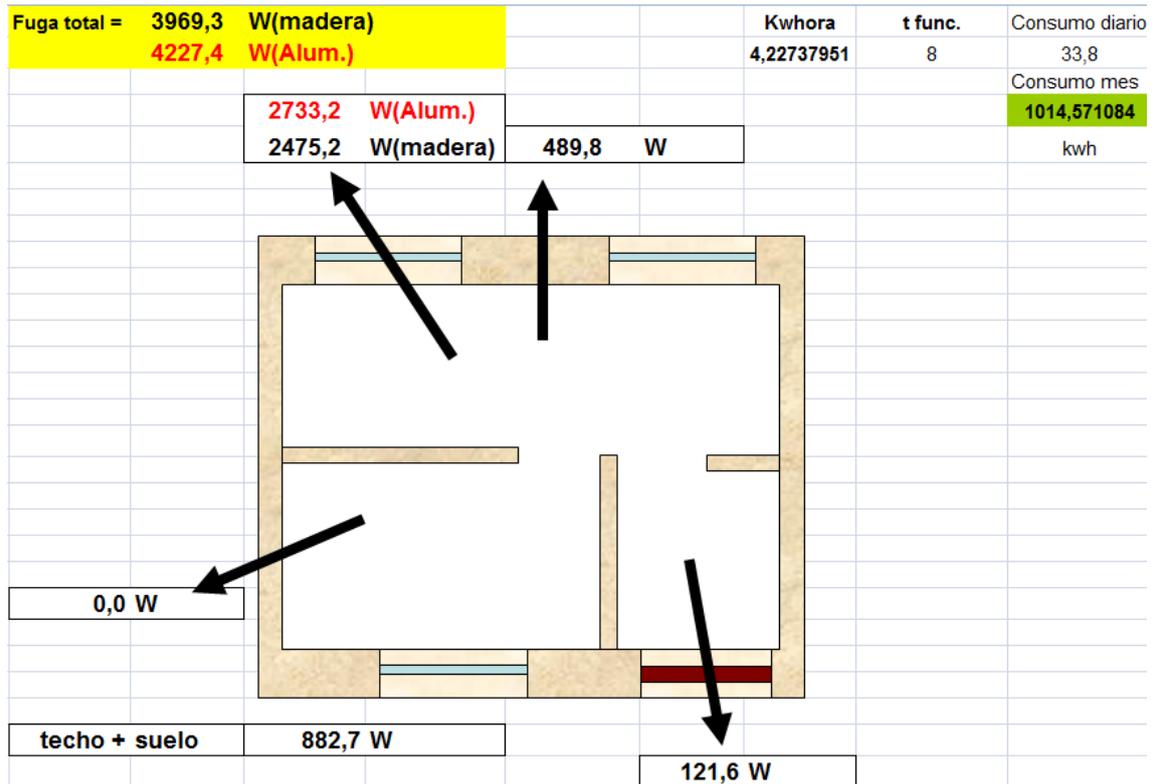
Madera						
a	0,06					
puentes	2					
conductividad	0,13	R puentes	0,184615385		long./m ² =	8,333333333
densidad	950	Superficie	21,3336			
C específico	1200	R (m ²)	0,538461538			
Aluminio						
sección	0,018					
puentes	4					
c. espec.	203	C. esp.laca =	0,18	R puentes =	0,00168582	R ₂ =
densidad	2698	esp. Laca =	0,00006	R (m ²) =	0,19230769	5,2
cal esp.	880					

Vidrios	vidrio 1	aire	vidrio 2	perfil térmico del climalit		
espesor(mm)	4	6	4	0		
calor esp.	600	750	600	4	0,005	
densidad	2500	1,15	2500	10	0,29296875	
conductiv.	0,8	0,02048	0,8	14	0,005	
superficie	103,4064			R total (1m ²)	0,30296875	3,30067045

A continuación definimos una serie de parámetros de climatológicos tal y como veremos en la próxima tabla, los parámetros son:

- Potencia de climatización estimada, nos va a servir para calcular el tiempo estimado en calefactar la vivienda y está condicionado en gran medida por la inercia térmica del sistema, si al calcularlo nos da tiempos excesivos debemos aumentar la potencia.

Potencia de climatización =	6000	Vatios
Temperatura ambiente =	11,01	°C
Temperatura deseada =	22	°C
Temperatura media anual =	18,36	°C
Velocidad del viento =	15,15	Km/hora
Coef.conv. (h) interno =	5,7	W/m²°C
h exterior =	21,69	W/m²°C



Nos da información también de la temperatura máxima que podríamos alcanzar en nuestro sistema con la potencia asignada para nuestro sistema de calefacción:

W calef =	6000	Vatios
T interior =	22	°C
T exterior =	11,01	°C
$\Delta T =$	10,99	°C
Tmax =	26,9	°C

Para poder darnos la información de los tiempos necesarios para alcanzar con la potencia de la caldera/sistema de climatización asignado se estudia la capacidad calorífica de los sistemas que condicionan la inercia del conjunto:

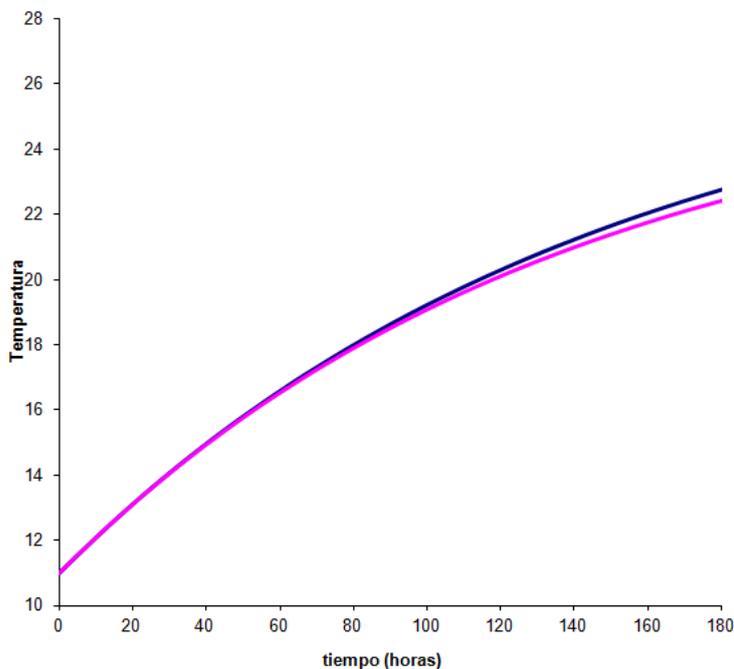
Capacidad calorífica muro externo					Capacidad calorífica suelo				
	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido		Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	1,47	1.178,79	866.909	8.946.836	gres	1,3420416	2348,572762	2113715,486	21631079
LH7	10,31	9.986,37	7.942.477	79.315.772	cem. Cola	2,0130624	3925,471617	3729198,036	37979339
lana	5,89	1.296,67	905.752	7.417.698	mortero autoniv.	4,0261247	4428,737209	4960185,674	49947768
camara aire	5,89	6,95	5,147	18,887	lam. Antiimpacto	0,4026125	76,49636997	102686,4322	1024948,9
enfoscado	1,47	3.094,33	2.283.804	1.517.124	bov.hormg.	33,551039	40261,24735	39456022,4	363658480
LCV	17,68	33.383,45	27.640.364	8.982.626	camara aire	26,840832	31,67218125	23437,41413	99155,842

Capacidad calorífica muro medianero 1					Capacidad calorífica techado				
	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido		Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	0,00	0,00	2,38	-26,23	escayola	2,0130624	2516,32796	2013062,368	22034973
panal 12	0,00	0,05	50,03	-550,83	camara aire	13,420416	15,83609063	11718,70706	114006,16
enfoscado	0,00	0,01	4,18	-46,07	bov.hormg.	33,551039	40261,24735	39456022,4	321016097
0	0,00	0,00	0,00	0,00	hormigón celular	13,420416	8052,24947	8857474,417	57959190
0	0,00	0,00	0,00	0,00	mortero	4,0261247	9018,519407	8567593,437	45757527
					lamina imp	10,736333	11273,14926	10371297,32	48595773
					geotextil	0,4026125	100,6531184	66282,09152	263256,89
					aislamiento	5,3681663	3757,71642	3960633,106	9185432,8
					geotextil	0,4026125	100,6531184	66282,09152	44183,704
					mortero	4,0261247	9018,519407	8567593,437	4705817,8
					baldosa	1,3420416	2348,572762	2113715,486	549483,65

Capacidad calorífica muro medianero 2					Capacidad Calorífica Ventanales				
	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido		Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	0,00	0,00	2,38	-26,23	marcos	1,493352	1418,6844	1702421,28	9354804,9
LH7	0,00	0,02	14,55	-160,24	vidrio	0,6204384	1551,096	930657,6	5113963,5
aire	0,00	0,00	0,00	-0,05					
LH7	0,00	0,02	14,55	-160,24					
mortero	0,00	0,01	5,75	-63,26					

Capacidad calorífica muros partición interna				
	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	0,85	1.056,88	845.505	9.292.100
LH7	6,76	6.548,89	5.408.981	59.444.700
yeso	0,56	704,59	563.670	6.194.733

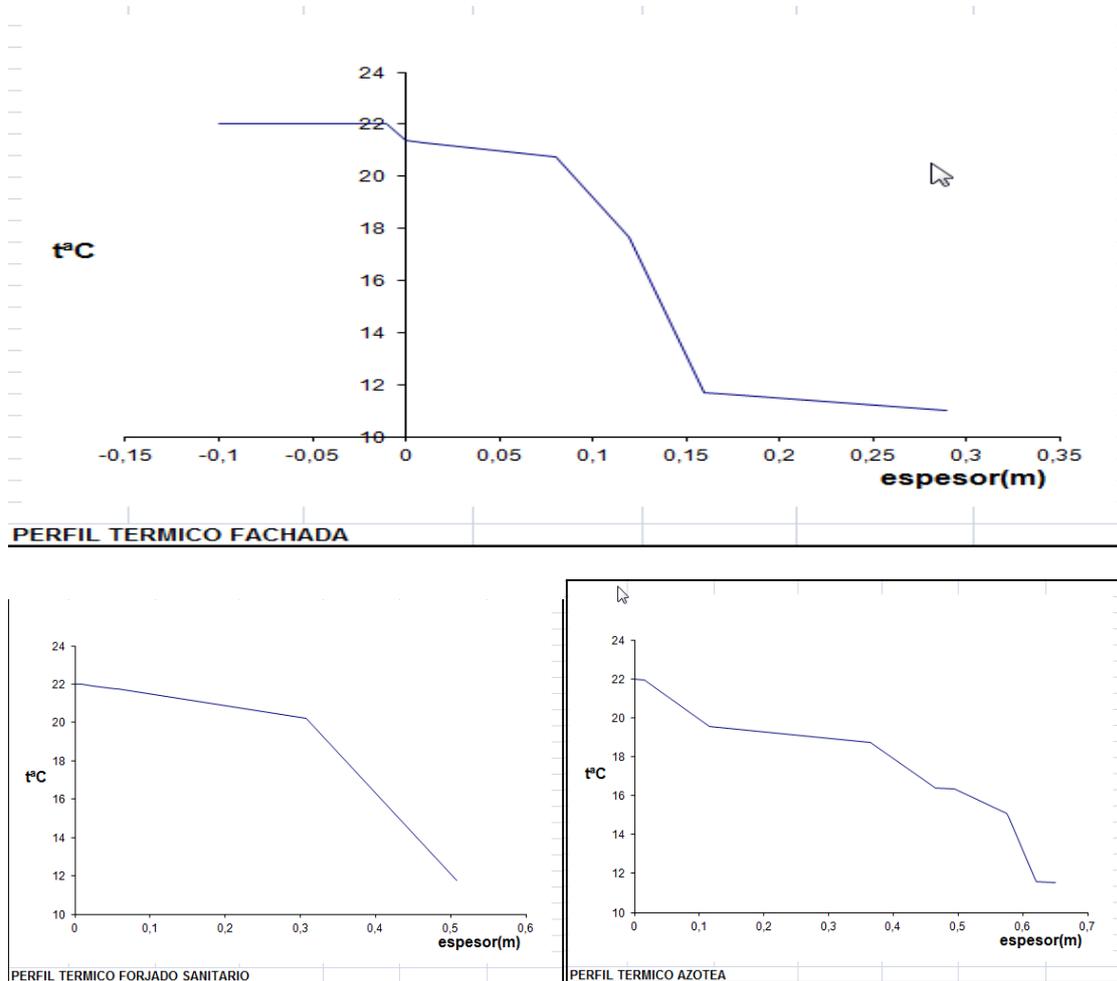
Con ello obtenemos los datos necesarios en términos de energía que permiten generar la grafica T^a-tiempo que nos indica el tiempo que tardaríamos en alcanzar la T^a de confort en nuestro sistema para el mes de Diciembre



La gráfica muestra en color azul el tiempo estimado para una carpintería de aluminio y en magenta el tiempo estimado para una carpintería de madera, la temperatura de partida es la exterior por lo que se trata de un caso muy desfavorable ya que en condiciones normales la temperatura interior será

siempre superior a la exterior excepto que la vivienda se encuentre deshabitada mucho tiempo y existan infiltraciones de aire.

Automáticamente obtenemos también los perfiles térmicos de los sistemas de la envolvente:



Una Vez hemos obtenido todos los datos del mes de diciembre debemos averiguar los de los meses restantes para obtener los datos parciales de potencia calorífica requerida por nuestro sistema y llevarlos a la tabla del balance de potencias final:

Una vez tenemos los datos de la demanda energética en términos de energía los pasamos a una tabla resumen para incorporarlos al balance general de energía final de nuestro sistema termodinámico Al balance incorporaremos los datos obtenidos analíticamente en los apartados referentes al soleamiento y a la renovación de aire:

3.3 Consideraciones al estudio

Tan importante es el análisis de la vivienda como las conclusiones que debemos extraer del mismo. Lo primero que tenemos que fijarnos es la importancia relativa que tienen los elementos que componen la fachada.

Fuga Total	4.227,38	100%
Techo+ suelo	882,73	20,88%
Puertas	121,63	2,88%
Carpintería Exterior	2.733,20	64,65%
Cerramiento Fachada	489,81	11,59%

Estos resultados son un claro ejemplo de la necesidad de contar con una carpintería exterior de calidad ya que casi el 65 % de la pérdida de energía de la vivienda se produce por la carpintería.

El hecho de que nuestra vivienda sea una vivienda unifamiliar implica que aproximadamente el 20 % de las pérdidas que tiene sean por el forjado y cubierta.

Por último destacar que el cerramiento de la fachada es responsable de un 11% mientras que las puertas de acceso a la vivienda representan el 3 % de las fugas de energía.

Todo esto teniendo en cuenta los porcentajes relativos en función de la superficie expuesta. Es decir que de una superficie expuesta cercana a los 540 metros cuadrados la carpintería con una superficie de 120 tiene una repercusión en nuestro estudio de casi el 70 %.

Fundamentados en este importante dato una de las propuestas de mejora será la de reducir sensiblemente el porcentaje de huecos en la fachada.

4. PROPUESTAS DE MEJORA

A continuación pasamos a comparar nuestra vivienda con diferentes tipologías constructivas.

Para hacer más dinámico este estudio representaremos en este documento los meses más críticos que son Enero y Agosto donde podremos ver de forma más clara las diferencias entre las demandas de W que existen entre las diferentes propuestas constructivas. En los anexos podremos ver los cálculos.

4.1 Principios a cumplir en la redacción de un proyecto

4.1.1 Modificación de la orientación de la vivienda

Partimos de la base que no somos arquitectos urbanistas, pero queremos reflejar una vez más que la sostenibilidad es un proceso global que todo lo abarca. Desde la misma concepción de la ciudad estamos condicionando la eficiencia energética de las viviendas. La vivienda que hemos estudiado tiene una orientación sur con elementos de protección pasivos que le permiten minimizar el aporte energético del sol en verano y por el contrario se beneficia de dicho aporte en invierno con una superficie interior soleada en invierno considerable. Como ejemplo para este estudio hemos orientado la fachada principal al norte y hemos vuelto a calcular el aporte del soleamiento a nuestro estudio termodinámico.

En las próximas paginas se muestra el citado estudio solar, dicho estudio está realizado en el solsticio de invierno y se muestra una foto de cada hora.

Las 9 primeras imágenes son de la vivienda modelo ya estudiada por Jose Gandía que estaba orientada al Sur las 9 siguientes son la misma vivienda con un cambio de orientación de 180° es decir orientada al Norte.



08 AM



09 AM



10 AM



11 AM



12 AM



13 AM



14 AM



15 AM



16 AM



08 AM



09 AM



10 AM



11 AM



12 AM



13 AM



14 AM



15 AM

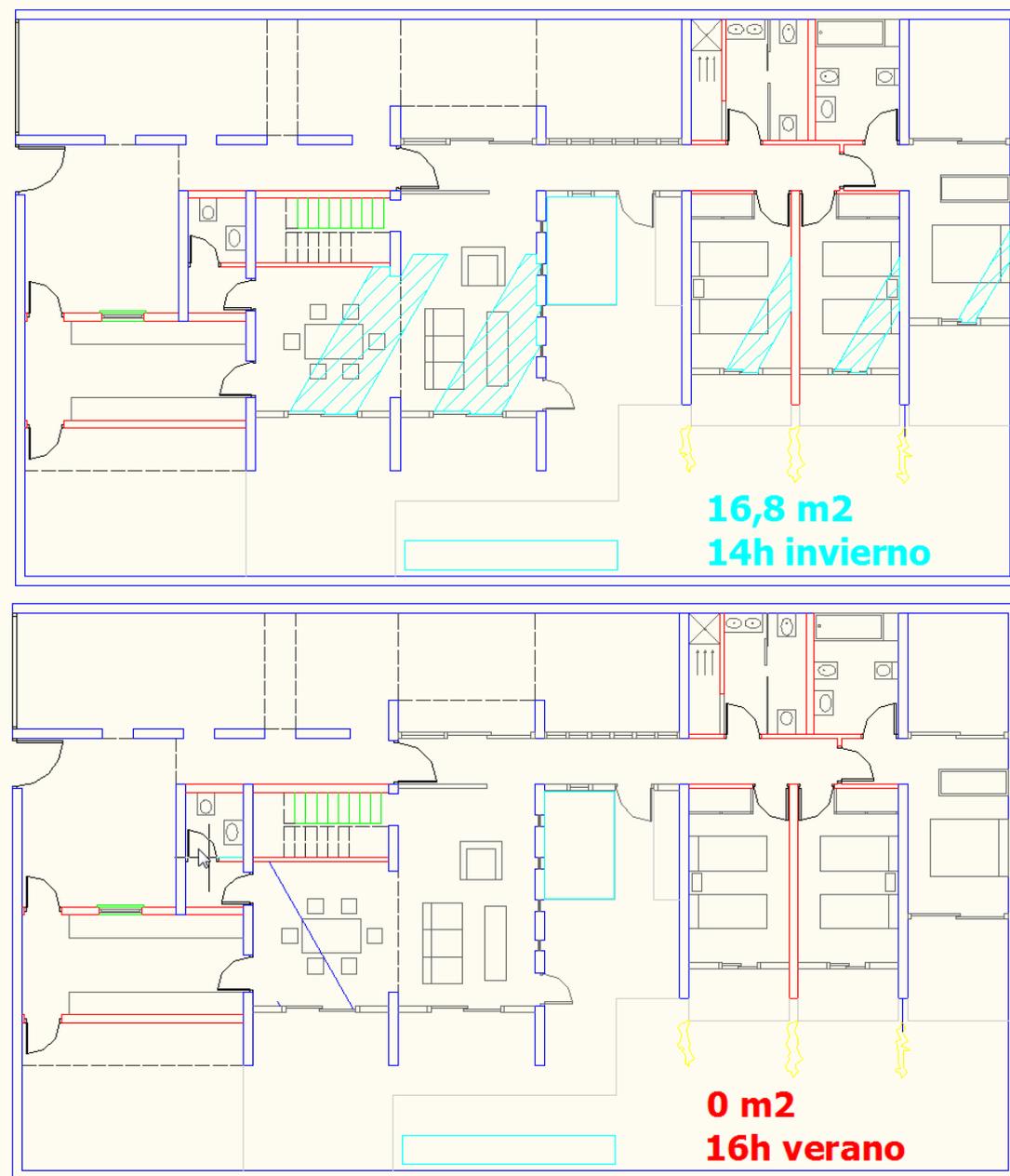


16 AM

Con estas proyecciones pensamos hacer más visible la reducción de m^2 de aporte de sol en invierno así como un ligero aumento de estos en verano. La cuantificación de este cambio de orientación se podrá ver en la tabla resumen que realizaremos al finalizar todos los cambios.

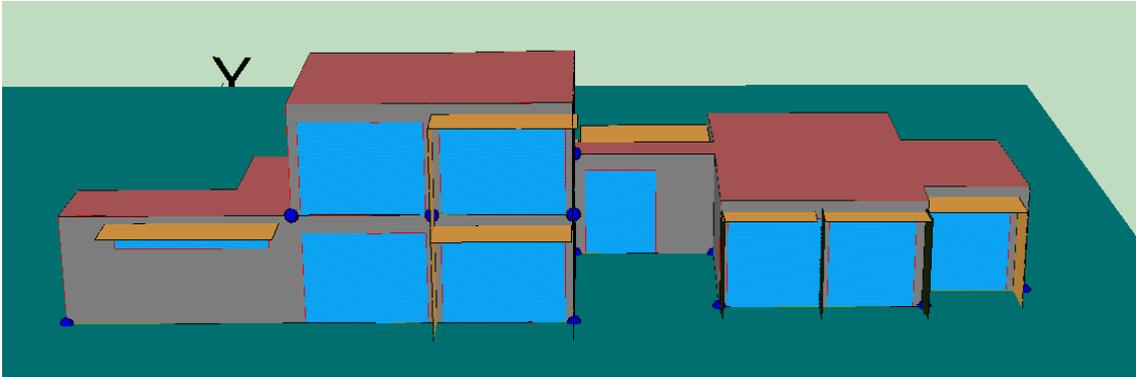
4.1.2 Reducción del porcentaje de huecos en fachada

La reducción de huecos en fachada tiene una doble repercusión por un lado el mejor comportamiento térmico del cerramiento tradicional frente a la carpintería exterior, por otro lado reducimos el aporte del soleamiento tanto en verano como en invierno. A continuación se muestran los planos de las carpinterías que hemos reducido y acompañándolas de un nuevo estudio solar.

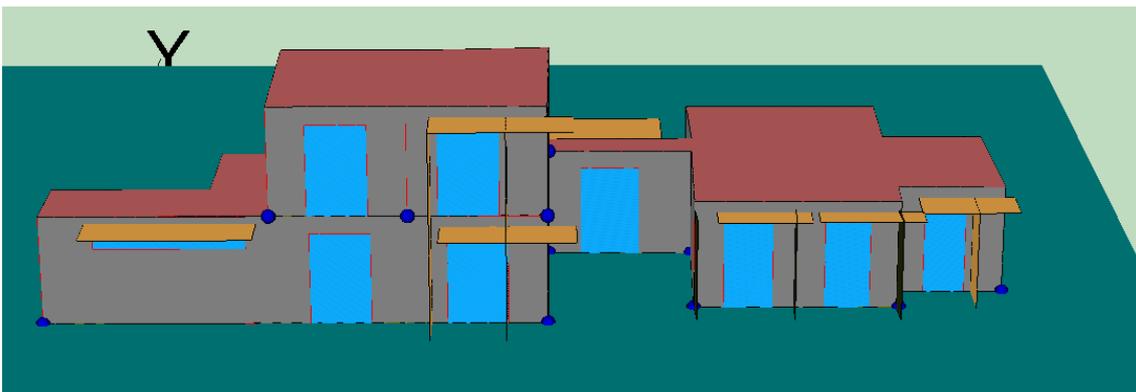


Gracias al programa LIDER podemos ver una perspectiva en tres dimensiones de las dos propuestas

Vivienda Modelo



Vivienda Eficiente



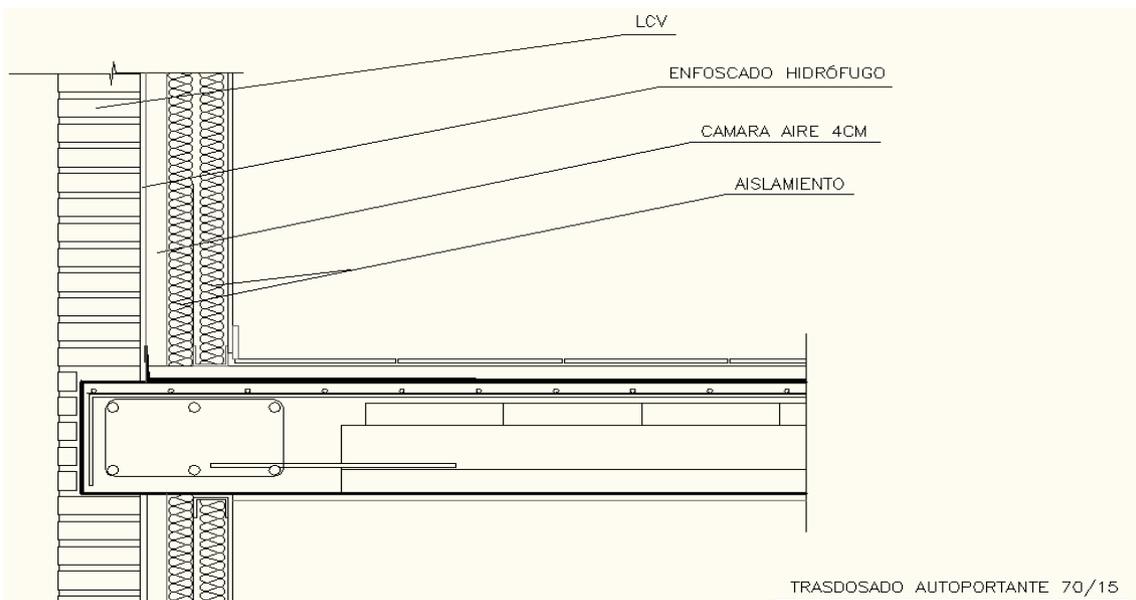
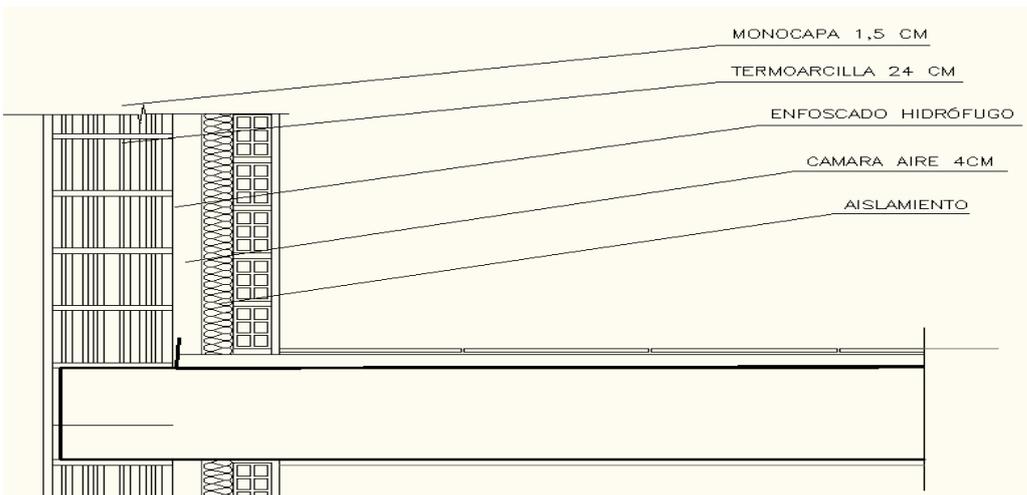
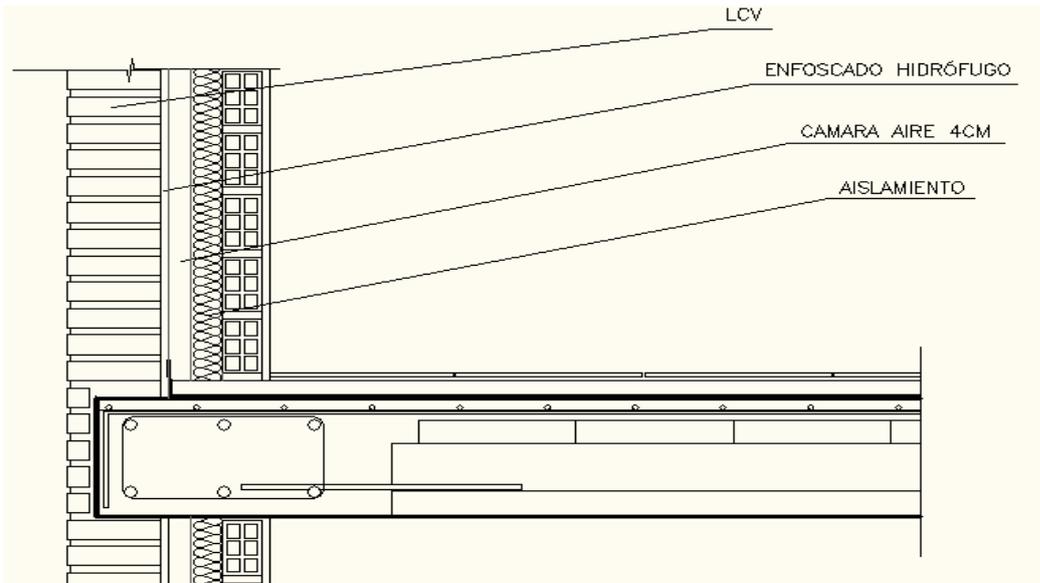
Se puede observar la reducción significativa de huecos, cercana al 50 %

4.2 Modificación de las tipologías constructivas

4.2.1 Modificación de Fachadas

La fachada entendida como el cerramiento de la vivienda sin la carpintería exterior es el elemento que más posibilidades presenta a la hora de variar su tipología. Hemos optado por las más comunes para viviendas unifamiliares como son aquellas que tienen en su paramento exterior Ladrillo caravista, bloques de termoarcilla o muros de hormigón armado.

A continuación se muestran los tres detalles de las tipologías constructivas estudiadas. En los cálculos realizados en las hojas Excel se muestra las propiedades de los elementos que componen estos detalles constructivos.

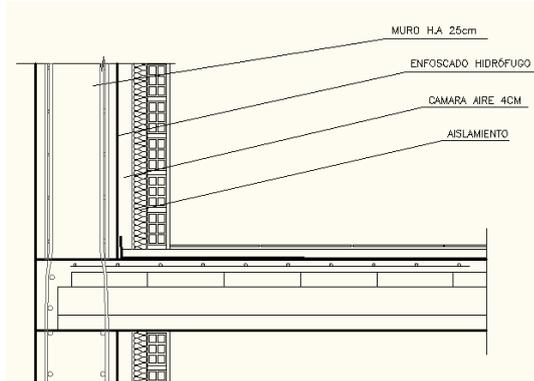
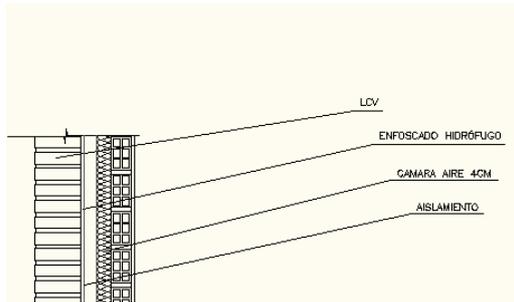


Lo que hacemos a continuación es modificar las características del cerramiento y comprobar tanto la capacidad calorífica como la resistencia térmica de dicho cerramiento. Tal y como hemos realizado en los dos cambios anteriores recalculamos la demanda energética de la vivienda..

(Ejemplo de recalcu de Vivienda modelo vs Vivienda con muro de H.A)

VIVIENDA MODELO

VIVIENDA CON MURO DE H.A.



Capacidad calorífica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	1,47	1.178,79	866.909	8.946.836
LH7	10,31	9.986,37	7.942.477	79.315.772
lana	5,89	1.296,67	905.752	7.417.698
camara aire	5,89	6,95	5.147	18.887
enfoscado	1,47	3.094,33	2.283.804	1.517.124
LCV	17,68	33.383,45	27.640.364	8.982.626

Capacidad calorífica muro externo

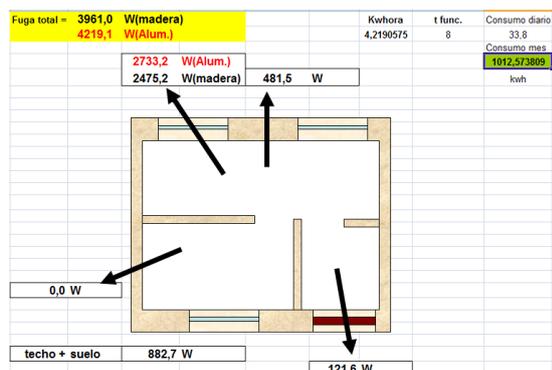
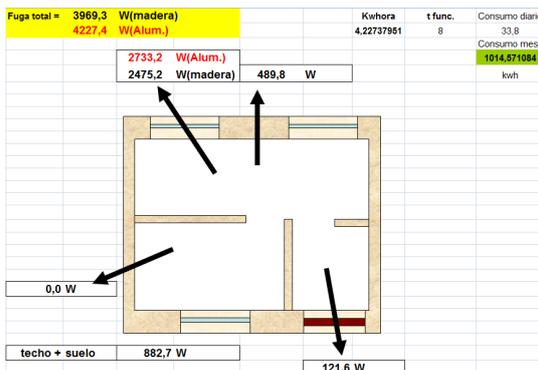
	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	1,47	1.178,79	866.908,74	8.957.035,43
LH7	10,31	9.986,37	7.942.476,56	79.455.846,78
lana	5,89	1.296,67	905.752,36	7.462.266,83
camara aire	5,89	6,95	5.146,61	19.548,51
Muro de H.A.	36,84	82.515,59	69.065.545,15	29.691.530,73

E.muro ext=	106.198.941,76	Julios
E.median 1.=	0,00	Julios
E.median 2.=	0,00	Julios
Emuro part=	74.931.533,64	Julios
Energ aire =	4.508.608,64	Julios
E ventanas=	14.468.768,45	Julios
E suelo =	474.340.771,77	Julios
E techo =	510.225.742,53	Julios
E total =	1.184.674.366,78	Julios

E.muro ext=	125.586.228	Julios
E.median 1.=	0	Julios
E.median 2.=	0	Julios
Emuro part=	74.931.534	Julios
Energ aire =	4.508.609	Julios
E ventanas=	14.468.768	Julios
E suelo =	474.340.772	Julios
E techo =	510.225.743	Julios
E total =	1.204.061.653	Julios

C =	107.795.665,77	Julios
C=	29,94	Kwhora

C =	109.559.750	Julios
C=	30,43326391	Kwhora

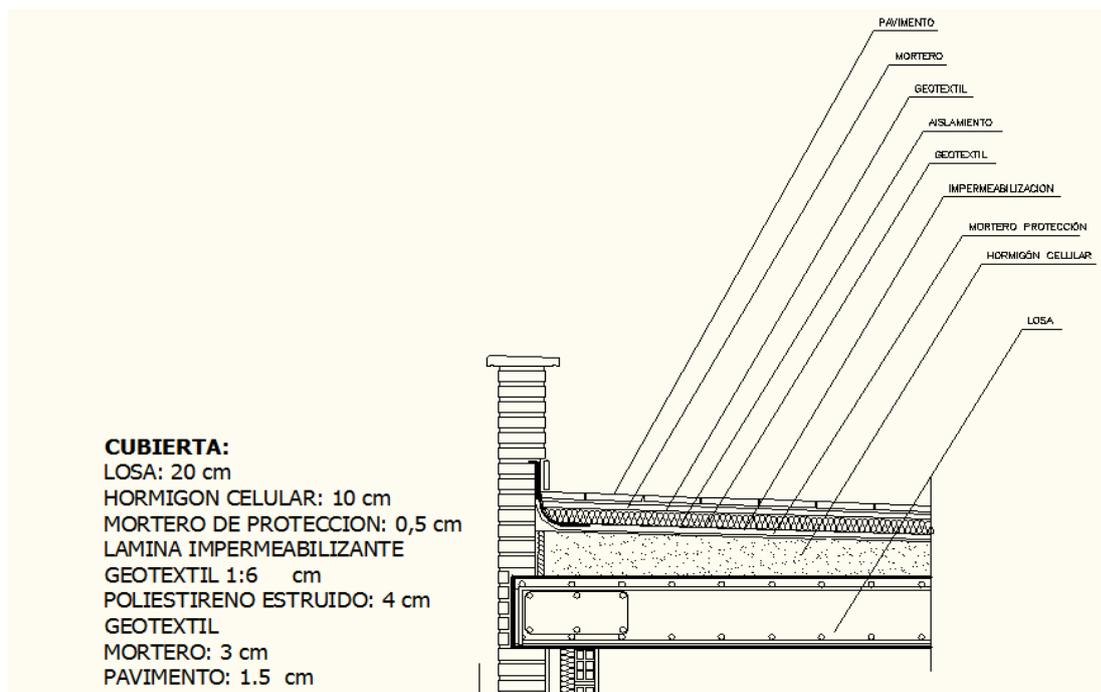


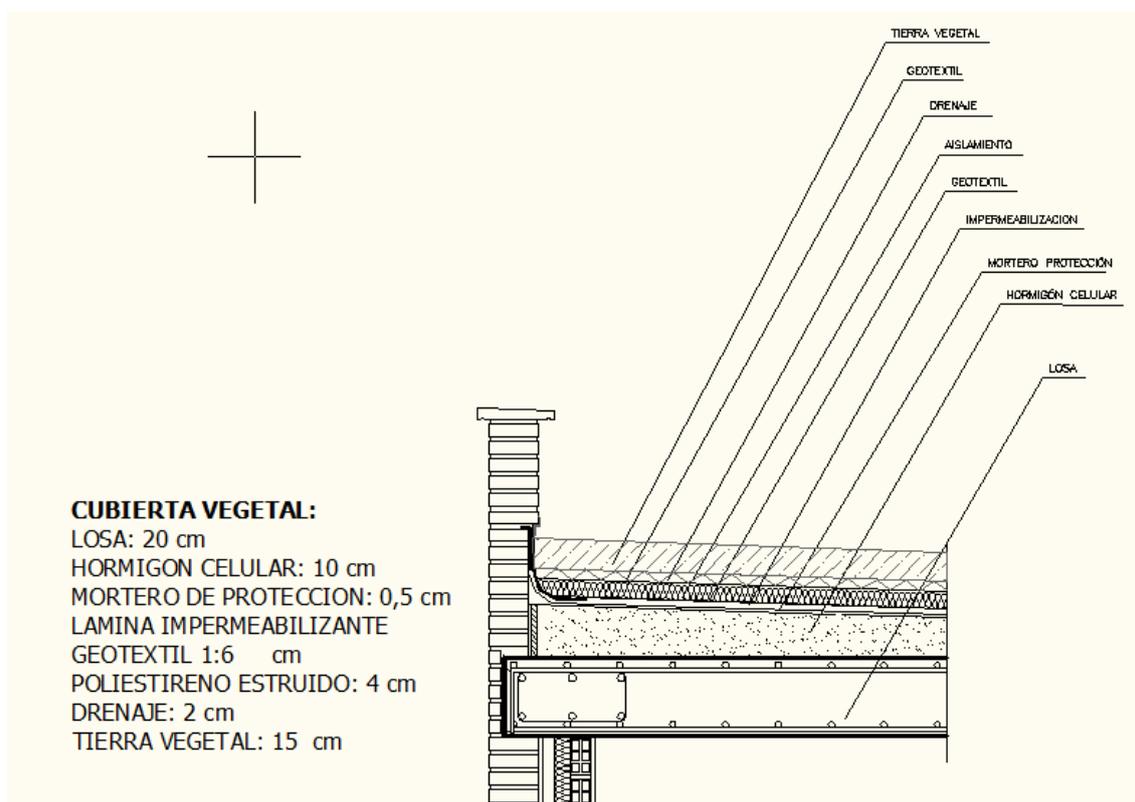
Como podemos apreciar los cambios son mínimos, dado que sólo hemos modificado un elemento de cerramiento de la fachada que recordemos, representaba un 12% de las pérdidas de la envolvente

4.2.2 Modificación de Forjados y Cubiertas

Una de las principales características de la vivienda residencial unifamiliar es la especial importancia que debemos prestar a las pérdidas de energía que tenemos por el forjado y la cubierta, que oscilan, en nuestra vivienda modelo en torno al 20% cuando como sabemos en una edificación en altura esto sería despreciable.

A continuación se muestran los tres detalles de las tipologías constructivas estudiadas. En las Hojas Excel adjuntas se puede ver las propiedades de los elementos constructivos de dichas tipologías.





4.2.3 Modificación de Carpintería exterior y Vidrios

Como ya hemos comentado anteriormente la mayor pérdida de energía en una vivienda unifamiliar se concentra en la carpintería, máxime si el porcentaje de huecos respecto de la fachada está cercano al 40 % como es el caso.

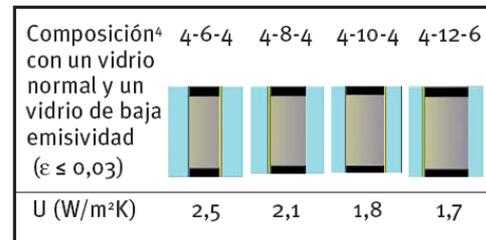
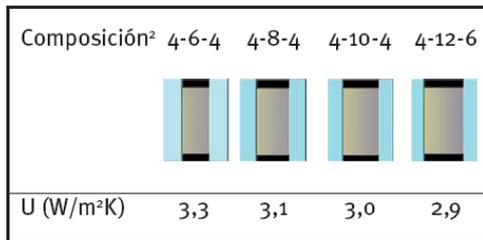
En este trabajo vamos a estudiar tres posibles variables a la vivienda modelo. Cambiaremos la carpintería de aluminio por una de PVC y modificaremos los vidrios, primero dándole mayores espesores y después añadiendo el bajo emisivo.

La característica fundamental a estudiar de estos elementos como es la transmitancia térmica la obtenemos de la guía técnica para la rehabilitación de la envolvente de los edificios del ministerio de industria, turismo y comercio

Transmitancia térmica de los perfiles según la norma UNE-EN ISO 10077-1

Material del perfil	Transmitancia térmica U (W/m²K)
Metálico	5,7
Metálico RPT (4mm ≤ d < 12 mm)	4
Metálico RPT d ≥ 12 mm	3,2
Madera dura (ρ = 700 Kg/m³ y 60 mm de espesor)	2,2
Madera blanda (ρ = 500 Kg/m³ y 60 mm de espesor)	2
Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2,2
Perfiles huecos de PVC (3 cámaras)	1,8

Para la obtención de las características tanto de las carpinterías como de los vidrios seguimos el procedimiento creado por Juan Soto Camino y al comprobar que no existían desviaciones significativas con los datos aportados por el IDAE nos basamos en estas últimas para la elección de las carpinterías y vidrios más complejos como el 4-12-6 bajo emisivo.



5.- COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE

5.1 Cumplimiento de la normativa

Finalizado el estudio termodinámico, tenemos que comprobar que nuestra vivienda cumpla la normativa vigente, es decir cumple el cálculo en el LIDER.

Para contextualizar el proceso de cálculo que realizaremos con el programa LIDER haremos mención a los siguientes artículos del código de modo que entendamos cual es la filosofía del documento y las exigencias básicas que deberá cumplir nuestro edificio:

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen a continuación.
3. El Documento Básico “DB HE Energía” especifica los parámetros objetivos y los procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia , permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de ϵ calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, limitando el rendimiento de

las mismas y de sus equipos. (Esta exigencia viene desarrollada en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE).

Ámbito de aplicación de la HE 1:

- a) edificios de nueva construcción;
- b) rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se sustituya más del 25% del total de sus cerramientos.

Se excluyen del campo de aplicación:

- a) aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas;
- b) edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
- c) edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas;
- d) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- e) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;
- f) edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m².

El código técnico establece también dos categorías en el desarrollo de los cálculos:

- La opción simplificada que se basa en el control indirecto de la demanda energética, mediante la limitación de los parámetros característicos de la envolvente térmica (cerramientos exteriores e interiores).
- La opción general, basada en la evaluación de la demanda de los edificios mediante comparación de esta con la correspondiente a un edificio de referencia, esta es la opción que hemos elegido para el análisis.

En ambas opciones se limitan las condensaciones y las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para condiciones normales de utilización de los edificios.

Procedimiento de cálculo

Para poder evaluar la eficiencia energética de un edificio tendremos que hallar una serie de parámetros:

- Severidades climáticas, tanto en invierno como en verano.
- Transmitancia de la envolvente térmica.
- Factor solar.

- Resistencia térmica total.
- Condensaciones.
- Puentes térmicos.

5.2 Calculo en LIDER de la vivienda modelo

La aplicación LIDER es la implementación informática de la opción general de verificación de la exigencia de Limitación e demanda energética (HE1), establecida en el Documento Básico de Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación, ofrecida por el Ministerio de la Vivienda y por el IDAE, y realizada por el Grupo de Termotecnia de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía, AICIA, con la colaboración del Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, IETCC.

A continuación mostramos los estudios en LIDER de nuestra vivienda modelo y de nuestra vivienda eficiente.

VIVIENDA MODELO

Código Técnico de la Edificación



Proyecto:
Fecha: 11/10/2011
Localidad:
Comunidad:

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

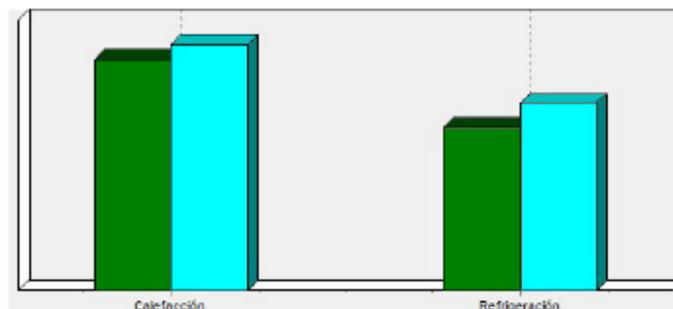
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto	
Localidad	Comunidad Autónoma
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto	
Autor de la Calificación	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Unifamiliar	

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	94,2	86,9
Proporción relativa calefacción refrigeración	58,8	41,2



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	131,92	0,60
P02_E01	P02	Residencial	3	131,92	3,00
P03_E01	P03	Residencial	3	40,90	3,00

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
Mat	1,250	1500,00	800,00	-	1	SI
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0,991	2170,00	1000,00	-	10	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10	--
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-	--
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,041	40,00	1000,00	-	1	SI
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm <	0,212	630,00	1000,00	-	10	--
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6	--
Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2,300	2395,00	1000,00	-	30	--
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,034	37,50	1000,00	-	100	SI
Asfalto	0,700	2100,00	1000,00	-	50000	--
Hormigón celular curado en autoclave d 600	0,180	600,00	1000,00	-	6	--
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1,422	1240,00	1000,00	-	80	--

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Cerramiento	0,54	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,040
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Azotea	0,48	Gres(sílice) 2200 < d < 2590	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,050
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,040
		Asfalto	0,005
		Hormigón celular curado en autoclave d 600	0,050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Mat	0,200
Forjado sanitario	1,11	Gres(sílice) 2200 < d < 2590	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,010
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000

3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
--------	-----------	--------------	-------

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

Nombre	U (W/m ² K)	Factor solar	Just.
VER_DC_4-6-4	3,30	0,76	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m ² K)	Just.
Marco	5,20	SI

3.3.3 Huecos

Nombre	Hueco
Acristalamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	Marco
% Hueco	16,00
Permeabilidad m ³ /hm ² a 100Pa	50,00
U (W/m ² K)	3,60
Factor solar	0,67
Justificación	SI

3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,14	0,79

 CTE <small>CONSEJO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto	
		Localidad	Comunidad

Encuentro suelo exterior-fachada	0,38	0,69
Encuentro cubierta-fachada	0,38	0,69
Esquina saliente	0,08	0,81
Hueco ventana	0,42	0,57
Esquina entrante	-0,15	0,89
Pilar	0,06	0,83
Unión solera pared exterior	0,14	0,73

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P02_E01	131,9	1	77,7	86,7	81,7	91,9
P03_E01	40,9	1	100,0	120,5	100,0	76,0

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	Mat
	MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]
	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]
Acrilamiento	VER_DC_4-6-4
Marco	Marco

6.- REVISION DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

6.1 Análisis y selección de resultados

Una vez analizadas las múltiples variables a nivel constructivo escogemos aquellas que nos reportan un mayor beneficio a nivel energético. Agrupando aquellas soluciones idóneas encontramos la vivienda más eficiente desde un punto de vista constructivo.

A continuación mostramos un resumen de la incidencia en la demanda energética que tienen los cambios que hemos realizado anteriormente. Como se puede ver mostramos los meses de Enero y Agosto ya que son los que mayor demanda energética requieren.

CALCULO DE DEMANDA CON CAMBIO DE ORIENTACION			
	ENERO	AGOSTO	
8H 22°C	1014,51	-485,65	 <p>Cambio de orientación</p>
Aporte soleam. Interior	-108,58	-292,22	
Aporte soleam. Cubiertas	-5,06	-25,01	
renovación aire	94,85	-38,31	
KWh (mes)	995,71	-841,19	

CALCULO DE LA DEMANDA CON REDUCCION Y CAMBIO DE CARPINTERIA			
	ENERO	AGOSTO	
8H 22°C	870,11	-360,49	 <p>Reducción del % de Carpintería</p>
Aporte soleam. Interior	-229,22	-191,15	
Aporte soleam. Cubiertas	-5,06	-25,01	
renovación aire	94,85	-38,31	
KWh (mes)	730,68	-617,37	
	ENERO	AGOSTO	
8H 22°C	943,11	-360,49	 <p>Carpintería de P.V.C.</p>
Aporte soleam. Interior	-229,22	-191,15	
Aporte soleam. Cubiertas	-5,06	-25,01	
renovación aire	94,85	-38,31	
KWh (mes)	803,68	-617,37	

CALCULO DE LA DEMANDA CON DIFERENTES FACHADAS			
		ENERO	AGOSTO
8H 22°C		1014,57	-468,04
Aporte soleam. Interior		-229,22	-191,15
Aporte soleam. Cubiertas		-5,06	-25,01
renovación aire		94,85	-38,31
KWh (mes)		875,14	-722,51
			Fachada de ladrillo caravista con aislamiento y ladrillo hueco de 7 cm
		ENERO	AGOSTO
8H 22°C		1012,57	-467,19
Aporte soleam. Interior		-229,22	-191,15
Aporte soleam. Cubiertas		-5,06	-25,01
renovación aire		94,85	-38,31
KWh (mes)		873,14	-721,67
			Fachada de muro de Hormigón Armado con aislamiento y ladrillo hueco de 7 cm
		ENERO	AGOSTO
8H 22°C		1.006,86	-464,77
Aporte soleam. Interior		-229,22	-191,15
Aporte soleam. Cubiertas		-5,06	-25,01
renovación aire		94,85	-38,31
KWh (mes)		867,43	-719,24
			Fachada bloque de termoarcilla con aislamiento y ladrillo hueco de 7 cm
		ENERO	AGOSTO
8H 22°C		1021,41	-470,94
Aporte soleam. Interior		-229,22	-191,15
Aporte soleam. Cubiertas		-5,06	-25,01
renovación aire		94,85	-38,31
KWh (mes)		881,98	-725,41
			Fachada de ladrillo caravista con aislamiento y trasdosado de pladur.
		ENERO	AGOSTO
8H 22°C		996,51	-460,38
Aporte soleam. Interior		-229,22	-191,15
Aporte soleam. Cubiertas		-5,06	-25,01
renovación aire		94,85	-38,31
KWh (mes)		857,08	-714,86
			Fachada de ladrillo caravista con aislamiento mejorado y ladrillo hueco de 7 cm

CALCULO DE DEMANDA CON DISTINTAS CUBIERTAS			
	ENERO	AGOSTO	
8H 22°C	1028,56	-473,99	 <p>Forjado de losa de hormigón de 20 cm y cubierta tradicional</p>
Aporte soleam. Interior	-229,22	-191,15	
Aporte soleam. Cubiertas renovación aire	-5,06	-25,01	
	94,85	-38,31	
KWh (mes)	889,13	-728,46	
	ENERO	AGOSTO	
8H 22°C	1.002,33	-462,84	 <p>Forjado Unidireccional y Cubierta Ajardinada</p>
Aporte soleam. Interior	-229,22	-191,15	
Aporte soleam. Cubiertas renovación aire	-5,06	-25,01	
	94,85	-38,31	
KWh (mes)	862,90	-717,31	

CALCULO DE LA DEMANDA CON MEJORA DE VIDRIO			
	ENERO	AGOSTO	
8H 22°C	976,14	-452,12	 <p>Vidrio 4-12-6</p>
Aporte soleam. Interior	-229,22	-191,15	
Aporte soleam. Cubiertas renovación aire	-5,06	-25,01	
	94,85	-38,31	
KWh (mes)	836,71	-706,60	
	ENERO	AGOSTO	
4H 22°C	831,39	-391,88	 <p>Vidrio 6-12-6 bajo emisivo</p>
Aporte soleam. Interior	-229,22	-191,15	
Aporte soleam. Cubiertas renovación aire	-5,06	-25,01	
	94,85	-38,31	
KWh (mes)	792,10	-646,36	

Seleccionaremos ahora aquellas soluciones constructivas que nos beneficien energéticamente para conseguir nuestra vivienda eficiente y volver a calcular la demanda de esta nueva vivienda.

FACHADA: seleccionamos la fachada con un mejor aislamiento

CUBIERTA: Seleccionamos la cubierta ajardinada

% DE HUECOS: Reducimos el % de Huecos

CARPINTERIA: Seleccionamos la carpintería de PVC

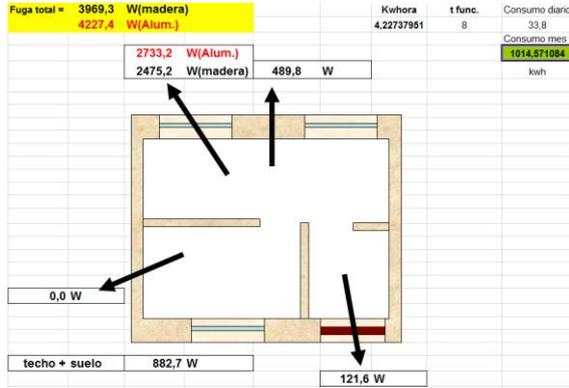
VIDRIOS: Seleccionamos el vidrio 6-12-6 bajo emisivo

ORIENTACION: Seleccionamos la primera opción estudiada por Jose Gandia

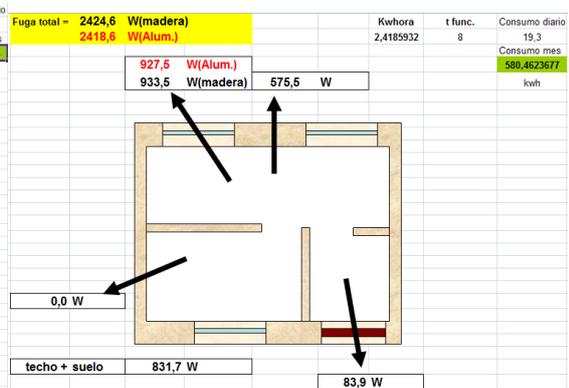
6.2.- Comparativa vivienda modelo vs vivienda eficiente

A continuación mostramos una comparativa completa de la vivienda modelo frente a la vivienda “eficiente”

VIVIENDA MODELO



VIVIENDA EFICIENTE



CAPACIDAD CALORIFICA e INERCIA TERMICA

Capacidad calorifica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	1,47	1.178,79	866,909	8.966,345
LH7	10,31	9.986,37	7.942,477	79.583,694
lana	5,89	1.296,67	905,752	7.335,676
camara aire	5,89	6,95	5,147	18,252
enfoscado	1,47	3.094,33	2.283,804	1.466,137
LCV	17,68	33.383,45	27.640,364	8.680,741

Capacidad calorifica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	2,05	1.636,28	1.203,355	12.565,780
LH7	14,32	13.862,06	11.024,938	112.112,654
poliuretano	8,18	736,33	493,339	3.798,218
camara aire	8,18	9,65	7,144	21,444
enfoscado	2,05	4.295,24	3.170,145	1.722,534
LCV	24,54	46.339,51	38.367,542	10.198,826

Capacidad calorifica muro medianero 1

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	0,00	0,00	2,38	-26,23
panel 12	0,00	0,05	50,03	-550,83
enfoscado	0,00	0,01	4,18	-46,07
0	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00

Capacidad calorifica muro medianero 1

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	0,00	0,00	2,38	-26,23
panel 12	0,00	0,05	50,03	-550,83
enfoscado	0,00	0,01	4,18	-46,07
0	0,00	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00

Capacidad calorifica suelo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
gres	1,34204158	2348,572762	2113715,486	21631079,2
cem. Cola	2,01306237	3925,471617	3729198,036	37979339,2
mortero autoniv.	4,02612474	4428,737209	4960185,674	49947768,4
lam. Antimpacto	0,40261247	76,49636997	102686,4322	1024948,91
bov.hormg.	33,5510395	40261,24735	39456022,4	363658480
camara aire	26,8408316	31,67218125	23437,41413	99155,8423

Capacidad calorifica suelo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
gres	1,34204158	2348,572762	2113715,486	21237429
cem. Cola	2,01306237	3925,471617	3729198,036	37288177,4
mortero autoniv.	4,02612474	4428,737209	4960185,674	49038800,8
lam. Antimpacto	0,40261247	76,49636997	102686,4322	1006296,52
bov.hormg.	33,5510395	40261,24735	39456022,4	357040492
camara aire	26,8408316	31,67218125	23437,41413	97351,3684

Capacidad calorifica techado

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
escayola	2,01306237	2516,32796	2013062,368	44198790
camara aire	13,4204158	15,83609063	11718,70706	243029,129
bov.hormg.	33,5510395	40261,24735	39456022,4	755426904
hormigon celular	13,4204158	8052,24947	8857474,417	155479984
mortero	4,02612474	9018,519407	8567593,437	140086731
lamina imp	10,7363326	11273,14926	10371297,32	162783757
geotextil	0,40261247	100,6531184	66282,09152	993022,716
aislamiento	5,36816631	3757,71642	3960633,106	52792003,3
geotextil	0,40261247	100,6531184	66282,09152	773949,532
mortero	4,02612474	9018,519407	8567593,437	99035021,5
baldosa	1,34204158	2348,572762	2113715,486	0

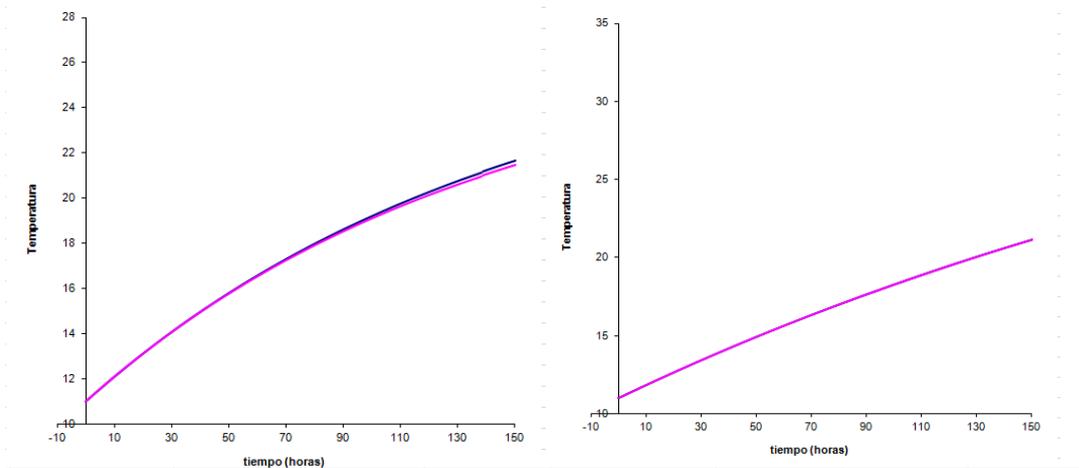
Capacidad calorifica techado

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
escayola	2,01306237	2516,32796	2013062,368	44214515,5
camara aire	13,4204158	15,83609063	11718,70706	245653,376
bov.hormg.	33,5510395	40261,24735	39456022,4	775417188
hormigon celular	13,4204158	8052,24947	8857474,417	162471701
aislamiento	5,36816631	3757,71642	3960633,106	63730351,9
lamina imp	10,7363326	11273,14926	10371297,32	148199587
geotextil	0,40261247	100,6531184	66282,09152	908216,03
drenaje	2,68408316	1878,85821	1980316,553	25717357,2
geotextil	0,40261247	100,6531184	66282,09152	813327,146
tierra vegetal	20,1306237	41066,4723	75562309,03	900695847

Capacidad Calorífica Ventanales					Capacidad Calorífica Ventanales				
	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido		Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
marcos	1,493352	1418,6844	1702421,28	9354804,93	marcos	1,31544	1249,668	1499601,6	8240310,79
vidrio	0,8272512	2068,128	1240876,8	6818618,02	vidrio	0,48762	1219,05	731430	4019207,85

E.muro ext=	106.050.843,38	Julios	E.muro ext=	137.988.052,90	Julios
E.median 1.=	0,00	Julios	E.median 1.=	0,00	Julios
E.median 2.=	0,00	Julios	E.median 2.=	0,00	Julios
Emuro part=	74.931.533,64	Julios	Emuro part=	73.567.902,46	Julios
Energ aire =	4.508.608,64	Julios	Energ aire =	4.426.559,34	Julios
E ventanas=	16.173.422,95	Julios	E ventanas=	12.036.415,48	Julios
E suelo =	474.340.771,77	Julios	E suelo =	465.708.546,62	Julios
E techo =	1.411.813.191,62	Julios	E techo =	2.122.413.744,61	Julios
E total =	2.087.818.372,00	Julios	E total =	2.816.141.221,41	Julios
C =	189.974.374,16	Julios	C =	260.995.479,28	Julios
C=	52,77	Kwhora	C=	72,50	Kwhora

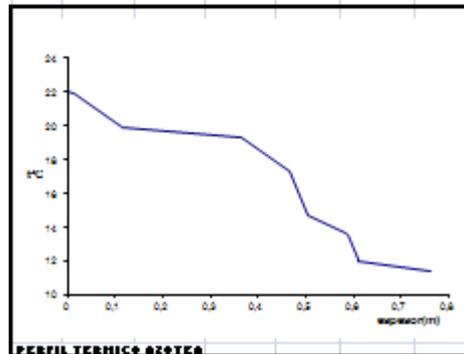
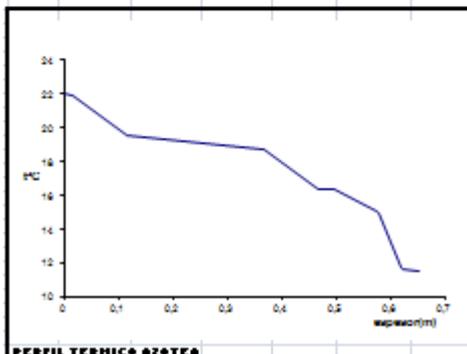
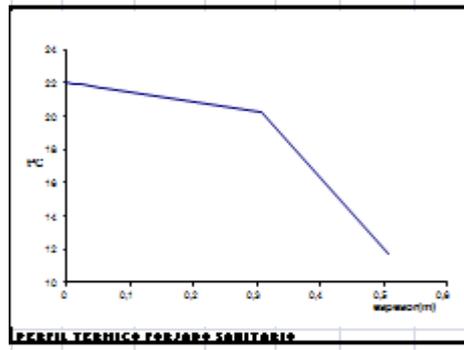
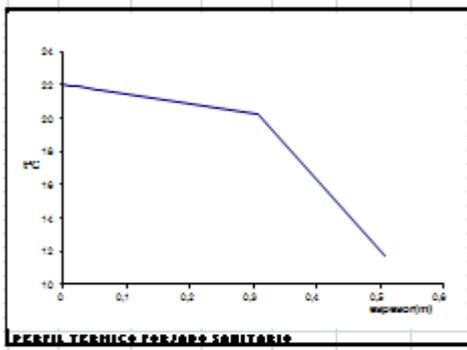
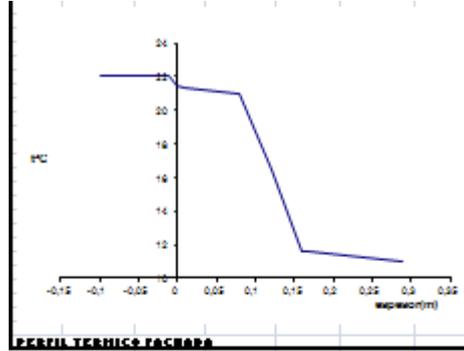
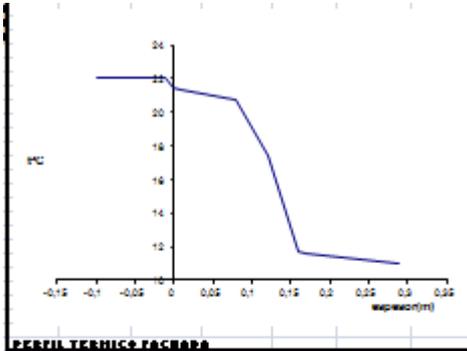
GRAFICAS TEMPERATURA TIEMPO



Carp. aluminio CON puente térmico	Carp. P.V.C.
potencia= 6000 vatios	potencia= 6000 vatios
Ccalorífica = 1,9E+08 Julios/°C	Ccalorífica = 2,56E+08 Julios/°C
R termica = 0,002639	R termica = 0,004544
T exterior = 11,01 °C	T exterior = 11,01 °C
T interior = 22 °C	T interior = 22 °C
Teq= 26,84	Teq= 38,27
delta t = 6000 segundos	delta t = 6000 segundos

160	22,065319	21,82478395	165	21,9169343	21,92324217
161,6666667	22,1283483	21,88449144	166,6666667	22,0010542	22,00746895
163,3333333	22,1906627	21,9434886	168,3333333	22,0847397	22,09126185
165	22,2522703	22,00178388	170	22,167993	22,17462311

PERFILES TERMICOS



6.3 Cálculo de la vivienda eficiente en LIDER

Finalizada esta comparación comprobaremos que nuestra vivienda eficiente también cumple con el cálculo generado por el LIDER.

Código Técnico de la Edificación



Proyecto:
Fecha: 14/10/2011
Localidad:
Comunidad:

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

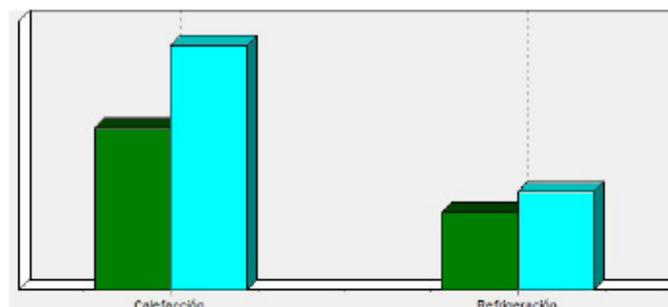
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto	
Localidad	Comunidad Autónoma
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto	
Autor de la Calificación	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Unifamiliar	

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	66,4	79,0
Proporción relativa calefacción refrigeración	67,6	32,4



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 CTE <small>CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1	Proyecto	
	Opción General	Localidad	Comunidad

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometría	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Nivel de estanqueidad 1	3	131,92	0,60
P02_E01	P02	Residencial	3	131,92	3,00
P03_E01	P03	Residencial	3	40,90	3,00

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
Mat	1,250	1500,00	800,00	-	1	SI
Plancha Poliuretano	0,025	90,00	670,00	-	1	SI
Tierra vegetal	0,520	2040,00	1840,00	-	1	SI
Geotextil	0,040	250,00	658,00	-	1	SI
Drenaje	0,030	700,00	1054,00	-	1	SI
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0,991	2170,00	1000,00	-	10	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10	--
Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	-	-	-	0,18	-	--
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,041	40,00	1000,00	-	1	SI
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm <	0,212	630,00	1000,00	-	10	--
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6	--
Gres(silice) 2200 < d < 2590	2,300	2395,00	1000,00	-	30	--

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m ³)	Cp (J/kgK)	R (m ² K/W)	Z (m ² sPa/kg)	Just.
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,034	37,50	1000,00	-	100	SI
Asfalto	0,700	2100,00	1000,00	-	50000	--
Hormigón celular curado en autoclave d 600	0,180	600,00	1000,00	-	6	--
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	1,422	1240,00	1000,00	-	80	--

3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
Cerramiento	0,54	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,040
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Azotea	0,48	Gres(sílice) 2200 < d < 2590	0,010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,050
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,040
		Asfalto	0,005
		Hormigón celular curado en autoclave d 600	0,050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Mat	0,200
Forjado sanitario	1,11	Gres(sílice) 2200 < d < 2590	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,010

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado sanitario	1,11	FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
Cerramiento Eficiente	0,41	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,115
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Plancha Poliuretano	0,040
		Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm	0,000
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,060
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020
Azotea eficiente	0,43	Tierra vegetal	0,150
		Geotextil	0,003
		Drenaje	0,020
		Geotextil	0,003
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.	0,020
		Hormigón celular curado en autoclave d 600	0,020
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	0,300
		Mat	0,200

3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
Vidrio Eficiente	1,70	0,56	SI

 CTE <small>CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1	Proyecto	
	Opción General	Localidad	Comunidad

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
VER_PVC tres cámaras	1,80	--

3.3.3 Huecos

Nombre	Hueco 01
Acrilamiento	Vidrio Eficiente
Marco	VER_PVC tres cámaras
% Hueco	16,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	50,00
U (W/m²K)	1,72
Factor solar	0,48
Justificación	SI

3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,14	0,79
Encuentro suelo exterior-fachada	0,38	0,69
Encuentro cubierta-fachada	0,38	0,69

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

Esquina saliente	0,08	0,81
Hueco ventana	0,42	0,57
Esquina entrante	-0,15	0,89
Pilar	0,06	0,83
Unión solera pared exterior	0,14	0,73

 CTE HE-1 Opción General	Proyecto	
	Localidad	Comunidad

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m ²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P02_E01	131,9	1	93,6	64,2	61,7	79,4
P03_E01	40,9	1	100,0	74,4	100,0	78,1

7.- REPERCUSION ECONOMICA

7.1 Incidencia en el coste de construcción

Una vez comprobadas las ventajas térmicas de la vivienda eficiente nos apoyamos en la base de precios de diciembre de 2010 del Instituto Valenciano de la Edificación FIVE para realizar un presupuesto lo más aproximado posible del coste de construcción tanto de la vivienda modelo como de nuestra vivienda eficiente. Hemos utilizado el PRESTO para la realización de dichos presupuestos.

Lo que mostramos a continuación son los resúmenes de dichos presupuestos para poder extraer las conclusiones. Los presupuestos completos se encuentran en los anexos.

VIVIENDA MODELO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1.320,46	1,43
02	CIMENTACIONES Y SOLERAS.....	3.242,15	3,51
03	ESTRUCTURA.....	6.933,91	7,50
04	CUBIERTAS.....	11.128,89	12,04
05	ALBAÑILERIA.....	13.794,69	14,92
06	REVESTIMIENTOS.....	2.585,86	2,80
07	ALICATADOS Y SOLADOS.....	11.890,54	12,86
08	CARPINTERIA DE MADERA.....	3.968,66	4,29
09	CARPINTERIA EXTERIOR.....	14.178,63	15,34
11	VIDRIOS.....	5.491,05	5,94
12	PINTURAS.....	2.243,75	2,43
13	INSTALACION ELECTRICA.....	2.879,59	3,11
14	INSTALACION DE FONTANERIA Y SANITARIOS.....	6.209,44	6,72
15	INSTALACION DE CLIMATIZACION.....	2.965,88	3,21
17	INSTALACION DE TELECOMUNICACIONES.....	980,00	1,06
18	COCINAS.....	2.636,32	2,85
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		92.449,82	
	13,00% Gastos generales.....	12.018,48	
	6,00% Beneficio industrial.....	5.546,99	
SUMA DE G.G. y B.I.		17.565,47	
	18,00% I.V.A.....	19.802,75	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		129.818,04	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		129.818,04	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE MIL OCHOCIENTOS DIECIOCHO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

, a .

El promotor

La dirección facultativa

VIVIENDA EFICIENTE

RESUMEN DE CERTIFICACIÓN

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	1.320,46	1,38
02	CIMENTACIONES Y SOLERAS	3.242,15	3,38
03	ESTRUCTURA	6.933,91	7,23
04	CUBIERTAS	14.440,19	15,06
05	ALBAÑILERIA	21.941,11	22,89
06	REVESTIMIENTOS	2.585,86	2,70
07	ALICATADOS Y SOLADOS	11.890,54	12,40
08	CARPINTERIA DE MADERA	3.968,66	4,14
09	CARPINTERIA EXTERIOR	8.044,82	8,39
11	VIDRIOS	4.663,64	4,86
12	PINTURAS	2.243,75	2,34
13	INSTALACION ELECTRICA	2.879,59	3,00
14	INSTALACION DE FONTANERIA Y SANITARIOS	6.209,44	6,48
15	INSTALACION DE CLIMATIZACION	1.889,33	1,97
17	INSTALACION DE TELECOMUNICACIONES	980,00	1,02
18	COCINAS	2.636,32	2,75
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		95.869,77	
	13,00% Gastos generales	12.463,07	
	6,00% Beneficio industrial	5.752,19	
	SUMA DE G.G. y B.I.	18.215,26	
TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA		114.085,03	
	18,00% IVA	20.535,31	
TOTAL CERTIFICACIÓN Nº 1		134.620,34	

Asciende la presente certificación a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS VEINTE EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS

, a .

El promotor

La dirección facultativa

Lo que podemos ver a simple vista es que apenas existe un incremento en el presupuesto de ejecución material de 3000 euros.

Pero es que además se puede apreciar que hay numerosas partidas que no afectan a la eficiencia energética de la vivienda. Podemos afirmar que ni las carpinterías interiores, ni solados o alicatados ni pinturas afectan al comportamiento térmico de la vivienda con lo que podemos decir que un 50 % del coste de la vivienda tiene incidencia directa en el resultado de la demanda energética y si descartamos los forjados y cubiertas, cuyo aporte nos es muy significativo ese porcentaje baja hasta el 30 %.

7.2 Incidencia del coste de mantenimiento

Se ha estimado que una vivienda que demande más de 400KWh por mes será necesaria climatizar. Por ello realizamos una tabla con la demanda mes a mes tanto de la vivienda modelo como de la eficiente para ver el coste de esa demanda.

VIVIENDA MODELO

	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
8H 22°C	993,32	1014,57	839,86	693,68
Aporte soleam. Interior	-254,46	-229,22	-167,27	-118,55
Aporte soleam. Cubiertas	-4,00	-5,06	-6,33	-11,26
renovación aire	93,01	94,85	78,95	65,06
KWh (mes)	827,88	875,14	745,22	628,93
*3600	2.980.364,98	3.150.502,23	2.682.783,33	2.264.131,46
*1000	2.980.364.983,20	3.150.502.232,54	2.682.783.328,33	2.264.131.458,80
/30	99.345.499,44	105.016.741,08	89.426.110,94	75.471.048,63
/8	12.418.187,43	13.127.092,64	11.178.263,87	9.433.881,08
/3600	3.449,50	3.646,41	3.105,07	2.620,52

ABRIL	JULIO	AGOSTO	NOVIEMBRE
574,15	-375,49	-427,48	661,01
-133,06	-129,21	-191,15	-275,81
-16,87	-28,61	-25,01	-6,26
53,36	-33,67	-38,31	61,53
477,59	-566,98	-681,95	440,47
1.719.308,63	-2.041.122,20	-2.455.035,46	1.585.708,97
1.719.308.631,72	-2.041.122.198,64	-2.455.035.459,41	1.585.708.971,27
57.310.287,72	-68.037.406,62	-81.834.515,31	52.856.965,71
7.163.785,97	-8.504.675,83	-10.229.314,41	6.607.120,71
1.989,94	-2.362,41	-2.841,48	1.835,31

VIVIENDA EFICIENTE

	DICIEMBRE	ENERO	JULIO	AGOSTO
8H 22°C	569,22	580,46	-216,11	-246,06
Aporte soleam. Interior	-254,46	-229,22	-129,21	-191,15
Aporte soleam. Cubiertas	-4,00	-5,06	-28,61	-25,01
renovación aire	93,01	94,85	-33,67	-38,31
KWh (mes)	403,77	441,03	-407,60	-500,54
*3600	1.453.588,90	1.587.710,86	-1.467.355,00	-1.801.936,09
*1000	1.453.588.895,86	1.587.710.855,49	-1.467.355.001,69	-1.801.936.090,71
/30	48.452.963,20	52.923.695,18	-48.911.833,39	-60.064.536,36
/8	6.056.620,40	6.615.461,90	-6.113.979,17	-7.508.067,04
/3600	1.682,39	1.837,63	-1.698,33	-2.085,57

Para el cálculo de las instalaciones de climatización nos hemos decantado por una bomba de calor para climatizar toda la vivienda. Para la realización de los cálculos hemos supuesto una eficiencia del 2,5 tanto en frío como en calor, ya que pese a los catálogos de modelos actuales de Daykin o General Electric hablan de eficiencias de hasta el 300% pensamos que la vida útil de una máquina de este tipo debe estar rondando los diez años y su rendimiento no es el mismo el primer día de utilización que el último.

VIVIENDA MODELO				
		Eficiencia A/A		
CALOR	3992 Kwh	2,5	1.596,80	Kwh electricos
FRIO	1248 Kwh	2,5	499,20	Kwh electricos
VIVIENDA EFICIENTE				
CALOR	844,81 Kwh	2,5	337,92	Kwh electricos
FRIO	908,14 Kwh	2,5	363,26	Kwh electricos
PRECIO DEL Kwh		0,142319 € (Precio tercer trimestre 2011)		
VIVENDA MODELO		2.096,00	0,142319 €	298,30 €
VIVIENDA EFICIENTE		701,18	0,142319 €	99,79 €
DIFERENCIA				198,51 €

Como podemos ver existe una diferencia a anual cercana a los 200 € con lo que si se mantuviera el precio de la electricidad, cosa improbable, a los diez años, justo con el cambio de máquina ya habríamos amortizado el sobrecoste en la construcción.

8.- CONCLUSIONES

Finalizado el cálculo de ambas viviendas podemos decir que las dos cumplen el CTE. Pero vemos que la demanda del edificio de referencia en nuestra vivienda eficiente es mucho menor por lo que podemos deducir que el coste de climatización de la vivienda eficiente será mucho menor. Pero este cálculo no nos permite cuantificar la diferencia entre los dos modelos.

Para ver de un modo más gráfico la mejora del comportamiento de la vivienda en la página siguiente hemos realizado un gráfico con las demandas de todas las opciones calculadas para el mes de enero.

Donde la barra negra es nuestra vivienda modelo.

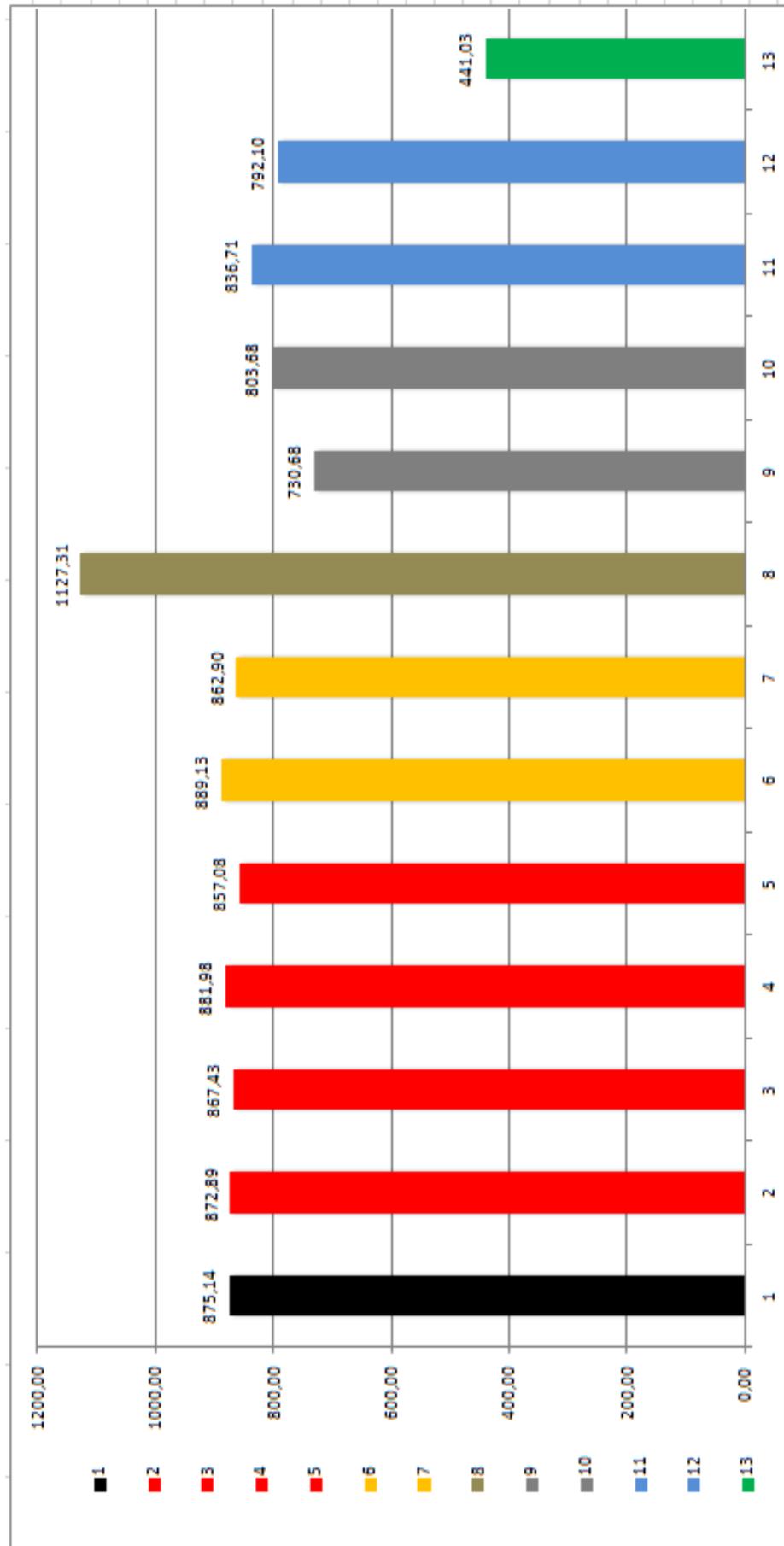
Las diferentes barras rojas son los cambios en la fachada

La barra amarilla es el resultado por el cambio de orientación

Las barras grises se refieren al cambio de carpintería y a la reducción de huecos

Las barras azules son los resultados de los diferentes vidrios utilizados

Por último la barra verde es la suma de las propuestas más eficientes.



Una vez expuestos los resultados vamos a realizar un análisis tanto de la incidencia a nivel energético de soluciones aportadas para más tarde estudiar el coste económico que representan.

Lo primero que tenemos que observar es la influencia que ha tenido cada uno de los cambios realizados.

En las fachadas, las cuales representan un 26% de la superficie total de la envolvente y hasta un 52 % de la fachada “opaca” descontando los forjados podemos observar que las diferencias que existen en con los cerramientos más usados son mínimas y solo es apreciable la mejora del aislamiento para reducir significativamente la demanda. Hay que tener en cuenta que Este cambio de aislamiento nos proporciona una mejora del 3% en la total del edificio. Teniendo en cuenta la pérdida de la fachada pasamos de 489 W a 414. Siempre tomamos para estos datos el mes de Enero.

Las opciones de la cubierta y forjado más eficiente es la cubierta ajardinada. La cubierta representa hasta un 24 % de la superficie de la envolvente y el forjado sanitario otro 24%. La mejora en el comportamiento del edificio apenas llega a ser del 2 % reduciendo la pérdida energética de 882 W a 831 W

La siguiente modificación que realizamos fue el cambio de orientación de toda la vivienda y pudimos comprobar que Jose Gandia había realizado un gran trabajo ya que dicha modificación nos representaba una demanda adicional de un 15 % por las ganancias que produce el soleamiento en el mes de Enero.

Por último trabajamos con la carpintería exterior. En este apartado realizamos tres modificaciones. Las dos primeras son cambios en el material de los marcos y las características de los vidrios. La tercera modificación es una disminución del porcentaje de carpintería en la total del edificio, ya que entendíamos que por mucho que queramos una vivienda unifamiliar no puede tener casi un 50% de superficie con carpinterías, ya que para acercarnos a la resistencia térmica de una fachada convencional tendríamos que utilizar ventanas especiales de doble hoja y vidrios de triple cámara, algo poco “lógico” para una vivienda en Valencia. El cambio de carpintería nos mostró como el PVC se comportaba mejor que el aluminio normal, mejorando casi un 8 %. La utilización de vidrios con cámaras de hasta 12mm y bajo emisivo nos proporcionaba una ganancia del 10 %. El cambio más significativo lo tuvo la reducción del porcentaje de carpintería representando una mejora en el comportamiento global del edificio del 18 %

Aplicaremos ahora todas estas mejoras a una sola vivienda consiguiendo un resultado que a nuestro juicio es espectacular. Prácticamente hemos conseguido reducir un 50 % la demanda energética del edificio para el mes de Enero.

VIVIENDA EFICIENTE			
	ENERO	AGOSTO	
8H 22°C	580,46	-246,06	
Aporte solem. Interior	-229,22	-191,15	
Aporte solem. Cubiertas	-5,06	-25,01	
renovación aire	94,85	-38,31	
KWh (mes)	441,03	-500,54	 Vivienda Eficiente

Por último mostramos una tabla donde podemos apreciar las demandas de ambas viviendas para todos los meses del año para ver una comparativa general anual

Se entiende que a partir de una demanda superior a los 400Kwh (mes) es necesaria la climatización de la vivienda. La diferencia entre las dos viviendas como podemos ver en la tabla resumen que mostramos a continuación es evidente. Si bien en nuestra vivienda modelo sobrepasamos esa cifra ocho meses, en la vivienda eficiente sólo son cuatro y con valores significativamente inferiores.

Por todo ello entendemos que una variación en el presupuesto de “sólo” un 3 % y aunque el periodo de amortización esté cercano a los 10 años entendemos que se trata de una inversión perfectamente asumible ya que el hecho de no tener que calefactar o enfriar una vivienda significa una calidad de vida en términos higrotérmicos que no está valorada económicamente.

VIVIENDA MODELO

	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
8H 22°C	993,32	1014,57	839,86	693,68	574,15	179,10
Aporte solem. Interior	-254,46	-229,22	-167,27	-118,55	-133,06	-102,98
Aporte solem. Cubiertas	-4,00	-5,06	-6,33	-11,26	-16,87	-22,46
renovación aire	93,01	94,85	78,95	65,06	53,36	16,59
KWh (mes)	827,88	875,14	745,22	628,93	477,59	70,25

	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
	-126,73	-375,49	-427,48	-37,18	190,77	661,01
	-31,71	-129,21	-191,15	-172,21	-265,41	-275,81
	-25,48	-28,61	-25,01	-17,47	-10,67	-6,26
	-11,50	-33,67	-38,31	-3,44	17,82	61,53
	-195,42	-566,98	-681,95	-230,29	-67,50	440,47

VIVENDA EFICIENTE

	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
8H 22°C	569,22	580,46	483,89	400,36	330,62	103,67
Aporte soleam. Interior	-254,46	-229,22	-167,27	-118,55	-133,06	-102,98
Aporte soleam. Cubiertas	-4,00	-5,06	-6,33	-11,26	-16,87	-22,46
renovación aire	93,01	94,85	78,95	65,06	53,36	16,59
KWh (mes)	403,77	441,03	389,25	335,61	234,05	-5,18

JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
-73,03	-216,11	-246,06	-21,49	111,04	477,56
-31,71	-129,21	-191,15	-172,21	-265,41	-275,81
-25,48	-28,61	-25,01	-17,47	-10,67	-6,26
-11,50	-33,67	-38,31	-3,44	17,82	61,53
-141,72	-407,60	-500,54	-214,60	-147,22	257,02

- Finalizado el estudio creo que queda demostrada la necesidad de realizar un estudio integral de la vivienda. Localización, orientación, diseño de la vivienda así como su uso son variables fundamentales a la hora de proyectar una vivienda.
- El estudio de la demanda energética por medio del método científico permite cuantificar la demanda energética del edificio pudiendo modificar aquellos parámetros que tengan una mayor influencia en el sistema.
- Ese mismo estudio también nos permitirá conocer dicha demanda de forma mensual con lo que la elección de los equipos de climatización se podrá ajustar mucho más, calculando incluso los plazos de amortización en función del tipo de climatización elegido
- La eficiencia energética es cada vez mas importante en la sociedad y por supuesto en la construcción, gracias a este estudio podemos cuantificar esa eficiencia, que será la ventaja competitiva en un mercado que ha día de hoy pasa por enormes dificultades.
- Hemos observado también que quedan aspectos por analizar como la importancia de la inercia térmica en la curva en enfriamiento de la vivienda en los periodos de no climatización, la reducción de tiempos hasta llegar a la temperatura de confort aumentando la potencia de la climatización. Otros aspectos interesantes de estudio serán el comportamiento de estas viviendas en zonas de mismas latitudes pero con temperaturas medias inferiores.

9.- BIBLIOGRAFIA

- J. Soto Camino; Apuntes del Máster en edificación, especialidad Tecnología: Procesos Físicoquímicos en Edificación. Acondicionamiento Termoacústico de Edificios
- Llinares Galiana, Jaime; Térmica en la edificación, 2000, Ed. Librería Politécnica de Valencia, Valencia.
- F. Javier Neila González Arquitectura bioclimática y construcción sostenible Javier Pamplona : DAPP , 2009
- Frank P. Incropera, David P. De Witt; Fundamentos de transferencia de calor, 1999, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, México.
- A. F. Mills; Transferencia de calor, 1995, Ed. Irwin, México.
- F. Javier Neila González; Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible, Marzo 2004. Ed. Munilla-Lería. Madrid.
- F. Javier Neila González; El soleamiento del edificio (I), El Sol y la radiación solar, 2000, Ed. Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- F. Javier Neila González. El soleamiento del edificio (II). Métodos para el dimensionado de protecciones solares, 2002. Ed. Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- F. Javier Neila González. Estrategias bioclimáticas para condiciones de verano I y II. 2001. Ed. Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Jorge Doménech Roma. Cartas solares. Teoría de Sombras y soleamiento. Ed. Escuela Universitaria. Universidad Politécnica de Alicante.
- J. A. Turégano, M.A. Hernández, F. García; Artículo técnico: La inercia térmica de los edificios y su incidencia en la condiciones de confort

10.- ANEXOS

A continuación mostraremos los cálculos y resultados realizados en cada propuesta mediante las hojas Excel utilizadas. En cada propuesta mostraremos el elemento diferenciador con nuestra vivienda modelo así como el resultado global de la vivienda para el mes de Enero.

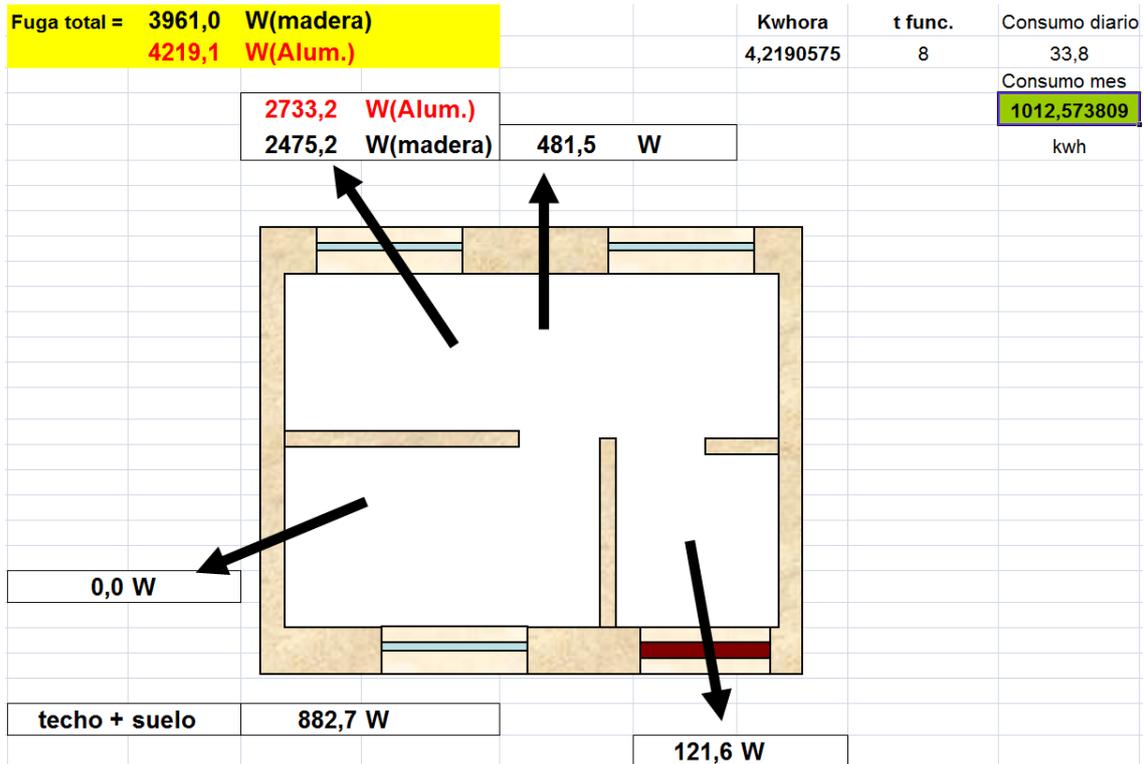
Vivienda 2 Cambio de L.C.V. por Muro de H.A.

cerramiento	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)	longitud elemento (metros)	altura elemento (metros)	Longitud = 103,57 metros Altura = 2,7 metros Superficie = 147,34926 m ²
	exterior	yeso	0,26	735,42	800	0,01		
	LH7	0,35	738,06	800	0,07	0,24	0,115	% S relativo= 0,8832
	lana	0,04	698,52	220	0,04			
	camara aire	0,023	740	1,18	0,04			
	Muro de H.A.	1,4	837	2400	0,25			
	llaga unión	1,2	950	2240			0,01	

M.Cerr.Ext.	Resit.termica	E.muro ext=	124.800.155	Julios
yeso	0,038461538	E.median 1.=	0	Julios
LH7	0,155804843	E.median 2.=	0	Julios
lana	1	Emuro part=	74.931.534	Julios
camara aire	1,739130435	Energ aire =	4.508.609	Julios
Muro de H.A.	0,208333333	E ventanas=	16.173.423	Julios
		E suelo =	474.340.772	Julios
		E techo =	510.225.743	Julios
		E total =	1.204.980.235	Julios
Rcond(1m2) =	3,14173015	C =	109.643.333	Julios
R _{TT} (1m2) =	3,363269399	C=	30,45648152	Kwhora

Capacidad calorífica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	1,47	1.178,79	866.908,74	8.975.875,95
LH7	10,31	9.986,37	7.942.476,56	79.714.588,76
lana	5,89	1.296,67	905.752,36	7.380.165,58
camara aire	5,89	6,95	5.146,61	18.902,69
Muro de H.A.	36,84	82.515,59	69.065.545,15	28.710.622,40



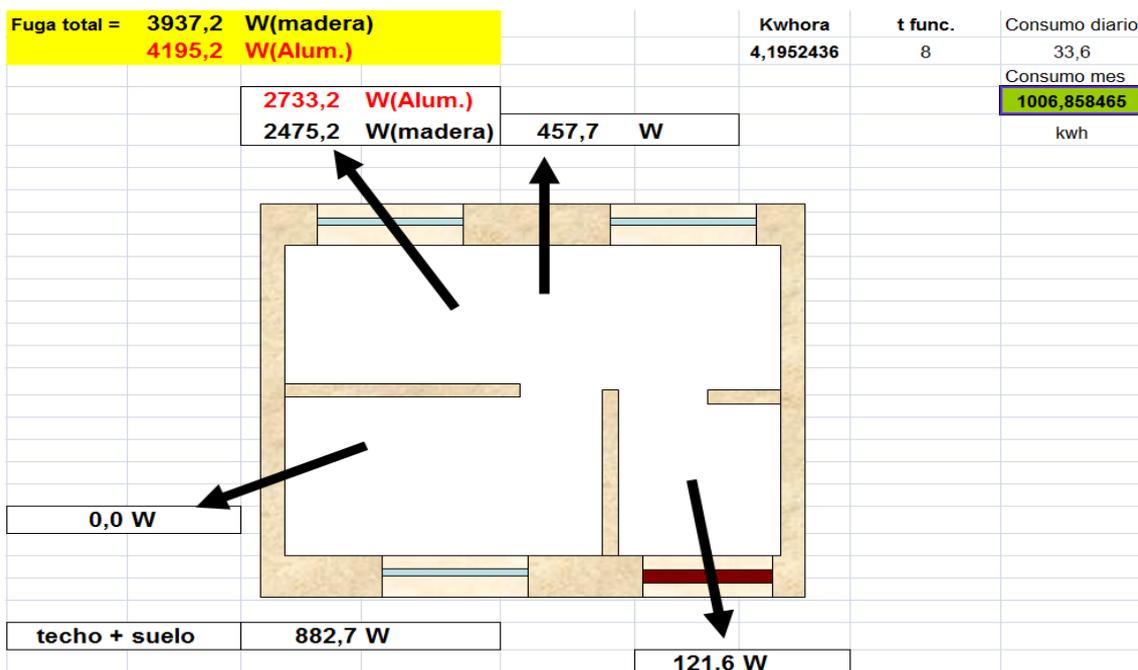
Vivienda 3 Cambio de L.C.V. por Bloque de Termoarcilla

cerramiento	Material	k	Cp	densidad	espesor	longitud	altura	Longitud =	Altura =	Superficie =
			Julios/Kg°C	aparente	(metros)	elemento	elemento			
exterior	yeso	0,26	735,42	800	0,01			103,57	metros	
	LH7	0,35	738,06	800	0,07	0,24	0,115	2,7	metros	
	lana	0,04	698,52	220	0,04					147,34926
	camara aire	0,023	740	1,18	0,04					
	enfoscado	1,2	738,06	2100	0,01					
	Termoarcilla	0,3	738	800	0,18	0,24	0,05			0,8832
										0,8
	llaga unión	1,2	950	2240			0,01			

M.Cerr.Ext.	Resit.termica	E.muro ext=	Julios
yeso	0,038461538	115211957	Julios
LH7	0,155804843	E.median 1.=	-623 Julios
lana	1	E.median 2.=	-410 Julios
camara aire	1,739130435	Emuro part=	74931534 Julios
enfoscado	0,008333333	Energ aire =	4508609 Julios
Termoarcilla	0,375	E ventanas=	16173423 Julios
		E suelo =	474340772 Julios
		E techo =	446881795 Julios
		E total =	1132047055 Julios
Rcond(1m2) =	3,31673015	C =	103007011 Julios
R _{TT} (1m2) =	3,538269399	C=	28,61 Kwhora

Capacidad calorífica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	1,4734926	1178,79408	866908,7423	9003150,28
LH7	10,3144482	9986,36623	7942476,564	80089154,65
lana	5,8939704	1296,67349	905752,3648	7507476,20
camara aire	5,8939704	6,95488507	5146,614953	20765,26
enfoscado	1,4734926	3094,33446	2283804,492	3016669,47
Termoarcilla	26,5228668	28856,8791	23815412,56	15574740,68



Vivienda 4 Cambio del trasdosado de L.H.7 por trasdosado de pladur.

Material	k	Cp	densidad	espesor	longitud	altura	Longitud = 103,57 metros	Altura = 2,7 metros	Superficie = 147,34926 m ²
		Julios/Kg°C	aparente	(metros)	elemento	elemento			
		Kg/m ³		(metros)		(metros)			
placa de pladur	0,65	837	1200	0,015					
lana	0,04	698,52	220	0,04					
cam aire	0,023	740	1,18	0,04					
enfoscado	1,2	738,06	2100	0,01					
LCV	0,75	790	1800	0,12	0,24	0,05	% S relativo=	0,8	
llaga unión	1,2	950	2240			0,01			

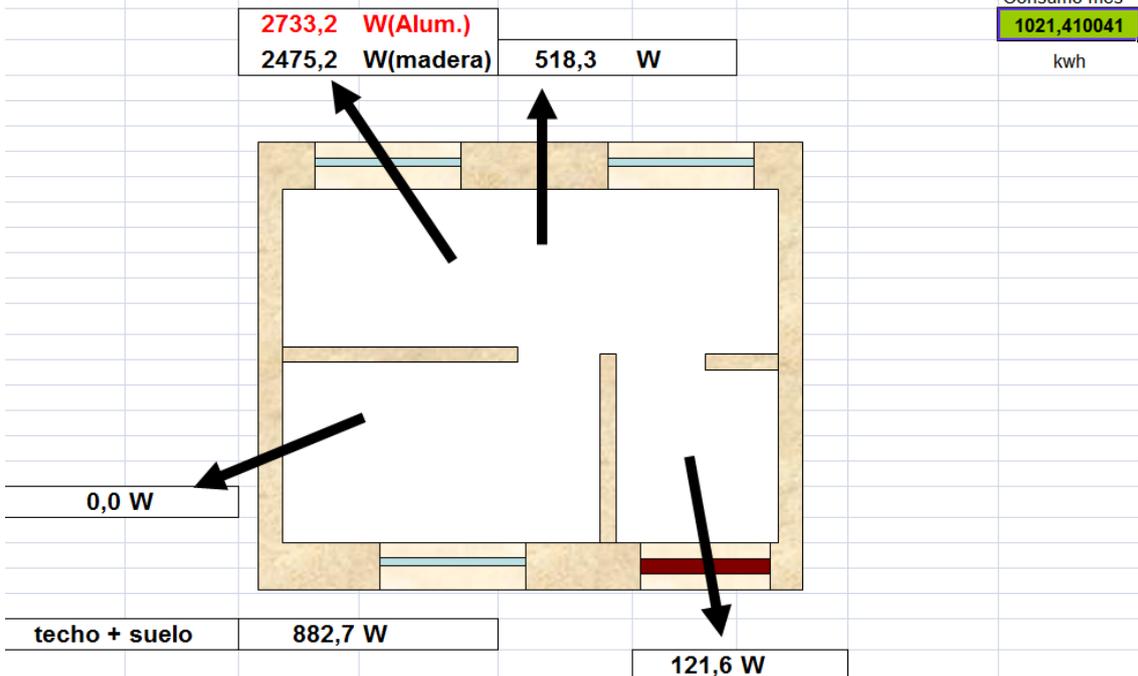
M.Cerr.Ext.	Resit.termica			
placa de pladur	0,0125	E.muro ext=	41.561.675	Julios
lana	1	E.median 1.=	-623	Julios
cam aire	1,739130435	E.median 2.=	-410	Julios
enfoscado	0,0083333333	Emuro part=	74.931.534	Julios
LCV	0,142857143	Energ aire =	4.508.609	Julios
		E ventanas=	16.173.423	Julios
		E suelo =	474.340.772	Julios
		E techo =	510.225.743	Julios
		E total =	1.121.740.721	Julios
Rcond(1m2) =	2,902820911	C =	102.069.219	Julios
R _Π (1m2) =	3,124360161	C=	28,3525610	Kwhora

Capacidad calorífica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
placa de pladur	2,21	4.950,94	4.143.932,71	35.514.174,99
lana	5,89	1.296,67	905.752,36	3.399.006,72
cam aire	5,89	6,95	5.146,61	3.599,13
enfoscado	1,47	3.094,33	2.283.804,49	403.813,89
LCV	17,68	33.383,45	27.640.363,59	2.241.080,39

Fuga total =	3997,8 W(madera)	Kwhora	t func.	Consumo diario
	4255,9 W(Alum.)	4,2558752	8	34,0

				Consumo mes
				1021,410041
				kwh



Vivienda 5 Cambio de forjado unidireccional a Losa de H.A.

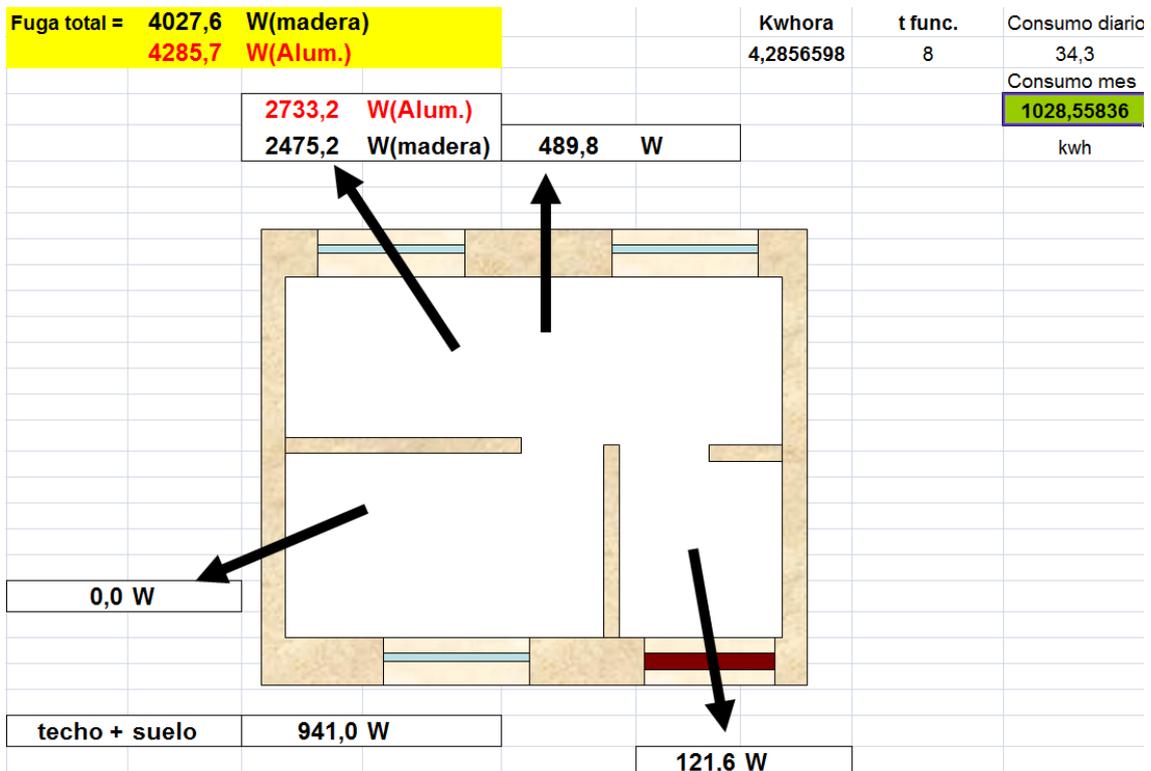
sup. interior	40				
SUELO	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)
	gres	1,5	900	1750	0,01
	cem. Cola	0,9	950	1950	0,015
	mortero autoniv.	0,8	1120	1100	0,03
	lam. Antiimpacto	0,7	1342,37	190	0,003
	losa de H.A.	1,2	837	2200	0,2
	camara aire	0,1	740	1,18	0,2
superficie	134,2041578				
clave	1 viviendas aisladas, plantas bajas o pisos sin vecinos en planta inferior clave 1, sino clave 0				
TECHO	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)
	escayola	0,4	800	1250	0,015
	camara aire	0,1	740	1,18	0,1
	losa de H.A.	1,2	837	2200	0,2
	hormigón celular	0,1	1100	600	0,1
	mortero	1,2	950	2240	0,03
	lamina imp	0,15	920	1050	0,08
	geotextil	0,04	658,52	250	0,003
	aislamiento	0,03	1054	700	0,04
	geotextil	0,04	658,52	250	0,003
	mortero	1,2	950	2240	0,03
	baldosa	1,5	900	1750	0,01
superficie	134,2041578				
clave	1 viviendas aisladas, plantas bajas o pisos sin vecinos en planta inferior clave 1, sino clave 0				
suelo	Resit.termica	techo	Resit.termica		
gres	0,006666667	escayola	0,0375	E.muro ext=	106.050.843 Julios
cem. Cola	0,016666667	camara aire	1	E.median 1.=	-623 Julios
mortero autoniv	0,0375	losa de H.A.	0,166666667	E.median 2.=	-410 Julios
lam. Antiimpact	0,004285714	hormigón celi	1	Emuro part=	74.931.534 Julios
losa de H.A.	0,166666667	mortero	0,025	Energ aire =	4.508.609 Julios
camara aire	2	lamina imp	0,533333333	E ventanas=	16.173.423 Julios
Rcond(1m2) =	2,231785714	geotextil	0,075	E suelo =	580.049.750 Julios
RT(1m2) =	2,407224311	aislamiento	1,333333333	E techo =	603.945.005 Julios
		geotextil	0,075	E total =	1.385.658.131 Julios
		mortero	0,025		
		Rcond(1m2) =	4,270833333	C =	126083542 Julios
		RTT(1m2) =	4,492372583	C=	35,02 Kwhora

Capacidad calorífica suelo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
gres	1,34	2.348,57	2.113.715,49	21.504.582,69
cem. Cola	2,01	3.925,47	3.729.198,04	37.741.598,70
mortero autoniv.	4,03	4.428,74	4.960.185,67	49.586.580,00
lam. Antiimpacto	0,40	76,50	102.686,43	1.016.753,34
losa de H.A.	26,84	59.049,83	49.424.707,25	470.093.233,38
camara aire	26,84	31,67	23.437,41	107.001,74

Capacidad calorífica techo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
escayola	2,01	2.516,33	2.013.062,37	22.031.217,43
camara aire	13,42	15,84	11.718,71	113.379,39
losa de H.A.	26,84	59.049,83	49.424.707,25	407.656.385,82
hormigón celular	13,42	8.052,25	8.857.474,42	60.416.654,82
mortero	4,03	9.018,52	8.567.593,44	47.697.642,30
lamina imp	10,74	11.273,15	10.371.297,32	50.656.229,55
geotextil	0,40	100,65	66.282,09	274.418,96
aislamiento	5,37	3.757,72	3.960.633,11	9.574.894,28
geotextil	0,40	100,65	66.282,09	46.057,09
mortero	4,03	9.018,52	8.567.593,44	4.905.344,02
baldosa	1,34	2.348,57	2.113.715,49	572.781,71



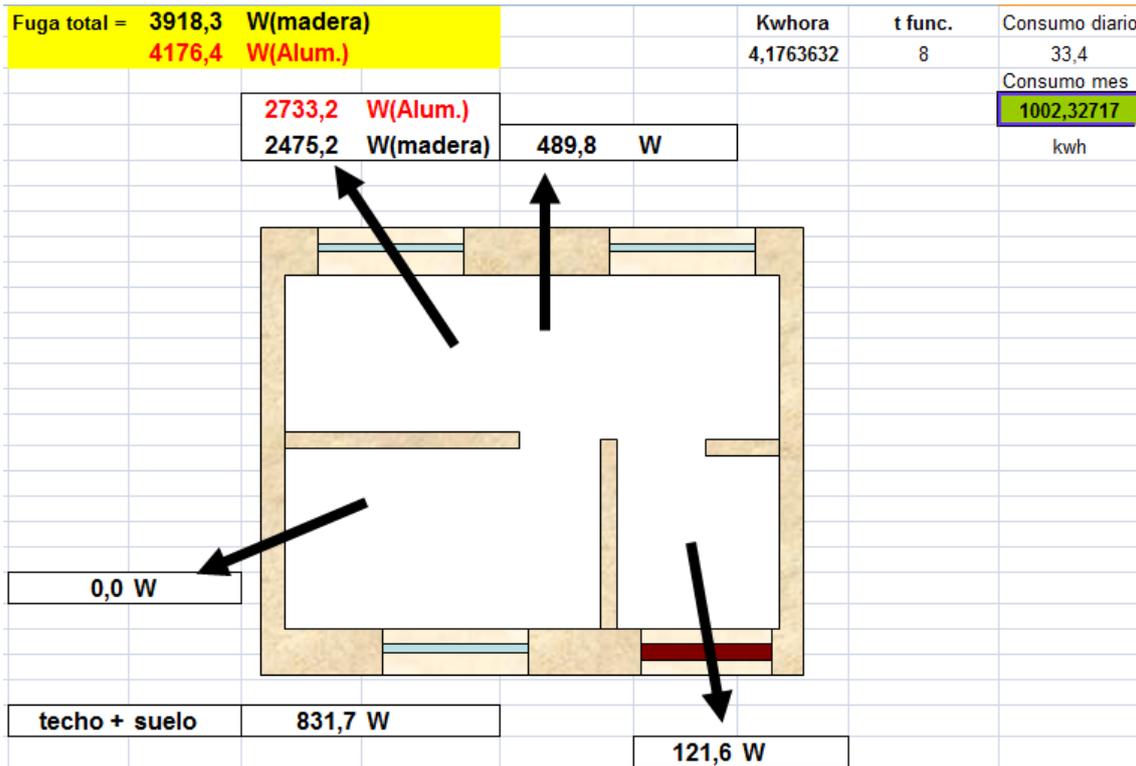
Vivienda 6 Cubierta ajardinada

TECHO	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)
	escayola	0,4	800	1250	0,015
camara aire	0,1	740	1,18	0,1	
bov.hormg.	0,7	980	1200	0,25	
hormigón celular	0,1	1100	600	0,1	
aislamiento	0,03	1054	700	0,04	
lamina imp	0,15	920	1050	0,08	
geotextil	0,04	658,52	250	0,003	
drenaje	0,03	1054	700	0,02	
geotextil	0,04	658,52	250	0,003	
tierra vegetal	0,52	1840	2040	0,15	
superficie	134,2041578				
clave	1 viviendas aisladas, plantas bajas o pisos sin vecinos en planta inferior clave 1, sino clave 0				

Capacidad calorífica techado

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
escayola	2,01306237	2516,32796	2013062,368	22049321,6
camara aire	13,4204158	15,83609063	11718,70706	116400,589
bov.hormg.	33,5510395	40261,24735	39456022,4	339255703
hormigón celular	13,4204158	8052,24947	8857474,417	64338597,4
aislamiento	5,36816631	3757,71642	3960633,106	19681390,8
lamina imp	10,7363326	11273,14926	10371297,32	32499974,9
geotextil	0,40261247	100,6531184	66282,09152	168053,91
drenaje	2,68408316	1878,85821	1980316,553	3576666,3
geotextil	0,40261247	100,6531184	66282,09152	71371,3706
tierra vegetal	20,1306237	41066,4723	75562309,03	54357116,4

			techo	Resit.termica
E. muro ext=	106.050.843	Julios	escayola	0,0375
E. median 1.=		Julios	camara aire	1
E. median 2.=		Julios	bov.hormg.	0,357142857
Emuro part=	74.931.534	Julios	hormigón celu	1
Energ aire =	4.508.609	Julios	aislamiento	1,333333333
E ventanas=	16.173.423	Julios	lamina imp	0,533333333
E suelo =	474.340.772	Julios	geotextil	0,075
E techo =	445.441.413	Julios	drenaje	0,666666667
E total =	1.121.446.594	Julios	geotextil	0,075
			tierra vegetal	0,288461538
C =	102042456	Julios	Rcond(1m2) =	5,366437729
C=	28,35	Kwhora	RTT(1m2) =	5,587976979



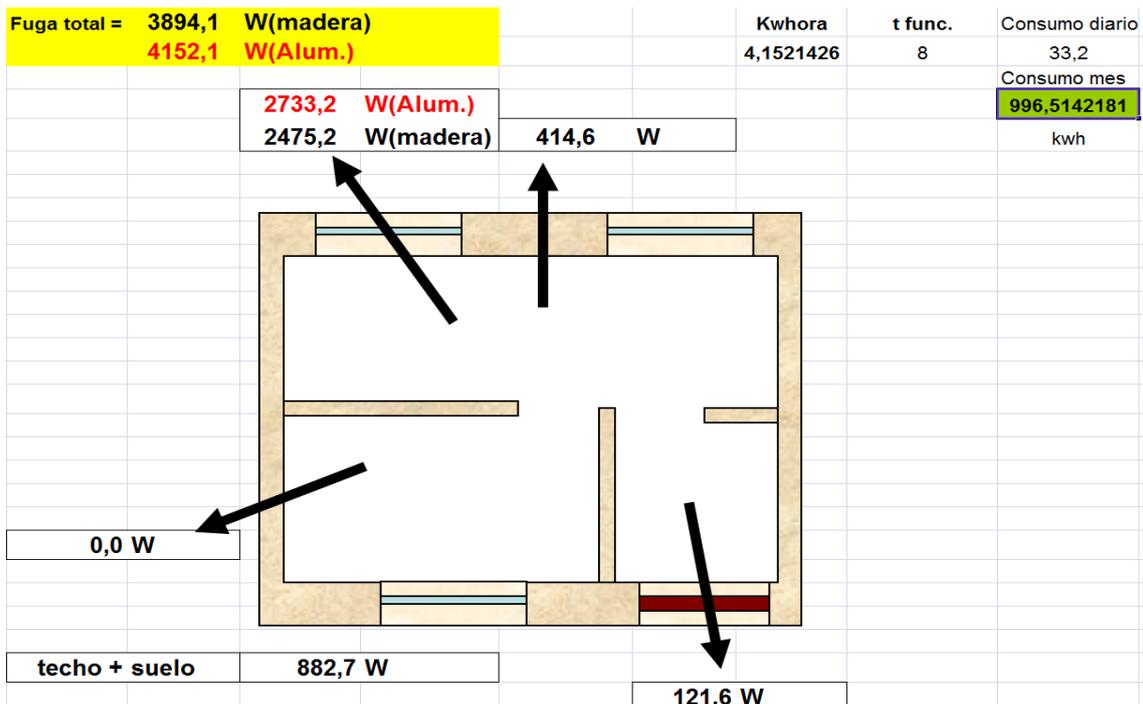
Vivienda 7 Mejora en las propiedades del aislamiento

cerramiento	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)	longitud elemento (metros)	altura elemento (metros)	Longitud = 103,57 metros Altura = 2,7 metros Superficie = 147,34926 m ²	
	exterior	yeso	0,26	735,42	800	0,01			
LH7		0,35	738,06	800	0,07	0,24	0,115	% S relativo=	0,8832
poliuretano		0,025	670	90	0,04				
camara aire		0,023	740	1,18	0,04				
enfoscado		1,2	738,06	2100	0,01				
LCV		0,75	790	1800	0,12	0,24	0,05	% S relativo=	0,8
	llaga unión	1,2	950	2240			0,01		

M.Cerr.Ext.	Resit.termica	E.muro ext=	101.159.589	Julios
yeso	0,038461538	E.median 1.=	0	Julios
LH7	0,155804843	E.median 2.=	0	Julios
poliuretano	1,6	Emuro part=	22.473.858	Julios
camara aire	1,739130435	Energ aire =	4.528.438	Julios
enfoscado	0,008333333	E ventanas=	16.173.423	Julios
LCV	0,142857143	E suelo =	474.340.772	Julios
		E techo =	446.881.795	Julios
		E total =	1.065.557.875	Julios
Rcond(1m2) =	3,684587293	C =	96957040	Julios
R _{TT} (1m2) =	3,906126542	C=	26,93	Kwhora

Capacidad calorífica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	1,47	1.178,79	866.909	9.052.514
LH7	10,31	9.986,37	7.942.477	80.767.084
poliuretano	5,89	530,46	355.406	2.736.274
camara aire	5,89	6,95	5.147	15.448
enfoscado	1,47	3.094,33	2.283.804	1.240.931
LCV	17,68	33.383,45	27.640.364	7.347.337

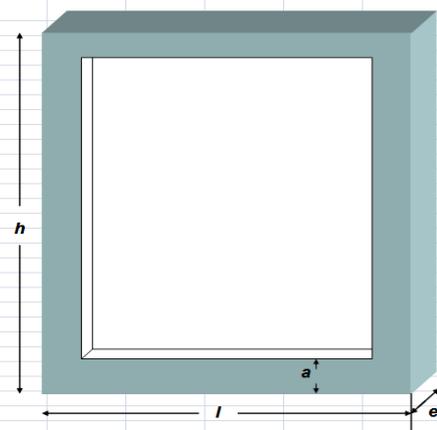


Vivienda 8 Cambio de orientación de la vivienda.

APORTE CALORÍFICO DEL SOLEAMIENTO										
Interior										
ESTACIÓN	MES	ϕ (watts/m ²)	coef plano - esfera	SUPERFICIE (m ²)	HORAS (h)	COEF. REFLECT α	POT. CALORÍFICA Wh (día)	POT. CALORÍFICA KWh (día)	POT. CALORÍFICA julios	POT. CALORÍFICA KWh (mes)
Invierno	diciembre	370	0,25	29,58	5	0,62	8482,06500	8,48207	30535434,00	254,46195
	enero	370	0,25	11,21	5,63	0,62	3619,49041	3,61949	13030165,46	108,58471
	febrero	450	0,25	6,726	5,63	0,62	2641,24976	2,64125	9508499,12	79,23749
Primavera	marzo	600	0,25	6,01	7,07	0,62	3951,63510	3,95164	14225886,36	118,54905
	abril	780	0,25	4,808	7,63	0,62	4435,22134	4,43522	15966796,81	133,05684
	mayo	900	0,25	2,8848	8,53	0,62	3432,72449	3,43272	12357808,16	102,98173
Verano	junio	950	0,25	0,795	9,03	0,62	1057,08566	1,05709	3805508,39	31,71257
	julio	920	0,25	2,8848	10,47	0,62	4307,06987	4,30707	15505451,52	129,21210
	agosto	900	0,25	7,35	9,5	0,62	9740,58750	9,74059	35066115,00	292,21763
Otoño	septiembre	780	0,25	6,01	7,9	0,62	5740,21110	5,74021	20664759,96	172,20633
	octubre	600	0,25	14,1984	6,7	0,62	8847,02304	8,84702	31849282,94	265,41069
	noviembre	450	0,25	23,864	5,57	0,62	9193,64148	9,19364	33097109,33	275,80924
		168,125	385	3600	3600000	1472,775				168,125
Cubiertas										
ESTACIÓN	MES	ϕ (watts/m ²)	coef	HORAS (h)	SUPERFICIE (m ²)	POT. CALORÍFICA julios	aporte solar kwh (día)	aporte solar kwh (mes)	coef	kwh
Invierno	diciembre	370	0,25	5	96	159840000,00	44,40000	1332,00000	0,00300	3,99600
	enero	370	0,25	5,63	108	202477320,00	56,24370	1687,31100	0,00300	5,06193
	febrero	450	0,25	5,63	111	253096850,00	70,30483	2109,13875	0,00300	6,32742
Primavera	marzo	600	0,25	7,07	118	459500400,00	125,13900	3754,17000	0,00300	11,26251
	abril	780	0,25	7,63	126	674888760,00	187,46910	5624,07300	0,00300	16,87222
	mayo	900	0,25	8,53	130	898209000,00	249,50250	7486,07500	0,00300	22,45523
Verano	junio	950	0,25	9,03	132	1019125800,00	283,09050	8492,71500	0,00300	25,47815
	julio	920	0,25	10,47	132	1144329120,00	317,86920	9536,07600	0,00300	28,60823
	agosto	900	0,25	9,5	130	1000350000,00	277,87500	8336,25000	0,00300	25,00875
Otoño	septiembre	780	0,25	7,9	126	698770800,00	194,10300	5823,09000	0,00300	17,46927
	octubre	600	0,25	6,7	118	426924000,00	118,59000	3557,70000	0,00300	10,67310
	noviembre	450	0,25	5,57	111	250399350,00	69,55538	2086,66125	0,00300	6,25998
		168,125	385	3600	3600000	1472,775				168,125

Vivienda 9 Cambio de Carpintería exterior a P.V.C.

Marco	h	l	e	a	nºhojas	S marco	S vidrio
elem. 1	2,7	3,5	0,07	0,06	4	1,6584	7,7916
elem. 2	2,7	3,53	0,07	0,06	4	1,662	7,869
elem. 3	2,7	0,86	0,07	0,06	1	0,4128	1,9092
elem. 4	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 5	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 6	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 7	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 8	2,7	3,5	0,07	0,06	5	1,968	7,482
elem. 9	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 10	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 11	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 12	2,7	2,6	0,07	0,06	2	0,9312	6,0888
elem. 13	2,7	3,5	0,07	0,06	6	2,2776	7,1724
elem. 14	2,7	3,53	0,07	0,06	3	1,3524	8,1786
elem. 15	2,7	3,5	0,07	0,06	2	1,0392	8,4108
elem. 16	2,7	3,53	0,07	0,06	2	1,0428	8,4882
elem. 17	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 18	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 19	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 20	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 21	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 22	2,7	3,53	0,07	0,06	4	1,662	7,869
elem. 23	2,7	1	0,07	0,06	1	0,4296	2,2704
elem. 24	2,7	2,26	0,07	0,06	1	0,5808	5,5212
elem. 25	2,7	0,86	0,07	0,06	1	0,4128	1,9092
Totales =						21,3336	103,4064



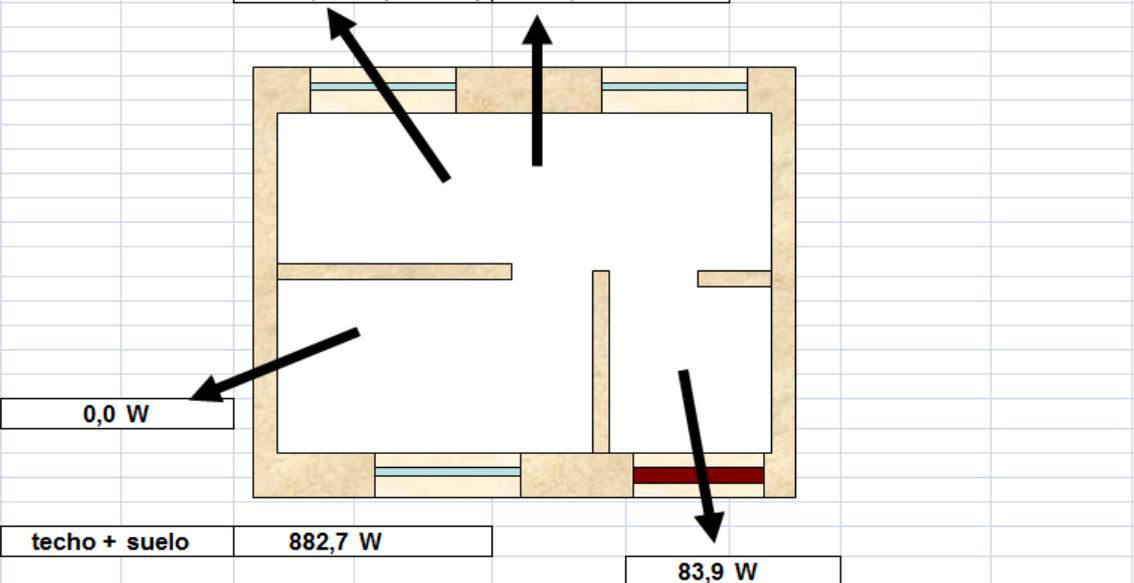
R _{tot} (aluminio) =	0,002796692
W muro exterior. =	506,8421115
W medianero 1=	0,005450049
W puertas =	83,85841156
W vidrios =	2166,671122
W marcos =	289,5327666
W fug techo =	314,9586429
W fug suelo =	567,7728029
W fuga Tot=	3929,643106

P.V.C.	R ₂ =	1,7
R (m ²) =	0,58823529	

Capacidad Calorífica Ventanales

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
marcos	1,493352	1418,6844	1702421,28	9354804,93
vidrio	0,8272512	2068,128	1240876,8	6818618,02

Fuga total =	3948,6	W(madera)		Kwhora	t func.	Consumo diario
	3929,6	W(Alum.)		3,9296431	8	31,4
						Consumo mes
						943,1143454
						kwh



Vivienda 10 Reducción del % de Carpintería exterior

cerramiento exterior	Material	k	Cp Julios/Kg°C	densidad aparente Kg/m ³	espesor (metros)	longitud elemento (metros)	altura elemento (metros)	Longitud = 103,57 metros Altura = 2,7 metros Superficie = 204,53526 m ²	
	yeso	0,26	735,42	800	0,01				
LH7	0,35	738,06	800	0,07	0,24	0,115	% S relativo= 0,8832		
lana	0,04	698,52	220	0,04					
camara aire enfoscado	0,023	740	1,18	0,04					
LCV	0,75	738,06	2100	0,01	0,24	0,05	% S relativo= 0,8		
llaga unión	1,2	950	2240				0,01		

Marco	h	l	e	a	nºhojas	S marco	S vidrio
elem. 1	2,7	1,7	0,07	0,06	4	1,4424	3,1476
elem. 2	2,7	1,7	0,07	0,06	4	1,4424	3,1476
elem. 3	2,7	0,86	0,07	0,06	1	0,4128	1,9092
elem. 4	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 5	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 6	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 7	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 8	2,7	1,7	0,07	0,06	5	1,752	2,838
elem. 9	2,7	1,3	0,07	0,06	2	0,7752	2,7348
elem. 10	2,7	1,3	0,07	0,06	2	0,7752	2,7348
elem. 11	2,7	1,3	0,07	0,06	2	0,7752	2,7348
elem. 12	2,7	1,3	0,07	0,06	2	0,7752	2,7348
elem. 13	2,7	1,3	0,07	0,06	6	2,0136	1,4964
elem. 14	2,7	1,7	0,07	0,06	3	1,1328	3,4572
elem. 15	2,7	1,7	0,07	0,06	2	0,8232	3,7668
elem. 16	2,7	1,7	0,07	0,06	2	0,8232	3,7668
elem. 17	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 18	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 19	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 20	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 21	2,7	0,3	0,07	0,06	1	0,3456	0,4644
elem. 22	2,7	1,7	0,07	0,06	4	1,4424	3,1476
elem. 23	2,7	1	0,07	0,06	1	0,4296	2,2704
elem. 24	2,7	1,2	0,07	0,06	1	0,4536	2,7864
elem. 25	2,7	0,86	0,07	0,06	1	0,4128	1,9092
Totales =						18,792	48,762

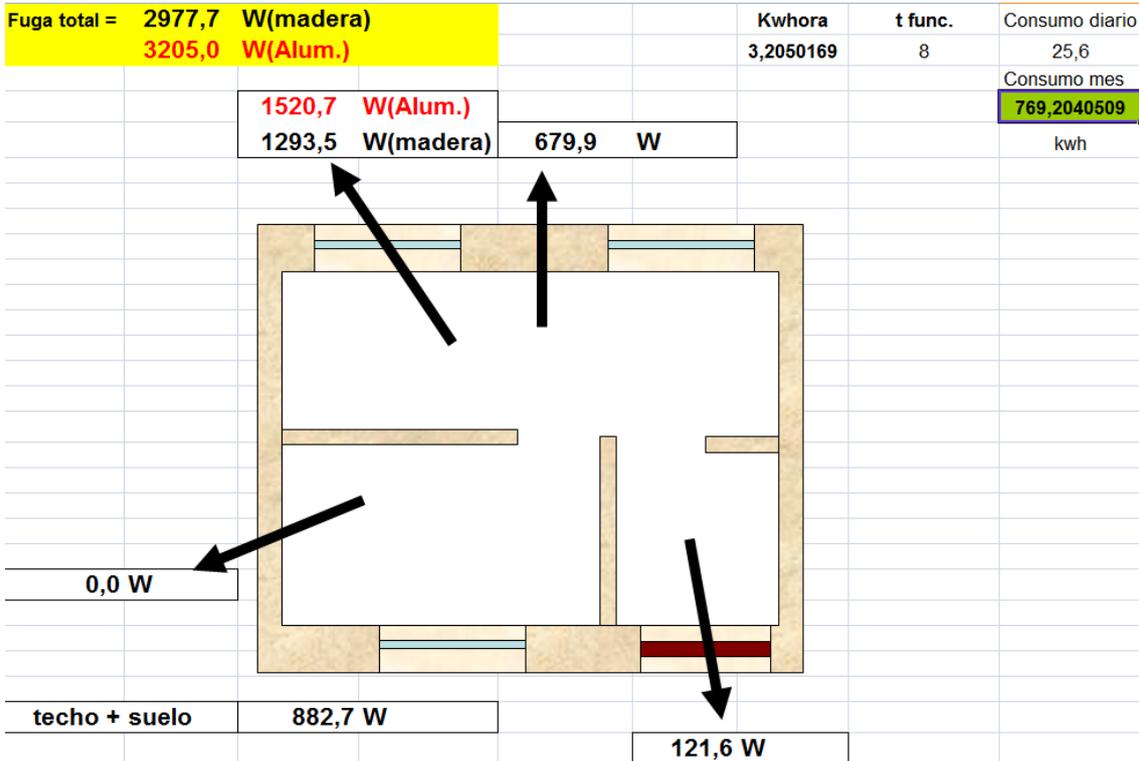
Superficies			
Muro ext.	204,53526	E. muro ext=	147.208.997,34 Julios
Medianero 1	0,00027	E. median 1.=	0,00 Julios
Medianero 2	0,00027	E. median 2.=	0,00 Julios
Puertas	7,56	Emuro part=	74.931.533,64 Julios
		Energ aire =	4.508.608,64 Julios
		E ventanas=	11.455.677,07 Julios
Vidrio	48,762	E suelo =	474.340.771,77 Julios
Marcos.	18,792	E techo =	510.225.742,53 Julios
techo	134,20	E total =	1.222.671.330,99 Julios
suelo	134,20	C =	111.253.078,34 Julios
		C=	30,90 Kwhora

Capacidad calorífica muro externo

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
yeso	2,05	1.636,28	1.203.355	12.446.168
LH7	14,32	13.862,06	11.024.938	110.469.991
lana	8,18	1.799,91	1.257.273	10.182.639
camara aire	8,18	9,65	7.144	25.335
enfoscado	2,05	4.295,24	3.170.145	2.035.142
LCV	24,54	46.339,51	38.367.542	12.049.722

Capacidad Calorífica Ventanales

	Volumenes	Masas	Cap Cal indiv	Cal retenido
marcos	1,31544	1249,668	1499601,6	8240310,79
vidrio	0,390096	975,24	585144	3215366,28



Vivienda 11 Mejora de vidrio a 4-12-6

Vidrios	vidrio 1	aire	vidrio 2	perfil térmico del climalit	
espesor(mm)	4	12	6	0	
calor esp.	600	750	600	4	0,005
densidad	2500	1,15	2500	16	0,5859375
conductiv.	0,8	0,02048	0,8	22	0,0075
superficie	103,4064			R total (1m ²)	0,344827586

Rtot (aluminio) =	0,002702074		
W muro exterior. =	489,8083442	E.muro ext=	106.050.843,38 Julios
W medianero 1=	0,005450049	E.median 1.=	-623,14 Julios
W medianero 2=	0,005450049	E.median 2.=	-410,02 Julios
W puertas =	121,6324272	Emuro part=	74.931.533,64 Julios
W vidrios =	2006,537573	Energ aire =	4.508.608,64 Julios
W marcos =	566,5289272	E ventanas=	17.878.077,45 Julios
W fug techo =	314,9586429	E suelo =	474.340.771,77 Julios
W fug suelo =	567,7728029	E techo =	510.225.742,53 Julios
W fuga Tot=	4067,245966	E total =	1.187.934.544,25 Julios
		C =	108.092.315,22 Julios
		C=	30,03 Kwhora

Fuga total =	3809,2 W(madera)	W(hora)	t func.	Consumo diario
	4067,2 W(Alum.)	4,06724597	8	32,5
				Consumo mes
				976,1390317
				kwh

2573,1 W(Alum.)	489,8 W
2315,0 W(madera)	
0,0 W	
techo + suelo	882,7 W
	121,6 W

