



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

Universitat Politècnica de València
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura

ENERGÍAS RENOVABLES Y AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Proyecto fin de carrera de:

JESÚS ROMERO FORRAT

Dirigido por:

Jaime Langa Sanchis

CONTENIDO DEL TRABAJO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO | 4 |
| DATOS DE PARTIDA | 5 |
| Parámetros climáticos (Temperaturas y precipitaciones)..... | 5 |
| LA VIVIENDA | 7 |
| CONDICIONES DE DISEÑO | 7 |
| DISEÑO DE LA ENVOLVENTE:..... | 8 |
| CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA GLOBAL DE LA FACHADA | 16 |
| RESUMEN TRANSMITANCIAS | 17 |
| GANANCIAS Y PÉRDIDAS DE CALOR..... | 18 |
| BALANCE DE CALOR EN EL MES DE DICIEMBRE | 18 |
| GANANCIAS EN EL MES DE AGOSTO | 28 |
| ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR | 38 |
| CALEFACCIÓN: SOLUCIÓN ADOPTADA..... | 40 |
| DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA | 40 |
| DISEÑO DEL SISTEMA..... | 41 |
| CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DEL AGUA..... | 43 |
| CAUDAL DEL AGUA: | 44 |
| VELOCIDAD DEL AGUA: | 45 |
| CÁLCULO DE LOS MONTANTES | 46 |
| CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR..... | 49 |
| AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)..... | 50 |
| CONSUMOS ELECTRICOS..... | 54 |
| CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDOS A ELECTRODOMÉSTICOS | 54 |
| AIRE ACONDICIONADO | 55 |
| PANELES FOTOVOLTAICOS..... | 57 |
| BATERÍAS..... | 60 |
| INVERSORES..... | 61 |
| ESTUDIO COMPARATIVO: | 62 |
| CONCLUSIÓN Y REFLEXION FINAL..... | 64 |
| BIBLIOGRAFÍA | 65 |

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un momento en el que la gran amenaza mundial es algo tan intangible como unos simples grados centígrados. La subida de la temperatura global puede provocar un gran castigo a esta especie que desde inicios del siglo XX se ha dedicado a arrasar con todo lo que ha encontrado a su paso.

Durante la década de los 1990 la temperatura global subió en 0'6º, las precipitaciones aumentaron en un 1% y el nivel del mar ha subido en 30 cm. Las predicciones para este siglo XXI no son nada satisfactorias.

Por su parte, el protocolo de Kioto empezó una iniciativa muy bella y simbólica que queda muy lejos de las necesidades reales.

En nuestro país, el gasto doméstico es el principal factor de consumo energético seguido por el transporte. Por lo tanto está en nuestra labor -como arquitectos- contribuir a preservar el medio ambiente.

En este sentido, la idea de una vivienda comprometida con el medio ambiente, y a su vez con un reducido consumo energético basado en energías renovables no contaminantes, habría sido una utopía en las últimas décadas a la que debemos enfrentarnos y convertirlas en una realidad necesaria.

Así, movimientos técnicos y arquitectónicos como el de las PassiveHouse, han puesto el punto de partida a un movimiento que, además de necesario, puede crear el nuevo estilo del Siglo XXI y compaginar las necesidades técnicas con el diseño proyectual.

En el presente trabajo acondicionaremos una vivienda unifamiliar situada en una zona rural de modo que no dependa de la red eléctrica y pueda autoabastecerse de forma 100% renovable.

OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del presente proyecto es acondicionar una vivienda tipo de 20x20m con patio central de modo que consuma la mínima energía posible, y sustituir la necesaria por medios renovables y no contaminantes. Dicho objetivo se establece mediante cuatro puntos básicos a aportar en el proyecto:

- Acondicionar la vivienda, reducir el consumo necesario y las emisiones de CO₂ de los materiales escogidos (aislantes térmicos y materiales de construcción) y promover sistemas y materiales constructivos que posean una *Huella Verde*
- Incorporar las limitaciones y técnicas de las denominadas Passive House a la vivienda
- Incorporar energías renovables i/o menos contaminables para la obtención de energía eléctrica y agua caliente.

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La vivienda unifamiliar sobre la que se va a centra el estudio se ubica en la ciudad de Gandía, Valencia, en una pedanía situada al oeste, llamada Marxuquera, una vivienda experimental de planta baja de 20x20 metros construidos con un patio central.

Se accede por el *Cami Rural Bases* (Ubicación 38.955511, -0.237122)

Dicha vivienda tiene una piscina y una zona cubierta por una pérgola de madera. La parcela sobre la que se sitúa tiene un área de 4688 metros y el acceso a la vivienda se efectúa mediante una vía rodada de pequeñas dimensiones.

a vivienda se encuentra en un núcleo urbano construido a base de viviendas unifamiliares dispersas que han formado un conjunto en una zona que tenía una clasificación de rural/agraria.

Ésta linda en sus 3 medianeras con otras 3 respectivas parcelas, la parcela sur destinadas al cultivo y la norte y oeste poseen edificaciones típicas de zona agraria (2 alturas) y un arbolado de dimensiones medias en el linde con nuestra parcela.

La vivienda tiene una planta cuadrada con una cubierta a cuatro aguas cuya recogida se centra en su patio interior.

| Estancia | m ² |
|----------------------|----------------|
| Salón/Living/comedor | 140 |
| Patio Central | 42 |
| Cocina | 28 |
| Estudio | 12,10 |
| Garaje | 25,30 |
| Galería | 2,70 |
| Dormitorio 1 | 20,00 |
| Dormitorio 2 | 14,40 |
| Dormitorio 3 | 14,90 |
| Baño 1 | 8,00 |
| Baño 2 | 4,30 |
| Baño 3 | 5,40 |

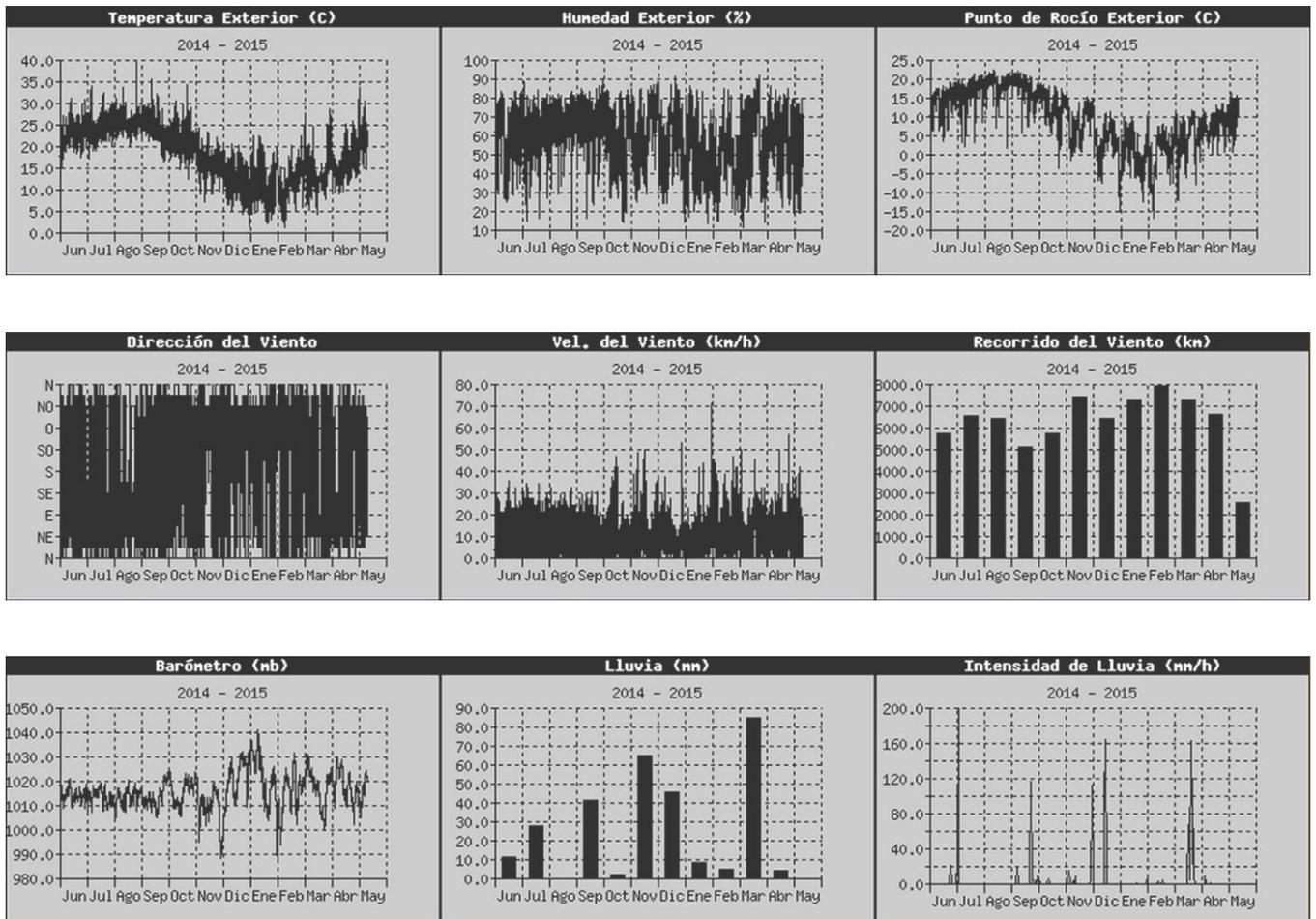
Dicho patio es accesible y posee una lámina de agua en un lateral. La altura máxima de dicha edificación es de 4,4m y las superficies de cada uno de sus habitáculos:

La vivienda posee un espacio continuo en la fachada sur destinado a la zona de estar: salón, comedor, living,... Al oeste se encuentran las habitaciones y al norte los baños, el estudio y la cochera. A la fachada este se encuentra la cocina, el acceso y la entrada al garaje. Toda ella está centrada por un patio cuadrado de dimensiones 7x7m que ilumina toda la vivienda desde el interior.

La fachada sur esta retranqueada 2 metros formando una marquesina que protege la zona acristalada del soleamiento en verano.

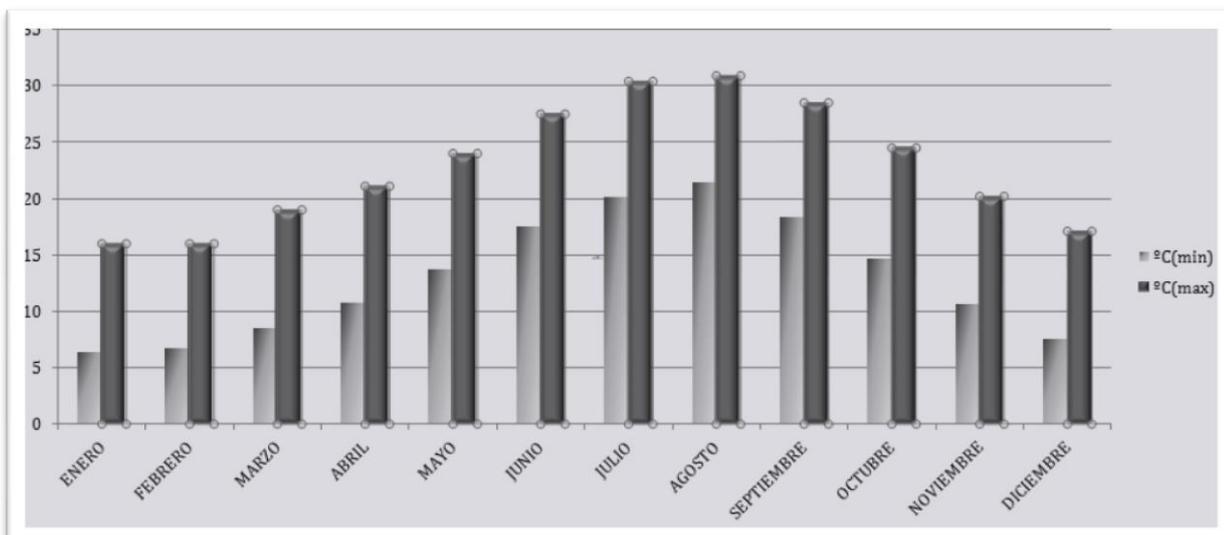
DATOS DE PARTIDA

Parámetros climáticos (Temperaturas y precipitaciones)

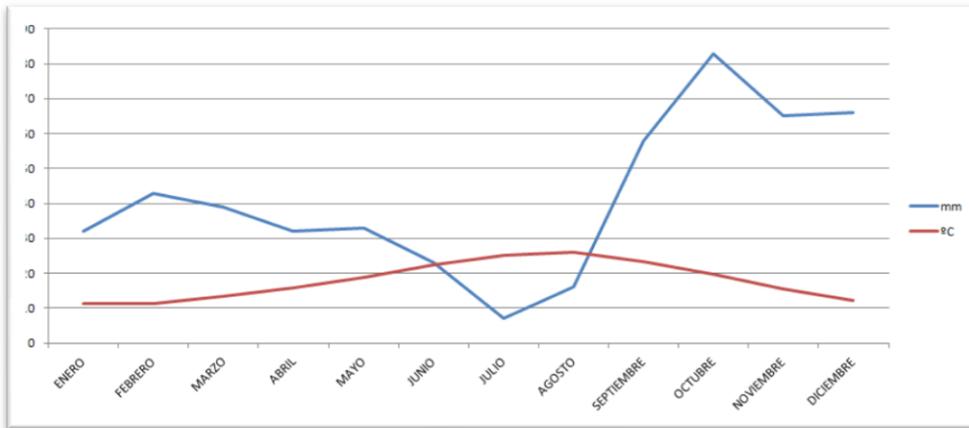


Éstos datos están recogidos de la web de www.meteovalencia.es. De ellos extraemos la parte que más nos importa: temperaturas y velocidad y dirección del viento . Representándolos obtenemos:

Temperaturas medias mínimas y máximas de cada mes realizando una estimación según el año 2014



Volumen de las precipitaciones de cada mes y temperatura media mensual.



Con estos dos datos sabemos que los meses más calurosos, como es lógico, son los comprendidos entre los 2 equinoccios en los meses de verano, donde la temperatura media máxima se sitúa en los 30,5°C y donde las precipitaciones son mínimas, es decir, los días en que el cielo esté nublado serán muy pocos.

Por contra, los meses restantes (octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo) tienen unas temperaturas medias mínimas bastante más bajas, encontrando su valor extremo en el mes de diciembre con 6,8°C. Estos meses coinciden con un mayor número de días lluviosos, alcanzando su máximo en los meses de octubre y noviembre.

Tomando en cuenta estos datos, deberemos encontrar unos sistemas de generación eléctrica que puedan ser capaces de suministrarnos energía en ambas situaciones.

Parámetros climáticos (Velocidad y dirección del viento)

El clima donde la vivienda está ubicada es mediterráneo. La vivienda se encuentra a 7,5 Km de la playa y los vientos dominantes provienen del norte y nordeste. A la zona este, por donde podríamos recibir brisa marina, tenemos una pequeña colina, de magnitud suficiente para coartar el viento desde esta dirección.

La zona donde están ubicadas estas viviendas forma una especie de valle entre los montes que las rodean por el este y oeste.

Las velocidades medias del viento por meses se recogen en el centro de climatología de la C.V.

| Mes | enero | febrero | marzo | abril | mayo | junio | julio | agosto | sep | oct | nov | dic |
|-----|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|
| m/s | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 7 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 6.9 | 6.5 | 6 |

Normativa

Para la realización de este proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa vigente:

- *Código técnico de la edificación* (CTE)
- *Reglamento de las instalaciones Térmicas en los edificios* (RITE)
- *Normas UNE* correspondientes
 1. suelo radiante UNE EN 1264:1998
 2. colectores solares UNE-EN 12975-1:2001

Asimismo se han recogido datos de referencia de la web de las casas pasivas: www.passivehouse.org

LA VIVIENDA

Puestos a desarrollar una vivienda que sea lo más autosuficiente posible es necesario prestar atención a la orientación y a los parámetros bioclimáticos y de microclima de la zona.

Nuestra vivienda se encuentra en una zona rural-agraria, sin edificaciones de gran altura (máximo 2 plantas). Los vientos dominantes impactan contra nuestra envolvente en la fachada norte y nordeste.

CONDICIONES DE DISEÑO

Condiciones interiores de diseño:

Las condiciones interiores de diseño quedan definidas por la temperatura de uso de los locales, la humedad relativa, el movimiento y pureza del aire aunque también importan factores como la temperatura superficial de los cerramientos, aportación calorífica, iluminación...

Teniendo en cuenta que el control de todos esos factores, solamente se conseguirá con la climatización del aire acondicionado, por medio de la calefacción solo se considerara la temperatura interior y la humedad relativa interior. Estos valores deben mantenerse en los espacios habitables que vienen definidos en el CTE y que se corresponden con las habitaciones, salones, cocinas, baños, pasillos, distribuidores y las zonas comunes de circulación en el interior de los edificios. Se ha adoptado una temperatura del aire interior de 20° C a 22°C en todos los espacios de la vivienda.

Condiciones exteriores de diseño:

Para mantener constante la temperatura de un local debe igualarse en cada instante el flujo de calor que proporcionan los emisores con la pérdida de calor. Por lo tanto, el flujo de calor que se demanda a los emisores en cada instante es variable ya que depende de las condiciones exteriores en cada momento del día y del año. Con objeto de determinar el tipo y consumo de los equipos que integran la instalación de calefacción, se supone que la temperatura exterior permanece constante e igual a un valor denominado temperatura exterior de diseño que se corresponde con la temperatura mínima media del mes de diciembre.

Para nuestro proyecto, las condiciones exteriores propias del mes de diciembre son :

- Temperatura exterior : 6,5 °C

Y en el mes de agosto, donde se alcanzan las temperaturas máximas, consideramos una temperatura máxima media exterior de:

- Temperatura exterior : 30,5° C

DISEÑO DE LA ENVOLVENTE:

FACHADAS

La envolvente del edificio, en su parte de muro ciego está diseñada como un cerramiento de una única hoja portante de bloques de termo-arcilla de 24x29x30cm con acabado interior de enlucido de yeso y pintura. La cara exterior se aísla con paneles de fibra de madera de 15 cm de espesor con un acabado de planchas de madera blanca de 1 mm.

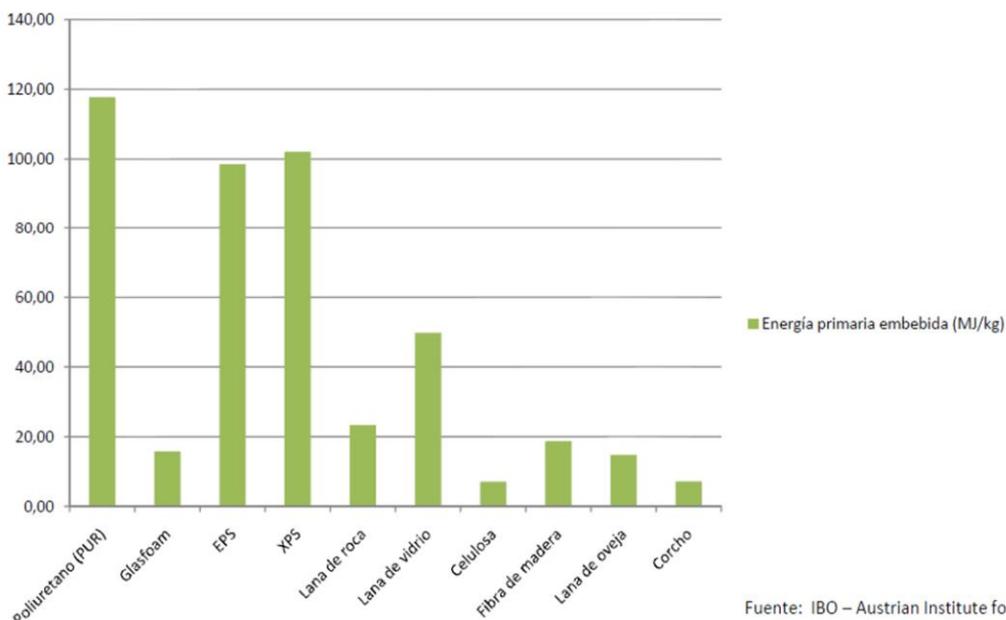
La colocación del aislamiento por el exterior (SATE) nos permite eliminar los posibles puentes térmicos con el forjado y cubrir toda la envolvente de forma uniforme.

También, al mantener la parte portante al interior los bloques de termoarcilla actuarán con gran inercia térmica hacia el interior de la vivienda, asumiendo la temperatura media interior en todo momento. Este hecho es importante tenerlo en cuenta al tratarse de una vivienda de uso doméstico las 24 horas del día.

Ésta es nuestra intención, pues al calefactar o refrigerar la vivienda no nos preocupa únicamente el hecho de no tener grandes pérdidas sino, desde el punto de vista bioclimático, el hecho de tener el cerramiento portante al interior nos proporcionara un *efecto batería* de la temperatura que deseamos.

El aislante térmico de fibras de madera se ha elegido por su baja conductividad ($0,034 \text{ W/m}^2\text{K}$) y por su origen orgánico y natural. Éste no ha provocado emisiones de CO_2 a la atmósfera durante su fabricación, la energía embebida en su fabricación es mínima y por contra, durante su vida ha proporcionado oxígeno a partir del dióxido de carbono.

Comparativa de materiales de aislamiento



La chapa de pintura blanca al exterior servirá de protección al aislamiento ya que será tratada con un barniz o protección impermeable y además, debido a su color claro evitará una mayor absorción de la radiación solar.

Así mismo, el efecto de tener una fachada que se asemeje de madera, permite una mayor integración arquitectónica con el entorno rural del que tratamos.

Se ha hecho una estimación mediante la herramienta informática THERM 6 con el fin de justificar el sistema constructivo elegido. En ambas imágenes la temperatura interior es de 21°C y la exterior pasa de 30'5°C a 6'8°C, las temperaturas máximas y mínimas correspondientes a la zona indicada.

A continuación, calculamos los valores de las transmitancias y los comparamos con las recomendaciones de la passive-house y las limitaciones del documento básico de ahorro de energía (HE-0)



CERRAMIENTOS VERTICALES

| MATERIAL | ρ (W/mK) | Espesor (m) | R (m ² K/W) |
|------------------------|---------------|-------------|------------------------|
| <i>R_{se}</i> | 0,04 | | 0,04 |
| PLANCHA MADERA BLANCA | 0,23 | 0,002 | 0,0087 |
| PANEL DE CORCHO | 0,032 | 0,15 | 4,6875 |
| ENFOSCADO SIN MAESTRAR | 0,41 | 0,015 | 0,0366 |
| BLOQUE TERMOARCILLA | 0,25 | 0,29 | 1,16 |
| REVESTIMIENTO YESO | 0,41 | 0,015 | 0,0366 |
| <i>R_{si}</i> | 0,13 | | 0,13 |

PASSIVEHOUSE:
0,15 W/m²K

| | |
|--------------------------|---------------|
| Espesor (m) = | 0,47 |
| Rt (m ² K/W)= | 6,0994 |
| U (W/m ² K)= | 0,1640 |

Puesto que el objetivo del presente proyecto es alcanzar las limitaciones de transmitancias de las Passive House, se ha marcado el objetivo de acercarse a los 0,15 W/m²K en las zonas de climas moderados.

Se obvia comentar, puesto que nos acercamos a niveles de transmitancias propios de casas pasivas, que se cumple la limitación del CTE que establece un valor máximo de transmitancias térmica de 1,07 W/m²K.

Mediante la elección de un aislante térmico orgánico y sin emisiones de CO₂ a la atmósfera hemos alcanzado una transmitancia de 0,164 W/m²K, muy cerca de la recomendación de la vivienda pasiva (0,15 W/m²K)

CUBIERTA

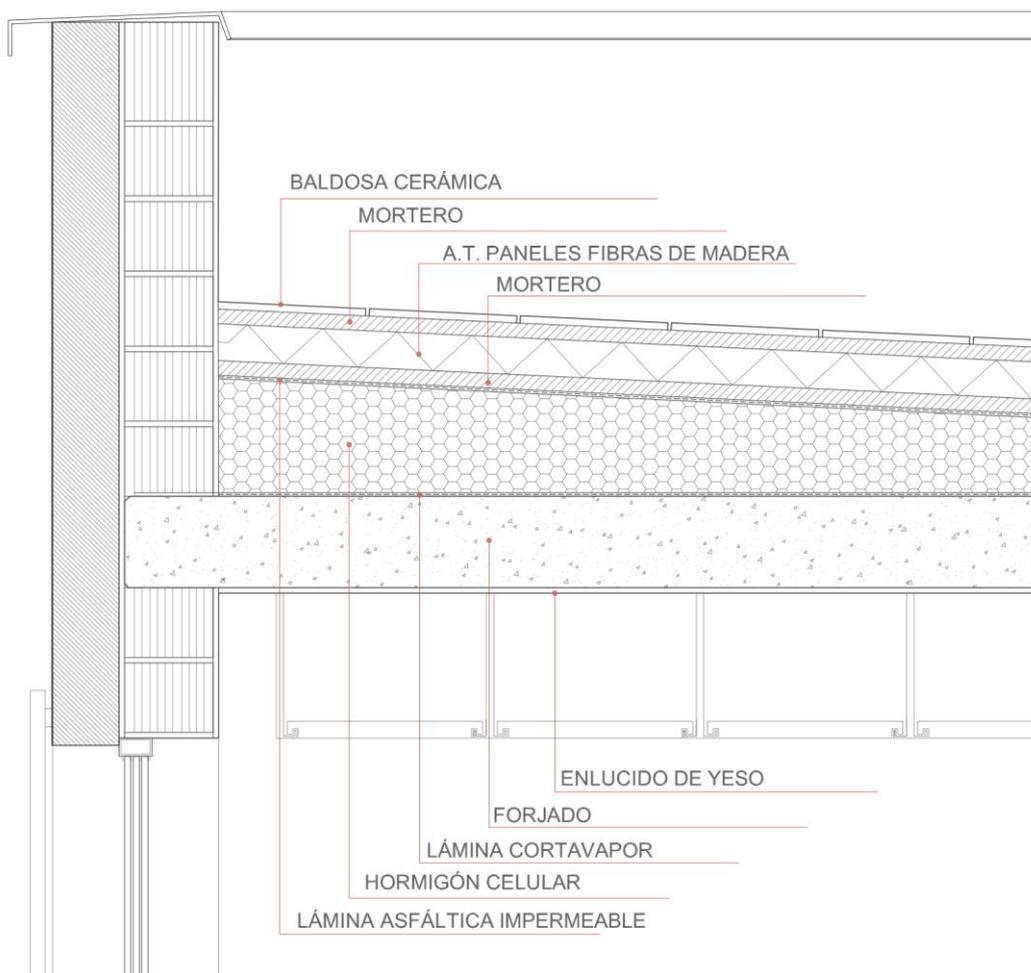
El diseño de la cubierta recuerda a las *Domus* romanas. Una vivienda cuadrada a cuatro aguas, con el fin de recoger el agua de las precipitaciones en el interior del patio.

Nuestro caso es muy similar, colocaremos una cubierta a cuatro aguas, con pendientes reducidas, entre el 5 y 7% con un acabado cerámico que facilite la circulación del agua y su tránsito puntual para el posible mantenimiento.

Se construirá una cubierta invertida compuesta por el forjado enlucido al interior con yeso, y por el superior con la barrera de vapor, hormigón aligerado para la formación de pendientes, lamina asfáltica, mortero de protección, aislante térmico de paneles de fibra de madera, capa de mortero y baldosa cerámica.

Para las cubiertas, la transmitancia ideal para alcanzar una vivienda pasiva es la misma que para los cerramientos, pues abarca toda la envolvente exceptuando los huecos.

Así mismo, el CTE establece una limitación de transmitancia térmica de $0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$



CUBIERTAS Y VOLADIZOS

| MATERIAL | ρ (W/mK) | Espesor (m) | R (m^2K/W) |
|--|---------------|-------------|----------------|
| <i>Rse</i> | 0,04 | | 0,04 |
| BALDOSA CERÁMICA | 1 | 0,3 | 0,3 |
| MORTERO DE PROTECCIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN | 0,41 | 0,05 | 0,1220 |
| AT FIBRAS NATURALES | 0,034 | 0,15 | 4,4118 |
| MORTERO DE PROTECCIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN | 1,3 | 0,01 | 0,0077 |
| LÁMINA ASFÁLTICA 4kg/m ² | 0,7 | 0,005 | 0,0071 |
| HORMIGÓN ALIGERADO 800 | 0,27 | 0,15 | 0,5556 |
| FORJADO HA | 1 | 0,25 | 0,25 |
| ENLUCIDO YESO | 0,41 | 0,03 | 0,0732 |
| <i>Rsi</i> | 0,1 | | 0,1 |

PASSIVEHOUSE:
0,15 W/m²K

| | |
|------------------------------|---------------|
| Espesor (m) = | 0,645 |
| Rt (m^2K/W)= | 5,8673 |
| U (W/m²K)= | 0,1704 |

Diseñar la cubierta debe ser uno de los procesos fundamentales a la hora de acondicionar una vivienda en esta zona, pues la radiación solar en verano expone a la envolvente a un alto grado de radiación, y por consiguiente de calor que puede infiltrarse en la vivienda.

El hecho de colocar una baldosa cerámica de color claro permite la reflexión de una parte de la radiación solar. Asimismo, la disposición de 15 centímetros de aislante térmico más el espesor del hormigón aligerado confieren a la cubierta un valor de transmitancia tan bajo que puede asemejarse al del cerramiento pese a tener 25 centímetros de forjado de hormigón armado.

Una vez obtenida la transmitancia de este elemento, podemos aceptar la solución adoptada porque la transmitancia térmica está muy cerca de la recomendada para una vivienda pasiva.

LOS HUECOS

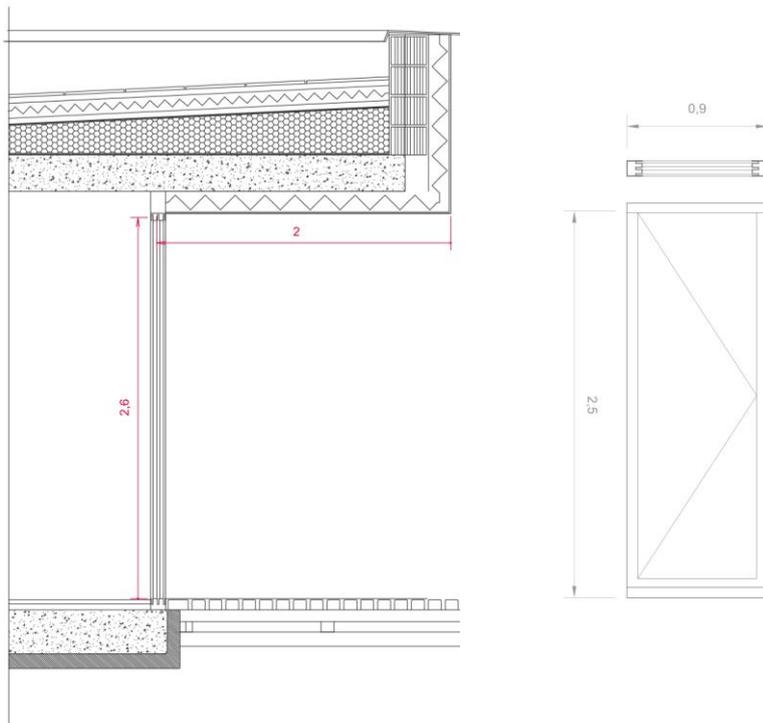
La vivienda tiene 5 tipo de huecos: Los ventanales de la fachada sur y el patio central, las puertas corredizas de vidrio, las ventanas tipo, la puerta de acceso y la puerta del garaje.

Para los huecos acristalados se ha optado por elegir una ventana de la casa FINSTRAL con marco de madera y PVC. En el Anejo se puede consultar la información de dicha ventana.

El acristalamiento será un vidrio triple aislante llamado *SUN BLOCK-3* que combina un eficaz control solar con el máximo aislamiento térmico. Este vidrio es el adecuado para ventanas muy expuestas al sol y para amplias superficies de vidrio.

La transmitancia del acristalamiento que nos garantiza el fabricante es de $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ y la del marco de $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

HUECO 1: PUERTA DE VIDRIO CORREDERA DE LA FACHADA OESTE

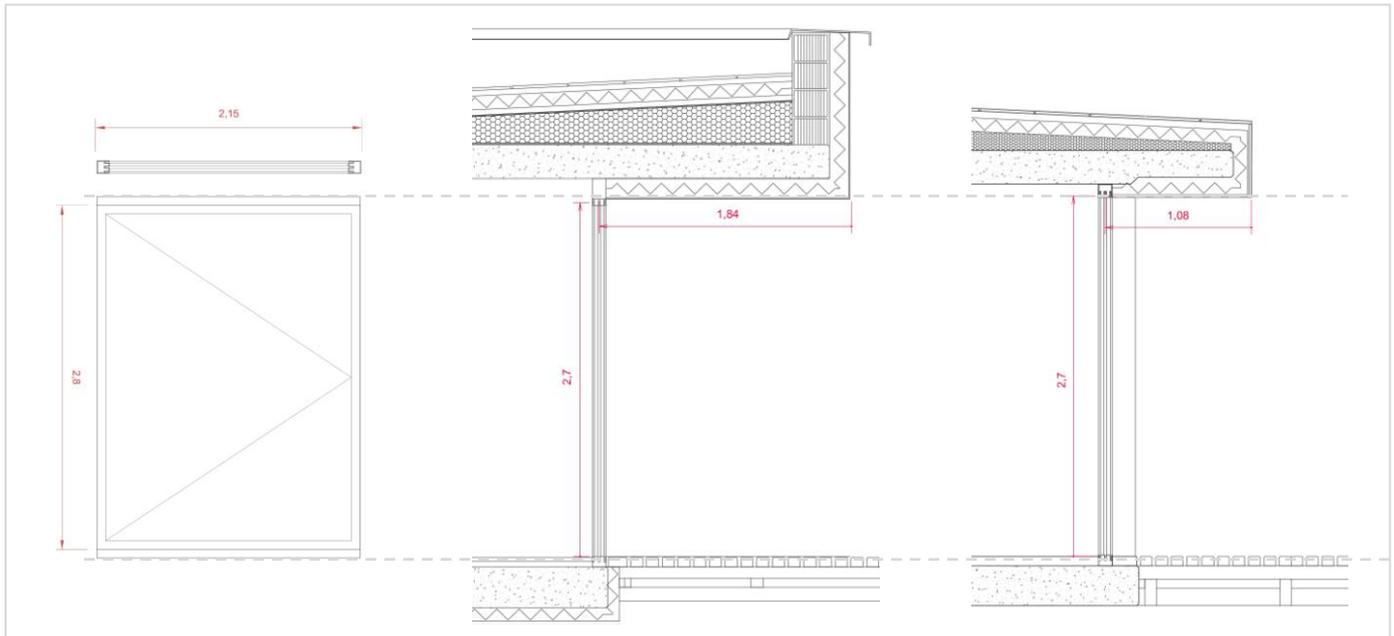


| VENTANAL CORREDERO HABITACIÓN | | HUECO1 |
|---|-----------------------------|--|
| <i>U vidrio:</i> | $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ | VIDRIO DE BAJA EMISIVIDAD |
| <i>U marco</i> | $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ | MARCO MADERA ALTA DENSIDAD |
| Área del hueco= | | $2,1803 \text{ m}^2$ |
| Fracción del hueco ocupado por el vidrio | | $1,8 \text{ m}^2$ |
| Fracción del hueco ocupado por el marco | | $0,3803 \text{ m}^2$ |
| Porcentaje de hueco ocupado por el marco | | 17 % |
| Uhueco1= $0,69 < 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | PASSIVEHOUSE: $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ |

| FACTOR SOLAR MODIFICADO | | |
|-------------------------|------------|------|
| FACTOR DE SOMBRA | = | 0,77 |
| % OCUPADO POR EL MARCO | = | 0,17 |
| FACTOR SOLAR | g = | 0,61 |
| TRANSMITANCIA MARCO | Um = | 1,1 |
| ABSORTIVIDAD DEL MARCO | $\alpha =$ | 0,75 |

FACTOR SOLAR= 0,3922

HUECO 2: VENTANAL CORREDERO



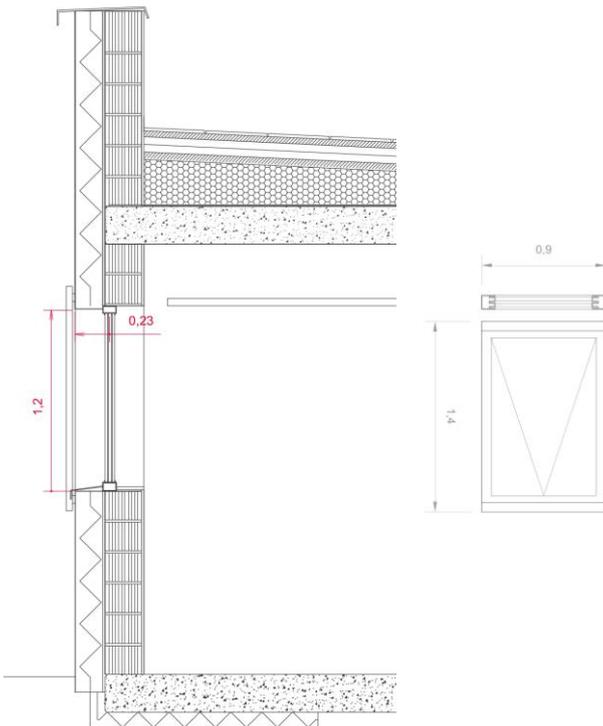
| VENTANAL CORREDERO PATIO | | | HUECO2 |
|--|------------------------|----------------------------|---|
| <i>U</i> vidrio: | 0,6 W/m ² K | VIDRIO DE BAJA EMISIVIDAD | |
| <i>U</i> marco | 1,1 W/m ² K | MARCO MADERA ALTA DENSIDAD | |
| Área del hueco= | | | 5,93 m ² |
| Fracción del hueco ocupado por el vidrio | | | 5,26 m ² |
| Fracción del hueco ocupado por el marco | | | 0,67 m ² |
| Porcentaje de hueco ocupado por el marco | | | 11,30 % |
| Uhueco = 0,6656 < 3,8 W/m ² K | | | PASSIVEHOUSE: 1,1 W/m ² K |

| FACTOR SOLAR MODIFICADO VENTANAL FACHADA SUR | FACTOR SOLAR MODIFICADO PATIO NORTE | FACTOR SOLAR MODIFICADO PATIO E/O |
|---|---|---|
| FACTOR DE SOMBRA = 0,5 | FACTOR DE SOMBRA = 0,82 | FACTOR DE SOMBRA = 0,92 |
| % OCUPADO POR EL MARCO = 0,11 | % OCUPADO POR EL MARCO = 0,61 | % OCUPADO POR EL MARCO = 0,67 |
| FACTOR SOLAR <i>g</i> = 0,61 | FACTOR SOLAR <i>g</i> = 0,61 | FACTOR SOLAR <i>g</i> = 0,61 |
| TRANSMITANCIA MARCO <i>U</i> _m = 1,1 | TRANSMITANCIA MARCO <i>U</i> _m = 1,1 | TRANSMITANCIA MARCO <i>U</i> _m = 1,1 |
| ABSORTIVIDAD DEL MARCO <i>α</i> = 0,75 | ABSORTIVIDAD DEL MARCO <i>α</i> = 0,75 | ABSORTIVIDAD DEL MARCO <i>α</i> = 0,75 |
| FACTOR SOLAR= 0,2724 | FACTOR SOLAR= 0,2116 | FACTOR SOLAR= 0,2055 |

Se ha estudiado el factor solar modificado del hueco en cada una de sus ubicaciones, la fachada sur, el patio central en su lado norte (recibe la luz del sur) y el patio central en sus lados este y oeste.

La transmitancia térmica obtenida tiene unas excelentes cualidades pues se sitúa en torno al doble de eficacia en comparación con las viviendas pasivas, y se aleja en gran cantidad de la limitación del Código Técnico de la Edificación.

HUECO 3: VENTANA TIPO



El hueco estándar o tipo de la vivienda es una ventana abatible que se sitúa en las fachadas este y oeste, donde la radiación que incide tiene una inclinación baja o muy baja.

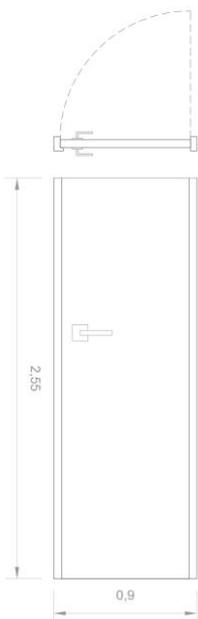
Es por este motivo, que este hueco tendrá una protección especial con unas mallorquinas correderas por el exterior con lamas verticales que le permitirán regular la radiación incidente.

| VENTANA TIPO | HUECO3 |
|---|----------------------------|
| $U_{\text{vidrio}} = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ | VIDRIO DE BAJA EMISIVIDAD |
| $U_{\text{marco}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ | MARCO MADERA ALTA DENSIDAD |
| Área del hueco= | 1,26 m ² |
| Fracción del hueco ocupado por el vidrio | 0,88 m ² |
| Fracción del hueco ocupado por el marco | 0,38 m ² |
| Porcentaje de hueco ocupado por el marco | 30,16 % |
| Uhueco = 0,79 < 3,8 W/m²K | |

| FACTOR SOLAR MODIFICADO | |
|-------------------------|---------------|
| VENTANA TIPO ESTE/OESTE | |
| FACTOR DE SOMBRA | = 0,87 |
| % OCUPADO POR EL MARCO | = 0,30 |
| FACTOR SOLAR | g = 0,61 |
| TRANSMITANCIA MARCO | Um = 1,1 |
| ABSORTIVIDAD DEL MARCO | α = 0,75 |
| FACTOR SOLAR= | 0,3793 |

PASSIVEHOUSE:
1,1 W/m²K

PUERTAS INTERIORES



Las puertas interiores han sido seleccionadas del catálogo de puertas de la empresa UNIARTE. Se ha elegido la puerta T-ML! A-ECO CENIZA con una transmitancia térmica aproximada de 1,8 W/m²K

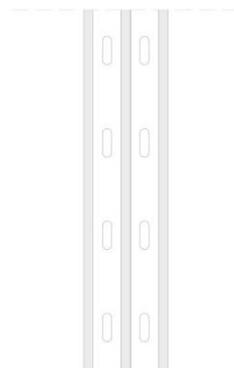
| PUERTAS INTERIORES | |
|-----------------------|-----|
| $U_{\text{puerta}} =$ | 1,8 |

COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR: TABIQUE DE SEPARACIÓN ENTRE DOS ESPACIOS CALEFACTADOS

La compartimentación interior se ejecutara en seco mediante paneles de yeso laminado anclados a una subestructura metálica. Los datos obtenidos se han recogido de la empresa de paneles de yeso laminado KNOUF.

Puede obtenerse más información referente a este producto en el anejo adjunto.

| COMPARTIMENTACIÓN | | | |
|---------------------|---------------|---------------|----------------|
| MATERIAL | ρ (W/mK) | Espesor (m) | R (m^2K/W) |
| PANEL YESO LAMINADO | 0,06 | 0,03 | 0,5 |
| CÁMARA AIRE | | 0,045 | 0,18 |
| PANEL YESO LAMINADO | 0,06 | 0,015 | 0,25 |
| CÁMARA AIRE | | 0,045 | 0,18 |
| PANEL YESO LAMINADO | 0,06 | 0,03 | 0,18 |
| Espesor (m)= | | 0,165 | |
| Rt (m^2K/W)= | | 1,29 | |
| U (W/m^2K)= | | 0,7752 | |



La transmitancia térmica de estos elementos entre dos espacios calefactados suele ser poco trascendente pues el salto térmico entre dos espacios contiguos no supera los 2°C.

En el caso de la cocina, la separación con el resto de espacios se realiza mediante un muro de vidrio laminar doble.

| COMPARTIMENTACIÓN COCINA | | |
|--------------------------|-------------|----------------|
| MATERIAL | Espesor (m) | R (m^2K/W) |
| VIDRIO LAMINAR 4+4 | 0,08 | 5,6 |
| Espesor (m)= | | 0,08 |
| Rt (m^2K/W)= | | 5,6 |
| U (W/m^2K)= | | 0,1786 |

CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA GLOBAL DE LA FACHADA

Para establecer la transmitancia media se utilizara el promedio de las transmitancias en función de su superficie mediante la expresión:

$$\frac{U \text{ cerramiento} \cdot A \text{ cerramiento} + U \text{ hueco} \cdot A \text{ hueco}}{A \text{ cerramiento} + A \text{ hueco}}$$

Donde U es la transmitancia del elemento y A el área

FACHADA NORTE

| MACIZO | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|--------|
| PLANTA | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | |
| BAJA | 67,37 | 0,1640 | |
| HUECO | | | |
| HUECO | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | NÚMERO |
| TIPO 3 | 0,66 | 0,79 | 4 |
| ÁREA DE FACHADA | 70 | m ² | |
| ÁREA DE HUECOS | 2,63 | m ² | |
| ÁREA DE MURO CIEGO | 67,37 | m ² | |
| %HUECO-FACHADA | 4 | % | |
| U fachada | 0,187 | (W/m ² K) | |

FACHADA SUR

| MACIZO | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|--------|
| PLANTA | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | |
| BAJA | 34,42 | 0,1640 | |
| HUECO | | | |
| HUECO | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | NÚMERO |
| TIPO 2 | 5,93 | 0,6565 | 6 |
| ÁREA DE FACHADA | 70 | m ² | |
| ÁREA DE HUECOS | 35,58 | m ² | |
| ÁREA DE MURO CIEGO | 34,42 | m ² | |
| %HUECO-FACHADA | 51 | % | |
| U fachada | 0,414 | (W/m ² K) | |

FACHADA ESTE

| MACIZO | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|--------|
| PLANTA | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | |
| BAJA | 66,22 | 0,1640 | |
| HUECO | | | |
| HUECO | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | NÚMERO |
| HUECO 4 | 1,26 | 0,79 | 3 |
| HUECO6 | 2,7 | 1,1 | 1 |
| HUECO 5 | 8,82 | 1,8 | 1 |
| ÁREA DE FACHADA | 70 | m ² | |
| ÁREA DE HUECOS | 15,30 | m ² | |
| ÁREA DE MURO CIEGO | 66,22 | m ² | |
| %HUECO-FACHADA | 22 | % | |
| U fachada | 0,328 | (W/m ² K) | |

FACHADA OESTE

| MACIZO | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|--------|
| PLANTA | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | |
| BAJA | 54,70 | 0,1640 | |
| HUECO | | | |
| HUECO | ÁREA (m ²) | U (W/m ² K) | NÚMERO |
| HUECO 3 | 1,26 | 0,79 | 3 |
| HUECO 4 | 8,82 | 1,8 | 1 |
| HUECO 4 | 2,7 | 1,1 | 1 |
| ÁREA DE FACHADA | 70 | m ² | |
| ÁREA DE HUECOS | 15,30 | m ² | |
| ÁREA DE MURO CIEGO | 54,70 | m ² | |
| %HUECO-FACHADA | 22 | % | |
| U fachada | 0,301 | (W/m ² K) | |

RESUMEN TRANSMITANCIAS

Con el fin de realizar los posteriores balances de ganancias y pérdidas de calor, aquí expresamos el resumen de las transmitancias obtenidas y las comparamos con los valores medios que recomienda la *PassiveHouse*

| ELEMENTO | TRANSMITANCIA W/m ² K | |
|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| ENVOLVENTE | | |
| CERRAMIENTOS | | |
| TERMOARCILLA + PANEL CORCHO | 0,164 | PASSIVEHOUSE: 0,15 - 0,45 W/m ² K |
| CUBIERTA | | |
| CUBIERTA | 0,170 | PASSIVEHOUSE: 0,15 - 0,45 W/m ² K |
| HUECOS | | |
| VENTANAS | | |
| TIPO 1 | 0,687 | PASSIVEHOUSE: 1,1 W/m ² K |
| TIPO 2 | 0,656 | PASSIVEHOUSE: 1,1 W/m ² K |
| TIPO 3 | 0,79 | PASSIVEHOUSE: 1,1 W/m ² K |
| PUERTAS | | |
| PUERTA ACCESO | 1,1 | PASSIVEHOUSE: 1,1 W/m ² K |
| PUERTA COCHERA | 1,8 | PASSIVEHOUSE: 1,1 W/m ² K |
| COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR | | |
| COMPARTIMENTACIÓN CON INSTALACIONES | 1,398 | |
| COMPARTIMENTACIÓN SIN INSTALACIONES | 0,775 | |
| FACHADAS | | |
| NORTE | 0,187 | |
| SUR | 0,414 | |
| ESTE | 0,328 | |
| OESTE | 0,301 | |

GANANCIAS Y PÉRDIDAS DE CALOR

BALANCE DE CALOR EN EL MES DE DICIEMBRE

(temperatura media exterior 6,8°C)

SALA ESTAR + LIVING + COMEDOR + PASSILLO

| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
|------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|----------|
| CERRAMIENTO P-1 | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + | | | | | | | | | | |
| PANEL FIBRA | 20 | 2,75 | 55 | 35,58 | 19,42 | 0,1640 | 21 | 6,8 | -14,2 | -45,21 |
| GALERÍA | 1,8 | 2,75 | 4,95 | 0 | 4,95 | 0,1640 | 21 | 6,8 | -14,2 | -11,52 |
| PATIO INTERIOR | 27,76 | 2,75 | 76,34 | 53,37 | 22,97 | 0,1640 | 21 | 6,8 | -14,2 | -53,48 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECOS 2 | | | | 5,93 | 88,95 | 0,6565 | 21 | 6,8 | -14,2 | -829,21 |
| TECHOS CUBIERTA | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 140 | 0,1704 | 21 | 6,8 | -14,2 | -338,83 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| COCINA | 9,7 | 2,8 | | | 27,16 | 0,1786 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| COCHERA | 1,5 | 2,8 | | | 4,2 | 0,1640 | 21 | 20 | -1 | -0,69 |
| ESTUDIO | 2,9 | 2,8 | | | 8,12 | 0,7752 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| BAÑO1 | 2 | 2,8 | | | 5,6 | 0,7752 | 21 | 22 | 1 | 4,34 |
| HABITACIÓN1 | 3,2 | 2,8 | | | 8,96 | 0,7752 | 21 | 20 | -1 | -6,95 |
| HABITACIÓN2 | 4,2 | 2,8 | | | 11,76 | 0,7752 | 21 | 20 | -1 | -9,12 |
| HABITACIÓN3 | 1,7 | 2,8 | | | 4,76 | 0,7752 | 21 | 20 | -1 | -3,69 |
| BAÑO3 | 9,6 | 2,8 | | | 26,88 | 0,7752 | 21 | 22 | 1 | 20,84 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR 1 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 22 | 1 | 21,5 |
| PUERTA INTERIOR 2 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 3 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 4 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 5 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 6 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 22 | 1 | 2,15 |
| PUERTA ACCESO | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 6,8 | -14,2 | -30,54 |
| | | | | | | | | | | -1299,75 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| Estancia central | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 21°C |
|---|------------------------|-------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -1299,75 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C_e (kcal/kg°C) | ρ_e (kg/m ³) |
| 357,50 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | -14,2 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN ΣQ_v (kcal/h) | | |
| -3776,92 | | |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h) | | |
| -4391,76 | | |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS $F = F_1 + F_2 + F_3$ | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,05 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS $\Sigma F =$ | | |
| 0,2 | | |
| BALANCE DE CALOR TOTAL $\Sigma Q = (Q_t + Q_v) \cdot (1 + F) =$ | | |
| -6829,81 w | | |

VOLÚMENES DE AIRE DEL ESPACIO CENTRAL

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN (m ³) |
|------------------------------|-------|---------------------------|
| 130 | 2,75 | 357,5 |
| VOLUMEN TOTAL | | 357,5 |
| SUPERFICIE TOTAL | | 130 m ² |

Los datos de la carga térmica de la estancia se obtienen por el producto entre la superficie, la transmitancia media y el gradiente de temperatura

HABITACIÓN 1

| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
|-------------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|---------------|
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 7,9 | 2,7 | 21,33 | 4,36 | 16,97 | 0,1640 | 20 | 6,8 | -13,2 | -36,72 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA DORMITORIO 1 | | | | | 12,30 | 0,1704 | 20 | 6,8 | -13,2 | -27,67 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO2 | | | | | 4,36 | 0,6872 | 20 | 6,8 | -13,2 | -39,56 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| BAÑO 2 | 2,23 | 2,7 | 6,021 | 1,96 | 4,07 | 0,7752 | 20 | 22 | 2 | 6,30 |
| PASILLO | 1 | 2,7 | 2,7 | 0 | 2,7 | 0,7752 | 20 | 21 | 1 | 2,09 |
| HABITACIÓN2 | 2,63 | 2,7 | 7,101 | 0 | 7,10 | 0,7752 | 20 | 20 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR PASILLO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,15 |
| PUERTA INTERIOR BAÑO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 22 | 2 | 4,301 |
| | | | | | | | | | | -89,10 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| HABITACIÓN 1 | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 20°C |
|--|----------------------------------|---|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -89,10 |
| <i>BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$</i> | | |
| <i>V aire (m³)</i> | <i>C_e (kcal/kg°C)</i> | <i>ρ_e (kg/m³)</i> |
| 50,2975 | 0,24 | 1,24 |
| | | <i>μ (nº renovaciones/h)</i> |
| | | 2,5 |
| | | <i>ΔT (°C)</i> |
| | | -13,2 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ_v (kcal/h) | -493,96 |
| <i>TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h)</i> | | |
| | | -574,37 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | -763,00 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA HABITACIÓN 1

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------------|
| 18,29 | 2,75 | 50,30 |
| VOLUMEN TOTAL | | 50,30 m³ de aire |

| HABITACIÓN 2 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 5,45 | 2,7 | 14,72 | 1,26 | 14,72 | 0,1640 | 20 | 6,8 | -13,2 | -31,84 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA DORMITORIO 2 | | | | | 12,3 | 0,1704 | 20 | 6,8 | -13,2 | -27,67 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 20 | 6,8 | -13,2 | -13,14 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| BAÑO 3 | 2 | 2,7 | 5,4 | 1,96 | 3,45 | 0,7752 | 20 | 22 | 2 | 5,34 |
| PASILLO | 1 | 2,7 | 2,7 | 0 | 4,1 | 0,7752 | 20 | 21 | 1 | 3,18 |
| HABITACIÓN1 | 2,63 | 2,7 | 7,10 | 0 | 2,5 | 0,7752 | 20 | 20 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR PASILLO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,15 |
| PUERTA INTERIOR BAÑO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 22 | 2 | 4,30 |
| | | | | | 28,28 | 0,1947 | | | | -57,69 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| HABITACIÓN 2 | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 20°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -57,69 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 34,925 | 0,24 | 1,24 |
| μ (nº renovaciones/h) | ΔT (°C) | |
| 2,5 | -13,2 | |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | -342,99 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h) | | |
| | | -398,83 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | -524,99 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA HABITACIÓN 2

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------|
| 12,7 | 2,75 | 34,93 |
| VOLUMEN TOTAL | | 34,93 m ³ de aire |

HABITACIÓN 3

| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 3,43 | 2,7 | 9,26 | 1,26 | 8,001 | 0,1640 | 20 | 6,8 | -13,2 | -17,32 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| DORMITORIO 3 | | | | | 15 | 0,1704 | 20 | 6,8 | -13,2 | -33,75 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 20 | 6,8 | -13,2 | -13,14 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| BAÑO 3 | 2 | 2,7 | 5,4 | 1,96 | 3,445 | 0,7752 | 20 | 22 | 2 | 5,34 |
| PASILLO | 3,62 | 2,7 | 9,8 | 1,96 | 0,745 | 0,7752 | 20 | 21 | 1 | 6,08 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR PASILLO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,955 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,15 |
| PUERTA INTERIOR BAÑO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,955 | 1,1 | 20 | 22 | 2 | 4,30 |
| | | | | | 24,26 | 0,5524 | | | | -46,35 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| HABITACIÓN 3 | | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 20°C |
|--|----------------------------------|---|------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | | (watt) | -46,35 |
| <i>BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$</i> | | | |
| <i>V aire (m³)</i> | <i>C_e (kcal/kg°C)</i> | <i>ρ_e (kg/m³)</i> | <i>μ (nº renovaciones/h)</i> |
| 35,75 | 0,24 | 1,24 | 2,5 |
| <i>TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN ΣQ_v (kcal/h)</i> | | | -351,09 |
| <i>TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h)</i> | | | -408,25 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS | | F=F1+F2+F3 | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) | |
| 0 | 0,05 | 0,1 | |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | | ΣF= | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | -522,79 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA HABITACIÓN 3

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------------|
| 13 | 2,75 | 35,75 |
| VOLUMEN TOTAL | | 35,75 m³ de aire |

| BAÑO 1 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 1,85 | 2,7 | 5,00 | 1,26 | 3,74 | 0,1640 | 22 | 6,8 | -15,2 | -9,31 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 22 | 6,8 | -15,2 | -15,13 |
| TECHO | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 8,1 | 0,1704 | 22 | 6,8 | -15,2 | -20,98 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN ESTUDIO | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 0 | 12,15 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -9,42 |
| PARTICIÓN PASILLO | 1,95 | 2,7 | 5,265 | 0 | 5,27 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -4,08 |
| PARTICIÓN BAÑO 2 | 2,3 | 2,7 | 6,21 | 1 | 5,21 | 0,7752 | 22 | 22 | 0 | 0 |
| HABITACIÓN 1 | 2,23 | 2,7 | 6,021 | 1 | 5,02 | 0,7752 | 22 | 20 | -2 | -7,78 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 22 | 20 | -2 | -4,30 |
| | | | | | | | | | | -71,01 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| BAÑO 1 | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 22°C |
|---|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -71,01 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 22,275 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | -15,2 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | -251,90 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | (1w=0,86 kcal/h) | -292,21 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | -418,51 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL BAÑO 1

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|-------------------------------|
| 8,10 | 2,75 | 22,275 |
| VOLUMEN TOTAL | | 22,275 m ³ de aire |

| BAÑO 2 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² k) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 5,45 | 2,7 | 14,72 | 1,26 | 13,46 | 0,1640 | 22 | 6,8 | -15,2 | -33,53 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 4,1 | 0,1704 | 22 | 6,8 | -15,2 | -10,62 |
| HUECO | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 22 | 6,8 | -15,2 | -15,13 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN HABITACIÓN 1 | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 1,96 | 10,20 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -7,90 |
| PARTICIÓN BAÑO 1 | 2,3 | 2,7 | 6,21 | 0 | 6,21 | 0,7752 | 22 | 22 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 22 | 20 | -2 | -4,30 |
| | | | | | | | | | | -71,49 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| BAÑO 2 | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 22°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -71,49 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 11,275 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | -15,2 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | -127,51 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | (1w=0,86 kcal/h) | -148,26 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,1 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,25 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | -274,69 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL BAÑO 2

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|-------------------------------------|
| 4,10 | 2,75 | 11,275 |
| VOLUMEN TOTAL | | 11,275 m³ de aire |

| BAÑO 3 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 1,8 | 2,7 | 4,86 | 0 | 4,86 | 0,1640 | 22 | 6,8 | -15,2 | -12,11 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 5,5 | 0,1704 | 22 | 6,8 | -15,2 | -14,25 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 22 | 6,8 | -15,2 | -15,13 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN HABITACIÓN 2 | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 1,96 | 10,96 | 0,7752 | 22 | 20 | -2 | -15,81 |
| PARTICIÓN HABITACIÓN 3 | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 0 | 12,15 | 0,7752 | 22 | 20 | -2 | -18,84 |
| PARTICIÓN PASILLO | 2,3 | 2,7 | 6,21 | 0 | 6,21 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -4,81 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 22 | 21 | -1 | -2,15 |
| | | | | | | | | | | -83,10 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| BAÑO 3 | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 22°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -83,10 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 14,7125 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | -15,2 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | -166,38 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | | |
| (1w=0,86 kcal/h) | | |
| | | -193,47 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,1 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | | ΣF= |
| | | 0,25 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ = (Qt+Qv)·(1+F)= | -345,70 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL BAÑO 3

| SUPERFÍCIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------------|
| 5,35 | 2,75 | 14,71 |
| VOLUMEN TOTAL | | 14,71 m³ de aire |

| COCHERA | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|---------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² k) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 21,25 | 2,4 | 51 | 10,083 | 40,917 | 0,163951 | 20 | 6,8 | -13,2 | -88,55 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 9,6612 | 0,170437 | 20 | 6,8 | -13,2 | -21,74 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN 1 PASILLO | 4,08 | 2,4 | 9,792 | 1,955 | 7,837 | 0,775194 | 20 | 21 | 1 | 6,08 |
| PARTICIÓN 2 ESTUDIO | 5,1 | 2,4 | 12,24 | 0 | 12,24 | 0,775194 | 20 | 21 | 1 | 9,49 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 20 | 6,8 | -13,2 | -13,14 |
| PUERTA COCHERA | | | | | 8,823 | 1,8 | 20 | 6,8 | -13,2 | -209,63 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR2(7) | 0,85 | 2,3 | 0 | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,1505 |
| | | | | | 50,5782 | 0,16519 | | | | -137,13 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| COCHERA | | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 20°C |
|--|----------------------------------|---|------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | | (watt) | -137,13 |
| <i>BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$</i> | | | |
| <i>V aire (m³)</i> | <i>C_e (kcal/kg°C)</i> | <i>ρ_e (kg/m³)</i> | <i>μ (nº renovaciones/h)</i> |
| 67,925 | 0,24 | 1,24 | 2,5 |
| <i>TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN ΣQ_v (kcal/h)</i> | | | -667,08 |
| <i>TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h)</i> | | | -775,67 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) | |
| 0 | 0,05 | 0,1 | |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS ΣF= | | | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | | | -1049,73 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA COCHERA

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------------|
| 24,70 | 2,75 | 67,925 |
| VOLUMEN TOTAL | | 67,93 m³ de aire |

| ESTUDIO | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² k) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 3,95 | 2,35 | 9,2825 | 1,26 | 8,0225 | 0,163951 | 21 | 6,8 | -14,2 | -18,68 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 12,1 | 0,170437 | 21 | 6,8 | -14,2 | -29,28 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 21 | 6,8 | -14,2 | -14,13 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN 1 COCHERA | 6,67 | 2,35 | 15,6745 | 0 | 15,6745 | 0,775194 | 21 | 20 | -1 | -12,15 |
| PARTICIÓN PASILLO | 2,86 | 2,4 | 6,864 | 1,9975 | 4,8665 | 0,775194 | 21 | 21 | 0 | 0,00 |
| PARTICIÓN BAÑO1 | 4,5 | 2,4 | 10,8 | 0 | 10,8 | 0,775194 | 21 | 22 | 1 | 8,37 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR2(7) | 0,85 | 2,35 | | 1,9975 | 1,9975 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | -65,88 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| ESTUDIO | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 21°C |
|--|--|-------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -65,88 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V_{aire} (m ³) | C_e (kcal/kg°C) | ρ_e (kg/m ³) |
| 33,275 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | -14,2 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ_v (kcal/h) | -351,54 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | | -408,72 |
| (1w=0,86 kcal/h) | | |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS $F = F1 + F2 + F3$ | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,1 | 0,05 | 0,05 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | $\Sigma F =$ | 0,2 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | $\Sigma Q = (Q_t + Q_v) \cdot (1 + F) =$ | -569,58 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL ESTUDIO

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------------|
| 12,10 | 2,75 | 33,275 |
| VOLUMEN TOTAL | | 33,28 m³ de aire |

| COCINA | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 12,1 | 1,75 | 21,18 | 3,78 | 17,4 | 0,1640 | 21 | 6,8 | -14,2 | -40,50 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 30,5 | 0,1704 | 21 | 6,8 | -14,2 | -73,82 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 3,78 | 0,79 | 21 | 6,8 | -14,2 | -42,40 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN VIDRIO | 6,67 | 2,35 | 15,678 | 0 | 15,67 | 0,1786 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA GALERIA | 0,85 | 2,35 | | 2,00 | 2,00 | 1,1 | 21 | 6,8 | -14,2 | -31,20 |
| | | | | | | | | | | -83,10 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| COCHERA | | Temp. exterior = 6,8°C | Temp. interior = 21°C |
|--|----------------------------------|---|--|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | | (watt) | -83,10 |
| <i>BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$</i> | | | |
| <i>V aire (m³)</i> | <i>C_e (kcal/kg°C)</i> | <i>ρ_e (kg/m³)</i> | <i>μ (nº renovaciones/h)</i> |
| 77 | 0,24 | 1,24 | 2,5 |
| <i>ΔT (°C)</i> | | | -14,2 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | | | ΣQ_v (kcal/h) |
| | | | -813,49 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | | | |
| <i>(1w=0,86 kcal/h)</i> | | | -945,92 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) | |
| 0,1 | 0,05 | 0,05 | |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | | | $\Sigma F =$ |
| | | | 0,2 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | | | $\Sigma Q = (Q_t + Q_v) \cdot (1 + F) =$ |
| | | | -1360,6 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA COCINA

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|---------------------------------|
| 28 | 2,75 | 77 |
| VOLUMEN TOTAL | | 77 m³ de aire |

GANANCIAS EN EL MES DE AGOSTO

(temperatura media exterior 30,5°C)

| SALA ESTAR + LIVING + COMEDOR + PASSILLO | | | | | | | | | | |
|--|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO P-1 | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + | | | | | | | | | | |
| PANEL FIBRA | 20 | 2,75 | 55 | 35,58 | 19,42 | 0,1640 | 21 | 30,5 | 9,5 | 30,25 |
| GALERÍA | 1,8 | 2,75 | 4,95 | 0 | 4,95 | 0,1640 | 21 | 30,5 | 9,5 | 7,71 |
| PATIO INTERIOR | 27,76 | 2,75 | 76,34 | 53,37 | 22,97 | 0,1640 | 21 | 30,5 | 9,5 | 35,78 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECOS 2 | | | | 5,93 | 88,95 | 0,6565 | 21 | 30,5 | 9,5 | 554,75 |
| TECHOS CUBIERTA | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 140 | 0,1704 | 21 | 30,5 | 9,5 | 226,68 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| COCINA | 9,7 | 2,8 | | | 27,16 | 0,1786 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| COCHERA | 1,5 | 2,8 | | | 4,2 | 0,1640 | 21 | 20 | -1 | -0,69 |
| ESTUDIO | 2,9 | 2,8 | | | 8,12 | 0,7752 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| BAÑO1 | 2 | 2,8 | | | 5,6 | 0,7752 | 21 | 22 | 1 | 4,34 |
| HABITACIÓN1 | 3,2 | 2,8 | | | 8,96 | 0,7752 | 21 | 20 | -1 | -6,95 |
| HABITACIÓN2 | 4,2 | 2,8 | | | 11,76 | 0,7752 | 21 | 20 | -1 | -9,12 |
| HABITACIÓN3 | 1,7 | 2,8 | | | 4,76 | 0,7752 | 21 | 20 | -1 | -3,69 |
| BAÑO3 | 9,6 | 2,8 | | | 26,88 | 0,7752 | 21 | 22 | 1 | 20,84 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR 1 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 22 | 1 | 2,15 |
| PUERTA INTERIOR 2 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 3 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 4 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 5 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTA INTERIOR 6 | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 22 | 1 | 2,15 |
| PUERTA ACCESO | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 21 | 30,5 | 9,5 | 20,43 |
| | | | | | | | | | | 884,64 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| Estancia central | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 21°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | 884,68 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 357,5 | 0,24 | 1,24 |
| μ (nº renovaciones/h) | ΔT (°C) | |
| 2,5 | 9,5 | |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN ΣQ _v (kcal/h) | | 2526,81 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h) | | |
| | | 2938,15 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,05 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS ΣF= | | 0,2 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | | 4587,34 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL ESPACIO CENTRAL

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|--------------------------|
| 130 | 2,75 | 357,5 |
| VOLUMEN TOTAL | | 357,5 |
| SUPERFICIE TOTAL | | 130 m ² |

HABITACIÓN 1

| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
|-------------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 7,9 | 2,7 | 21,33 | 4,36 | 16,97 | 0,1640 | 20 | 30,5 | 10,5 | 29,21 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA DORMITORIO 1 | | | | | 12,30 | 0,1704 | 20 | 30,5 | 10,5 | 22,01 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO2 | | | | | 4,36 | 0,6872 | 20 | 30,5 | 10,5 | 31,46 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| BAÑO 2 | 2,23 | 2,7 | 6,021 | 1,96 | 4,07 | 0,7752 | 20 | 22 | 2 | 6,30 |
| PASILLO | 1 | 2,7 | 2,7 | 0 | 2,7 | 0,7752 | 20 | 21 | 1 | 2,09 |
| HABITACIÓN2 | 2,63 | 2,7 | 7,101 | 0 | 7,10 | 0,7752 | 20 | 20 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR PASILLO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,15 |
| PUERTA INTERIOR BAÑO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 22 | 2 | 4,301 |
| | | | | | | | | | | 97,54 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| HABITACIÓN 1 | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 20°C |
|--|--|-------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | 97,54 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C_e (kcal/kg°C) | ρ_e (kg/m ³) |
| 50,2975 | 0,24 | 1,24 |
| μ (nº renovaciones/h) | ΔT (°C) | |
| 2,5 | 10,5 | |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ_v (kcal/h) | 392,92 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS ($1w=0,86$ kcal/h) | | |
| | | 456,89 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS $F=F_1+F_2+F_3$ | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | $\Sigma F=$ | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | $\Sigma Q = (Q_t + Q_v) \cdot (1 + F) =$ | 637,59 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA HABITACIÓN 1

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------|
| 18,29 | 2,75 | 50,30 |
| VOLUMEN TOTAL | | 50,30 m ³ de aire |

| HABITACIÓN 2 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 5,45 | 2,7 | 14,72 | 1,26 | 14,72 | 0,1640 | 20 | 30,5 | 10,5 | 25,33 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA DORMITORIO 2 | | | | | 12,3 | 0,1704 | 20 | 30,5 | 10,5 | 22,01 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 20 | 30,5 | 10,5 | 10,45 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| BAÑO 3 | 2 | 2,7 | 5,4 | 1,96 | 3,45 | 0,7752 | 20 | 22 | 2 | 5,34 |
| PASILLO | 1 | 2,7 | 2,7 | 0 | 4,1 | 0,7752 | 20 | 21 | 1 | 3,18 |
| HABITACIÓN1 | 2,63 | 2,7 | 7,10 | 0 | 2,5 | 0,7752 | 20 | 20 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR PASILLO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,15 |
| PUERTA INTERIOR BAÑO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 20 | 22 | 2 | 4,30 |
| | | | | | 28,28 | 0,1947 | | | | 72,77 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| HABITACIÓN 2 | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 20°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | 72,77 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 34,925 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | 10,5 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | 272,83 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h) | | |
| | | 317,25 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | 448,52 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA HABITACIÓN 2

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------|
| 12,7 | 2,75 | 34,93 |
| VOLUMEN TOTAL | | 34,93 m ³ de aire |

HABITACIÓN 3

| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 3,43 | 2,7 | 9,26 | 1,26 | 8,00 | 0,1640 | 20 | 30,5 | 10,5 | 13,77 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| DORMITORIO 3 | | | | | 15 | 0,17040 | 20 | 30,5 | 10,5 | 26,84 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 20 | 30,5 | 10,5 | 10,45 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| BAÑO 3 | 2 | 2,7 | 5,4 | 1,96 | 3,445 | 0,7752 | 20 | 22 | 2 | 5,34 |
| PASILLO | 3,62 | 2,7 | 9,8 | 1,96 | 0,745 | 0,7752 | 20 | 21 | 1 | 6,08 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR PASILLO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,955 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,15 |
| PUERTA INTERIOR BAÑO | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,955 | 1,1 | 20 | 22 | 2 | 4,30 |
| | | | | | | | | | | 68,92 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| HABITACIÓN 3 | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 20°C |
|---|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | 68,92 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 35,75 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | -10,5 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | 279,28 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h) | | |
| | | 324,74 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | 452,72 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA HABITACIÓN 3

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------|
| 13 | 2,75 | 35,75 |
| VOLUMEN TOTAL | | 35,75 m ³ de aire |

| BAÑO 1 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 1,85 | 2,7 | 5,00 | 1,26 | 30,5 | 8,5 | 5,21 | 30,5 | 8,5 | 5,21 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 30,5 | 8,5 | 8,46 | 30,5 | 8,5 | 8,46 |
| TECHO | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 30,5 | 8,5 | 11,73 | 30,5 | 8,5 | 11,73 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN ESTUDIO | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 0 | 12,15 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -9,42 |
| PARTICIÓN PASILLO | 1,95 | 2,7 | 5,265 | 0 | 5,27 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -4,08 |
| PARTICIÓN BAÑO 2 | 2,3 | 2,7 | 6,21 | 1 | 5,21 | 0,7752 | 22 | 22 | 0 | 0 |
| HABITACIÓN 1 | 2,23 | 2,7 | 6,021 | 1 | 5,02 | 0,7752 | 22 | 20 | -2 | -7,78 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 22 | 20 | -2 | -4,30 |
| | | | | | | | | | | -0,18 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| BAÑO 1 | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 22°C |
|---|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | -0,18 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot P_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 22,275 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | 8,5 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | 140,87 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | (1w=0,86 kcal/h) | 163,80 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | 188,16 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL BAÑO 1

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|-------------------------------|
| 8,10 | 2,75 | 22,275 |
| VOLUMEN TOTAL | | 22,275 m ³ de aire |

| BAÑO 2 | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² k) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 5,45 | 2,7 | 14,72 | 1,26 | 13,46 | 0,1640 | 22 | 30,5 | 8,5 | 18,75 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 4,1 | 0,1704 | 22 | 30,5 | 8,5 | 5,94 |
| HUECO | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 22 | 30,5 | 8,5 | 8,46 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN HABITACIÓN 1 | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 1,96 | 10,20 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -7,90 |
| PARTICIÓN BAÑO 1 | 2,3 | 2,7 | 6,21 | 0 | 6,21 | 0,7752 | 22 | 22 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 22 | 20 | -2 | -4,30 |
| | | | | | | | | | | 20,95 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| BAÑO 2 | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 22°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | 20,95 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 11,275 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | 8,5 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | 71,30 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | | |
| (1w=0,86 kcal/h) | | |
| | | 82,91 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,1 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | ΣF= | 0,25 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | 129,82 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL BAÑO 2

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|-------------------------------|
| 4,10 | 2,75 | 11,275 |
| VOLUMEN TOTAL | | 11,275 m ³ de aire |

BAÑO 3

| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 1,8 | 2,7 | 4,86 | 0 | 4,86 | 0,1640 | 22 | 30,5 | 8,5 | 6,77 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 5,5 | 0,1704 | 22 | 30,5 | 8,5 | 7,97 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 22 | 30,5 | 8,5 | 8,46 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN HABITACIÓN 2 | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 1,96 | 10,96 | 0,7752 | 22 | 20 | -2 | -15,81 |
| PARTICIÓN HABITACIÓN 3 | 4,5 | 2,7 | 12,15 | 0 | 12,15 | 0,7752 | 22 | 20 | -2 | -18,84 |
| PARTICIÓN PASILLO | 2,3 | 2,7 | 6,21 | 0 | 6,21 | 0,7752 | 22 | 21 | -1 | -4,81 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR | 0,85 | 2,3 | | 1,96 | 1,96 | 1,1 | 22 | 21 | -1 | -2,15 |
| | | | | | | | | | | 18,41 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| BAÑO 3 | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 22°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | 18,41 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) |
| 14,7125 | 0,24 | 1,24 |
| | | μ (nº renovaciones/h) |
| | | 2,5 |
| | | ΔT (°C) |
| | | 8,5 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | ΣQ _v (kcal/h) | 93,04 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h) | | |
| | | 108,19 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,1 | 0,05 | 0,1 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS ΣF= | | |
| | | 0,25 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | ΣQ = (Qt+Qv)·(1+F)= | 112,23 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL BAÑO 3

| SUPERFÍCIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------|
| 5,35 | 2,75 | 14,71 |
| VOLUMEN TOTAL | | 14,71 m ³ de aire |

| COCHERA | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 21,25 | 2,4 | 51 | 10,083 | 40,917 | 0,163951 | 20 | 30,5 | 10,5 | 70,44 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 9,6612 | 0,170437 | 20 | 30,5 | 10,5 | 17,29 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN 1 PASILLO | 4,08 | 2,4 | 9,792 | 1,955 | 7,837 | 0,775194 | 20 | 21 | 1 | 6,08 |
| PARTICIÓN 2 ESTUDIO | 5,1 | 2,4 | 12,24 | 0 | 12,24 | 0,775194 | 20 | 21 | 1 | 9,49 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 20 | 30,5 | 10,5 | 10,45 |
| PUERTA COCHERA | | | | | 8,823 | 1,8 | 20 | 30,5 | 10,5 | 166,75 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR2(7) | 0,85 | 2,3 | | 1,955 | 1,955 | 1,1 | 20 | 21 | 1 | 2,1505 |
| | | | | | 50,5782 | 0,16519 | | | | 282,65 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| COCHERA | | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 20°C |
|--|----------------------------------|---|------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | | (watt) | 282,65 |
| <i>BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$</i> | | | |
| <i>V aire (m³)</i> | <i>C_e (kcal/kg°C)</i> | <i>ρ_e (kg/m³)</i> | <i>μ (nº renovaciones/h)</i> |
| 67,925 | 0,24 | 1,24 | 2,5 |
| <i>TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN ΣQ_v (kcal/h)</i> | | | 530,63 |
| <i>TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h)</i> | | | 617,01 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) | |
| 0 | 0,05 | 0,1 | |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS ΣF= | | | 0,15 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | | | 1034,61 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA COCHERA

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------------|
| 24,70 | 2,75 | 67,925 |
| VOLUMEN TOTAL | | 67,93 m³ de aire |

| ESTUDIO | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² k) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 3,95 | 2,35 | 9,2825 | 1,26 | 8,0225 | 0,163951 | 21 | 30,5 | 9,5 | 12,50 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 12,1 | 0,170437 | 21 | 30,5 | 9,5 | 19,59 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 1,26 | 0,79 | 21 | 30,5 | 9,5 | 9,46 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN 1 COCHERA | 6,67 | 2,35 | 15,6745 | 0 | 15,6745 | 0,775194 | 21 | 20 | -1 | -12,15 |
| PARTICIÓN PASILLO | 2,86 | 2,4 | 6,864 | 1,9975 | 4,8665 | 0,775194 | 21 | 21 | 0 | 0,00 |
| PARTICIÓN BAÑO1 | 4,5 | 2,4 | 10,8 | 0 | 10,8 | 0,775194 | 21 | 22 | 1 | 8,37 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA INTERIOR2(7) | 0,85 | 2,35 | | 1,9975 | 1,9975 | 1,1 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | 37,76 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| ESTUDIO | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 21°C |
|--|------------------------------------|----------------------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN | (watt) | 37,76 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | |
| $V_{aire} (m^3)$ | $C_e (kcal/kg^{\circ}C)$ | $\rho_e (kg/m^3)$ |
| 33,275 | 0,24 | 1,24 |
| | | $\mu (n^{\circ} renovaciones/h)$ |
| | | 2,5 |
| | | $\Delta T (^{\circ}C)$ |
| | | 9,5 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN | $\Sigma Q_v (kcal/h)$ | 235,19 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS | | |
| $(1w=0,86 kcal/h)$ | | |
| | | 273,47 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS $F=F1+F2+F3$ | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) |
| 0,1 | 0,05 | 0,05 |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS | $\Sigma F=$ | 0,2 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL | $\Sigma Q= (Q_t+Q_v) \cdot (1+F)=$ | 373,49 w |

VOLÚMENES DE AIRE DEL ESTUDIO

| SUPERFICIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|------------------------------|
| 12,10 | 2,75 | 33,275 |
| VOLUMEN TOTAL | | 33,28 m ³ de aire |

| COCINA | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|--------|
| ELEMENTO | LONGITUD (m) | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | ÁREA HUECOS (m ²) | SUPERFICIE TOTAL(m ²) | U (w/m ² K) | Temperatura Interior (°C) | Temperatura exterior (°C) | ΔT (°C) | Qt (w) |
| CERRAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TERMOARCILLA + PANEL FIBRA | 12,1 | 1,75 | 21,18 | 3,78 | 17,4 | 0,1640 | 21 | 30,5 | 9,5 | 27,09 |
| TECHOS | | | | | | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | 30,5 | 0,1704 | 21 | 30,5 | 9,5 | 49,38 |
| HUECOS | | | | | | | | | | |
| HUECO3 | | | | | 3,78 | 0,79 | 21 | 30,5 | 9,5 | 28,37 |
| PARTICIONES | | | | | | | | | | |
| PARTICIÓN VIDRIO | 6,67 | 2,35 | 15,678 | 0 | 15,67 | 0,1786 | 21 | 21 | 0 | 0 |
| PUERTAS | | | | | | | | | | |
| PUERTA GALERIA | 0,85 | 2,35 | | 2,00 | 2,00 | 1,1 | 21 | 30,5 | 9,5 | 20,87 |
| | | | | | | | | | | 125,72 |

TABLAS DE CÁLCULOS DE BALANCE DE CALOR

| COCHERA | | Temp. exterior = 30,5°C | Temp. interior = 21°C |
|--|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| BALANCE DE CALOR POR TRANSMISIÓN (watt) | | | 125,72 |
| BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN $Q_v = V \cdot C_e \cdot \rho_e \cdot \mu \cdot \Delta T$ | | | |
| V aire (m ³) | C _e (kcal/kg°C) | ρ _e (kg/m ³) | μ (nº renovaciones/h) |
| 77 | 0,24 | 1,24 | 2,5 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN ΣQ _v (kcal/h) | | | 544,24 |
| TOTAL BALANCE DE CALOR POR VENTILACIÓN EXPRESADO EN VATIOS (1w=0,86 kcal/h) | | | 632,83 |
| BALANCE DE CALOR POR SUPLEMENTOS F=F1+F2+F3 | | | |
| Por orientación (F1) | Por uso (F2) | Por nº fachadas (F3) | |
| 0,1 | 0,05 | 0,05 | |
| TOTAL BALANCE POR SUPLEMENTOS ΣF= | | | 0,2 |
| BALANCE DE CALOR TOTAL ΣQ= (Qt+Qv)·(1+F)= | | | 910,26 w |

VOLÚMENES DE AIRE DE LA COCINA

| SUPERFÍCIE (m ²) | H (m) | VOLUMEN(m ³) |
|------------------------------|-------|---------------------------------|
| 28 | 2,75 | 77 |
| VOLUMEN TOTAL | | 77 m³ de aire |

ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

La energía diaria (E_{ir}) que incide por metro cuadrado en un día medio de cada mes en la zona de Valencia se ha obtenido en base a las tabla de CENSOLAR.

En ellas tenemos la energía en MJ que incide sobre nuestro hueco. A partir de estos datos obtenemos la energía que atraviesa nuestra ventana considerando que, como nos indica el fabricante, el vidrio utilizado permite el paso del 26% de la radiación solar y teniendo en cuenta también el factor solar modificado ya desarrollado en el hueco correspondiente

RADIACIÓN SOLAR MEDIA ANUAL QUE INCIDE SOBRE LA VENTANA

| Mes del año | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|-----------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Irradiancia (MJ) | 7,6 | 10,6 | 14,9 | 18,1 | 20,6 | 22,8 | 23,8 | 20,7 | 16,7 | 12 | 8,7 | 6,6 |
| Horas de sol | 8 | 9 | 9 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9 | 9 | 8 | 7,5 |
| G (W/m ²) | 263,89 | 327,16 | 459,88 | 529,24 | 602,34 | 666,67 | 695,91 | 605,26 | 515,43 | 370,37 | 302,08 | 244,44 |

RADIACIÓN SOLAR MEDIA ANUAL QUE ATRAVIESA EL VIDRIO

El vidrio permite el paso del 26% de la radiación: **0,26**

| Ganancia de calor por m ² de ventana | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|---|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| | 68,61 | 85,06 | 119,57 | 137,60 | 156,61 | 173,33 | 180,94 | 157,37 | 134,01 | 96,30 | 78,54 | 63,56 |

RADIACIÓN SOLAR QUE ATRAVIESA EL VIDRIO (w)

| ESTANCIA | m ² vidrio | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--------------------------|-----------------------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| CORREDERA HABITACIÓN (W) | 4,3606 | 48,44 | 60,05 | 84,41 | 97,14 | 110,56 | 122,37 | 127,73 | 111,10 | 94,61 | 67,98 | 55,45 | 44,87 |
| VENTANAL FACHADA (S) | 35,58 | 98,31 | 121,88 | 171,32 | 197,16 | 224,40 | 248,36 | 259,25 | 225,48 | 192,02 | 137,98 | 112,54 | 91,07 |
| VENTANAL PATIO (S) | 15,78 | 76,36 | 94,67 | 133,07 | 153,14 | 174,29 | 192,91 | 201,37 | 175,14 | 149,15 | 107,17 | 87,41 | 70,73 |
| VENTANAL PATIO (E-W) | 15,78 | 74,18 | 91,96 | 129,27 | 148,77 | 169,31 | 187,40 | 195,61 | 170,14 | 144,88 | 104,11 | 84,91 | 68,71 |
| VENTANA TIPO | 8,8 | 22,90 | 28,39 | 39,91 | 45,93 | 52,27 | 57,86 | 60,39 | 52,53 | 44,73 | 32,14 | 26,22 | 21,21 |

RESUMEN DE LOS BALANCES ENERGÉTICOS

Considerando las pérdidas y ganancias por transmisión y ventilación, y teniendo en cuenta la radiación solar que nos incide en la vivienda obtenemos los balances energéticos que nos servirán de base para el cálculo del acondicionamiento térmico.

| BALANCE ENERGÉTICO PARA EL MES DE: AGOSTO | | | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----------|
| Temperatura media exterior 30,5 °C | | | | | | | | | | |
| ESTANCIA | SALA ESTAR + LIVING+ COMEDOR + PASILLO | HAB. 1 | HAB. 2 | HAB. 3 | BAÑO 1 | BAÑO 2 | BAÑO 3 | COCINA | ESTUDIO | TOTAL |
| GANANCIAS TOTALES (w) | 4587,34 | 637,59 | 448,52 | 452,72 | 188,16 | 129,82 | 112,23 | 910,26 | 373,49 | 7840,13 |
| GANANCIAS POR TRANSMISIÓN (w) | 884,64 | 97,54 | 72,77 | 68,92 | -0,18 | 20,95 | 18,41 | 125,72 | 37,76 | 1326,53 |
| GANANCIAS POR VENTILACIÓN (w) | 2938,15 | 456,89 | 317,25 | 324,74 | 163,8 | 82,91 | 108,19 | 632,83 | 273,47 | 5298,23 |
| GANANCIAS POR RADIACIÓN (w) | 1878,32 | 222,19 | 52,53 | 52,53 | 0 | 0 | 52,53 | 157,58 | 0 | 2415,69 |
| BALANCE(w) | 6465,66 | 859,78 | 501,05 | 505,25 | 188,16 | 129,82 | 164,76 | 1067,84 | 373,49 | 10255,80 |

| BALANCE ENERGÉTICO PARA EL MES DE: DICIEMBRE | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|-----------|
| Temperatura media exterior 6,8 °C | | | | | | | | | | |
| ESTANCIA | SALA ESTAR + LIVING+ COMEDOR + PASILLO | HAB. 1 | HAB. 2 | HAB. 3 | BAÑO 1 | BAÑO 2 | BAÑO 3 | COCINA | ESTUDIO | TOTAL |
| PÉRDIDAS TOTALES (w) | 6829,81 | 763,00 | 524,99 | 522,79 | 418,51 | 274,69 | 345,7 | 1360,60 | 569,58 | 11609,67 |
| PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN | 1299,75 | 89,10 | 57,69 | 46,35 | 71,01 | 71,49 | 83,10 | 83,10 | 65,88 | 1867,47 |
| PÉRDIDAS POR VENTILACIÓN (w) | 4391,76 | 574,37 | 398,83 | 408,25 | 292,21 | 148,26 | 193,47 | 945,92 | 408,72 | 7761,79 |
| GANANCIAS POR RADIACIÓN (w) | 758,59 | 89,74 | 21,21 | 21,21 | 0 | 0 | 21,21 | 63,64 | 0 | 975,61 |
| BALANCE(w) | -6071,22 | -673,26 | -503,78 | -501,58 | -418,51 | -274,69 | -324,49 | -1296,96 | -569,58 | -10634,07 |

CALEFACCIÓN: SOLUCIÓN ADOPTADA

El hecho de pretender abastecer la demanda energética de una vivienda mediante energías renovables limita y mucho los diseños de calefacción. El más natural sería un sistema de caldera de biomasa, pero puesto que la vivienda es muy grande, el sistema se complicaría bastante, además de suponer las emisiones de gases de combustión, deberíamos incorporar varios sistemas para cubrir la demanda energética de la vivienda.

Pensando en el diseño de la vivienda y en el hecho de cubrir la demanda en forma de energías renovables, en este caso se ha utilizado el sistema de calefacción por suelo radiante para aprovechar lo máximo posible la energía solar. Ya que en invierno la temperatura que alcanza el agua por el calentamiento de la radiación solar no es muy alta, se coloca el sistema de suelo radiante que utiliza agua a 30-50° C. Las razones por las que se coloca este sistema son, como ya se han comentado algunas anteriormente:

1. Distribución de temperaturas uniforme. Esto provoca que se asemeje bastante a la distribución ideal, creando una atmósfera de bienestar mayor al resto de los sistemas.
2. Es una instalación invisible. No resulta ni rompe la decoración del hogar.
3. La instalación es de muy larga duración y bajo coste de mantenimiento.
4. Ofrece al usuario economía a corto y largo plazo debido al ahorro energético.
5. Son instalaciones de agua a baja temperatura por lo que se evitan las posibles quemaduras con tuberías.
6. Se reducen considerablemente las pérdidas de calor por tuberías en el camino desde el equipo productor de calor a las zonas a calefactar.
7. La rapidez de instalación es mucho mayor que en los sistemas tradicionales.
8. Simplifica la limpieza de la casa al estar bajo el suelo.
9. Elimina los indeseables suelos fríos.
10. Compatible con casi cualquier fuente de energía

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El esquema general de la instalación del suelo radiante viene descrita en los planos contenidos en el anejo.

Las fuentes de energía para el calentamiento de agua son la energía solar y el gas que quema la caldera. El circuito de suelo radiante se compone de los captadores solares que calientan el fluido caloportador, el cual por medio del intercambiador colocado, transmite al agua del suelo radiante el calor necesario para aumentar su temperatura.

También se realiza la división de zonas climatizadas para poder calefactor únicamente las zonas que se requiera si no alcanzan la temperatura requerida. Para ello se coloca un circuito individual para cada habitación. Cada circuito se activa desde la centralita a través de las sondas de temperaturas y electroválvulas que van integrados en cada uno de ellos. En cada habitación existe una sonda de temperatura que manda a la centralita la temperatura ambiente en cada momento. Si esta temperatura es inferior a una determinada (20-22° C) y en esa habitación se requiere calefacción, la centralita activa la electroválvula que deja circular agua caliente por ese circuito.

Tendremos en cuenta dos consideraciones:

- En los meses de verano este sistema de calefacción no será utilizado. Así que, al igual que con el sistema de refrigeración, consideraremos que los sistemas de calefacción y refrigeración se usaran como máximo durante los 6 meses entre equinoccios correspondientes.
- Puesto que existe la posibilidad de tener varios días en que la radiación solar que incide sobre nuestra vivienda sea casi nula, los valores utilizados para la calefacción se basaran en los datos obtenidos de las pérdidas de calor sin tener en cuenta las ganancias solares, de modo que nos colocamos del lado de la seguridad al establecer que la radiación solar que incide en nuestra vivienda y nos aporta calor es nula.

DISEÑO DEL SISTEMA

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS.

Se pretende que cada local (dormitorio, cocina, etc.) sea calefactado por circuitos independientes. De este modo se posibilita la regulación de temperaturas de cada estancia de forma independiente.

Previo al diseño de circuitos han de medirse las áreas que van a calefactar cada uno de los circuitos. Posteriormente debe medirse la distancia existente entre el área a calefactar y el colector. El cálculo de la longitud L de cada circuito se determina:

$$L = A/e + 2 \cdot l$$

A = Área a calefactar cubierta por el circuito [m²]
e = Distancia entre tubos [m]
l = Distancia entre el colector y el área a calefactar [m]

La demanda de los espacios es la recogida en el resumen de balances energéticos. Para el caso de los espacios del circuito 1 (Salón,/comedor/living/pasillo) se ha hecho un promedio en función de la superficie que ocupan y la demanda total del conjunto del espacio.

| CIRCUITO | ESTANCIA | SUPERFICIE (m ²) | VOLUMEN (m ³) | Longitud (m) | DEMANDA (w) |
|----------|--------------|------------------------------|---------------------------|--------------|-------------|
| 1,1 | COMEDOR | 33,52 | 92,51 | 183,6 | 1635,02 |
| 1,2 | LIVING | 44 | 118,91 | 236 | 2146,21 |
| 1,3 | SALA ESTAR | 31,2 | 86,66 | 172 | 1521,86 |
| 1,4 | PASILLO | 31,3 | 86,92 | 172,50 | 1526,73 |
| 2 | HABITACIÓN 1 | 20,36 | 55,99 | 117,80 | 763 |
| 3 | HABITACIÓN 2 | 12,3 | 33,825 | 77,50 | 524,99 |
| 4 | HABITACIÓN 3 | 14,9 | 40,975 | 90,50 | 522,79 |
| 5 | BAÑO 1 | 8,1 | 22,275 | 56,50 | 418,51 |
| 6 | BAÑO 2 | 4,1 | 11,275 | 36,50 | 274,69 |
| 7 | BAÑO 3 | 5,5 | 15,125 | 43,50 | 345,70 |
| 8 | ESTUDIO | 12,1 | 33,275 | 76,50 | 569,58 |
| 9 | COCINA | 30,5 | 83,875 | 168,50 | 1360,60 |

CÁLCULO DE LA TEMPERATURA MEDIA SUPERFICIAL EN EL PAVIMENTO

La temperatura media superficial del pavimento (T_{ms}) es función únicamente de la demanda térmica, que a efectos de simplificación de cálculos y en lo que sigue, consideraremos igual a la carga térmica del local (Q) y de la temperatura interior de diseño del local (T_i). Se calcula de acuerdo a la expresión:

$$Q[\text{W/m}^2] = \alpha \cdot (T_{ms} - T_i)$$

$$\alpha = \text{Coeficiente de transmisión de calor del suelo [W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C]}$$

(en el rango de temperaturas que nos movemos su valor varía entre 10 y 12 W/m² °C.

T_{ms} = temperatura superficial

T_i = temperatura del local

Es conveniente, por motivos de confort del usuario de la instalación, que la temperatura media superficial del pavimento no supere los 30°C.

Se ha optado como tipo de tubería emisora por *UPONOR wirsbo-evalPEX 25x2,5*.

Esta elección variará si resulta de ello una potencia de bomba excesiva. Se calculan las temperaturas máximas superficiales de los pavimentos de los diferentes locales a calefactar (T_s) conociendo sus cargas térmicas (Q) y sus temperaturas interiores de diseño (T_i)

| CIRCUITO | ESTANCIA | DEMANDA (w) | DEMANDA POR m ² | Longitud (m) | Temperatura del local (°C) | Temperatura del suelo (°C) |
|----------|------------|-------------|----------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| 1,1 | COMEDOR | 1635,02 | 48,7774 | 183,6 | 21 | 23,43 |
| 1,2 | LIVING | 2146,21 | 48,7774 | 236 | 21 | 23,43 |
| 1,3 | SALA ESTAR | 1521,86 | 48,7774 | 172 | 21 | 23,43 |
| 1,4 | PASILLO | 1526,73 | 48,7774 | 172,5 | 21 | 23,43 |
| 2 | HAB. 1 | 763,00 | 37,4754 | 117,8 | 20 | 25,33 |
| 3 | HAB. 2 | 524,99 | 42,6821 | 77,5 | 20 | 26,07 |
| 4 | HAB. 3 | 522,79 | 35,0866 | 90,5 | 20 | 24,99 |
| 5 | BAÑO 1 | 418,51 | 51,6679 | 56,5 | 22 | 24,57 |
| 6 | BAÑO 2 | 274,69 | 66,9976 | 36,5 | 22 | 25,33 |
| 7 | BAÑO 3 | 345,70 | 62,8545 | 43,5 | 22 | 25,13 |
| 8 | ESTUDIO | 569,58 | 47,0727 | 76,5 | 21 | 27,70 |
| 9 | COCINA | 1360,60 | 44,6098 | 168,5 | 21 | 23,22 |

CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DEL AGUA

El salto térmico entre el agua de impulsión y el agua de retorno se fija en 10°C. La magnitud de la temperatura media del agua en las tuberías emisoras (T_{ma}) depende de la demanda térmica del local (Q), la temperatura interior de diseño (T_i) y del coeficiente de transmisión térmica (K_a) según la fórmula:

$$Q [W/m^2] = K_a \cdot [T_{ma} - T_i]$$

El coeficiente de transmisión térmica de la capa sobre tubos [K_a] se calcula aplicando la fórmula:

$$K_a [W/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}] = 1 / [\Sigma(e/\lambda) + (1/\alpha)]$$

e = Espesor de la capa [m]

λ = Conductividad térmica del material de la capa [W/m°C]

α = Coeficiente de transmisión de calor del suelo [W/m² °C]

Puesto que en la vivienda tenemos 2 acabados superficiales, uno con superficie de parquet y otro de mármol (Ver anejo), obtenemos 2 K_a diferentes.

| Elemento | λ | espesor | Resistividad | Elemento | λ | espesor | Resistividad |
|-----------------------------------|-------|---------|-------------------|-----------------------------------|-------|---------|------------------|
| Mármol | 1,830 | 0,030 | 0,016 | PARQUET | 0,130 | 0,012 | 0,092 |
| Mortero 1900 kg/m ³ | 1,500 | 0,050 | 0,033 | Mortero 1600 kg/m ³ | 1,000 | 0,050 | 0,050 |
| | | | 0,0497 | | | | 0,1423 |
| | | | Ucálculo= 20,1099 | | | | Ucálculo= 7,0270 |

| CIRCUITO | ESTANCIA | DEMANDA por m ² | ΔT (°C) | K _a | T _{ma} cálculo (°C) | Temperatura del suelo (°C) |
|----------|------------|-------------------------------|---------|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1,1 | COMEDOR | 48,7774 | 10 | 10,05495 | 25,85 | 23,43 |
| 1,2 | LIVING | 48,7774 | 10 | 10,05495 | 25,85 | 23,43 |
| 1,3 | SALA ESTAR | 48,7774 | 10 | 10,05495 | 25,85 | 23,43 |
| 1,4 | PASILLO | 48,7774 | 10 | 10,05495 | 25,85 | 23,43 |
| 2 | HAB. 1 | 37,4754 | 10 | 3,513514 | 30,67 | 25,33 |
| 3 | HAB. 2 | 42,6821 | 10 | 3,513514 | 32,15 | 26,07 |
| 4 | HAB. 3 | 35,0866 | 10 | 3,513514 | 29,99 | 24,99 |
| 5 | BAÑO 1 | 51,6679 | 10 | 10,05495 | 27,14 | 24,57 |
| 6 | BAÑO 2 | 66,9976 | 10 | 10,05495 | 28,66 | 25,33 |
| 7 | BAÑO 3 | 62,8545 | 10 | 10,05495 | 28,25 | 25,13 |
| 8 | ESTUDIO | 47,0727 | 10 | 3,513514 | 34,40 | 27,70 |
| 9 | COCINA | 44,6098 | 10 | 10,05495 | 25,44 | 23,22 |

Estableceremos una temperatura media en los tubos emisores de 34,40 = 35°C, la mayor obtenida según los cálculos.

CAUDAL DEL AGUA:

El caudal de agua a través de un circuito de calefacción por suelo radiante es función de la potencia térmica emitida, que suponemos de un valor idéntico a la carga térmica (Q), y del salto térmico entre la impulsión al circuito y el retorno desde éste.

Como se ha comentado con anterioridad, el salto térmico es una constante de valor 10°C, por lo que el caudal es únicamente función de la carga térmica, según la expresión:

$$[Q] = m \cdot C_p \cdot (T_{imp} - T_{ret}) [w]$$

m = Caudal de agua [Kg/s]
 Cp = Calor específico del agua [4180 J/Kg °C]
 Timp - Tret = Salto térmico impulsión - retorno = 10°C

Los cabezales electro-térmicos, gracias a su ciclo de apertura y cierre, permitirán el paso del caudal calculado. De este modo se posibilita la regulación de cada local de forma independiente a todos los demás.

| CIRCUITO | ESTANCIA | POTENCIA EMITIDA (w) | Temperatura de emisión (°C) | Temperatura de retorno (°C) | Caudal (l/s) | Caudal (m ³ /s) |
|----------|------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|
| 1,1 | COMEDOR | 1635,02 | 37 | 27 | 0,0391 | 3,91E-05 |
| 1,2 | LIVING | 2146,21 | 37 | 27 | 0,0513 | 5,13E-05 |
| 1,3 | SALA ESTAR | 1521,85 | 37 | 27 | 0,0364 | 3,64E-05 |
| 1,4 | PASILLO | 1526,73 | 37 | 27 | 0,0365 | 3,65E-05 |
| 2 | HAB. 1 | 763,00 | 37 | 27 | 0,0183 | 1,83E-05 |
| 3 | HAB. 2 | 524,99 | 37 | 27 | 0,0126 | 1,26E-05 |
| 4 | HAB. 3 | 522,79 | 37 | 27 | 0,0125 | 1,25E-05 |
| 5 | BAÑO 1 | 418,51 | 37 | 27 | 0,0100 | 1,00E-05 |
| 6 | BAÑO 2 | 274,69 | 37 | 27 | 0,0066 | 6,57E-06 |
| 7 | BAÑO 3 | 345,70 | 37 | 27 | 0,0083 | 8,27E-06 |
| 8 | ESTUDIO | 569,58 | 37 | 27 | 0,0136 | 1,36E-05 |
| 9 | COCINA | 1360,60 | 37 | 27 | 0,0326 | 3,26E-05 |

VELOCIDAD DEL AGUA:

La velocidad del agua durante su trayecto por el suelo radiante debe ser limitada para no tener problemas de ruido por la fricción del agua sobre las paredes del tubo. Para ello se controla que la velocidad del agua sea inferior a 2 m/s.

Conociendo el caudal de cada circuito y el diámetro de la tubería *wirsbo eval pex de 25 mm* y espesor de 2,5 mm (diámetro de conducción de 20mm) con la siguiente fórmula se calcula :

$$V(m/s) = Q(m^3 / s) / \pi r^2$$

| CIRCUITO | ESTANCIA | CAUDAL (l/s) | POTENCIA EMITIDA (w) | Velocidad del agua (m/s) |
|----------|------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| 1,1 | COMEDOR | 0,0391 | 1635,02 | 0,125 |
| 1,2 | LIVING | 0,0513 | 2146,21 | 0,163 |
| 1,3 | SALA ESTAR | 0,0364 | 1521,85 | 0,116 |
| 1,4 | PASILLO | 0,0365 | 1526,73 | 0,116 |
| 2 | HAB. 1 | 0,0183 | 763,00 | 0,058 |
| 3 | HAB. 2 | 0,0126 | 524,99 | 0,040 |
| 4 | HAB. 3 | 0,0125 | 522,79 | 0,040 |
| 5 | BAÑO 1 | 0,0100 | 418,51 | 0,032 |
| 6 | BAÑO 2 | 0,0066 | 274,69 | 0,021 |
| 7 | BAÑO 3 | 0,0083 | 345,70 | 0,026 |
| 8 | ESTUDIO | 0,0136 | 569,58 | 0,043 |
| 9 | COCINA | 0,0326 | 1360,60 | 0,104 |

CÁLCULO DE LOS MONTANTES

Trazando un esquema de la instalación, la pérdida de carga en ésta será la mayor de entre las pérdidas de carga de todos los trazados posibles que puede seguir el agua desde la impulsión del circulador hasta el retorno a éste. Las pérdidas de carga en circuitos emisores y en montantes y tuberías de distribución se extraen de las gráficas de pérdida de carga (ver anexos). A las pérdidas de carga en las tuberías del trayecto más desfavorable se debe sumar las pérdidas singulares: colectores, codos, derivaciones en T, válvulas,...

Entrando en el gráfico de los anexos con *UPONOR wirsbo-evalPEX 25x2,5* se obtienen las pérdidas de carga en los diferentes circuitos (kPa/m)

Se va a calcular las pérdidas de carga producidas en cada circuito individualmente. Tras esto, para asegurarnos de que el funcionamiento del suelo radiante es el correcto, es fundamental dimensionar una bomba capaz de mover un gran volumen de líquido.

$$HB = LT \cdot Hcl + \sum k(v^2/2g) + (Z_2 - Z_1)$$

LT : longitud total del circuito primario

Hcl : pérdida de carga por metro de tubo

Z₂-Z₁ : pérdidas por altura geométrica = 3 m

K: factor de pérdida característico de cada elemento.

| CIRCUITO | ESTANCIA | Longitud (m) | CAUDAL (l/s) | Pérdidas de carga por metro de tubería | Pérdidas totales de carga en el circuito |
|----------|------------|--------------|--------------|--|--|
| 1,1 | COMEDOR | 183,6 | 0,0391 | 0,0125 | 2,295 |
| 1,2 | LIVING | 236 | 0,0513 | 0,0220 | 5,192 |
| 1,3 | SALA ESTAR | 172 | 0,0364 | 0,0100 | 1,72 |
| 1,4 | PASILLO | 172,5 | 0,0365 | 0,0125 | 2,156 |
| 2 | HAB. 1 | 117,8 | 0,0183 | 0,0100 | 1,178 |
| 3 | HAB. 2 | 77,5 | 0,0126 | 0,0100 | 0,775 |
| 4 | HAB. 3 | 90,5 | 0,0125 | 0,0100 | 0,905 |
| 5 | BAÑO 1 | 56,5 | 0,0100 | 0,0050 | 0,283 |
| 6 | BAÑO 2 | 36,5 | 0,0066 | 0,0050 | 0,183 |
| 7 | BAÑO 3 | 43,5 | 0,0083 | 0,0050 | 0,218 |
| 8 | ESTUDIO | 76,5 | 0,0136 | 0,0100 | 0,765 |
| 9 | COCINA | 168,5 | 0,0326 | 0,0200 | 3,37 |

Pérdidas totales en tubos: 19,038 kPa

También hay que calcular las pérdidas producidas en el circuito de alimentación y retorno de los colectores del suelo radiante.

Longitud del circuito mayor : 236 metros

Pérdida de carga lineal para esta longitud: 0.022 Kpa/m

$$HTOTAL(Kpa) = L_{total} \times H_{lineal} = 5,192 Kpa$$

Las pérdidas producidas en los colectores vienen determinadas por el caudal y el número de circuitos:

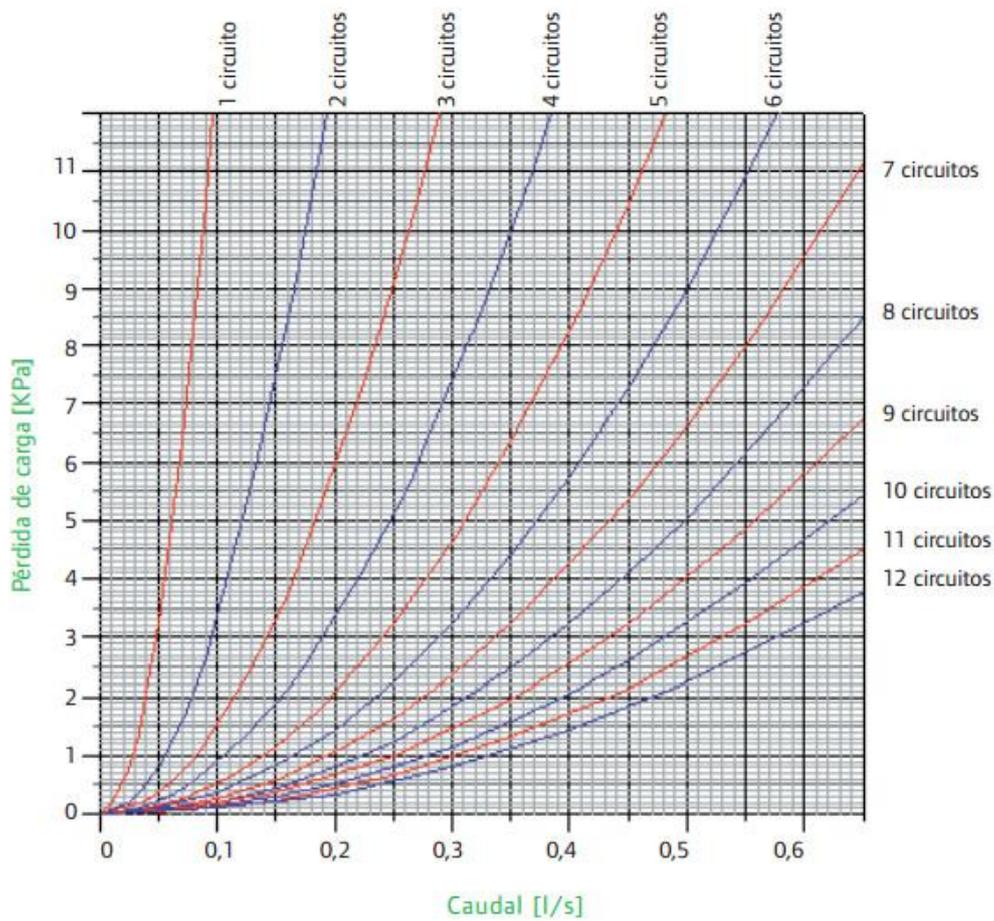


Fig.4 - Diagrama de pérdida de carga en el colector Uponor Q&E en función del caudal y número de circuitos

Para el colector tenemos una pérdida de 0.1 Kpa

Por último se han de calcular las pérdidas producidas en la valvulería incorporada:

| | UNIDADES | LONGITUD EQUIVALENTE (m) | PÉRDIDA TOTAL (kPa) |
|-------------------|----------|--------------------------|---------------------|
| Válvulas de corte | 12 | 1,33 | 0,029 |
| Codos | 12 | 3,99 | 0,088 |
| Pérdida total | | | 0,117 |

Estos datos se obtienen de las tablas de la casa *UPONOR*, disponible en el anejo.

Las pérdidas de carga se establecen con metros de tubería equivalente

Pérdidas totales= 19.038 + 0.1 + 0.117 + 5,192= 24,447 kPa

Sumando todas estas pérdidas se obtiene la altura de la bomba necesaria para hacer circular el fluido por el suelo radiante.

| CIRCUITO | ESTANCIA | Longitud (m) | CAUDAL (l/s) | Velocidad del agua (m/s) | Pérdidas de carga por m | ALTURA DE BOMBA (mca) |
|----------|------------|--------------|--------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1,1 | COMEDOR | 183,6 | 0,0391 | 0,125 | 0,0125 | 5,30 |
| 1,2 | LIVING | 236 | 0,0513 | 0,163 | 0,0220 | 8,19 |
| 1,3 | SALA ESTAR | 172 | 0,0364 | 0,116 | 0,0100 | 4,72 |
| 1,4 | PASILLO | 172,5 | 0,0365 | 0,116 | 0,0125 | 5,16 |
| 2 | HAB. 1 | 117,8 | 0,0183 | 0,058 | 0,0100 | 4,18 |
| 3 | HAB. 2 | 77,5 | 0,0126 | 0,040 | 0,0100 | 3,78 |
| 4 | HAB. 3 | 90,5 | 0,0125 | 0,040 | 0,0100 | 3,91 |
| 5 | BAÑO 1 | 56,5 | 0,0100 | 0,032 | 0,0050 | 3,28 |
| 6 | BAÑO 2 | 36,5 | 0,0066 | 0,021 | 0,0050 | 3,18 |
| 7 | BAÑO 3 | 43,5 | 0,0083 | 0,026 | 0,0050 | 3,22 |
| 8 | ESTUDIO | 76,5 | 0,0136 | 0,043 | 0,0100 | 3,77 |
| 9 | COCINA | 168,5 | 0,0326 | 0,104 | 0,0200 | 6,37 |

Consideraremos una bomba capaz de impulsar 8,2 mca.

Se colocará una bomba de impulsión de la casa *Salvador Escoda S.A. modelo BPH 120/250.40T*.

CÁLCULO DEL INTERCAMBIADOR

Se necesita calcular un intercambiador para que eleve la temperatura del agua de retorno (27°C) a la temperatura necesaria de ida a los colectores para satisfacer las demandas caloríficas (37°C).

$$P = m * C * \Delta T$$

P = potencia en Kw

m = flujo másico 0,277 Kg/s

C = calor específico: 4186 J/kgK

ΔT = salto térmico 10°C

$$P = 11,59 \text{ kw}$$

Los sistemas de captación de agua caliente mediante la irradiación solar deberán cubrir una demanda de calor de 11.595 w

AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

Demanda energética:

Lo primero que se va a calcular es el consumo diario de la vivienda en función del número de dormitorios y habitantes de la vivienda unifamiliar. Según el CTE, la relación existente entre estos factores es la siguiente:

| TIPO DE VIVIENDA | Nº Dormitorios | Habitantes | Consumo diario persona | Total diario |
|----------------------------|----------------|------------|------------------------|--------------|
| <i>Unifamiliar aislada</i> | 3 | 4 | 30 | 120 |

Además como se pretende que el suelo radiante instalado cubra sus necesidades térmicas a partir de la radiación solar, deberemos incorporar también su consumo térmico en la demanda. Teniendo en cuenta que se recomienda un consumo responsable, se considerará un uso simultáneo de la instalación de calefacción del 50%.

| | Consumo diario (l/día) | Número de días del mes | Consumo mensual (l/mes) | Temper. agua red (°C) | Demanda energética ACS Q_d (MJ) | Demanda energética mensual SUELO RADIANTE | Demanda energ. real mensual SUELO RADIANTE | DEMANDA TOTAL (MJ/mes) |
|-------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---|--|------------------------|
| <i>Enero</i> | 120 | 31 | 3720 | 8 | 809,933 | 5173,776 | 2586,888 | 3396,82 |
| <i>Febrero</i> | 120 | 28 | 3360 | 9 | 717,484 | 4673,088 | 2336,544 | 3054,03 |
| <i>Marzo</i> | 120 | 31 | 3720 | 11 | 763,206 | 5173,776 | 2586,888 | 3350,09 |
| <i>Abril</i> | 120 | 30 | 3600 | 13 | 708,440 | | | 708,44 |
| <i>Mayo</i> | 120 | 31 | 3720 | 14 | 716,479 | | | 716,48 |
| <i>Junio</i> | 120 | 30 | 3600 | 15 | 678,294 | | | 678,29 |
| <i>Julio</i> | 120 | 31 | 3720 | 16 | 685,328 | | | 685,33 |
| <i>Agosto</i> | 120 | 31 | 3720 | 15 | 700,904 | | | 700,90 |
| <i>Septiembre</i> | 120 | 30 | 3600 | 14 | 693,367 | | | 693,37 |
| <i>Octubre</i> | 120 | 31 | 3720 | 13 | 732,055 | 5173,776 | 2586,888 | 3318,94 |
| <i>Noviembre</i> | 120 | 30 | 3600 | 11 | 738,587 | 5006,88 | 2503,44 | 3242,03 |
| <i>Diciembre</i> | 120 | 31 | 3720 | 8 | 809,933 | 5173,776 | 2586,888 | 3396,82 |

Los datos de suelo radiante se han obtenido para un total de los 6 meses más fríos del año considerando la demanda máxima como la obtenida para el mes de diciembre, que precisará una potencia de 11,59 Kw para calefactar el agua. Por tanto, la demanda total para cada mes será el conjunto formado por las necesidades de agua caliente sanitaria, y por las demandas de suelo radiante con una reducción del 50%.

La demanda energética de ACS se obtiene considerando el cambio de temperatura de la red a la del circuito (60°C) mediante la expresión :

$$Q_d \cdot 4,187 \cdot (60 - Tr) / 1000 \text{ (MJ)}$$

Q_d = consumo diario (l/día)

Tr = Temperatura de la red

Así mismo, la demanda energética del suelo radiante se establece partiendo del 50% del consumo posible, al considerar un coeficiente de simultaneidad de 0,5. Puesto que necesitamos 11,59 kw para calefactar todo el sistema, supondremos un consumo máximo de 4 horas de calefacción. Por lo que la demanda energética del suelo radiante se obtendrá mediante la expresión:

$$0,5 \cdot Pot(MJ) \cdot \text{días/mes} \cdot \text{horas (MJ)}$$

Teniendo en cuenta estos dos consumos, el consumo total mensual de agua caliente vendrá del conjunto de ambos. Es en este punto en el que observamos la gran diferencia entre el consumo medio en los meses calurosos y el de los meses más fríos, justo a la inversa de lo que sucederá con el cálculo de la potencia eléctrica debido a la carga de refrigeración.

A continuación, calculamos los datos de irradiación solar, teniendo presente la inclinación del sol para cada mes del año según la Agencia Valenciana de la Energía IVACE:

| | Irradiación global diaria media mensual (MJ/m ²) | Coeficiente de orientación | Irradiación global considerando la inclinación 90° | Número de horas útiles de Sol | Irradiancia G _{β,y} W/m ²) | Temperat. Ambiente |
|------------|--|----------------------------|--|-------------------------------|---|--------------------|
| Enero | 15,8 | 1,14 | 18,01 | 8 | 625,42 | 12 |
| Febrero | 16,7 | 0,95 | 15,87 | 9 | 489,66 | 13 |
| Marzo | 20 | 0,73 | 14,60 | 9 | 450,62 | 15 |
| Abril | 20,6 | 0,5 | 10,30 | 9,5 | 301,17 | 17 |
| Mayo | 20,1 | 0,35 | 7,04 | 9,5 | 205,70 | 20 |
| Junio | 20,5 | 0,29 | 5,95 | 9,5 | 173,83 | 23 |
| Julio | 21,4 | 0,34 | 7,28 | 9,5 | 212,75 | 26 |
| Agosto | 21 | 0,5 | 10,50 | 9,5 | 307,02 | 27 |
| Septiembre | 20,7 | 0,76 | 15,73 | 9 | 485,56 | 24 |
| Octubre | 18,3 | 1,07 | 19,58 | 9 | 604,35 | 20 |
| Noviembre | 15,9 | 1,29 | 20,51 | 8 | 712,19 | 16 |
| Diciembre | 13,7 | 1,29 | 17,67 | 7,5 | 654,56 | 13 |

Los datos de la irradiancia global media mensual se obtienen de las tablas de *CENSOLAR* en MJ. Así mismo los coeficientes de pérdidas por la inclinación de la placa están disponibles en el anejo.

Teniendo en cuenta que la máxima demanda de ACS se produce durante los meses más fríos, que son justamente los que el sol tiene una inclinación menor, sería incomprensible colocar los captadores según es recomendado en función de la latitud (aproximadamente 49°), ya que esta inclinación sería apta si la demanda energética fuera uniforme durante todo el año.

En este proyecto consideramos que al tener el máximo consumo cuando el sol está más bajo, obtendríamos mayor rendimiento para estos meses, que son los más solicitados, si el panel se encuentra en una posición más vertical.

Por lo que desde el punto de vista del diseño y de el rendimiento o efectividad de los paneles en estos meses, colocamos los colectores solares en la fachada sur con una inclinación de 90° respecto a la horizontal.

El dato de la irradiancia solar se obtiene del producto:

$$\frac{\text{Irradiancia solar (con pérdidas)} \cdot 10^6}{3600 \cdot n^{\circ} \text{horas solares}}$$

A continuación, teniendo ya los datos de la radiación solar y de las demandas energéticas, resta saber el número de captadores y el modelo para cubrir la demanda.

| | Rendimiento captador | Calor obtenido por m ² de captador, q _t (MJ/m ²) | Calor útil obtenido por m ² de captador, q _{t,útil} (MJ/m ²) | Aporte energético solar, Q _{t,solar} (MJ) | m ² de superficie necesaria | Adoptando 3 paneles equivalentes a 5,97 m ² |
|------------|----------------------|--|--|--|--|--|
| Enero | 0,557 | 311,25 | 280,13 | 3396,82 | 12,1260 | 5017,08 |
| Febrero | 0,502 | 222,84 | 200,56 | 3054,03 | 15,2278 | 3591,96 |
| Marzo | 0,490 | 221,95 | 199,76 | 3350,09 | 16,7707 | 3577,67 |
| Abril | 0,366 | 113,08 | 101,77 | 708,44 | 6,9612 | 1822,70 |
| Mayo | 0,216 | 47,12 | 42,41 | 716,48 | 16,8938 | 759,58 |
| Junio | 0,163 | 29,02 | 26,12 | 678,29 | 25,9675 | 467,82 |
| Julio | 0,317 | 71,40 | 64,26 | 685,33 | 10,6652 | 1150,86 |
| Agosto | 0,468 | 152,43 | 137,19 | 700,90 | 5,1092 | 2457,00 |
| Septiembre | 0,565 | 266,65 | 239,99 | 693,37 | 2,8892 | 4298,16 |
| Octubre | 0,588 | 356,96 | 321,26 | 3318,94 | 10,3309 | 5753,81 |
| Noviembre | 0,601 | 369,71 | 332,74 | 3242,03 | 9,7434 | 5959,37 |
| Diciembre | 0,572 | 313,25 | 281,93 | 3396,82 | 12,0487 | 5049,28 |

| | |
|---|-----------------------------|
| Modelo colector | SOLEIL SUNPRO |
| Factor de pérdidas | 0,78 |
| Factor óptico | 2,9 |
| Área Sc (m2) | 5,97 |
| ÁREA TOTAL OCUPADA POR LOS CAPTADORES: | 17,91 m ² |

Los datos obtenidos de calor por m² de captador se obtienen por el producto de:

$$Q_t = \text{días del mes} \cdot \text{rendimiento del captador} \cdot \text{irradiancia solar}$$

El dato de m² de superficie necesaria se obtiene mediante la relación entre la demanda y el calor útil obtenido por m² de captador.

Así mismo, se supone un 90% de eficacia del captador por lo que el calor útil vendrá a ser del 0'9

$$Q_{t, solar} = 0,9 \cdot Q_t$$

Los metros cuadrados necesarios de superficie del captador se obtienen por la relación entre el calor obtenido y el calor útil:

$$m^2 \text{ necesarios} = Q_{t,solar}/Q_t$$

El modelo *Soleil SunPro* se ha obtenido por sus buenas prestaciones en cuanto al factor de pérdidas (el más próximo a 1) y el factor óptico (el menor posible).

Deberemos instalar 3 de estos modelos con una inclinación de 90° en la fachada sur.

Se ha adjuntado en el anejo la ficha técnica de este modelo.

CONSUMOS ELECTRICOS

CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DEBIDOS A ELECTRODOMÉSTICOS

Se ha realizado una estimación del consumo diario, mensual y anual de un conjunto de electrodomésticos habituales en una vivienda convencional.

Todos los datos de potencias de conexión se han obtenido de los catálogos de productos de las empresas fabricantes. También se ha considerado una reducción de la potencia puesto que estos aparatos no funcionan siempre al 100% de su demanda energética para todo el tiempo de uso.

Así mismo, se ha considerado el número de horas de uso efectivo en función del uso estipulado y la probabilidad de un consumo simultáneo o no de varios de estos productos.

Con este ejercicio se pretende demostrar que podremos acondicionar nuestra vivienda sin reducir la calidad diaria en su interior, es decir, podremos abastecer nuestra vivienda de forma razonable sin tener que renunciar al uso de los electrodomésticos convencionales.

| ELEMENTO | UNIDADES | POTENCIA CONEXION (w) | HORAS DE USO EFECTIVO | CONSUMO DIARIO (kwh) | CONSUMO MENSUAL (kwh) | CONSUMO ANUAL (kwh) |
|-------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| HORNO/VITROCERÁMICA | 1 | 1000 | 0,75 | 0,75 | 20,25 | 246 |
| MICROONDAS | 1 | 750 | 0,1 | 0,075 | 2,025 | 25 |
| LAVADORA+SECADORA | 1 | 300 | 0,45 | 0,135 | 3,645 | 44 |
| NEVERA/Congelador | 1 | 160 | 2,5 | 0,4 | 10,8 | 131 |
| TELEVISIÓN | 1 | 200 | 3,5 | 0,7 | 18,9 | 230 |
| ORDENADORES | 2 | 75 | 6 | 0,9 | 24,3 | 296 |
| LAVAVAJILLAS | 1 | 400 | 0,5 | 0,2 | 5,4 | 66 |
| CAMPANA | 1 | 250 | 0,5 | 0,125 | 3,375 | 41 |
| BOMBILLAS LED | 40 | 9 | 2 | 0,72 | 19,44 | 237 |
| CONSUMO TOTAL ESTIMADO | | | | 4,005 | 108 | 1316 |

AIRE ACONDICIONADO

Una vez tenemos calculados los sistemas de acondicionamiento para los meses más fríos, procedemos al cálculo de los sistemas de refrigeración que deberán cubrir las demandas energéticas para los meses de mayores temperaturas.

En este apartado deberemos conocer el o los modelos de sistemas de refrigeración que debemos incorporar a la vivienda y su consumo eléctrico para su posterior alimentación mediante energías renovables.

A la hora de dimensionar y establecer el modelo y la potencia del sistema de refrigeración, aconsejamos y optamos un consumo responsable del sistema de refrigeración y colocaremos dos sistemas de demanda eléctrica reducida que abastecerán por separado la zona abierta del salón/sala de estar/comedor y otro sistema para las 3 habitaciones. De este modo consideramos que ninguna o muy pocas veces ambos sistemas funcionarán al unísono y que a cada momento de uso la potencia eléctrica consumida será la de un único sistema.

Por tanto, para conocer cuáles serán nuestros modelos, primero que todo necesitaremos un cálculo por separado de las demandas de refrigeración en estas 2 salas.

En ellas nos basamos en la normativa vigente y estableceremos una demanda por carga de calor por cada habitante y una potencia mínima de 500W para los motores y otros equipos.

La carga que debe considerarse de iluminación la consideraremos despreciable por haber colocado bombillas LED que tienen un menor consumo eléctrico y una menor emisión de calor.

- Cálculo de la demanda de potencia de refrigeración en el salón/comedor/living

| Carga de calor sensible interior (SI) | nº Ocupantes | Unidades | Potencia (w) | Cs | Carga (w) |
|---|--------------|----------|--------------|----|-------------|
| Ocupantes | 4 | | | 50 | 200 |
| Motores y otros equipos | | 1 | 500 | | 500 |
| Subtotal calor sensible interior | | | | | 700 |
| Carga de calor sensible exterior | | | | | 4587 |
| GANANCIA TOTAL DE CALOR SENSIBLE | | | | | 5287 |

| | Unidades | Ci | Coef | Potencia (w) |
|--|----------|-----|------|--------------|
| Carga de calor latente de aire exterior de ventilación | | | | 554,4 |
| Carga de calor latente interior (SL) | | | | |
| Ocupantes | 4 | | 50 | 200 |
| Motores y otros equipos | | 500 | | 500 |
| Ganancia total de calor latente interno = | | | | 700 |

| | |
|---|---------------|
| Carga calor sensible | 5287 |
| Carga calor latente | 1254,4 |
| CARGA DE REFRIGERACIÓN ESPACIO CENTRAL | 6541,4 |

- Cálculo de la demanda de potencia de refrigeración en las 3 habitaciones

| Carga de calor sensible interior (SI) | nº Ocupantes | Unidades | Potencia (w) | Cs | Carga (w) |
|---|--------------|----------|--------------|----|----------------|
| Ocupantes | 4 | | | 50 | 200 |
| Motores y otros equipos | | 1 | 500 | | 500 |
| Subtotal calor sensible interior | | | | | 700 |
| Carga de calor sensible exterior | | | | | 1540,83 |
| GANANCIA TOTAL DE CALOR SENSIBLE | | | | | 2240,83 |

| | Unidades | Ci | Potencia (w) |
|--|----------|----|----------------|
| Ganancia de calor latente de aire exterior de ventilación | | | 554,4 |
| Ocupantes | 4 | 50 | 200 |
| Motores y otros equipos | 500 | | 500 |
| Ganancia total de calor latente interior | | | 700 |
| Carga calor sensible | | | 2240,83 |
| Carga calor latente | | | 1254,4 |
| CARGA DE REFRIGERACIÓN DORMITORIOS | | | 3495,23 |

Una vez calculadas las cargas de refrigeración, solo nos resta establecer el modelo del sistema.

Podemos colocar 2 sistemas multi-split de que cubran la demanda de refrigeración para cada local. Para la gran zona del salón, comedor y sala de estar tenemos una demanda de refrigeración de 6541 w, que equivale a 5.232 kcal/h.

El modelo *Fujitsu 3x1 AOY 71 Ui MI3* tiene una potencia de refrigeración de 5800Kcal/h (6744 w) y un consumo eléctrico para esta potencia máxima de 1.94 kw

En el caso de la refrigeración de los dormitorios colocaremos otro sistema multi-split con 3 unidades de salida para cubrir la demanda de refrigeración de 3495 w (4346 kcal/h). En este caso, el modelo 3x1 AOY 50 Ui Mi13, que tiene tres salidas y una potencia de refrigeración de 4.644 Kcal/h con un consumo eléctrico para éste máximo de 1.35 kw.

Ya que en este trabajo intentamos abastecer una vivienda con energías renovables y un consumo eficiente, supondremos y recomendamos un consumo responsable de dicho sistema haciendo funcionar únicamente un aparato a la vez, por lo que dimensionaremos los sistemas de generación eléctrica para un consumo de aire acondicionado de 4,5 horas al día con un único aparato funcionando, en este caso el del salón que es el de mayor demanda energética.

El hecho de abastecer una vivienda con energías renovables no significa renunciar a ninguna de las comodidades que los sistemas tradicionales de generación eléctrica nos han garantizado, pero tampoco podemos pretender seguir con el consumo y mal aprovechamiento de los electrodomésticos que se han estado realizando hasta ahora. Es necesario una revolución de consciencia para poder transformar el gran consumo eléctrico actual en un consumo responsable que nos permita abastecer en gran medida nuestras viviendas mediante energías renovables.

Así pues, considerando un consumo de 4,5 h de refrigeración diaria durante los 6 meses de temperaturas elevadas podemos establecer que la demanda eléctrica en estos días para la instalación de aire acondicionado será de:

$$4.5 \text{ horas} \times 1.94 \text{ kw} = 8,73 \text{ kwh/día}$$

Para terminar la parte de los consumos eléctricos, hay que recordar que a la inversa del consumo de ACS donde tenemos los picos máximos en los meses más fríos porque es donde acondicionamos la vivienda mediante suelo radiante, para abastecer el edificio de electricidad, el consumo máximo se sitúa en los meses de verano y se reduce bastante durante el resto de meses del año.

Por tanto, durante los meses fríos donde no se precise carga de refrigeración y el consumo eléctrico provenga de los electrodomésticos tendremos:

CONSUMO DE ELECTRODOMÉSTICOS DIARIO: 4.01 kwh

Y, durante los meses de temperaturas más elevadas donde consideramos que es posible utilizar el sistema de refrigeración, la demanda de energía eléctrica pasará a ser de:

CONSUMO DIARIO TOTAL EN LOS MESES DE VERANO: 12.76 kwh

SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Una vez tenemos calculada la demanda máxima de energía eléctrica de nuestra vivienda, nos resta dimensionar y establecer los sistemas de generación eléctrica que cubran esa necesidad tomando en cuenta el mes del año en que su uso va a ser mayor.

PANELES FOTOVOLTAICOS

Haciendo referencia al título del presente trabajo, pretendemos acondicionar nuestra vivienda mediante el uso de energías renovables. Por tanto, los paneles fotovoltaicos formaran parte y en gran medida de estos sistemas de generación eléctrica.

A la hora de conocer el número de paneles que debemos colocar, necesitaremos conocer de antemano el modelo de la placa fotovoltaica y su potencia media.

Después de estudiar los modelos de varios fabricantes, me inclino por colocar los paneles Panasonic VBHN 2405J25 que son capaces de proporcionar una potencia de 350W en una instalación a 24V.

Estos paneles tienen unas dimensiones de 1956 x 992 x 50 y un rendimiento de 19,03%. Se colocaran en la cubierta sobre, sobre el voladizo de la fachada este y sobre la pérgola.

Al igual que con el cálculo de los colectores solares, nos colocamos del lado del proyectista y asumimos unas pérdidas por la inclinación a cambio de obtener una buena integración con el diseño de nuestra vivienda.

Recordando que el momento de máxima necesidad será durante los meses de julio y agosto, donde tenemos una radiación máxima y un porcentaje de cielo nublado mínimo lo más conveniente sería colocar los paneles con una inclinación próxima a los 20°, donde recibiríamos una radiación prácticamente directa en el mes de agosto cuando la demanda energética es máxima. Pero, desde el punto de vista del proyectista, y teniendo en cuenta que la pendiente de la cubierta es de 5°, instaremos los paneles con esta inclinación.

Procediendo al cálculo:

Primero vamos a calcular la energía que nos proporciona el Sol y que incide sobre la placa fotovoltaica, teniendo en cuenta su inclinación. Seguidamente calcularemos, a partir del rendimiento de la fotovoltaica, la energía eléctrica real que nos puede suministrar cada placa, estableciendo un factor de pérdidas de energía eléctrica global del 10%, para calcular de esta forma el número de placas necesarias.

| | Irradiación global diaria media (MJ/m ²) | Coficiente por orientación de 5° | Irradiación diaria considerando la inclinación 5° (MJ/m ²) | Horas útiles de Sol | Irradiancia G _{B,y} (W/m ²) |
|------------|--|----------------------------------|--|---------------------|--|
| Enero | 7,6 | 1,07 | 8,13 | 8 | 282,36 |
| Febrero | 10,6 | 1,06 | 11,24 | 9 | 346,79 |
| Marzo | 14,9 | 1,06 | 15,79 | 9 | 487,47 |
| Abril | 18,1 | 1,03 | 18,64 | 9,5 | 545,12 |
| Mayo | 20,6 | 1,02 | 21,01 | 9,5 | 614,39 |
| Junio | 22,8 | 1,01 | 23,03 | 9,5 | 673,33 |
| Julio | 23,8 | 1,02 | 24,28 | 9,5 | 709,82 |
| Agosto | 20,7 | 1,03 | 21,32 | 9,5 | 623,42 |
| Septiembre | 16,7 | 1,05 | 17,54 | 9 | 541,20 |
| Octubre | 12 | 1,08 | 12,96 | 9 | 400,00 |
| Noviembre | 8,7 | 1,09 | 9,48 | 8 | 329,27 |
| Diciembre | 6,6 | 1,09 | 7,19 | 7,5 | 266,44 |

| | Rendimiento de la placa | m ² de panel fotovoltaico | Potencia eléctrica generada por placa fotovoltaica (w) | Energía diaria producida por placa fotovoltaica (kwh) | Factor de pérdidas generales de energía eléctrica (10%) | Energía diaria por placa disponible en el circuito eléctrico (kwh) |
|------------|-------------------------|--------------------------------------|--|---|---|--|
| Enero | 0,190 | 1,92 | 103 | 0,835 | 0,1 | 0,74 |
| Febrero | 0,190 | 1,92 | 127 | 1,14 | 0,1 | 1,03 |
| Marzo | 0,190 | 1,92 | 178 | 1,60 | 0,1 | 1,44 |
| Abril | 0,190 | 1,92 | 199 | 1,89 | 0,1 | 1,70 |
| Mayo | 0,190 | 1,92 | 224 | 2,13 | 0,1 | 1,92 |
| Junio | 0,190 | 1,92 | 246 | 2,34 | 0,1 | 2,10 |
| Julio | 0,190 | 1,92 | 259 | 2,46 | 0,1 | 2,22 |
| Agosto | 0,190 | 1,92 | 228 | 2,16 | 0,1 | 1,95 |
| Septiembre | 0,190 | 1,92 | 198 | 1,78 | 0,1 | 1,60 |
| Octubre | 0,190 | 1,92 | 146 | 1,32 | 0,1 | 1,18 |
| Noviembre | 0,190 | 1,92 | 120 | 0,96 | 0,1 | 0,87 |
| Diciembre | 0,190 | 1,92 | 97 | 0,73 | 0,1 | 0,66 |

| | Energía diaria por placa disponible en el circuito eléctrico (kwh) | Consumo diario de los electrodomésticos (kwh) | Demanda energética diaria del aire acondicionado (kwh) | DEMANDA TOTAL DIARIA (kwh) | Placas necesarias |
|------------|--|---|--|----------------------------|-------------------|
| Enero | 0,74 | 4,01 | | 4,01 | 5,4 |
| Febrero | 1,03 | 4,01 | | 4,01 | 3,9 |
| Marzo | 1,44 | 4,01 | | 4,01 | 2,8 |
| Abril | 1,70 | 4,01 | 8,73 | 12,74 | 7,5 |
| Mayo | 1,92 | 4,01 | 8,73 | 12,74 | 6,6 |
| Junio | 2,10 | 4,01 | 8,73 | 12,74 | 6,1 |
| Julio | 2,22 | 4,01 | 8,73 | 12,74 | 5,7 |
| Agosto | 1,95 | 4,01 | 8,73 | 12,74 | 6,6 |
| Septiembre | 1,60 | 4,01 | 8,73 | 12,74 | 8,0 |
| Octubre | 1,18 | 4,01 | | 4,01 | 3,4 |
| Noviembre | 0,87 | 4,01 | | 4,01 | 4,6 |
| Diciembre | 0,66 | 4,01 | | 4,01 | 6,1 |

Necesitaremos un total de 8 placas fotovoltaicas Panasonic 350w para cubrir la demanda eléctrica en el mes de septiembre.

AEROGENERADORES

Teniendo en cuenta que, según Meteovalencia, que recoge los datos de la agencia estatal de meteorología (AEMET), los días de lluvia en el año 2014 fueron 55, en el año 2013, 58 y en el año 2012, 56, podemos realizar una estimación aritmética al alza y considerar que durante los años de vida útil del edificio habrá 60 días de lluvia por año.

Este dato nos da una muestra del porcentaje anual de días que las placas solares pueden recibir una mínima o ninguna radiación solar.

Teniendo en cuenta que estos 60 días representan el 17% de los días del año, deberemos buscar una solución energética para cubrir la demanda energética que nuestro sistema de paneles fotovoltaicos no será capaz de producir.

Considerando también que durante estos días de lluvia, las rachas de viento suelen tener una mayor velocidad (según las tablas de AEMET, de Octubre a Mayo, los meses con mayor días de lluvia, la media de la velocidad del viento es de 6,5 m/s) será una buena solución compensar la falta de generación energética de los paneles fotovoltaicos con un sistema de aerogeneradores que cubra dicha demanda.

Por lo que:

- Durante los meses de verano (uso de aire acondicionado) las precipitaciones y los días nublados son mínimos, una media de 20 días (0,05%) y la densidad de las nubes y el tiempo de radiación solar nula o mínima es muy reducido.
- Durante los meses de invierno, donde la concentración de nubes y radiación solar baja es mayor, el consumo eléctrico se reduce debido a que el sistema de climatización es el suelo radiante, donde no consumimos electricidad, por lo que la demanda energética es menor.
- La radiación solar nunca llega a ser nula y las placas solares pueden abastecer un mínimo de energía al día. Según los archivos de AEMET, calculando el porcentaje medio de cielo cubierto durante los días de lluvia en los meses templados-fríos, obtenemos que se encuentra sobre el 70%. Es decir, de todas las horas de sol posible, obtendremos que únicamente durante 30% de éstas, los paneles fotovoltaicos serán capaces de producir energía eléctrica y almacenarla para su consumo posterior.

Teniendo en cuenta estos factores, se considera oportuno colocar aerogeneradores que cubran la demanda de consumo eléctrico de invierno durante los días en que los paneles fotovoltaicos no puedan cubrir la demanda energética.

Procederemos del siguiente modo:

% de días del año en que será conveniente abastecerse de energía proveniente de aerogeneradores : 17%

Consumo diario de electricidad durante los meses de invierno: 4.005 kwh

Probabilidad de cielo 100% cubierto durante las horas de sol < 70%

Considerando estos datos, elegiremos un modelo de aerogenerador que produzca la máxima potencia posible.

El aerogenerador Bornay B 800, para una velocidad del viento media de 6,5 m/s es capaz de suministrarnos una media de 350 W. Considerando que los aerogeneradores únicamente nos deben cubrir la demanda que las placas solares no puedan abastecer (aproximadamente el 70%)

$$\frac{4005 \cdot 0,7}{350} = 8.01$$

Si consideramos un factor de pérdidas de energía eléctrica del 10% hasta llegar al circuito domestico, el número de aerogeneradores necesario será de 9

Si buscamos otro modelo de aerogenerador que a la misma velocidad del viento sea capaz de proporcionarnos mayor potencia, encontramos el modelo Borany 1500 que con una velocidad media de 6,5 m/s es capaz de producirnos 700W, esto implica el doble de energía que el anterior y por consiguiente, la mitad de aerogeneradores que se reduciría a 5.

Desde el punto de vista arquitectónico, las dimensiones de ambos aerogeneradores (disponibles en el anejo) son muy dispares, pues el modelo Bornay B800 tiene unas dimensiones que serian relativamente sencillas de integrar en nuestro diseño : 1,75 m de diámetro de giro más la torre. Por contra el modelo Bornay 1500 es prácticamente imposible de ajustar al diseño de nuestra vivienda ya que sus dimensiones son propias de instalaciones industriales: 4 metros de diámetro de giro a sumar con la longitud de la torre..

Por tanto, asumiendo que se deberán instalar el doble de aerogeneradores , nos situamos del lado del proyectista y del diseño y colocaremos 9 aerogeneradores Bornay B800 que nos producirán el 70% de la energía diaria durante los días de cielo cubierto.

BATERÍAS

Siguiendo con el diseño de la vivienda autosustentable, será preciso, ya que no disponemos de conexión con la red eléctrica, abastecer nuestra vivienda los días, bastante improbables, en que nuestros dos sistemas de generación de electricidad no puedan funcionar.

Puesto que es muy poco frecuente que no dispongamos de radiación solar y las rachas de viento no sean capaces de hacer funcionar los sistemas de aerogeneradores, estableceremos el caso de que el sistema de generación eléctrica sea capaz de almacenar energía en unas baterías que cubran nuestras demandas energéticas durante al menos 3 días.

3 días durante los cuales no seamos capaces de generar ningún tipo de electricidad.

Así mismo, este sistema de baterías también cubrirá las demandas de electricidad durante la noche. Estas cargas eléctricas suelen ser bastante más reducidas y siempre tendrán el sistema de aerogeneradores que, si las rachas de viento lo permiten, será capaz de cubrir la demanda y almacenar la energía eléctrica en el sistema de baterías.

Como las placas solares nos proporcionan una tensión de 36 V, utilizaremos conjuntos de 3 baterías de 12 voltios conectadas en serie. En cuanto al modelo concreto, nos decantamos por el modelo de baterías *BORNAY MONOBLOC PRO MASTER DEKA*

Estas baterías tienen una capacidad de 228 amperios·hora y un voltaje de 12V cada una.

Por tanto cada conjunto de 3 baterías tendrá una capacidad de almacenaje de energía de $228 \cdot 36 = 8208$ w·h

Las necesidades de consumo diario máximas son de 12,74 kwh que en 3 días suponen $12,74 \cdot 3 = 38,22$ kwh

Por lo tanto necesitamos:

$$\frac{38,22 \text{ kwh}}{8,208 \text{ kwh/bateria}} = 4,65 \text{ conjuntos de baterias}$$

Por lo tanto necesitamos 5 conjuntos unidos en paralelo, constituido cada uno por 3 baterías conectadas en serie. Total 15 baterías

INVERSORES

Para finalizar el cálculo de la instalación de producción eléctrica, con el fin de cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, necesitaremos colocar uno o varios inversores.

Los inversores instalados han de ser capaces de dar respuesta a las necesidades de potencia eléctrica derivadas del uso del aire acondicionado y de los electrodomésticos. Considerando un uso simultáneo del aire acondicionado del espacio central y del 75% de los electrodomésticos tenemos:

Aire acondicionado: potencia eléctrica necesaria: 1,94 kw

Electrodomésticos: potencia eléctrica total: 3,144 k w

Utilización simultánea del 75% de los electrodomésticos: potencia necesaria: 2,358 kw

TOTAL requerimiento de potencia: $2,358 + 1,940 = 4,298$ kw

Para el cálculo del número de inversores a instalar únicamente deberemos dividir la potencia necesaria entre la potencia que soporta el inversor.

Instalaremos un inversor *Bornay PHOENIX 1200 - 5000 VA*. La ficha técnica de este producto está disponible en los anejos.

Potencia eléctrica necesaria: 4298 w

Potencia máxima admisible del inversor: 5000 w

nº de inversores necesarios : 1

Con 1 inversor de este modelo podemos transformar la corriente continua de las baterías en corriente alterna a 220 V de la vivienda.

ESTUDIO COMPARATIVO:

Teniendo en cuenta que este proyecto se ha desarrollado conforme a una vivienda con un grado de aislamiento térmico y control solar muy estudiado, procederemos a comparar este proyecto con una vivienda idéntica pero construida conforme a los sistemas tradicionales que hemos estudiado y utilizado a lo largo de los últimos años, es decir:

1. Las fachadas pasarán a ser de dos hojas de ladrillo hueco, con cámara de aire y 5 cm de eps
2. La cubierta mantendrá el mismo sistema pero el aislante térmico será de poliestireno expandido de 10cm
3. Los datos de transmitancias de vidrios y marcos se obtendrán del catálogo de elementos constructivos

Tomando los mismos datos de temperaturas y superficies y suponiendo que estos vidrios de menor calidad a los elegidos en un principio tienen un índice de refracción y absorción de la radiación del 50% obtendremos los siguientes balances energéticos:

Con el fin de acondicionar la vivienda obtendríamos una potencia de aire acondicionado en verano para cada una de las 2 zonas de :

| | | |
|--|--------------|-----------|
| CARGA EFECTIVA TOTAL DE REFRIGERACIÓN EN EL ESPACIO CENTRAL | 10298 kcal/h | 11,973 kw |
| CARGA EFECTIVA TOTAL DE REFRIGERACIÓN EN LOS 3 DORMITORIOS DE LA VIVIENDA | 4308 kcal/h | 5010 kw |

Como se puede observar, esta demanda de refrigeración queda muy lejos, sobretodo, del espacio central de los obtenidos con la vivienda perfectamente acondicionada:

| | | |
|--|-------------|----------|
| CARGA EFECTIVA TOTAL DE REFRIGERACIÓN EN EL ESPACIO CENTRAL | 5626 kcal/h | 6,541 kw |
| CARGA EFECTIVA TOTAL DE REFRIGERACIÓN EN LOS 3 DORMITORIOS DE LA VIVIENDA | 3005 kcal/h | 3,495 kw |

Observamos que el hecho de cambiar el sistema constructivo de la envolvente a un método más tradicional implica que la carga de refrigeración en el salón sea casi doble de la de una vivienda acondicionada.

A la hora de buscar los sistemas multi-split de refrigeración aptos para cubrir estas demandas, en el caso de la vivienda no acondicionada, deberíamos incorporar un sistema FUJITSU 8x1 AOY 125 Ui MI8 que tiene una potencia frigorífica de 12 kcal/h y un consumo eléctrico de 5,2 Kw.

Para las habitaciones deberíamos colocar otro sistema de refrigeración que cubriera la potencia necesaria. Incorporaríamos el elemento FUJITSU 3x1 AOY 50 MI3 con una potencia frigorífica de 4,6 Kcal/h y un consumo eléctrico de 1,35 Kw

En total, considerando que el aire acondicionado se utilizará con un consumo responsable durante 4,5 horas al día y no simultáneamente y teniendo en cuenta también el mismo uso y consumo de los electrodomésticos que habíamos previsto obtendremos que la vivienda no acondicionada tendría un consumo diario de:

Consumo diario del equipo de electrodomésticos 4,01 Kwh

Consumo por hora del equipo de refrigeración 5,2 Kwh. Consumo en 4,5 horas: 23,4 kwh

Consumo total diario considerando 4'5 horas de refrigeración 27,4 Kwh

En conclusión, al cambiar el sistema constructivo por uno más tradicional hemos pasado de un consumo diario de 12,74 kwh a 27,4 kwh. Hemos aumentado el consumo en 14,66 kwh diarios en los meses de verano

Si hubiéramos necesitado cubrir los 27,4 kwh con placas fotovoltaicas, considerando las pérdidas por orientación y la eficiencia del captador, realizando los mismos cálculos que se han hecho en el apartado de placas solares, tendríamos que disponer de 17 placas solares

Este incremento de 9 paneles supondría, considerando un precio por panel de 600 €:

$$600\text{€/panel} \times 9 \text{ paneles} = 5400 \text{ €}$$

Para tener un orden de magnitud más normal, podríamos expresar estos 14.66 kwh diarios en función del precio en € por Kilovatiohora, lo que vendría a ser:

Consumo: Precio por kwh según la empresa ENDESA: 0,1634€ (Impuestos incluidos)

Potencia: Precio por kw según la empresa ENDESA: 0,1463€/Kw día (Impuestos incluidos)

Hay que tener en cuenta que además del coste de la energía extra consumida (solo 6 meses) tenemos el coste de la potencia extra necesaria para el aire acondicionado: 5,2 kw - 1,94kw = 3,23 kw. Esta potencia hay que pagarla durante todo el año. Los electrodomésticos no influyen, ni tampoco el aire acondicionado de las habitaciones, y que nunca será simultáneo con el del espacio central

El aumento de coste anual de la energía consumida en la vivienda construida de forma tradicional será:

$$14,66 \text{ kwh/día} \cdot 180 \text{ días} \cdot 0,1634 \text{ €/kwh} = 431,18 \text{ €}$$

$$\text{El aumento de potencia tendrá un coste de } 3,23 \text{ kw} \cdot 365 \text{ días} \cdot 0,1463 \text{ €/kw} \cdot \text{día} = 172,48 \text{ €}$$

Aumento anual de coste de la energía eléctrica: 603,66 €

Este precio se incrementaría notablemente si el sistema de calefacción en invierno no fuera suelo radiante donde utilizamos la energía solar sino un sistema de radiadores eléctricos.

Teniendo en cuenta que el precio del aislante es de 21,6 €/m² (precio disponible en los anejos) y teniendo en cuenta que nuestra vivienda cuenta con una superficie de aislamiento (fachada + cubiertas + solera) de 543,1 m² obtenemos que el precio del aislante para acondicionar la vivienda es de

$$21,6 \text{ €/m}^2 \times 543,1 \text{ m}^2 = 11.731 \text{ €}$$

Por lo que, y para dar paso a la conclusión del presente trabajo, el hecho de aislar correctamente la vivienda nos supone un coste de 11.731 € y nos ahorra 603,66 € al año en electricidad para hacer funcionar el equipo de refrigeración 4,5 horas diarias.

Este hecho nos permite amortizar la instalación del aislamiento SATE a los 19,5 años, a partir de los cuales, el consume eléctrico ya será considerado ahorro.

CONCLUSIÓN Y REFLEXION FINAL

El objetivo del presente proyecto era demostrar que es posible abastecer el 100% de la energía de una vivienda mediante energías renovables y no contaminantes.

La base de todo el trabajo y el punto principal ha sido colocar un sistema de aislamiento eficiente que nos permita reducir las demandas energéticas de calefacción y refrigeración. Es muy importante recalcar que si la vivienda no hubiese sido correctamente aislada, el precio de instalación de los sistemas de acondicionamiento y el consumo energético se dispararía para una vivienda de esta magnitud, haciendo prácticamente inviable el gasto energético.

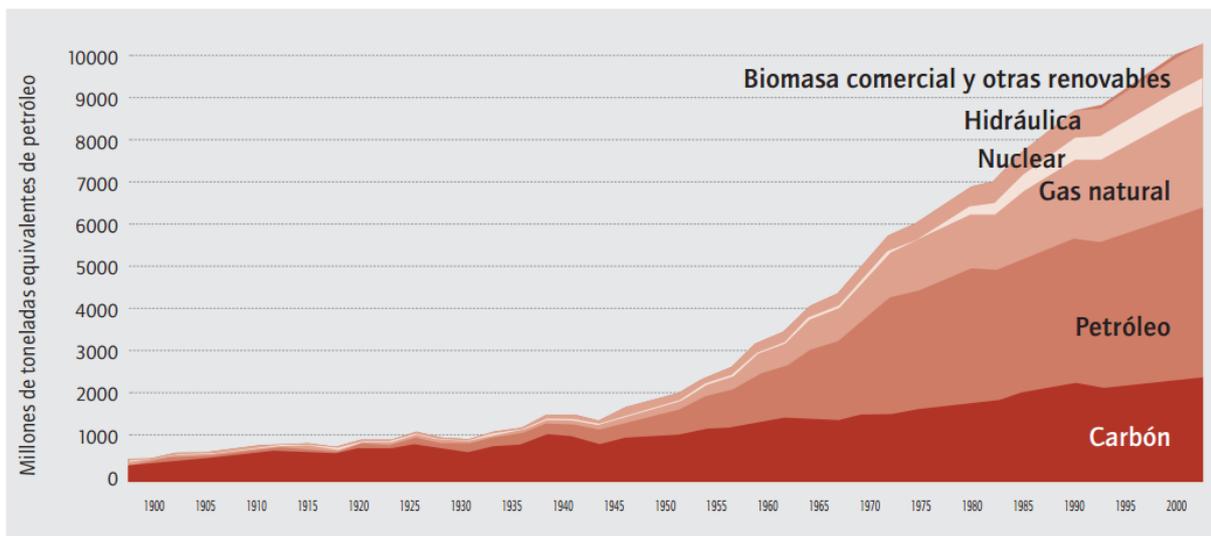
Asimismo, se ha intentado de forma escueta, demostrar que los sistemas de aislamiento pueden ser elegidos por otro factor que no sea su economía o eficiencia térmica sino su contribución al medio ambiente, su huella verde. La mayoría de aislantes comerciales son derivados del petróleo, han consumido una gran cantidad de energía durante su fabricación y han emitido potentes cantidades de CO₂ a la atmosfera. Por lo tanto es posible contribuir en el diseño de las viviendas al medio ambiente tanto mediante el ahorro energético como con la elección de materiales. Al mismo tiempo, la conclusión del estudio comparativo nos arroja un dato que puede hacer no viable este proyecto: la amortización del sistema se alcanza a los 20 años, sin contabilizar el mantenimiento de los sistemas. No obstante, es un error la elección del sistema por su valor económico o por su periodo de amortización, puesto que es mucho más importante los beneficios que se aportan respecto a los costes.

El cambio de consciencia que la sociedad reclama se debe basar en una teoría del bien común y de protección del medio ambiente. Las energías renovables deben liderar este proceso de cambio, y el factor económico no puede ser un punto que impida este cambio en un tiempo en que, además de necesario, la legislación y las normativas empiezan a exigir que los proyectistas seamos los primeros en cambiar nuestra mentalidad.

Al final del presente proyecto hemos obtenido un número de generadores eléctricos, entre placas fotovoltaicas y aerogeneradores, que deberán ser instalados en la parcela. Una vez realizados los cálculos técnicos, es nuestro deber como proyectistas y profesionales del diseño integrar todos estos sistemas en la vivienda de forma que encuentren la relación correcta con los elementos constructivos. Los generadores energéticos deben formar parte del diseño de la vivienda. Es incomprensible separar el proceso proyectual de un edificio en dos partes, la técnica y la gráfica, ambas deben entrelazar una relación íntima para poder formar parte de la composición de la vivienda.

A modo de reflexión, demostramos con este proyecto que podemos librarnos del consumo energético de la red eléctrica, que se abastece en su mayor parte de energías contaminantes tales como las refinerías de petróleo, gas, etc. o bien de energías potencialmente peligrosas como el fracking o las centrales nucleares.

Figura 2.2. Evolución del consumo mundial de energía primaria (1900-2002) excluida la energía no comercializada (leña, etc.). El consumo mundial de energía primaria no ha parado de crecer a partir de la revolución industrial, especialmente desde mediados del siglo XX.



Fuente: Energy Information Administration, EIA 2002.

En definitiva, queda demostrado que de forma 100% respetuosa con el medio ambiente podemos habitar nuestras viviendas sin prescindir de ningún tipo de electrodoméstico ni calidad de vida.

Es un paso que debe realizarse desde el punto de vista de los proyectistas ya que tenemos la responsabilidad, como profesionales del sector de la construcción, de reducir el gasto eléctrico de las viviendas, que en nuestro país representan la principal fuente de consumo.

BIBLIOGRAFÍA

De Vicente Valiente, Vicente ; Langa Sanchis, Jaime. *Ahorro de Energía, Código Técnico de la Edificación DBHEo-HE1*. Primera Edición, 2015

Plataforma de Edificación PassivHouse. Disponible en: <http://www.plataforma-pep.org/>

Apuntes de la asignatura de instalaciones energéticas de 4º de Arquitectura de la UPV

Apuntes de la asignatura de instalaciones hidráulicas de 4º de Arquitectura de la UPV

Apuntes de la asignatura criterios bioclimáticos en el diseño arquitectónico de 5º de Arquitectura de la UPV

Información climática. Meteovalencia. Disponible en: <http://www.meteovalencia.es/>

Ficha técnica de transmitancias de los bloques de termoarcilla:

http://www.termoarcilla.com/ventajas.asp?id_cat=14

Ficha técnica de los elementos acristalados. Finstral. Disponible en: http://www.finstral.com/web/binaryid/61-0603-00-04_10-2010_ES_gesperrt?BINARYID=binary/dospanning/fisr-3369fo2f%3A1418d36035f%3A-7af4/application/pdf/&PARAM_TYPE=DOWNLOAD&FILENAME=61-0603-00-04_10-2010_ES_gesperrt&CONTENTDISPOSITION=inline

Ficha técnica particiones de pladur. Disponible en: <https://www.pladur.com/es-es/arquitectos/documentacion-tecnica/DocumentosTecnicos/gama-esp-2014-plc.pdf>

Manual técnico de Climatización Invisible Uponor. Disponible en: http://germans-segarra.cat/docs/MT_climatizacion_invisible.pdf

Catálogo de sistemas de aire acondicionado Fujitsu. Disponible en: <http://www.disfrutaelfujitsu.com/aire-acondicionado-hogar-multisplit>

Ficha técnica Aerogenerador Bornay 800. Disponible en: <http://www.bornay.com/es/productos/aerogeneradores/aerogenerador-bee-800#close>

Ficha técnica BATERÍAS DEKA PROMASTER. Disponible en: <http://www.bornay.com/es/productos/promaster/baterias-deka-promaster#close>

Ficha técnica PHOENIX 1200 - 5000 VA. Disponible en: <http://www.bornay.com/es/productos/victron-energy-4/phoenix-1200-5000-va#close>