



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

ETSGE



PROYECTO FINAL DE MASTER EN EDIFICACIÓN: ESPECIALIDAD EN TECNOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN

**ESTUDIO DE ADAPTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES,
CON CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS
EN LA PLANA DE CASTELLÓN,
PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

ALUMNA: MARIA JESÚS MAÑEZ PITARCH

TUTOR: MANUEL JESÚS RAMÍREZ BLANCO

CURSO: 2007/2008

Fondo: Alquería de Alcira.(Fuente: Joaquín Sorolla).

“ Entonces, observando los techos ajenos y
añadiendo cosas nuevas a sus propios pensamientos,
realizaban día a día tipos mejores de cabañas”

(Vitruvio)

“ Ser original, es volver a los orígenes”.

(Gaudí)

INDICE

—0—

CAPÍTULO 0: PROPUESTA..... 1

0.1. GENERALIDADES..... 1

0.2. INTERVINIENTES..... 1

 0.2.1. Tutor..... 1

 0.2.2. Alumna..... 2

0.3. OBJETIVOS..... 2

 0.3.1. Objetivo general..... 2

 0.3.2. Objetivos específicos..... 2

0.4. METODOLOGÍA..... 3

0.5. RESULTADOS..... 3

—1—

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN..... 4

1.1. GENERALIDADES..... 4

1.2. CONCEPTO DE BIOCLIMÁTISMO..... 6

1.3. LA PLANA DE CASTELLÓN..... 9

 1.3.1. Datos geográficos..... 9

 1.3.2. Reseña histórica..... 10

 1.3.3. Las viviendas unifamiliares de La Plana..... 14

1.4. CONCEPTOS DE EFICIENCIA, CERTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA..... 23

—2—

CAPÍTULO 2: CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS..... 27

2.1. GENERALIDADES.....	27
2.1.1. El Sol, fuente de energía.....	27
2.1.2. El concepto de arquitectura solar.....	30
2.1.3. El soleamiento y las cartas solares.	32
2.1.3.1. Latitud.....	32
2.1.3.2. Recorrido solar.	34
2.1.3.3. Intensidad de la radiación solar.	34
2.1.3.4. La carta solar del lugar.	39
2.2. CONCEPTO DE AMBIENTE CONFORTABLE.....	44
2.3. ESTUDIO DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS.	46
2.3.1. Forma y orientación.	47
2.3.2. Flexibilidad ante la radiación solar (captación en invierno, protección en verano).	48
2.3.3. Flexibilidad en el diseño de los cerramientos (masa térmica, aislamiento térmico).....	49
2.3.4. Enfriamiento evaporativo y enfriamiento radiante.....	50
2.3.5. Ventilación cruzada.	51
2.4. CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS EN LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES TRADICIONALES DE LA PLANA DE CASTELLÓN.....	52
2.4.1. Criterios bioclimáticos en los masets tradicionales.	52
2.4.1.1. Descripción formal y descriptiva.....	52, 61
2.4.1.2. Aprovechamientos medioambientales y estrategias bioclimáticas.	55, 63
2.4.2. Criterios bioclimáticos en las alquerías tradicionales.	57
2.4.2.1. Descripción formal y descriptiva.....	57
2.4.2.2. Aprovechamientos medioambientales y estrategias bioclimáticas.	60
2.4.3. Criterios bioclimáticos en las villas tradicionales.	61
2.4.4. La proliferación de los chales y villas. El abandono de los criterios bioclimáticos.	65
—3—	
CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS BIOCLIMÁTICOS.....	67
3.1. CONDICIONES DEL AMBIENTE LUMINOSO.....	68
3.1.1. Introducción a la iluminación natural.	68

3.1.2. Fundamentos de la iluminación natural.....	69
3.1.2.1. Luz.....	69
3.1.2.2. El ojo.....	70
3.1.2.3. Magnitudes de la Luz.	71
3.1.2.4. Respuesta de los materiales frente a la luz natural.....	72
3.1.3. Componentes arquitectónicos de iluminación.....	73
3.1.4. Principios de diseño.	75
3.1.4.1. Ahorro de energía.	75
3.1.4.2. Mejora de la eficacia.	79
3.1.4.3. Función psicológica.	80
3.1.5. Cálculos de iluminación.	81
3.1.5.1. Factor de iluminación natural (FIN).	81
3.2. CONDICIONES DEL AMBIENTE ACÚSTICO.	86
3.2.1. Introducción a la acústica.	86
3.2.2. Fundamentos de la acústica.....	87
3.2.2.1. La naturaleza de los sonidos.....	87
3.2.2.2. El aparato auditivo.....	89
3.2.2.3. Magnitudes del sonido.	90
3.2.2.4. Respuesta de los materiales frente al sonido.....	92
3.2.3. Fuentes sonoras.....	93
3.2.4. Principios de diseño.	94
3.2.4.1. Aislamiento acústico.....	95
3.2.4.2. Acondicionamiento acústico.....	99
3.3. CONDICIONES DEL AMBIENTE HIGROTÉRMICO.....	103
3.3.1. Introducción al ambiente higrotérmico.....	103
3.3.2. Fundamentos del ambiente higrotérmico.	104
3.3.2.1. Factores que influyen en el ambiente higrotérmico.	104
3.3.2.2. El cuerpo humano, metabolismo y bienestar.....	106
3.3.2.3. Magnitudes del ambiente higrotérmico.....	107
3.3.3. Principios de diseño de condiciones higrotérmicas.....	109

3.3.4. Formas de transmisión del calor..... 110

3.3.5. Capacidad calorífica e inercia térmica..... 111

3.3.6. Efecto invernadero..... 112

3.3.7. Fenómenos convectivos naturales..... 113

3.3.8. Calor de vaporización..... 113

3.4. CONDICIONES VINCULADAS A LA CALIDAD DEL AIRE..... 114

3.4.1. Introducción a la calidad del aire..... 114

3.4.2. Fundamentos de la calidad del aire..... 115

3.4.2.1. Calidad y composición del aire..... 115

3.4.2.2. El sistema respiratorio..... 116

3.4.2.3. Magnitudes del aire..... 117

—4—

CAPÍTULO 4: REFERENCIAS LEGISLATIVAS..... 121

4.1. REAL DECRETO 1371/2007, DE 19 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL DOCUMENTO BÁSICO “DB-HE AHORRO DE ENERGÍA” DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN..... 121

4.1.1. Introducción..... 121

4.1.2. Exigencia básica de ahorro de energía..... 124

4.1.3. Exigencia básica HE 1. Limitación de demanda energética..... 125

4.1.3.1. Ámbito de aplicación..... 125

4.1.3.2. Exclusiones..... 125

4.1.3.3. Caracterización y cuantificación de las exigencias..... 125

4.1.3.3.1. Demanda energética..... 125

4.1.3.3.2. Condensaciones..... 126

4.1.3.3.3. Permeabilidad al aire..... 127

4.1.3.4. Cálculo y dimensionado..... 127

4.1.3.4.1. Zonificación climática..... 127

4.1.3.4.2. Clasificación de los espacios..... 128

4.1.3.4.3. Envolvente térmica del edificio..... 129

4.1.3.4.4.Cálculos.....	130
4.1.3.4.4.1. Procedimiento de aplicación de la opción simplificada.....	131
4.1.3.4.4.2. Procedimiento de aplicación de la opción general.	139
4.1.4. Exigencia básica HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.	140
4.1.4.1. Ámbito de aplicación.....	140
4.1.4.2. Exclusiones.	140
4.1.4.3. Procedimiento de verificación.....	141
4.1.4.4. Documentación justificativa.....	141
4.1.4.5. Caracterización y cuantificación de las exigencias.	142
4.1.4.5.1. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación.....	142
4.1.4.5.2. Valores límite de la Instalación.....	143
4.1.4.5.3.Sistema de regulación y control.	144
4.1.4.6. Plan de mantenimiento.	146
4.2. REAL DECRETO 47/2007, DE 19 DE ENERO, POR EL QUE SE APRUEBA EL PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN.....	147
4.2.1. Introducción.	147
4.2.2. Desarrollo.....	147
—5—	
CAPÍTULO 5: ADAPTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES.....	154
5.1. ADAPTACIÓN DE VILLA SITUADA EN CAMINO BOVAR-MOLINERA.	154
5.1.1.Introducción.	154
5.1.2.Checklist de clima y construcción.	156
5.1.2.1. Checklist de clima.	156
5.1.2.2. Checklist de construcción.....	158
5.1.3.Estudio de adaptación de vivienda.....	162
5.1.3.1.Contestación al cheklist.	162
5.1.3.1.1. Contestación al cheklist de clima.	162
5.1.3.1.2. Contestación al cheklist de construcción.....	164

5.1.3.2. Medidas correctoras.....	169
5.1.3.2.1. Medidas correctoras respecto al clima.....	169
5.1.3.2.2. Medidas correctoras respecto al entorno.....	170
5.1.3.2.3. Medidas correctoras respecto a la forma y orientación.....	171
5.1.3.2.4. Medidas correctoras respecto a la distribución interna.....	172
5.1.3.2.5. Medidas correctoras respecto al aislamiento y masa térmica.....	173
5.1.3.2.6. Medidas correctoras respecto al suelo.....	174
5.1.3.2.7. Medidas correctoras respecto a los espacios tapón.....	175
5.1.3.2.8. Medidas correctoras respecto a la captación solar pasiva.....	176
5.1.3.2.9. Medidas correctoras respecto a las infiltraciones en invierno.....	177
5.1.3.2.10. Medidas correctoras respecto a la radiación solar en verano.....	178
5.1.3.2.11. Medidas correctoras respecto a la ventilación en verano.....	180
5.1.3.2.12. Medidas correctoras respecto a la colocación de dispositivos.....	181
5.1.4. Cálculos justificativos.....	182
5.1.4.1. Cálculos justificativos de iluminación.....	182
5.1.4.2. Cálculos justificativos de acústica.....	183
5.1.4.3. Cálculos justificativos de condiciones higrotérmicos.....	184
5.1.4.4. Cálculos justificativos de calidad del aire.....	200
5.1.5. Aplicación de la legislación en vigor.....	201
5.1.5.1. Aplicación de la legislación respecto a iluminación.....	201
5.1.5.2. Aplicación de la legislación respecto a acústica.....	201
5.1.5.3. Aplicación de la legislación respecto a las condiciones higrotérmicas.....	202
5.1.5.4. Aplicación de la legislación respecto a la calidad del aire.....	202
5.1.5.5. Aplicación de la legislación respecto a la certificación energética.....	202
—6—	
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	203
6.1. CONCLUSIONES PERSONALES Y PROFESIONALES.....	203
6.2. CONCLUSIONES LEGISLATIVAS.....	208

6.3. CONCLUSIÓN FINAL 210

—7—

CAPÍTULO 7: REFERENCIAS 211

7.1. LIBROS 211

7.2. ARTÍCULOS DE REVISTAS 213

7.3. LEGISLACIÓN 214

7.4. NORMAS 214

7.5. INFORMACIÓN INTERNET 215

CAPÍTULO 0: PROPUESTA.

0.1. GENERALIDADES.

El proyecto final de master, representa para el estudiante una oportunidad única de aplicación de los conocimientos científico-técnicos, así como, desarrollar las habilidades y capacidades, vistos en los estudios de master, con el objetivo de obtener la resolución a una problemática concreta en el mundo de la edificación, con el fin último, de obtener algún beneficio técnico-profesional, para el propio alumno y para la sociedad.

Dicho trabajo, se realiza bajo la orientación, asesoramiento y seguimiento del tutor: profesor, investigador o profesional, quien desde su alta experiencia profesional, aporta al alumno, en general, claves para el desarrollo de sus inquietudes intelectuales y personales, y en particular, le conduce en el desarrollo eficiente y eficaz del proyecto final de master.

El plan de estudios del master oficial en edificación, establece la asignatura proyecto final del master con una carga de 10 créditos ECTS, como asignatura obligatoria y vinculada con todas las áreas de conocimiento implicadas en dicho master.

0.2. INTERVINIENTES.

0.2.1. Tutor.

Manuel Jesús Ramírez Blanco

Doctor arquitecto. Profesor titular de universidad. Departamento de Construcciones arquitectónicas. Grupo de Recuperación del Patrimonio Cultural. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación. Universidad Politécnica de Valencia.

0.2.2. Alumna.

María Jesús Mañez Pitarch

Arquitecto técnico. Estudiante del master oficial de edificación: especialidad tecnología. Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación. Universidad Politécnica de Valencia.

0.3. OBJETIVOS.

0.3.1. Objetivo general.

Desarrollar sistemas de reforma y adaptación de viviendas unifamiliares, con criterios tradicionales bioclimáticos, en la plana de Castellón, con el fin de mejorar la eficiencia, certificación y calificación energética de dichas construcciones.

0.3.2. Objetivos específicos.

- Estudiar diferentes tipos de criterios tradicionales bioclimáticos.
- Conocer sistemas de adaptación de viviendas unifamiliares, con los criterios bioclimáticos estudiados.
- Analizar la optimización de los sistemas de adaptación elegidos, para el menor consumo de energía en el proceso, abaratando los costes de los mismos.
- Relacionar diferentes sistemas constructivos y caracterizar energéticamente las diferentes construcciones elegidas.
- Definir eficiencia, certificación y calificación energética. Aplicación de normas de obligado cumplimiento.
- Justificar la utilización de los sistemas elegidos, en el sector de la edificación.

- Mejorar la eficiencia, certificación y calificación energéticas de los edificios elegidos.

0.4. METODOLOGÍA.

La metodología ha desarrollar en el trabajo, será un sistema mixto, que abarcará: por una parte, búsqueda de información sobre criterios bioclimáticos, normativas a aplicar, cálculos justificativos y por otra parte, abarcará el diseño y experimentación, de posibles soluciones a las construcciones elegidas, siguiendo los criterios bioclimáticos, sin dejar de lado, la normativa a aplicar.

0.5. RESULTADOS.

El resultado que se espera obtener del trabajo es:

- Por una parte, el interés formativo de la propuesta se centra en profundizar en el conocimiento de la normativa vigente actualmente, buscar soluciones para mejorar la eficiencia energética de ciertas construcciones ya existentes y como consecuencia poder dar soluciones para aumentar la clasificación energética de los edificios. Con el fin de anudar condiciones sostenibles a las propuestas, se estudian posibles soluciones con criterios tradicionales bioclimáticos. Con todo ello se pretende aplicar y profundizar sobre varias materias tratadas en el Master de edificación.
- El documento obtenido tendrá un fuerte interés técnico en un futuro cercano, dada la inmediata aprobación del Real Decreto que recogerá la certificación energética de edificios existentes. El documento será una guía que podrá transpolarse a cualquier tipo de viviendas en otras zonas.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1. GENERALIDADES.

Podemos decir, que la evolución de los sistemas constructivos de edificios utilizados en la actualidad, se inició en el primer cuarto del siglo XX a partir de la generalización, por una parte, de dos tipos de técnicas:



Fig. 1: Estructura muraria. Ronda. Málaga.

- El abandono de las estructuras murarias, para pasar al uso continuado de las estructuras reticulares, formadas por pilares y vigas. Dicho cambio, se introdujo a finales del s. XIX, con la industrialización de perfiles metálicos, que permitían hacer estructuras más ligeras y por tanto, conseguir edificios más altos. No obstante, la extensión generalizada, llegó con las estructuras de hormigón armado en el s. XX.
- El olvido de los sistemas pasivos de acondicionamiento bioclimáticos- inercia térmica, ventilación, control de sombras, etc.- para pasar al uso masivo de los sistemas de acondicionamiento electromecánicos, gracias al descubrimiento e introducción de la energía eléctrica.

Y por otra parte, a la difusión y aparición de nuevos materiales, que sustituirían a los materiales autóctonos y tradicionales, dando nuevas respuestas funcionales a los edificios. Entre ellos cabe mencionar:

- Materiales metálicos con protectores contra la oxidación, tales como el acero, el aluminio, el cobre y diversas aleaciones.
- Materiales para fachada, de menor densidad y como consecuencia de menor inercia térmica, que solo regulan las filtraciones de agua.
- Todo tipo de materiales polímeros, utilizados como impermeabilizantes, aislantes térmicos, aislantes acústicos, aislantes eléctricos, pinturas, tuberías, sellantes para juntas, que en ocasiones han derogado las buenas prácticas constructivas, tales como el solape y la utilización de planos inclinados para facilitar la evacuación de aguas.
- Láminas impermeables asfálticas, que facilitaron la extensión de las cubiertas planas, frente a las inclinadas.

La relación entre la situación geográfica, el clima y la arquitectura ha sido íntima a lo largo de la Historia, estableciéndose una dependencia total, a la hora de elegir materiales, sistemas constructivos y diseño de los edificios. La expresión máxima de esta relación, se encuentra en la conocida arquitectura popular. Esta íntima y dependiente relación, fue rota, como hemos comentado, en el s.XX, por la globalización de novedosas técnicas y materiales.

La adecuación perfecta entre el clima, las necesidades humanas y la construcción sostenible, de la arquitectura popular, nos lleva a expresar que la arquitectura tradicional es la primera arquitectura bioclimática. En este mismo sentido, se podría definir *"la arquitectura bioclimática actual como una arquitectura popular evolucionada"*. (Arquitectura Bioclimática. F.Javier Neila González.2004)

1.2. CONCEPTO DE BIOCLIMÁTISMO.

Según el arquitecto Federico López Taetzel: *“El bioclimatismo es un término de nueva creación, es un movimiento moderno, que intenta hacer arquitectura de la forma tradicional, para lograr el confort, la salud y el aprovechamiento energético con los recursos naturales, que son aquellos que han estado siempre a disposición del que hacia arquitectura”.*

El bioclimatismo nació en la década de los setenta y surgió como una tendencia arquitectónica que pretendía adoptar las condiciones climatológicas del lugar para conseguir un diseño con resultados térmicos y de comodidad óptimos.

Además del clima, el bioclimatismo tiene en cuenta una serie de condiciones que ayudarán a conseguir el máximo confort con el menor empleo de energía posible. Entre estos se encuentran la cultura propia del lugar, el paisaje y los materiales de construcción propios de cada lugar. La arquitectura bioclimática es aquella que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort térmico interior. Juega con el diseño y los elementos arquitectónicos. Los sistemas pasivos que usa este tipo de arquitectura son simples, tienen pocas partes móviles, no tienen sistemas mecánicos y requieren un mantenimiento mínimo. Se basa en el máximo aprovechamiento de las energías gratuitas y en evitar pérdidas de calor o ganancias indeseadas.

El bioclimatismo es una especie de arquitectura sostenible que tiene como fundamento el impacto ecológico de la construcción, así como el respeto por el ambiente y el hábitat original.

Pero todo esto no es nuevo, como ya comentamos en el apartado anterior, gran parte de la arquitectura tradicional funciona según los principios bioclimáticos. Por ejemplo, los ventanales orientados hacia el sur en el norte de España, el encalado de las casas andaluzas y el uso de materiales con propiedades térmicas como el adobe y la madera no es por casualidad, sino que cumplen una función específica.

El principal objetivo es optimizar la relación entre el comportamiento energético del edificio, el destino final del mismo y el clima del lugar, de modo que la edificación mantenga con un mínimo o nulo aporte de energía exterior las condiciones de confort.

Un buen diseño bioclimático puede conseguir ahorros:

Entre el 50 y el 70% del consumo de combustible, el 30% en el gasto de agua y el 20% en iluminación.

En cuanto a los costes que supone, son los mismos que en la construcción convencional para las zonas cálidas de España y entre un 5 y un 10% más en las zonas frías.



Fig. 2: R4House. reciclables, recuperables, reutilizables y razonables.
Diseño actual de casas bioclimáticas. Mataró. Barcelona. Arq. Luis de Garrido.

Introducido ya el concepto de arquitectura bioclimática, el siguiente paso será responder a la siguiente pregunta: ¿Qué se entiende por vivienda bioclimática? Según Luis de Garrido, experto arquitecto en la creación de viviendas bioclimáticas: *“La vivienda bioclimática, es aquella que tan sólo por su diseño arquitectónico – sin necesidad de tecnología – tiende a refrescarse por sí misma en verano y tiende a calentarse por sí misma en invierno”*. El profesor F. Javier Neila González dice: *“la vivienda bioclimática, debería serlo desde su nacimiento, controlando la energía que se emplea en su construcción y en la fabricación de sus materiales. Y además se debería controlar la contaminación que pueda generar el edificio, ya sean los gases de combustión vinculadas a la energía, los residuos líquidos de las aguas sucias o los residuos sólidos de las basuras domésticas, reduciéndolos y controlándolos para su reutilización”*.

El arquitecto Melchor Monleón, va más allá, y contempla además el control de *“la energía que se consumirá cuando el edificio se destruya”*. Además el arquitecto Federico López Taetzel menciona: *“ la vivienda bioclimática es aquella que está dotada de mecanismos que permita o no la entrada de la energía y que permite o no la salida de la energía. Esto permite que la energía que se necesita para que la vivienda entre en régimen de confort sea menor”*

La siguiente pregunta podría ser: ¿cuál es la ventaja de una vivienda bioclimática? El arquitecto Luis de Garrido, considera que *“en una vivienda bioclimática, no se gasta apenas luz, nada de calefacción ni aire acondicionado”*.

Pero la vivienda bioclimática debe combinar las ventajas de una vivienda tradicional con las de un hogar moderno, no originar ningún impacto medioambiental y reducir considerablemente los costes de construcción y mantenimiento.

Pero ¿es compleja?, la arquitectura bioclimática. Según el profesor Neila, *“la arquitectura bioclimática no ha de ser compleja. Representa únicamente la vuelta a los criterios elementales del sentido común. No precisa de tecnologías singulares o específicas que vayan más lejos que la que pueda emplearse en la arquitectura convencional”*.

Por tanto, podemos decir, que el bioclimatismo es un movimiento moderno, surgido a partir de la necesidad del ahorro energético y por tanto de la sostenibilidad del planeta, que busca recuperan criterios y materiales constructivos, utilizadas desde antaño, para incorporarlos actualmente a las edificaciones, aprovechando la capacidad de análisis y cálculos técnicos que poseemos hoy en día.

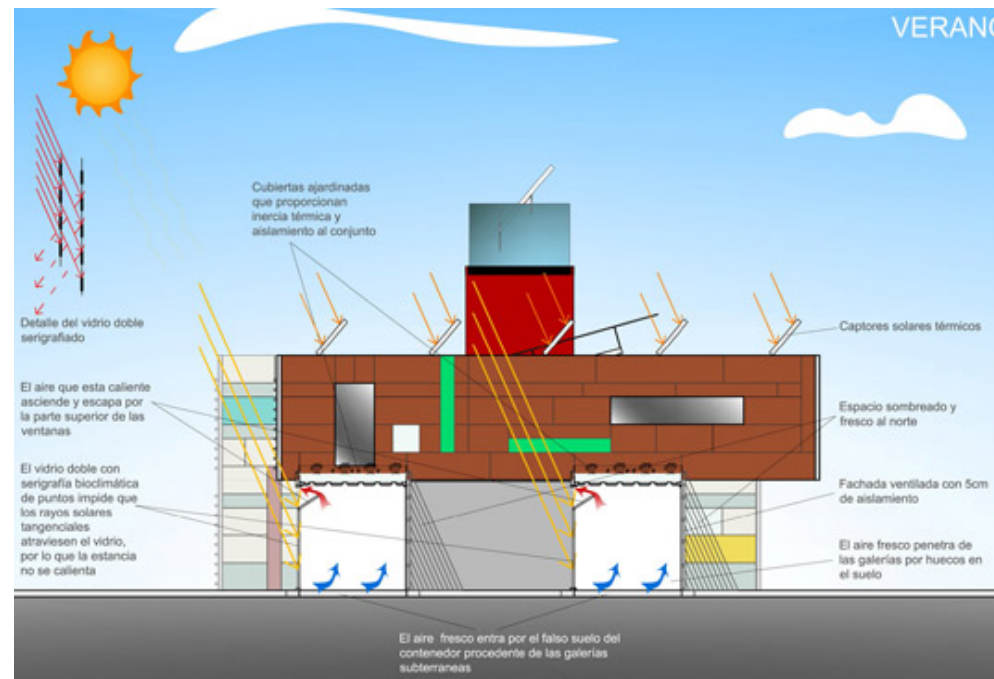


Fig. 3: Criterios bioclimáticos de R4House. Mataró. Barcelona. Arq.Luís de Garrido.

1.3. LA PLANA DE CASTELLÓN.

1.3.1. Datos geográficos.

La ciudad de Castellón de la Plana, Comunidad Valenciana, España, es capital de la provincia de Castellón y de la comarca de la Plana Alta. Se encuentra situada en la costa mediterránea, a una latitud de 39.59 N y longitud 0.02 O. Y cuenta con 172.624 habitantes (INE 2007).



Fig 4: Situación de la provincia de Castellón.

La mayor parte del término, se encuentra sobre el llano aluvial de la Plana, salvo una pequeña proporción al Noroeste ocupada por piedras calizas que conforman el extremo sur del Desierto de las Palmas. La cota más alta se sitúa al norte, en la Roca Blanca, con 609 msnm, también destacan las montañas del Racó de Raca, con 458 msnm y que forma parte del vértice geodésico de orden inferior, el Tossal de Llobera, con 353 m, el Tossal Gros, con 354 msnm, la Penyeta Roja, con 288 msnm y la Muntanya Negra con 307 msnm. Cabe destacar por su simbolismo, el Tossal de la Magdalena con 111 msnm y que forma parte del Parque natural del Desierto de las Palmas.

Castellón de la Plana está emplazada a unos tres Km. del mar, donde se sitúa el Grao y el puerto de Castellón-. Entre la ciudad y el Grao se encuentran terrenos de fértil huerta y de marjalería, con el nivel freático muy alto y algunas zonas pantanosas. Este factor natural ha condicionado la evolución urbana hacia occidente, quedando segregado el distrito marítimo, del resto de la ciudad.

Castellón cuenta con un clima mediterráneo en el que las precipitaciones máximas se concentran al principio del otoño. Los inviernos son suaves y los veranos cálidos, y durante todo el año la oscilación térmica diaria es escasa.

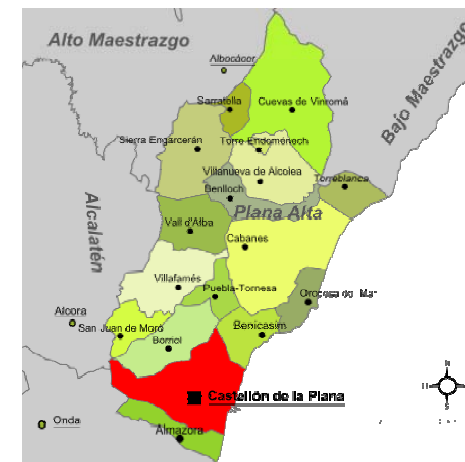


Fig. 5: Situación de la plana en su comarca.

1.3.2. Reseña histórica.



El origen de Castellón se encuentra en el cerro de la Magdalena. Es una colina situada al pie de la sierra del Desierto de la Palmas, como una avanzadilla hacia las tierras llanas, de cara al mar. En su cima, unos restos de murallas y torreones certifican la presencia del antiguo Castelló. Según varios documentos, tales como La España del Cid, de D. Ramón Menéndez Pidal, y el Libro Verde de Monte Aragón, en pleno siglo XI existía una entidad de importancia estratégica denominada Castellón, sin sobrenombre alguno, situada cerca del mar, vecina de Oropesa y Montornés, que con estos castillos y el de Culla, en lo alto de la montaña, señorearon los primeros reyes aragoneses. El castillo de la Magdalena sería la defensa de la entrada de la Plana después del de Montornés y por esto ampararía a todas las alquerías del llano.

Fig. 6: Restos de murallas del antiguo Castellón.

En el 1.233 Jaime I conquista Burriana y según refiere la Crónica Real, sus huestes desde la dicha Burriana, hacían algaradas y conquistaron Castellón de Burriana. Aparece Castellón con el sobrenombre de Burriana para diferenciarlo de otros del reino. Castellón con su castillo tenía término propio cuando fue conquistado por el rey Jaime I y esto lo sabemos por un documento otorgado por dicho rey en Onda el 22 de febrero de 1.252 donde habla de las alquerías del término de Burriana que se llamaban Teccida, Beniharon y Almalafa entre otras.

Tras la conquista, en Lérida, a 6 de los idus de septiembre de 1251 (fecha que reducida al calendario ahora vigente equivale al día 8 del mismo mes y año), Jaime I extendía un documento por el que autorizaba a Ximén Pérez de Arenós, su lugarteniente en el reino de Valencia, a trasladar la villa de Castellón desde su emplazamiento originario al lugar de la llanura que le fuera bien visto como más apropiado. Con este traslado que la tradición sitúa en el tercer domingo de Cuaresma de 1252, nacía Castellón de la Plana. El nuevo asentamiento se realizaría en la alquería mora de Benirabe. Doce años antes, en 1239, hubo un intento fallido de fundación de una nueva villa (en este caso en la alquería de Benimahomet), mediante una carta puebla otorgada por el primer dueño feudal que tuvo Castellón, don Nuño Sancho, señor del Rosellón.

Al noble Arrufat Alonso, se le encomendó el cuidado y dirección de los trabajos necesarios para hacer los cimientos y el trazado de Castellón, y así lo hizo. Limpió el territorio de toda la maleza que había, dio vado a las aguas estancadas y trazó acequias que fuesen a parar al mar. El “nou poble” debió de tomar como base un camino -acaso la calle Mayor-, un grupo de casas ya existentes y otras diseminadas: lo que se llamaba una alquería. Allí nacerían las primitivas calles: la barraca, engín, del aigua, de Benimargo. Entre la alquería de Benárabe y las vecinas quedarían sitios intermedios y sobre éstos se trazó el poblado: la plaza, el fosar, la iglesia y calles colindantes, encerrando con un muro el espacio que se creyó prudente, todo ello con un gran sentido de la ordenación, a la manera clásica y no siguiendo las trazas moras.

La vida en el Castellón en los siglos medievales tuvo un carácter plenamente urbano, con importante peso de las actividades artesanas y comerciales por encima de la dedicación rural del cultivo de los campos, que también cobrará posterior y creciente desarrollo mediante el sistema de riegos con las aguas del Mijares. Como muestra del impulso real al desarrollo económico, en 16 de marzo de 1260 Jaime I autorizó la construcción de un camino para unir la villa con el mar, en el punto donde existieron precedentes preromanos. También el 9 de mayo de 1269, el mismo monarca otorgaba permiso para la celebración de una feria que había de comenzar ocho días antes de San Lucas (18 de octubre), muestra inequívoca de activa vida mercantil. Por otra parte, un documento de 17 de febrero de 1272 autorizaba la ampliación del casco urbano mediante el añadido de un arrabal que suponía la aparición de las calles de Enmedio y de Arriba, demostrando el favorable efecto de la atención real sobre el crecimiento demográfico de la nueva villa.

El hijo y sucesor de Jaime I, Pedro III el Grande, desde Barcelona, a 7 de febrero de 1284 otorgará a la villa de Castellón la facultad de autogobernarse mediante la concesión del derecho a poseer sus propios órganos municipales.

En 1.398 aparece por primera vez el nombre de **Castellón de la Plana** en una relación de lugares que el rey Jaime II proyecta conceder a su futura nuera D^a Leonor de Castilla como dote y arras de boda.

En el s.XIV, el cuadrilátero que constituía la villa se hallaba cruzado de N. a S. por tres espaciosas y rectas calles denominadas: de Arriba, de Enmedio y de Abajo. Posteriormente de Alloza, de Enmedio y Mayor.

De E. a O. por las calles San Juan, Zaparetos y Aigua, después Colón y Cardona Vives. Es de destacar que **las calles de Arriba y de Enmedio se hallan ligeramente torcidas en sus extremos septentrionales, para resguardar al vecindario de frios y vientos del Norte**. Cada día van llegando nuevas familias, los muros quedan estrechos y aparecen los arrabales: el del Roser, de San Francisco, de les Forques, del Pla y de la Fira. El más importante, es sin duda, el de la Fira situado al exterior del muro oeste y llamado así porque allí se hacía la famosa Fira de San Lucas.

Viendo la importancia de dicho arrabal se cree conveniente incorporarlo a la villa y para ello se derriba el muro oeste y se construye un nuevo recinto amurallado que durará casi cinco siglos y se le conoce con el nombre de muralla foral. Este segundo muro fue derribado a finales del siglo XVIII. Posteriormente y en el siglo XIX se construye una nueva defensa que se conoce con el nombre de muralla liberal.



Fig. 7: Castellón en el siglo XIV. (Vicente Traver)

Castellón en su trazado inicial medía 120 hanegadas y con la incorporación del arrabal casi se dobló llegando a las 220 hanegadas. Pronto se convirtió en una ciudad próspera gracias, entre otras cosas, a su situación ya que era salida natural de la Plana hacia los caminos del norte y sur así como hacia el Maestrazgo y el Alcalatén.

Todo parece indicar que Jaime I otorgó a la naciente villa como un crédito de confianza para ejercer un papel de capitania en estas tierras septentrionales valencianas. Venida a la Historia cuando el fenómeno urbano ya se había manifestado con anterioridad en otros puntos de la comarca, Castellón asumió desde **el siglo XIV** la sede de una gobernación, y con ella un rol de capitalidad que no le ha abandonado a lo largo de varios siglos.

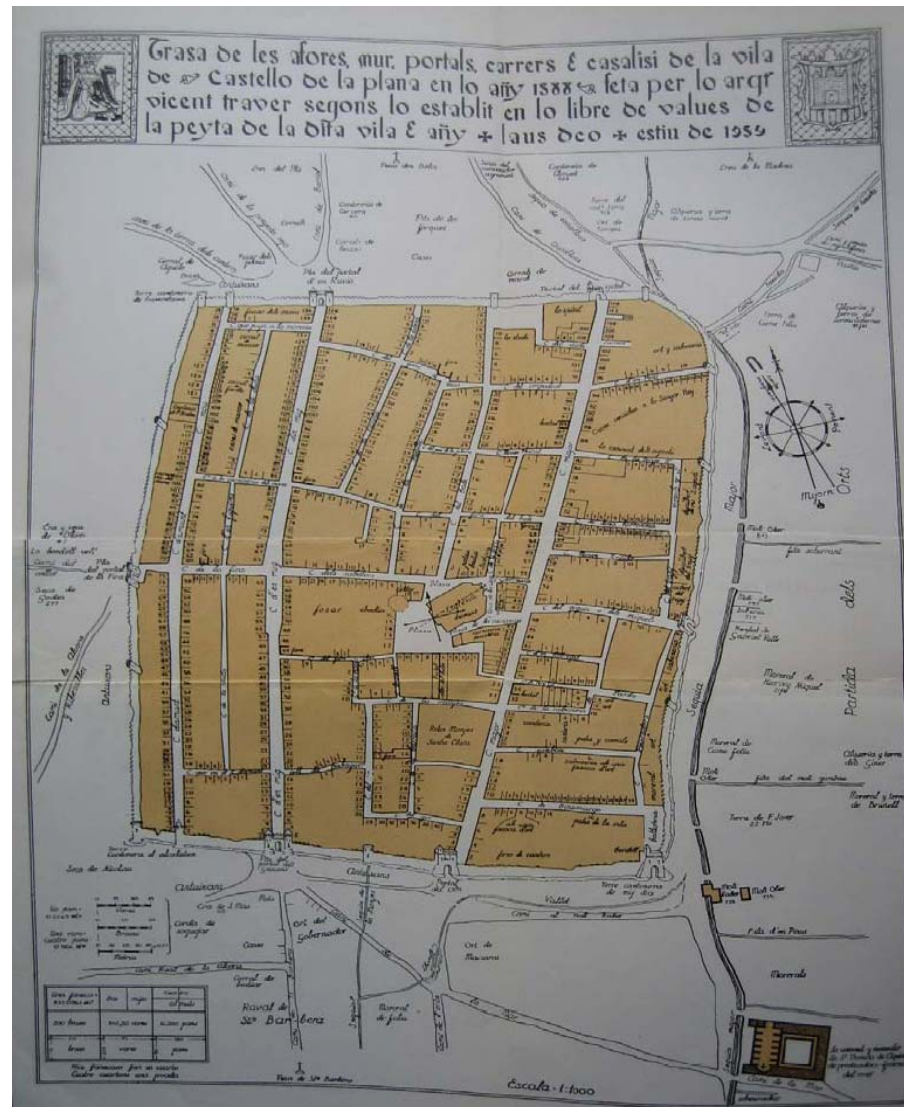


Fig. 8: Castellón en el año 1588. (Antigüedades de Castellón. Vicente Traver)

1.3.3. Las viviendas unifamiliares de La Plana.

La primera apreciación, para definir las viviendas unifamiliares de La Plana, es diferenciar las cuatro nominaciones por las que se conocen popularmente: maset, alquería, villa y chalé.

En una primera aproximación, buscamos el significado de dichas palabras en el diccionario de la Real Académica Española, donde encontramos todas las palabras excepto maset, que al ser una palabra perteneciente a la lengua catalana, hemos localizado en el diccionario del Institut d'estudis catalans:



Fig. 9: Maset situado en Castellón. Año 2000.

- **Maset:** Casa de camp més petita que el mas. Etimològicament diminutiu derivat de mas. **Mas:** Casa de camp on habiten els conradors d'una finca rústica. A València s'anomena mas, i més generalment masia, quan la casa de llaurança és al seca, però quan és a l'horta és anomena alqueria, i a Castelló maset.
- **Alquería:** Casa de labor, con finca agrícola, típica del Levante peninsular. Etimològicamente la palabra "alquería" viene del árabe hispanizado al-garí, y este del árabe clásico al-garyah, que significa "poblado", "entidad de población", "pueblo", pero en español derivó semánticamente hasta significar una entidad de población tan pequeña que a veces son unas pocas casas, o una sola, usada para las labores agrícolas.
- **Villa:** Casa de recreo situada aisladamente en el campo. Etimología: Del latín villa, "inmueble"
- **Chalé:** Edificio de una o pocas plantas, con jardín, destinado especialmente a vivienda unifamiliar. Etimología: Del francés chalet.

Una segunda aproximación, podemos encontrarla, en la época en que aparecen dichas denominaciones, en La Plana:

- **Maset:** *“Los masets aún no son citados en La Plana, a finales del siglo XVIII, por un observador tan exacto como Cavanilles; en cambio, los menciona Madoz en Almazora, a mediados del XIX.”* (Antonio López Gómez. Los masets de Castellón).
- **Alquería:** La denominación de Alquería, la encontramos ya en el s.XIII, coincidiendo con la fundación de la ciudad. Eran casas diseminadas en La Plana, de procedencia árabe, con finca agrícola.
- **Villa:** En el Paseo Marítimo norte de Benicàssim encontramos un núcleo de viviendas, antiguas residencias veraniegas de la burguesía valenciana, en sus fachadas encontramos los nombres: Villa Praxedes, Villa Victoria, Villa Pons, Villa Elisa, Villa Paquita, Villa María, etc., de finales del siglo XIX y principios del XX. Así mismo, aparecen construcciones con este nombre de Villa en la zona noroeste de Castellón.
- **Chalé:** La palabra chalé, de procedencia francesa –chalet-, empezó a aparecer en las tierras de La Plana a mediados del siglo XX, probablemente copiada a los turistas franceses.



Fig. 10: Villa Paquita. Benicàssim. Castellón.

Pero, más allá de las definiciones vistas, el saber popular ha diferenciado las viviendas unifamiliares, según la situación dentro del término municipal, la época, la calidad y tamaño de las construcciones.

Así, los **masets**, empiezan a aparecer a finales del s.XIX, para terminar su vida a finales del s.XX, debido al crecimiento de la ciudad. Eran pequeñas casas en las afueras de la ciudad de Castellón, con espacios entre 1 o 6 hanegadas dedicados a huerta-jardín. Se situaban en la llamada Huerta Nueva, al noroeste de la ciudad, regada mediante pozos y los embalses de la rambla de la Viuda-aparece la Huerta Nueva por la transformación de tierras de secano-. Siempre se situaban fuera de lo llamado Huerta Vieja, con derecho al riego con agua del Mijares, con ricos cultivos de naranjos y hortalizas. *“Generalmente eran fincas de recreo, normalmente en la temporada estival, aunque las más cercanas a la ciudad podían servir de vivienda permanente”*. (Antonio López Gómez. “ Los masets de Castellón). Es de destacar, que aunque popularmente se les conocía como masets, los más lujosos lucían carteles de villas en sus fachadas o puertas.

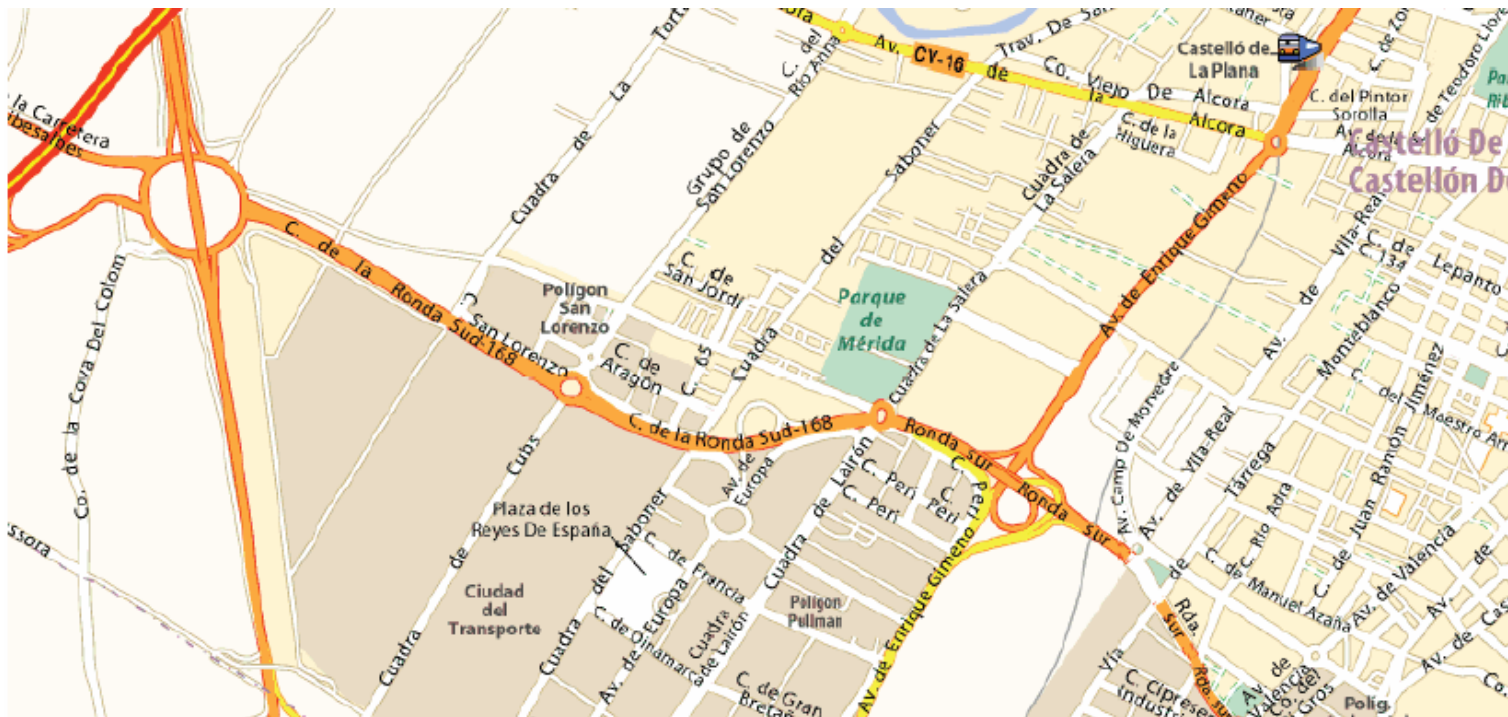


Fig. 11: Zona al noroeste de la ciudad, llamada Huerta Nueva, donde se situaban los masets.

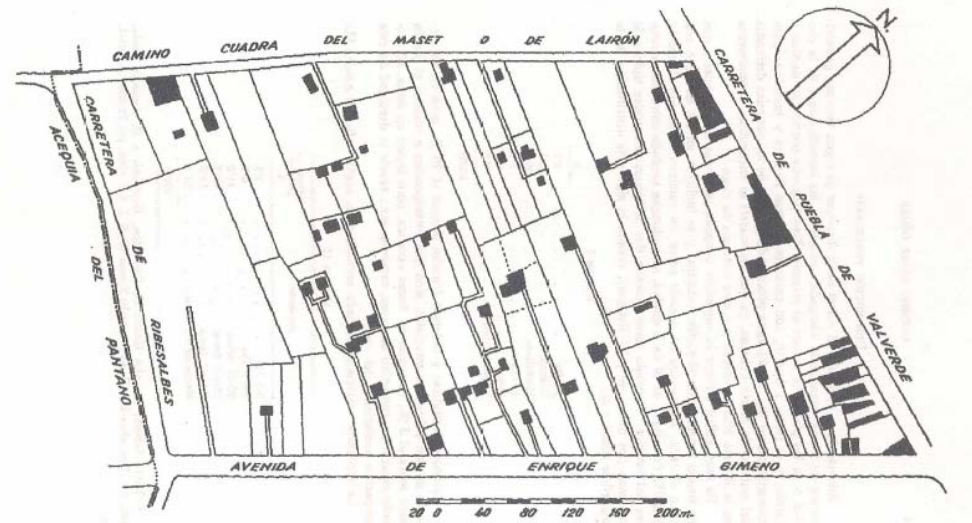


Fig. 12: Plano parcelario de algunos masetos al NW de Castellón. (Antonio López Gómez. "Els masetos de Castellón").



Fig. 13 y 14: Dos de los masetos en la Avd. Enrique Gimeno.

Las **alquerías** o alquerías, podemos decir que son un vestigio señorial árabe que ha sobrevivido a lo largo de los siglos. *“En su origen islámico designa a un lugar poblado, un conjunto de edificios entorno a una casa principal, que incluye construcciones de apoyo a la actividad agraria, (casas de colonos, corrales, etc) estructura que dio origen a muchos de los actuales pueblos y lugares poblados en torno a la ciudad. Ese origen señorial se conserva en el tiempo, pero su concepto, en época renacentista y barroca, pasa a designar un palacio rural aislado formado por una casa importante, generalmente con torre, más unas casas de caseros y de apoyo a la labor agraria. En época moderna, con la inclusión de la burguesía en la estructura económica del campo, la alquería designa a una gran casa rural que simultanea su labor agraria y el descanso de sus propietarios. La estructura minifundista que se implanta en la huerta desde mediados del s. XIX, vuelve a transformar el concepto y por alquería se entiende a cualquier casa aislada de labor”*. (Francisco Taberner Pastor y otros. Guía de Arquitectura de Valencia).

En La Plana, a partir de mitad del s.XIX, se nombra como alquería, a pequeñas casas rodeadas de terreno dedicado a huerta, que aparecían al este de la ciudad. Se situaban en las zonas de los humedales. Estas tierras en las partes más bajas u hondas estaban completamente inundadas casi en la mayor parte del año, sobre todo si era lluvioso, sin embargo dentro de esta zona en la parte más alta que no solía inundarse tanto y donde ya no llegaban las aguas del río Mijares, porque no tenían concedido derecho para regar, era muy fácil perforar un pequeño pozo de escasa profundidad para, mediante unos rudimentarios artilugios llamados norias o *cenies* movidos por caballerías elevaban el agua. Según Vicent Ortells y Antonio Querol: *“ El parcelario agrícola en la zona lo conforman los llonguers, pequeñas parcelas estrechas y alargadas, separadas por acequias de riego con sistemas artesanos. Muchas veces, junto a la marjaleta se construyen una pequeña alquería”*.



Fig. 15: Alquería dels Orfens. S.XVIII. (Antigüedades de Castellón. Vicente Traver)



Fig. 16 y 17: Alquería dels Orfens. S.XVIII. Estado actual.



Fig. 15: Zona al este de la ciudad, donde se situaban las alquerías.

Según Vicent Ortells y Antonio Querol Gómez, en su estudio sobre el Grau de Castellón, las primeras **villas** en Castellón, aparecen como consecuencia de la construcción del puerto. *“Desde la segunda mitad del siglo XIX, con el inicio del muelle de Levante, había comenzado a cambiar la línea de costa por el efecto de acumulación de arenas en las playas de levante y norte, debido al sistema de corrientes. Así pues, el Pinar, que bañaban las olas, se fue alejando hasta su situación actual a unos 400 m. del agua. En la playa del Serrallo, a poniente y sur, se produce el efecto contrario y algunas alquerías huertanas quedan sumergidas bajo las aguas del Mediterráneo.*

Esta situación desembocó en una clara diferenciación de los usos del suelo. Mientras el norte, dirección de Benicàssim, se dedicaba a uso terciario y residencial, el sur era patrimonio de la huerta de marjales y naranjos. En la playa del Pinar, el Ayuntamiento realizó repartos gratuitos de los terrenos ganados al mar, con la simple condición de vallar las parcelas. Eran los años treinta.” Sobre estos terrenos, frente al parque natural del “Pinar del Grau”, que se habían parcelado y privatizado, se construyeron las primeras villas. Las villas eran en su mayoría viviendas de segunda residencia, para época estival, que empezaron a prosperar en los alrededores de la playa de Castellón y del Pinar, en la segunda mitad del s.XX. Con el tiempo, prosperaron también en toda la zona de la marjalería, una vez desecados los tradicionales terrenos de humedales.



Fig 16: Paseo Marítimo. Grao de Castellón. Principio de siglo.



Fig. 17: Puerto de Castellón en 1933.



Fig. 18: Dique de Levante en 1936.

(Archivo Port Castelló)

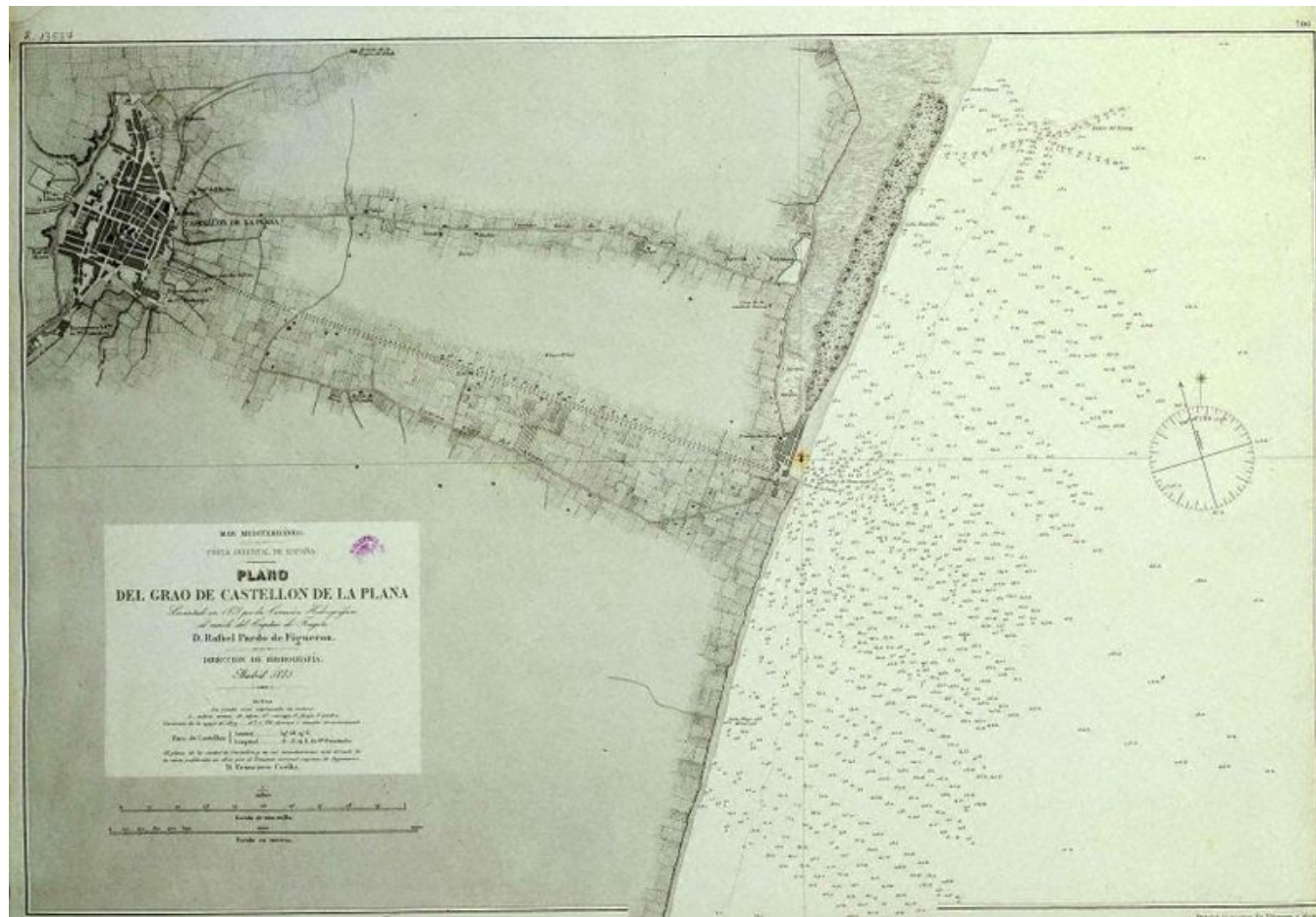


Fig. 19: Plano del Grao de Castellón de la Plana, levantado en 1878 por la Comisión Hidrográfica al mando del Capitán de Fragata D. Rafael Pardo de Figueroa.

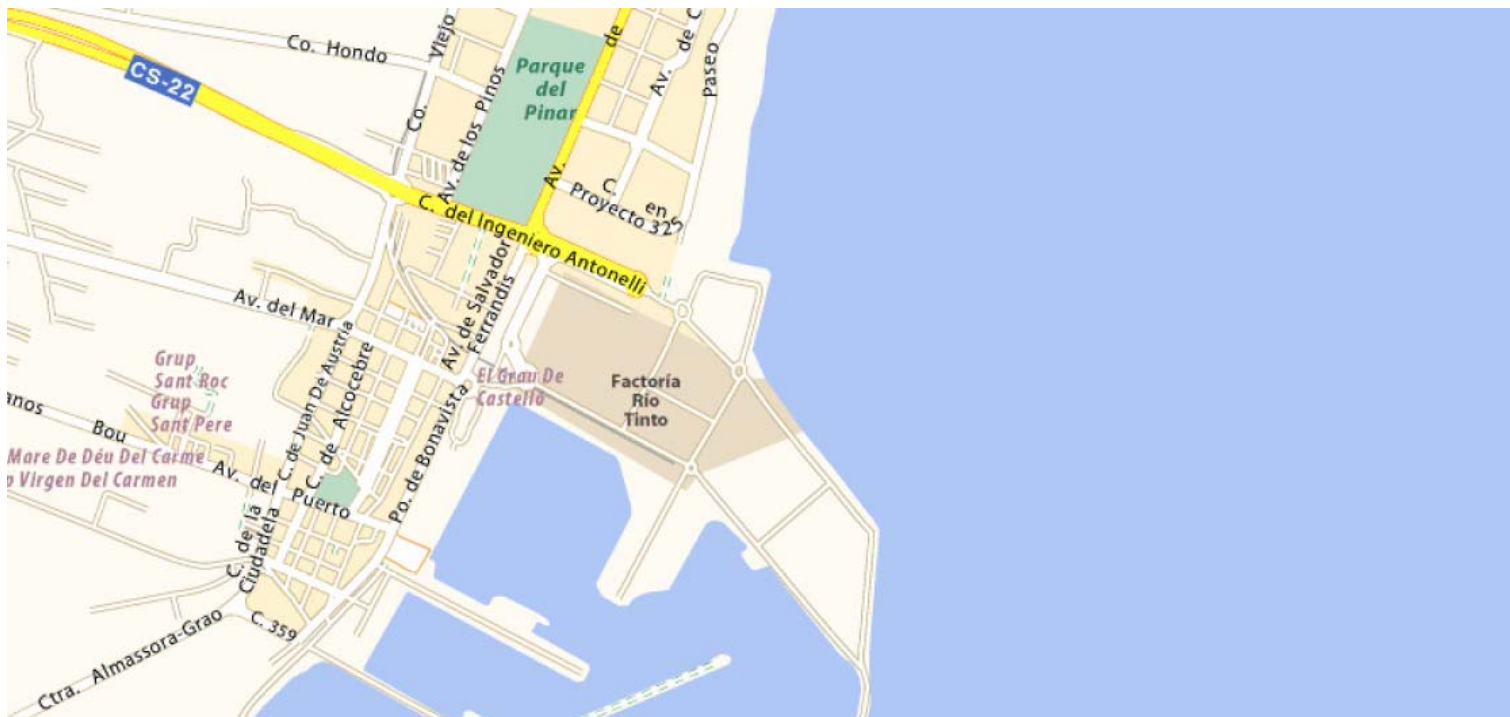


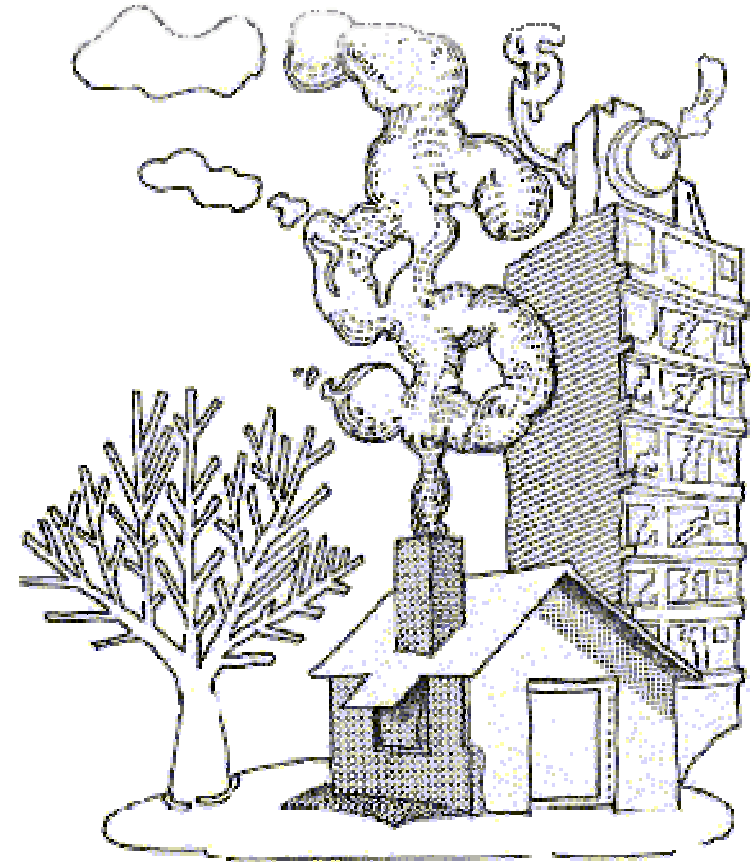
Fig. 20: Zona al este de la ciudad, donde se situaban las primeras villas.

Es a partir de la posguerra pero con desarrollo importante desde 1970, cuando aparece la denominación de **chalé**. Según exponen Vicent Ortells y Antonio Querol, *“los diferentes masets y alquerías, vinculados tradicionalmente con la actividad agraria, empiezan a substituir los cultivos de huerta por jardines privados, piscinas, etc. Podemos hablar de “ciudad jardín” por su tipología de chales unifamiliares con amplio jardín y calles arboladas”*. Así es como la denominación de masets, alquerías y villas empieza a confundirse con la denominación de chales, actual.

1.4. CONCEPTOS DE EFICIENCIA, CERTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA.

Desde que se inició el desarrollo tecnológico de este siglo, se hicieron las cosas sin pensar demasiado en que los hidrocarburos se agotaban, por tanto, importaba poco el cuidado de sistemas pasivos de aprovechamiento pasivo de la energía. Parecía que cualquier edificio podría ser acondicionado con sistemas electromecánicos. Pero ahora, las reglas del juego son muy diferentes: la escasez de hidrocarburos y la sostenibilidad del planeta, nos sitúa en los umbrales de una nueva revolución, la de la **eficiencia**. A tal fin se deben reconvertir principalmente, todos los procesos industriales, las maquinarias, los edificios, en otras palabras todo aquello que de una u otra forma consume energía, y en particular, poner énfasis en los ahorros de energía en viviendas y edificios.

Por ello, los países han empezado a estar preocupados por la **eficiencia** de sus construcciones. El ahorro y la **eficiencia energética**, son una de las principales herramientas hacia el desarrollo sostenible del planeta. El crecimiento continuo de la demanda y la carencia de fuentes energéticas a escala nacional, están obligando a propiciar por un lado el ahorro energético y por otro lado, a buscar sistemas más eficaces energéticamente.



Como uno de los mayores puntos de consumo energético, se encuentra el sector de la edificación. Por esto, la construcción, es uno de los principales factores sobre el que se puede actuar para mejorar considerablemente la **eficiencia energética**. El objetivo, es construir edificios que reduzcan la demanda de energía en el acondicionamiento térmico para calefacción y refrigeración. De esta manera, se reducen las emisiones de CO₂ y otros agentes de polución a la atmósfera. Con los edificios así construidos se podrá contribuir a no degradar más el medio ambiente, exigencia de todas las naciones para poder llegar a cumplir con los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kyoto y otras políticas del Gobierno Español, como la Estrategia de Eficiencia Energética aprobadas por el Gobierno en 2003, con el nombre de E4..Por ello, cuando se habla de edificios sostenibles, considerando los aspectos económicos, sociales y medioambientales, se debe hacer hincapié especial en los aspectos energéticos de la edificación.

Aunque el ahorro y la eficiencia energética, a estado presente en la legislación española, a través de diferentes legislaciones, tales como la NBE CT-79, "Condiciones Térmicas en los Edificios", que recogía las medidas adoptadas en el Decreto 1490/1975, donde la administración pública, adopto las primeras medidas encaminadas a la consecución de un ahorro energético a través de una adecuada construcción de los edificios, haciendo frente así a los problemas derivados del encarecimiento de la energía. Así mismo, en el año 1980, mediante el Real Decreto 1618/1980: Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria contribuyo en gran medida a potenciar y fomentar un uso más racional de la energía en las instalaciones térmicas no industriales de los edificios, normalmente destinadas a proporcionar de forma segura y eficiente los servicios de calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria necesarios para atender los requisitos de bienestar térmico y de higiene en los edificios. Fueron necesarios dieciocho años, para modificar dicho Real Decreto, mediante el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se creo la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios.

Todas ellas tenían como único objeto, establecer las condiciones térmicas mínimas exigibles a los edificios en relación con el uso y actividad de sus ocupantes, ofreciendo a los ocupantes de los edificios el bienestar térmico y higiénico ausente en décadas anteriores, no dejando de lado el ahorro energético.

Calificación Energética de Edificios proyecto/edificio terminado	
Más	
	A
	B
	C
	D
	E
	F
	G
Menos	
Edificio:	
Localidad/Zona climática:	
Uso del Edificio:	
Consumo Energía Anual: kWh/año	
(..... kWh/m ²)	
Emisiones de CO ₂ Anual: kgCO ₂ /año	
(..... kgCO ₂ /m ²)	
<p><i>El Consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación</i></p> <p><i>El Consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.</i></p>	

Dentro de este contexto, España, para efectuar la transposición de la Directiva comunitaria 2002/91/CE, sobre eficiencia energética de los edificios, y de acuerdo con la distribución competencial diseñada en la Constitución Española y con el mandato de sus artículos 43 (protección de la salud) y 45 (protección del medio ambiente), el Ministerio de la vivienda aprobó el Real Decreto 1371/2007, por el que se aprobó el documento básico “DB-HE Ahorro de energía” del Código Técnico de la Edificación, que modificaba algunos aspectos del Real Decreto 314/2006, por el que se había aprobado el Código Técnico de la Edificación. Posteriormente se aprobó el Real Decreto 1027/2007, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios. El marco legal estatal, respecto al tema se completo en el año 2007 con la aprobación del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la **certificación** de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. Actualmente se está esperando la legislación sobre inspección de calderas y sistemas de aire acondicionado y procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Fig. 21: Etiqueta de calificación energética.

El panorama legal, en poco más de dos años, ha experimentado múltiples cambios. Por tanto, en 2008 nos encontramos con un panorama totalmente distinto, tanto legal como técnicamente, de las décadas anteriores. La normativa térmica está definida y los retos, técnicos, económicos y administrativos, que se plantean frente a su aplicación son enormes.

Antes del CTE**Decreto 1490/1975**

Ahorro energético en edificios

NBE-CT 79

Condiciones Térmicas en los Edificios

Real Decreto 1618/1980

Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria

Real Decreto 1751/1998

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE)

Actualmente**Real Decreto 1371/2007**

DB-HE Ahorro de energía

Real Decreto 1027/2007

Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios

Real Decreto 47/2007

Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Futuro próximo**Real Decreto 1371/2007**

DB-HE Ahorro de energía

Real Decreto 1027/2007

Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios

Real Decreto 47/2007

Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

Certificación de eficiencia energética de edificios existentes.

Inspección de calderas y aparatos de aire acondicionado.

CAPÍTULO 2: CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS.

2.1. GENERALIDADES.

2.1.1. El Sol, fuente de energía.

El Sol es la estrella del sistema planetario en el que se encuentra la Tierra; por tanto, es la más cercana a la Tierra y el astro con mayor brillo aparente. Su presencia o su ausencia en el cielo determinan, respectivamente, el día y la noche. Así mismo, en las zonas templadas marca la diferencia de las estaciones: primavera, verano, otoño e invierno. La mayor parte de la energía utilizada por los seres vivos procede del Sol, las plantas la absorben directamente y realizan la fotosíntesis, los herbívoros absorben indirectamente una pequeña cantidad de esta energía comiendo las plantas, y los carnívoros absorben indirectamente una cantidad más pequeña comiendo a los herbívoros, siendo así la principal fuente de energía de la vida. También aporta la energía que mantiene en funcionamiento los procesos climáticos:



Fig. 22: El Sol.

- Temperatura: Cantidad de calor que posee el aire.
- Presión atmosférica: Fuerza que ejerce la atmósfera sobre la superficie terrestre.
- Vientos: Desplazamientos de aire en la atmósfera, consecuencia del desigual calentamiento de la superficie de la tierra.
- Humedad: Cantidad de vapor de agua contenido en el aire.
- Precipitaciones: Caída del agua que forma las nubes.

Así mismo, la mayoría de las fuentes de energías renovables y no renovables, usadas por el hombre derivan indirectamente del Sol. Los combustibles fósiles preservan energía solar capturada hace millones de años mediante fotosíntesis, la energía hidroeléctrica usa la energía potencial de agua que se condensó en altura, depositada en forma de lluvia y nieve, después de haberse evaporado por el calor del Sol. La energía de las olas y de las mareas también tiene su origen en el Sol. La biomasa, es el resultado de la fotosíntesis generada gracias a la radiación solar.

Por ello, el conocimiento de esta energía primaria, su control y aprovechamiento, son la base de la arquitectura **bioclimática**, es lo que se ha dado en llamar arquitectura solar, dado que el Sol es la fuente principal de energía.

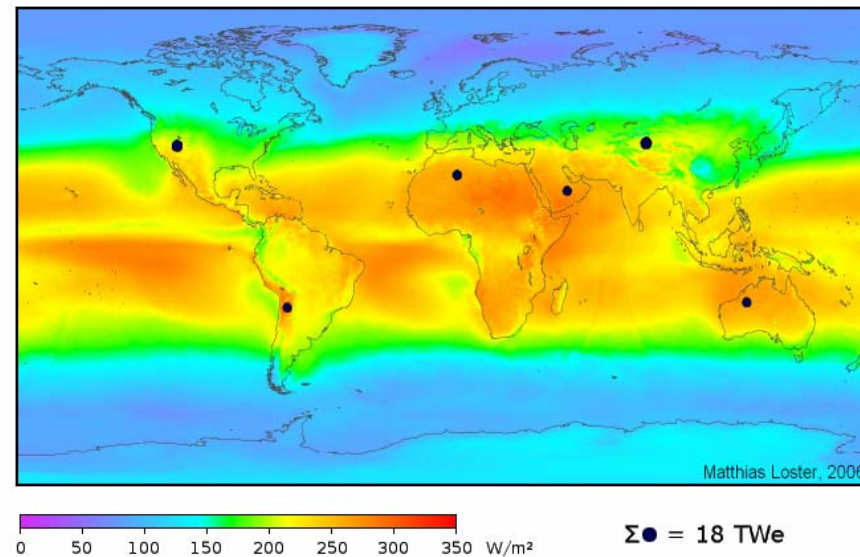


Fig. 23: Los colores indican la radiación solar promedio entre 1991 y 1993.

El Sol, como motor del clima, caldea de forma desigual el planeta tierra, según las regiones y las épocas del año. creando las diferentes zonas y estaciones climáticas. Así en la zona de La Plana, tenemos el **clima mediterráneo**, se denomina así, por ser el clima característico de toda la cuenca del mar Mediterráneo. Este clima se caracteriza por inviernos lluviosos moderadamente fríos, veranos secos y calurosos y abundante radiación solar durante todo el año. El clima mediterráneo se localiza entre los 30° y los 45° de latitud. Los inviernos duran generalmente desde noviembre hasta abril, con temperaturas mínimas que oscilan entre los 2°C y los 6°C y máximas de 10°C a 17°C. Los veranos se prolongan desde mayo-junio hasta septiembre-octubre, con temperaturas máximas durante el día de 27°C a 37°C, cayendo por la noche hasta 13°C-20°C La escasa precipitación media anual oscila entre 400 y 600 l/m²

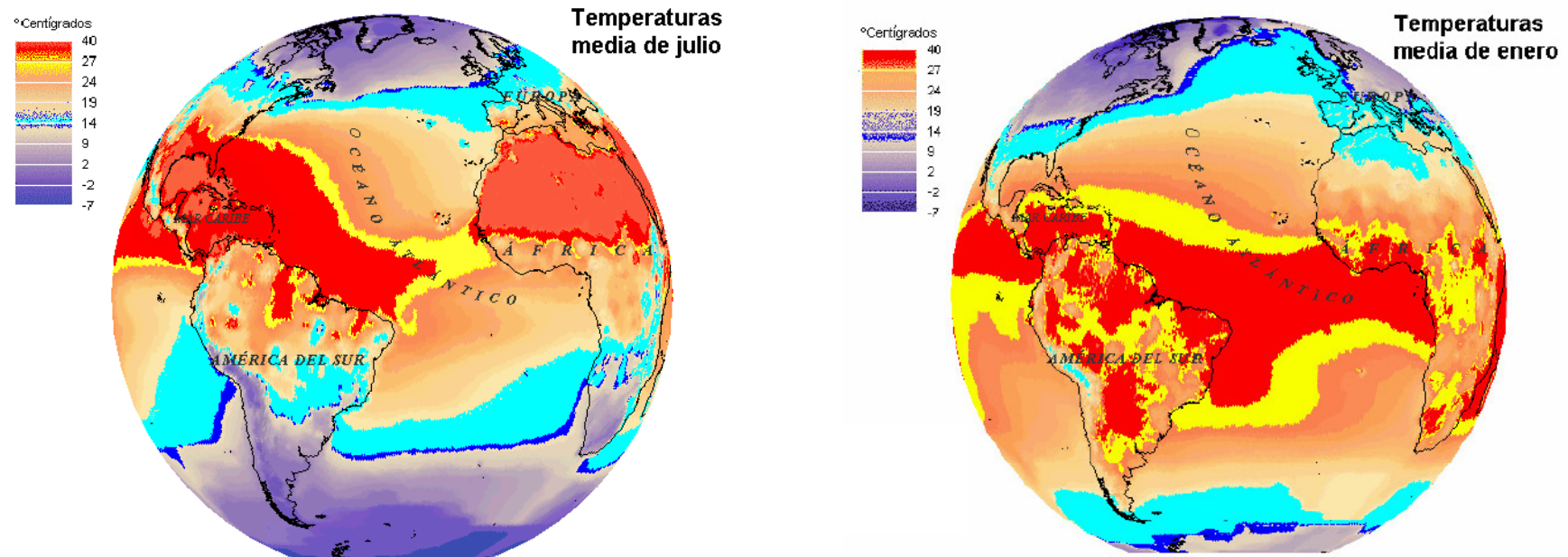
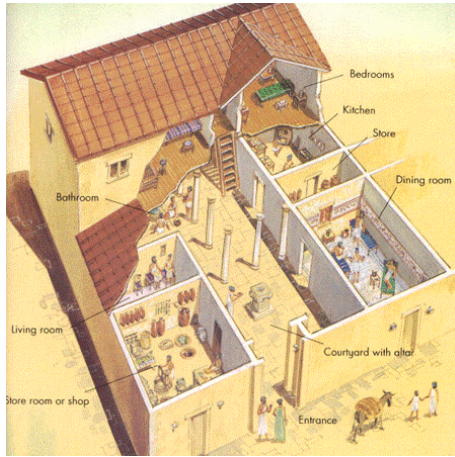


Fig. 24: Diferencia de temperaturas entre hemisferio norte y hemisferio sur. (Fuente: Manuel M. Monroy)

2.1.2. El concepto de arquitectura solar.

El concepto de arquitectura solar pasiva, no es nada nuevo:



En la antigua Grecia Sócrates señaló que la casa ideal debería ser fresca en verano y cálida en invierno, explicando que *“en las casas orientadas al sur, el sol penetra por el pórtico en invierno, mientras que en verano el arco solar descrito se eleva sobre nuestras cabezas y por encima del tejado, de manera que hay sombra”*. Así mismo se comenta la necesidad de cerrar la casa a las orientaciones Norte para evitar los vientos fríos y de los aleros que protegían del Sol en verano.

En la época de los romanos, la garantía de los derechos al sol quedó incorporada en la ley romana, y así, el Código de Justiniano, recogiendo códigos anteriores, señalaba que *“si un objeto está colocado en manera de ocultar el sol a un heliocaminus, debe afirmarse que tal objeto crea sombra en un lugar donde la luz solar constituye una absoluta necesidad. Esto es así en violación del derecho del heliocaminus al sol”*.

Fig. 25: Reproducción de una casa griega.

El arquitecto romano Vitruvio comenta en sus libros: *“Los edificios privados estarán correctamente ubicados si se tiene en cuenta, en primer lugar, la latitud y la orientación donde van a levantarse. Como la disposición de la bóveda celeste respecto a la tierra se posiciona según la inclinación del zodiaco y el curso del sol, adquiriendo características muy distintas, exactamente de la misma manera se debe orientar la disposición de los edificios atendiendo a las peculiaridades de cada región y a las diferencias del clima.”*

Además, en muchas ordenanzas municipales de siglos pasados, se reconocía a todas las viviendas el derecho al Sol.

Ya en el s.XX, se olvida la utilización de la arquitectura solar pasiva, considerando cualquier parcela adecuada para construir, como consecuencia de la inyección del gas, la electricidad, la emigración masiva a las ciudades y la especulación urbanística.

Según el arquitecto Melchor Monleon: *“En este siglo hemos descubierto que se puede construir de una manera independiente de las condiciones que nos rodean, ya que el clima lo creamos con aire acondicionado y calefacción, y la iluminación, con luz artificial. No nos sorprende ya que se urbanice relegando viviendas a tristes orientaciones norte u otras en las que el edificio vecino impide toda entrada de sol.*

Por otro lado, al industrializarse la actividad edificadora, existe un alejamiento entre el usuario de la vivienda y su proceso de creación y construcción que no se daba en épocas anteriores, donde existía una sabiduría popular transmitida durante generaciones.

Todo ello ha hecho desprestigiar, por poco importantes, conocimientos que estuvieron arraigados en nuestra civilización y en nuestra cultura arquitectónica.”

Según el autor Edward Mazria *“una vivienda solar pasiva viene a necesitar del orden de 0,11 a 0,25m² de acristalamiento al sur por cada m² de superficie útil”.*

Pero, ya en el s.XXI, donde parece imprescindible ahorrar energía, la utilización pasiva y también activa de la energía solar, a través de la arquitectura solar, los colectores solares y las células fotoeléctricas, están presentes en el diseño de las edificaciones y también en la legislación actual.

2.1.3. El soleamiento y las cartas solares.

Del soleamiento depende la calidad ambiental térmica y luminosa de los espacios interiores y exteriores habitados por el hombre. El soleamiento, depende de la orientación, de los obstáculos que se encuentre el Sol y del recorrido solar a lo largo del día, que varía en cada estación. Para el análisis de estas variables es necesario valorar y analizar las siguientes características:

1. Latitud.
2. Recorrido solar.
3. Intensidad de la radiación solar.
4. La carta solar del lugar.

2.1.3.1. Latitud.

Cualquier punto de la tierra se puede localizar por sus coordenadas, denominadas Latitud (ϕ) y Longitud (L), correspondientes a su paralelo y meridiano respectivamente.

La latitud ϕ se mide por su elevación en grados respecto al ecuador, considerando el polo norte como $\phi = 90^\circ$ N. Son paralelos de referencia del hemisferio norte. La longitud es el ángulo que forma el meridiano del lugar con el meridiano 0° de referencia que pasa por Greenwich (Londres).

La latitud condiciona directamente la intensidad solar y las temperaturas medias anuales. En los equinoccios (21 de marzo y septiembre), que corresponden al día intermedio del año, el sol formará con la vertical (cenit), justo al mediodía, un ángulo igual a la latitud del lugar (ϕ).

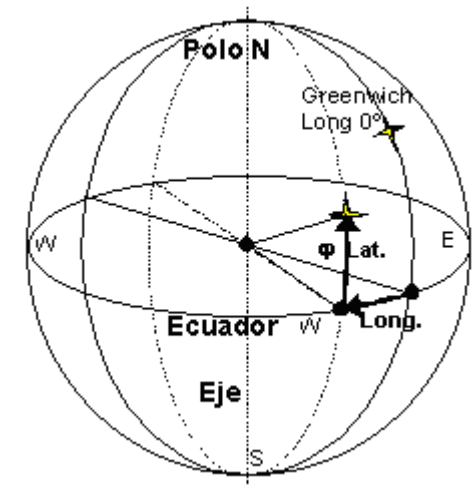
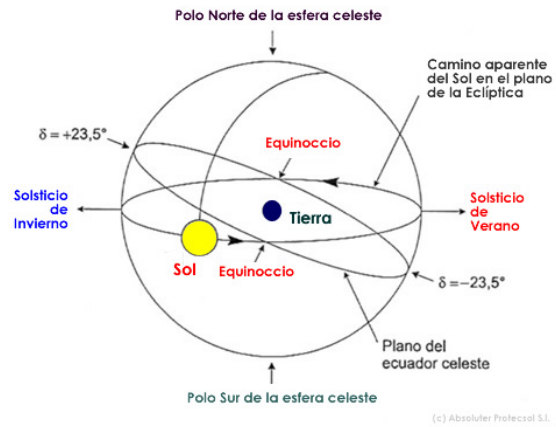


Fig. 26: Localización de un lugar en la Tierra por sus coordenadas terrestres. (Fuente: Manuel M. Monroy)



Así, en La Plana, estamos a una latitud de 39.59° N y longitud 0.02° O. A efectos prácticos se adopta una latitud de 40° N y longitud 0° . Por tanto, en los equinoccios, a mediodía, el Sol estará a 40° del cenit, equivalente a una altura solar de $90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$ sobre el horizonte.

Por otro lado, es muy importante la diferencia de soleamiento entre las estaciones de verano e invierno, ya que en los solsticios de verano (21 de junio) e invierno (21 de diciembre) el eje de la tierra se ha inclinado $\pm 23,5^\circ$ respecto al sol, resultando que en La Plana, al mediodía de dichas fechas el Sol estará a una altura sobre el horizonte de $73,5^\circ$ en verano y $26,5^\circ$ en invierno.

Fig. 27: Trayectoria del Sol en torno a la Tierra.

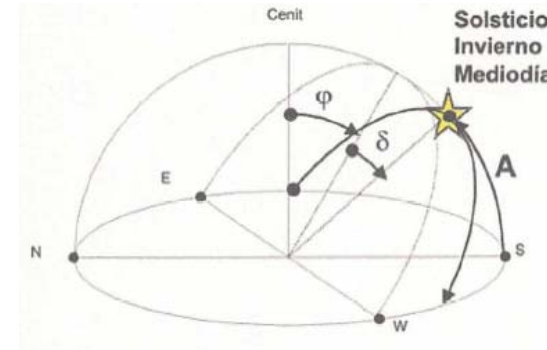
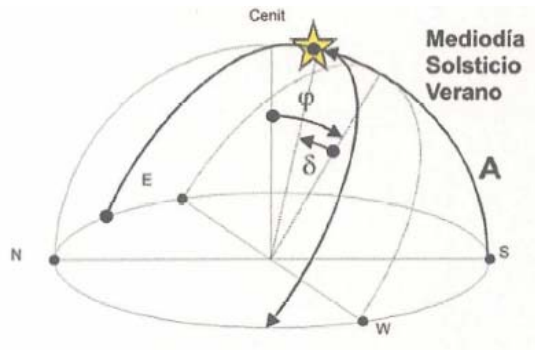


Fig. 28: Recorrido aparente del Sol en el hemisferio celeste, en los solsticios de verano e invierno. (Fuente: Manuel M. Monroy)

2.1.3.2. Recorrido solar.

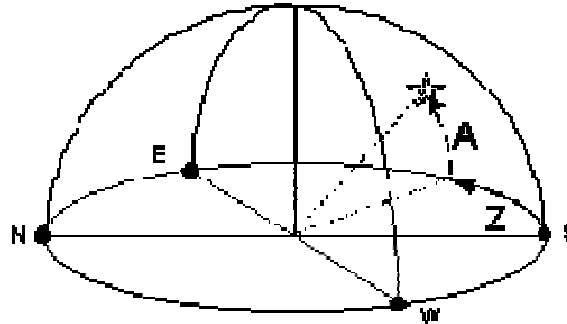


Fig. 25: Localización de las coordenadas celestes del Sol.
(Fuente: Manuel M. Monroy)

Para el estudio del soleamiento, consideramos que el Sol realiza su recorrido por una bóveda o hemisferio celeste, sobre el plano del horizonte con las orientaciones principales (N, S, E y W). El sistema de coordenadas celestes permite localizar la posición del Sol en cualquier punto del hemisferio por su azimut¹ (Z) y su altura² (A). Como puntos singulares del hemisferio celeste se puede mencionar el cenit o punto más alto sobre nuestras cabezas, el orto como lugar por donde sale el Sol y el ocaso por el que se oculta.

2.1.3.3. Intensidad de la radiación solar.

La radiación solar es el flujo de energía que recibimos del Sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarrojo y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las que recibimos, comprendidas entre $0.4\mu\text{m}$ y $0.7\mu\text{m}$, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. De la otra mitad, la mayoría se sitúa en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta.

¹ El azimut solar en un punto, es el ángulo que forma la proyección del rayo solar sobre el plano del horizonte, con la dirección Norte-Sur geográficos; tomando como origen de la medición angular la dirección Sur y como sentido creciente de la graduación angular el sentido DESTORSUM (contrario a las agujas del reloj para un observador de la Tierra que estuviera en el espacio sobre la vertical que pasa por el Polo Norte).

² La altura solar en un punto de la superficie terrestre, punto A, en un instante concreto, al ángulo h que forman los rayos solares con el plano del horizonte de ese punto. Es decir, la altura solar es el ángulo de elevación del Sol sobre el plano del horizonte de un punto concreto de la superficie terrestre.

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir estos tipos de radiación:

- **radiación directa:** Es aquella que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección.
- **radiación difusa:** Parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, que se denomina difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc.
- **radiación reflejada:** La radiación reflejada es, como su nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo.
- **radiación global:** Es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones.

En un día despejado, con cielo limpio, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

El microclima de una parcela y el comportamiento térmico de un edificio dependen mucho de la intensidad solar que reciban en cada instante y de la integración de toda la energía solar recibida durante el día.

En un día despejado predomina la radiación solar directa. El calentamiento de las superficies horizontales soleadas depende de la intensidad solar en cada hora (W/m^2) y del seno de la altura solar (ángulo sobre el horizonte). Además, también hay que tener en cuenta la radiación solar difusa de la bóveda celeste.

En el caso de superficies verticales (muros, ventanas) o inclinadas (tejados) la estimación del calentamiento es más complicada, ya que el ángulo del rayo del Sol respecto a la normal de la superficie depende no sólo de la inclinación y orientación de la superficie, sino también de la altura solar y el azimut de la posición del sol en dicho instante.

En ambos casos hay que considerar que en ciertos momentos una superficie puede estar a la sombra, ya sea por recibir sombras arrojadas por obstáculos solares del entorno, o porque la posición del sol en dicho instante no sea visible desde la superficie debido a su orientación e inclinación. Sin embargo, una superficie a la sombra seguirá recibiendo radiación difusa.

Por último, siempre hay que tener en cuenta la influencia de la nubosidad, que en cada momento puede reducir o anular la intensidad de la radiación solar directa y modificar la radiación difusa de la bóveda celeste, e influye en la estimación estadística de la cantidad de energía solar diaria recibida por una superficie.

Como conclusión, la estimación de la energía solar que puede incidir sobre una superficie exterior, en un instante o durante un día, requiere de un proceso muy complejo que se puede resolver con la ayuda de modelos de simulación informáticos. En cualquier caso, será necesario disponer de datos de proyecto de la nubosidad o coeficiente de insolación, del recorrido solar y de la geometría de las superficies soleadas y su entorno visible.

La siguiente tabla de radiación corresponde a la irradiación media por hora sobre diferentes orientaciones: norte, sur, este y oeste y superficies: cubierta plana y para un plano inclinado el mismo número de grados que la latitud del lugar, a lo largo de todos los meses del año. Para latitud 40° N, a nivel del mar. Se ha efectuado para el día 15 de cada mes, considerándolo completamente despejado y para el hemisferio norte.

Nótese que, el movimiento del sol produce que en los ventanales orientados al sur la incidencia de sus rayos sea menor en verano que en invierno por dos razones, el ángulo de incidencia es más oblicuo y la radiación solar es ligeramente superior en invierno que en verano.

LATITUD 40° NORTE

NIVEL DEL MAR

DÍA 15 DEL MES. DESPEJADO

INCLINADA: IGUAL A LA LATITUD (A SUR)

IRRADIANCIA MEDIA HORARIA SOBRE SUPERFICIE (W/m²)

	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
ENERO	NORTE	0	0	0	18	29	35	37	38	37	35	29	18	0	0	0
	SUR	0	0	0	209	423	578	673	706	673	578	423	209	0	0	0
	ESTE	0	0	0	285	200	353	217	38	37	35	29	18	0	0	0
	OESTE	0	0	0	18	29	35	37	38	217	353	400	285	0	0	0
	CUBIERTA	0	0	0	76	212	332	414	442	414	332	212	76	0	0	0
	INCLINADA	0	0	0	185	422	612	734	777	734	612	422	185	0	0	0
FEBRERO	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	0	8	26	35	38	40	40	40	38	35	26	8	0	0
	SUR	0	0	37	269	449	589	677	707	667	589	449	269	37	0	0
	ESTE	0	0	88	445	496	412	246	40	40	38	35	26	8	0	0
	OESTE	0	0	8	26	35	38	40	40	246	412	496	445	88	0	0
	CUBIERTA	0	0	20	164	323	458	547	578	547	458	323	164	20	0	0
INCLINADA	0	0	36	288	522	714	838	881	838	714	522	288	36	0	0	
MARZO	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	0	21	33	38	40	41	41	41	40	38	33	21	0	0
	SUR	0	0	104	261	414	539	619	647	619	539	414	261	104	0	0
	ESTE	0	0	411	582	578	460	268	41	41	40	38	33	21	0	0
	OESTE	0	0	21	33	38	40	41	41	268	460	578	582	411	0	0
	CUBIERTA	0	0	110	289	466	610	703	736	703	610	466	289	110	0	0
INCLINADA	0	0	142	375	608	797	920	962	920	797	608	375	142	0	0	
ABRIL	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	50	30	37	40	41	41	41	41	41	40	37	30	50	0
	SUR	0	15	52	177	308	416	488	512	488	416	308	177	52	15	0
	ESTE	0	288	576	664	619	478	275	41	41	41	40	37	30	15	0
	OESTE	0	15	30	37	40	41	41	41	275	478	619	664	576	288	0
	CUBIERTA	0	59	232	428	610	755	847	879	847	755	610	428	232	59	0
INCLINADA	0	27	199	427	649	829	946	986	946	829	649	427	199	27	0	
MAYO	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	135	92	38	40	40	40	41	40	40	40	38	92	135	5
	SUR	0	24	34	83	197	293	357	379	357	293	197	83	34	24	3
	ESTE	0	451	631	677	613	468	268	41	40	40	40	38	34	24	3
	OESTE	0	24	34	38	40	40	40	41	268	468	613	677	631	451	8
	CUBIERTA	0	141	325	520	696	835	923	954	923	835	696	520	325	141	7
INCLINADA	0	42	219	436	643	812	920	958	920	812	643	436	219	42	6	
JUNIO	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	22	180	137	44	40	40	40	40	40	40	40	44	137	180	92
	SUR	6	27	35	38	138	228	288	309	288	228	138	38	35	27	11
	ESTE	37	492	639	668	599	455	261	40	40	40	40	38	35	27	11
	OESTE	6	27	35	38	40	40	40	40	261	455	599	668	639	492	169
	CUBIERTA	12	182	367	557	727	861	947	976	947	861	727	557	367	182	35
INCLINADA	10	47	223	431	630	790	894	930	894	790	630	431	223	47	20	

JULIO	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	3	162	118	38	39	40	40	40	40	40	39	38	118	162	54
	SUR	2	25	34	52	161	253	314	336	314	253	161	52	34	25	8
	ESTE	3	476	635	670	603	459	263	40	40	40	39	38	34	25	8
	OESTE	2	25	34	38	39	40	40	40	263	459	603	670	635	476	102
	CUBIERTA	5	165	349	540	713	848	934	964	934	848	713	540	349	165	22
AGOSTO	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	87	44	37	39	40	40	40	40	40	39	37	44	87	0
	SUR	0	19	32	134	256	358	425	448	425	358	256	134	32	19	0
	ESTE	0	377	603	668	614	471	270	40	40	40	39	37	32	19	0
	OESTE	0	19	32	37	39	40	40	40	270	471	614	688	603	377	0
	CUBIERTA	0	95	274	468	647	788	878	909	878	788	647	468	274	95	0
SEPTIEMBRE	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	5	25	34	38	40	41	41	41	40	38	34	25	5	0
	SUR	0	5	91	231	373	489	565	591	565	489	373	231	91	5	0
	ESTE	0	19	488	618	595	466	270	41	41	40	38	34	25	5	0
	OESTE	0	5	25	34	38	40	41	41	270	466	595	618	488	19	0
	CUBIERTA	0	9	157	344	523	667	760	791	780	667	523	344	157	9	0
OCTUBRE	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	0	13	29	36	39	40	40	40	39	36	29	13	0	0
	SUR	0	0	82	272	440	573	657	686	657	573	440	272	82	0	0
	ESTE	0	0	238	496	525	428	253	40	40	39	36	29	13	0	0
	OESTE	0	0	13	29	36	39	40	40	253	428	525	496	238	0	0
	CUBIERTA	0	0	48	205	371	509	599	630	599	509	371	205	48	0	0
NOVIEMBRE	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	0	0	20	31	36	38	39	38	36	31	20	0	0	0
	SUR	0	0	0	232	433	582	675	706	675	582	433	232	0	0	0
	ESTE	0	0	0	333	425	368	224	39	38	36	31	20	0	0	0
	OESTE	0	0	0	20	31	36	38	39	224	368	425	333	0	0	0
	CUBIERTA	0	0	0	98	239	364	447	476	447	364	239	98	0	0	0
DICIEMBRE	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	0	0	15	28	34	36	37	36	34	28	15	0	0	0
	SUR	0	0	0	174	406	565	662	695	662	565	406	174	0	0	0
	ESTE	0	0	0	226	369	333	207	37	36	34	28	15	0	0	0
	OESTE	0	0	0	15	28	34	36	37	207	333	369	226	0	0	0
	CUBIERTA	0	0	0	55	183	299	377	405	377	299	183	55	0	0	0
DICIEMBRE	hora solar	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
	NORTE	0	0	0	148	390	578	700	742	700	578	390	148	0	0	0
	SUR	0	0	0	174	406	565	662	695	662	565	406	174	0	0	0
	ESTE	0	0	0	226	369	333	207	37	36	34	28	15	0	0	0
	OESTE	0	0	0	15	28	34	36	37	207	333	369	226	0	0	0
	CUBIERTA	0	0	0	55	183	299	377	405	377	299	183	55	0	0	0

Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática, en un entorno sostenible.

2.1.3.4. La carta solar del lugar.

El recorrido aparente del sol sobre la bóveda del cielo, o hemisferio celeste, en una latitud determinada se puede representar con gráficos geométricos mediante cartas solares, como el modelo tradicional de la Carta Solar de Fisher-Mattione que muestra el recorrido solar en sistema diédrico (planta y alzado). Actualmente se suele recurrir a métodos analíticos, ya que la mecánica celeste se puede describir por ecuaciones de trigonometría espacial y resolverse por medios informáticos.,

Las cartas solar es una representación gráfica del movimiento aparente del Sol respecto a un observador situado en un punto concreto de la superficie terrestre. A través de las cartas solares podremos deducir cuál es la posición del Sol y por tanto la dirección-azimut- y la inclinación-altura- del rayo solar cualquier día, hora y época del año.

Las distintas cartas solares: cartas de proyección estereográfica, ortogonal, gnomónica y cilíndrica, tienen el mismo objetivo, variando únicamente la forma de representar el movimiento y situación solar. Las más utilizadas son las cartas solares estereográficas y las cartas solares cilíndricas.

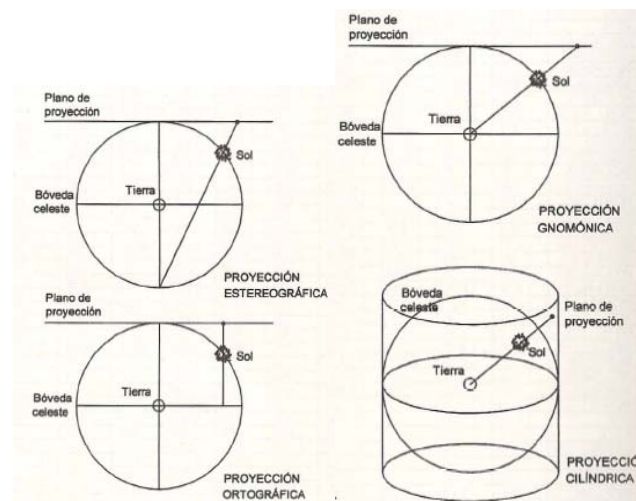


Fig. 26: Diferentes sistemas de proyección solar para la obtención de cartas. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

La Carta Solar Estereográfica es una representación en planta del recorrido solar que permite una lectura bastante directa de la posición del sol. Son las más adecuadas, tanto para representar las sombras arrojadas sobre el suelo por los edificios, como para representar las máscaras de sombra producidas sobre las fachadas por cuerpos salientes o parasoles.

Las curvas que discurren desde el este al oeste muestran los recorridos solares del día 21 de cada mes, ascendiendo desde diciembre (abajo) a junio (arriba) y volviendo a descender hasta diciembre. Las curvas verticales que cruzan corresponden a las horas solares, desde el amanecer (este) al ocaso (oeste), y con el mediodía solar (12:00) justo sobre el sur. El sur corresponde con los 0° y el norte con los 180° del círculo graduado.

Para leer la Altura solar A se mide directamente la posición del sol (fecha y hora) en los círculos concéntricos. Para leer el Azimut Z hay que trazar una línea desde el centro hasta la posición del sol y prolongarla hasta el círculo graduado exterior.

A modo de ejemplo, en la página siguiente se muestra la carta de Latitud 40°N , correspondiente al paralelo de La Plana. Se ha representado la posición del sol el 21 de diciembre a las 10:00 hora solar, con el fin de medir su altura solar $A=20^\circ$ sobre el horizonte y su azimut $Z=29^\circ$, al sureste.

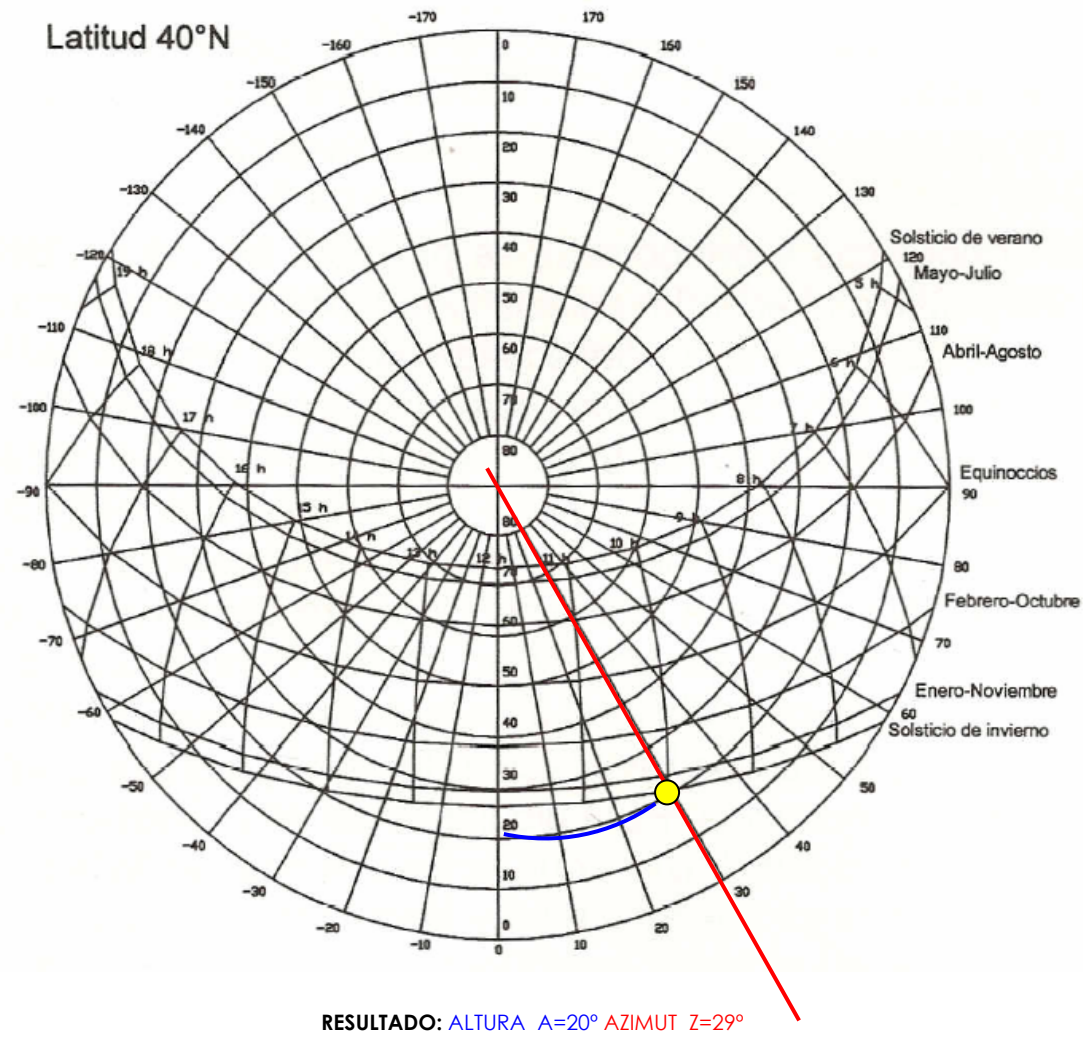


Fig. 27: Carta solar estereográfica que corresponde a La Plana, con ejemplo de localización del Sol para una hora de un día determinado.
(Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

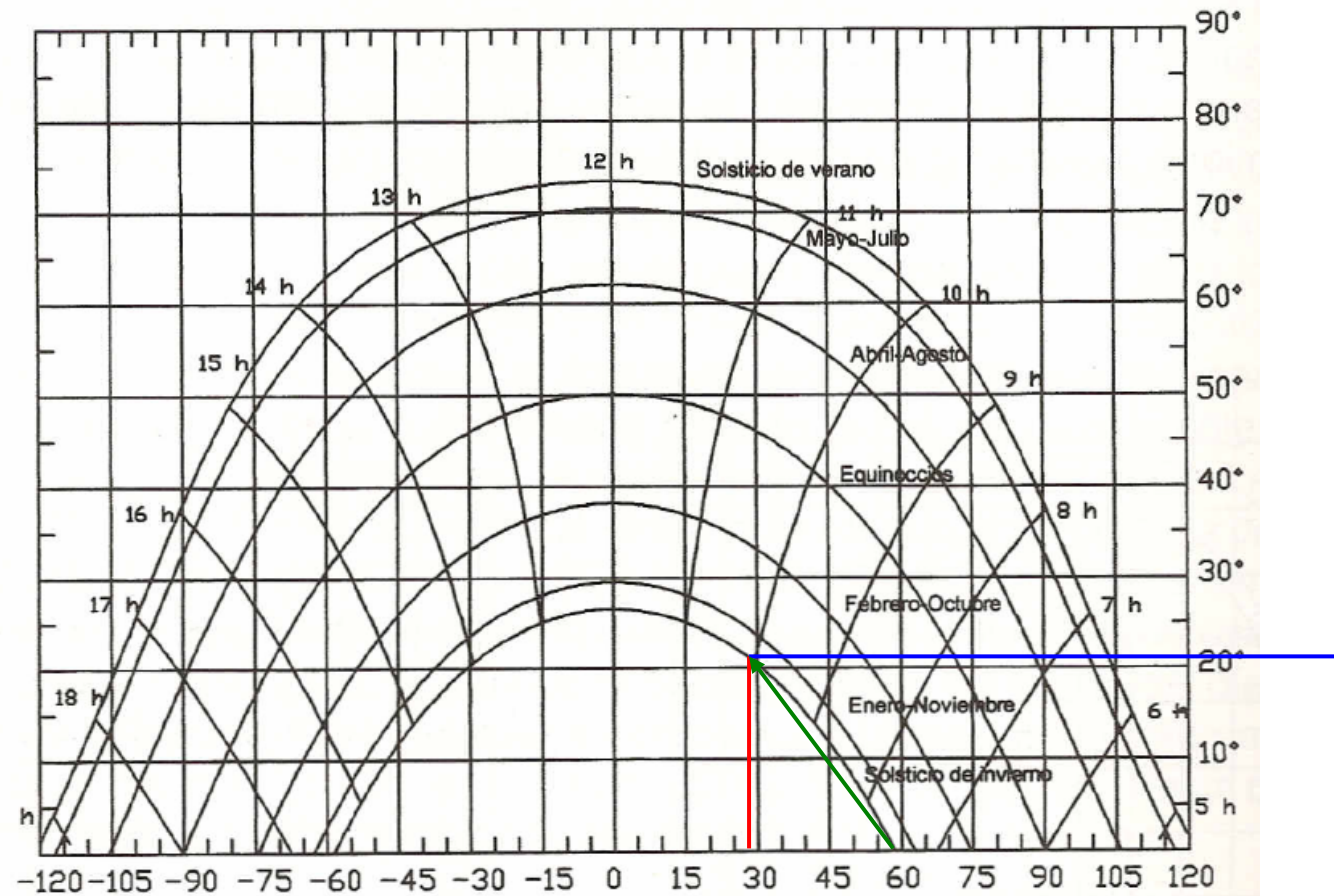
Una variante, muy interesante, es la Carta Solar Cilíndrica, basada en la proyección del recorrido solar en un cilindro que rodea al observador, en lugar de una hemiesfera. Al ser cortado el cilindro por el norte se puede desplegar una proyección plana del recorrido solar, con lectura directa de la Altura y Azimut. En la práctica, se utiliza una escala uniforme para la altura solar (0° a 90°), con el fin de evitar que el sol se salga por arriba del cilindro.

La principal ventaja de la carta cilíndrica es la facilidad para representar el horizonte real en torno al observador o desde una fachada vertical, y estudiar directamente las obstrucciones solares, así como el diseño directo de ventanas y parasoles. Como ejemplo, se muestra una carta cilíndrica para la Latitud 40°N , típica de La Plana.

Las curvas de izquierda a derecha, que recorren el dibujo, formando campanas, muestran los recorridos solares del día 21 de cada mes, desde diciembre (abajo) a junio (arriba), y viceversa. Las curvas transversales corresponden a las horas solares, desde el amanecer (este) al ocaso (oeste), y con el mediodía solar (12:00) justo sobre el sur. El sur corresponde con los 0° y el norte con los 180° del eje horizontal. Para leer la Altura solar A se fija la posición del sol (fecha y hora) y se mide directamente en el eje vertical de la izquierda. Para leer el Azimut Z se mide directamente en el eje horizontal.

En este ejemplo se ha representado la posición del sol el 21 de diciembre a las 10:00 hora solar, para medir su altura con el fin de medir su altura solar $A=20^\circ$ sobre el horizonte y su azimut $Z=29^\circ$, al sureste.

Latitud 40°N



RESULTADO: ALTURA $A=20^\circ$ AZIMUT $Z=29^\circ$

Fig. 28: Carta solar cilíndrica que corresponde a La Plana, con ejemplo de localización del Sol para una hora de un día determinado. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

2.2. CONCEPTO DE AMBIENTE CONFORTABLE.

Las personas realizamos nuestras actividades en ambientes rodeados de estímulos, tales como estímulos higrotérmicos, acústicos, lumínicos u olfativos. Estos estímulos provocan reacciones placenteras o molestas, de tal forma que podemos clasificar el ambiente como confortable o como no confortable. Pero, la sensación de confortable no depende solo de uno de estos estímulos, sino de la combinación de todos ellos. No podemos sentirnos bien solo por efecto de la temperatura, sin sentirnos bien por efecto de la humedad, o mal por efecto de los sonidos, la luz o los olores. Nuestro cerebro, que es el órgano que transforma los estímulos en sensaciones, integra todas ellas dando una respuesta total de la combinación de todos los estímulos.

A lo largo de la historia la idea del confort ha evolucionado. En el Siglo XVII, la idea de confort estuvo vinculada con lo privado, con la intimidad, se relacionaba con la domesticidad. En el siglo siguiente, se le dio más relevancia al ocio, a la comodidad, mientras que en el siglo XIX, se tradujo como la calidad y el comportamiento de los elementos en los que intervenía lo mecánico (luz, calor y ventilación). Ya en el Siglo XX, se planteó el confort como algo que podía ser cuantificado, analizado y estudiado.

Hoy en día es concebido por muchos investigadores como una invención verbal, un artificio cultural, y también como una experiencia objetiva que se experimenta personalmente. Existen otros en cambio que expresan que el confort es una sensación óptima compleja, que depende de factores físicos, fisiológicos, sociológicos y psicológicos, en donde el cuerpo humano se siente satisfecho y no necesita luchar con agentes nocivos e incómodos, ya que se encuentra en equilibrio con el entorno.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define el confort como *"Un estado de Bienestar Físico, Mental y Social"*.

En resumen, se puede afirmar que el análisis del confort resulta de suma importancia al momento de generar soluciones concretas para los espacios, para las construcciones, ya que permite considerar los parámetros y factores que intervienen en el bienestar mediante el diseño adecuado.

Arquitectónicamente, es necesario determinar los parámetros que permitan la sensación plena de confort en las edificaciones. Así, en las condiciones de diseño habrá que tener presentes:

- Condiciones del ambiente luminoso.
- Condiciones del ambiente acústico.
- Condiciones del ambiente higrotérmico.
- Condiciones vinculadas a la calidad del aire.

Aunque en su origen, el diseño bioclimático, se aplicó únicamente al acondicionamiento térmico de edificios, cuando se plantean estrategias bioclimáticas, hay que tener presentes estas cuatro condiciones, dado que más allá de conseguir mejorar la eficiencia energética, el objetivo principal de los estudios bioclimáticos buscan también conseguir ambientes confortables, integrando el bienestar térmico, con la iluminación natural, la calidad del aire y el aislamiento acústico.

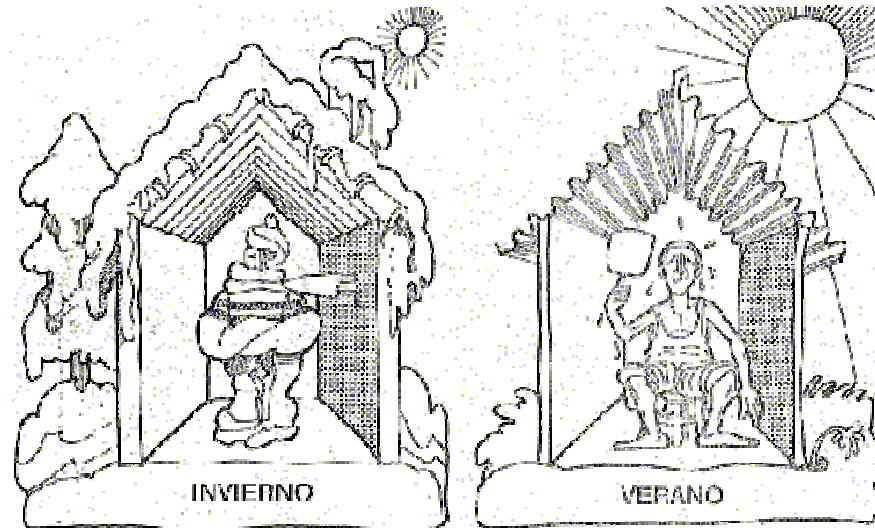


Fig. 29: Ambientes no confortables. (Fuente: www.casasactuales.com)

2.3. ESTUDIO DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS.

Ya hemos comentado en el apartado 2.1.1. que el Sol, como motor del clima, caldea de forma desigual el planeta tierra, según las regiones y las épocas del año. creando las diferentes zonas y estaciones climáticas. Así en la zona de La Plana, tenemos el **clima mediterráneo**. Las estrategias bioclimáticas a utilizar no deben ser las mismas para las diferentes zonas climáticas, y por tanto, en las diferentes latitudes. Así, el clima influye directamente sobre las estrategias bioclimáticas a seguir. Las estrategias a seguir en el clima mediterráneo, y por tanto en La Plana deberían ser, según explica el arquitecto F.Javier Neila:



Fig. 30: Imagen típica del clima Mediterráneo.

- *Flexibilidad ante la radiación solar (captación en invierno, protección en verano).*
- *Flexibilidad en el diseño de los cerramientos (masa térmica, aislamiento térmico).*
- *Enfriamiento evaporativo.*
- *Enfriamiento radiante.*
- *Ventilación.*
- *Espacios exteriores soleados, pero con soportales para protegerse del Sol del verano y de la lluvia.*
- *La presencia de patios autosombreados por el edificio y donde se pueda producir el enfriamiento radiante o evaporativo.*
- *Voladizos que protejan del Sol y de la lluvia las fachadas.*
- *Huecos protegidos con elementos que puedan abrirse o cerrarse según la época del año (contraventanas, persianas, cortinajes, etc).*
- *Muros gruesos y pesados para dotar al edificio de mucha masa térmica.*
- *Incorporación de materiales aislantes (paja, madera, cámaras de aire, piedras porosas, etc.).*
- *Edificios enterrados o semienterrados para incrementar el efecto de la masa y del aislamiento térmico.*
- *Ventilación cruzada entre fachada o entre fachadas y cubierta.*

En el clima mediterráneo se producen diferencias de temperaturas entre los inviernos y los veranos, y en ocasiones el día y la noche. Ya hemos dicho en el apartado 2.1.1. que los inviernos duran generalmente desde noviembre hasta abril, con temperaturas mínimas que oscilan entre los 2°C y los 6°C y máximas de 10°C a 17°C. y los veranos se prolongan desde mayo-junio hasta septiembre-octubre, con temperaturas máximas durante el día de 27°C a 37°C, cayendo por la noche hasta 13°C-20°C. Las precipitaciones son escasas, concentradas fundamentalmente en otoño e invierno, con una media anual que oscila entre 400 y 600 l/m². Por ello, la flexibilidad de las estrategias bioclimáticas utilizadas entre el verano y el invierno es imprescindible en el clima mediterráneo.

2.3.1. Forma y orientación.

La forma ideal, en el clima mediterráneo, es una casa compacta y alargada, es decir, de planta rectangular, cuyo lado mayor vaya de este a oeste, es decir la fachada mayor hacia el sur, en el cual se encontrarán la mayor parte de los dispositivos de captación solar. La orientación hacia el sur optimiza la entrada de radiación solar en invierno, cuando el Sol está bajo, y la impide en verano, cuando el Sol está alto, con dispositivos adecuados.

Se debe permitir la entrada del máximo de luz difusa, procedente de la bóveda celeste, pero al mismo tiempo, hay que impedir el soleamiento directo en épocas de calor.

La forma juega un papel esencial en las pérdidas de calor de un edificio. En líneas generales se puede afirmar que las estructuras compactas y con formas redondeadas tienen menos pérdidas que las estructuras que tienen numerosos huecos, entrantes y salientes.

Las ventanas, balcones, puertas, etc deben mirar hacia el Sur. Al Este, al Oeste, y sobretodo al Norte, las ventanas deberían ser pocas y pequeñas para evitar pérdidas de calor.

Se debe preservar el edificio de los vientos del norte, para evitar el enfriamiento.

2.3.2. Flexibilidad ante la radiación solar (captación en invierno, protección en verano).

Aprovechar al máximo la energía térmica del Sol en invierno. La entrada de radiación solar a través de un vidrio produce efecto invernadero, es decir la longitud de onda del espectro visible atraviesa el cristal mientras que al incidir en los materiales del interior, ésta se transforma en rayos infrarrojos para los que el vidrio es un material opaco. La aportación solar a través de las propias carpinterías del edificio tiene un rendimiento muy superior a los sistemas basados en placas solares para calefacción. Sorprendentemente, el movimiento del sol produce que en los ventanales orientados al sur la incidencia de sus rayos sea menor que en invierno por dos razones, el ángulo de incidencia es más oblicuo y la radiación solar es ligeramente superior en invierno que en verano.

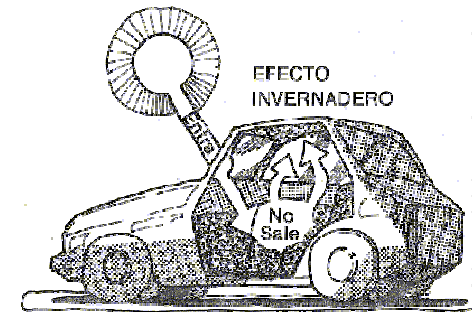


Fig. 31: Efecto invernadero.(Fuente: www.casasactuales.com)

No obstante, en verano es necesario proteger al edificio y sobre todo a los huecos de la beneficiosa radiación solar del invierno. Para ello, es conveniente el diseño de aleros y marquesinas adecuadas. Las ventanas protegidas con elementos que puedan abrirse o cerrarse según la época del año (contraventanas, persianas, cortinajes, etc). Contar delante de una vivienda con un gran árbol de hoja caduca que tape el sol en verano y en invierno lo permita también sería una solución.

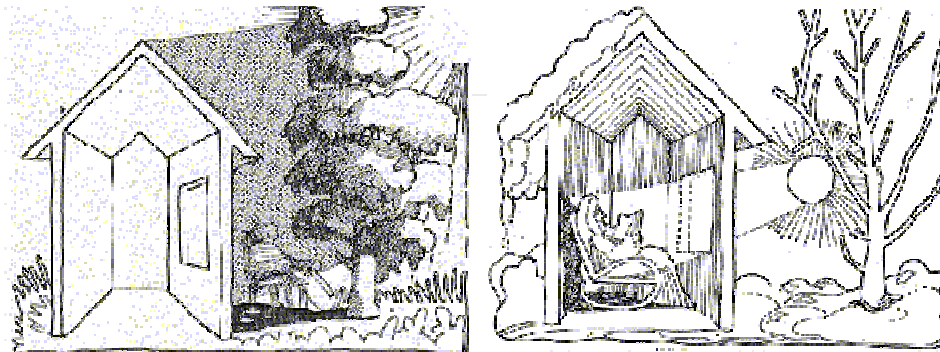


Fig. 31: Estrategias en la fachada Sur en verano e invierno.(Fuente: www.casasactuales.com)

2.3.3. Flexibilidad en el diseño de los cerramientos (masa térmica, aislamiento térmico).

Muros gruesos, de gran inercia térmica. Retardan las variaciones de temperatura en el interior de las viviendas. Con una adecuada inercia térmica conseguiremos que la propia edificación sea nuestro acumulador de calor durante el invierno, que puede conservar éste durante días. En relación con la aclimatación para verano. Una adecuada inercia térmica regula la temperatura, tendiendo ésta hacia la temperatura media de un periodo largo de tiempo

Aislamiento térmico. Reducen las pérdidas energéticas, favoreciendo la estabilidad de la temperatura interior de las viviendas. Un buen aislamiento térmico evita, en invierno, la pérdida de calor por su protección con el exterior, y en verano la entrada de calor. En invierno es conveniente un buen aislamiento térmico apoyado por la captación de la radiación solar.

Así la combinación de masa térmica y de aislamiento térmico permitirá estabilizar las temperatura en verano y proteger las captaciones o producciones de calor del invierno.

Constructivamente situando el aislamiento en la cara externa de los paramentos se consigue por un lado la eliminación de los puentes térmicos y por otro el dotar al interior del edificio la mayor parte de la inercia térmica de los cerramientos.

2.3.4. Enfriamiento evaporativo y enfriamiento radiante.

Otro aspecto importante con el que se puede jugar para conseguir la mayor eficacia energética en un edificio, es el uso de árboles de hoja caduca colocados cerca de la zona sur de la fachada. Con ellos se conseguirá refrescar el ambiente por evapotranspiración. Si son suficientemente altos sombrearán la fachada Sur e incluso parte del tejado. También se pueden utilizar fuentes de agua cercanas al edificio para disminuir la temperatura del ambiente, así como la presencia de patios autosombreadados por el edificio y donde se pueda producir el enfriamiento radiante o evaporativo.

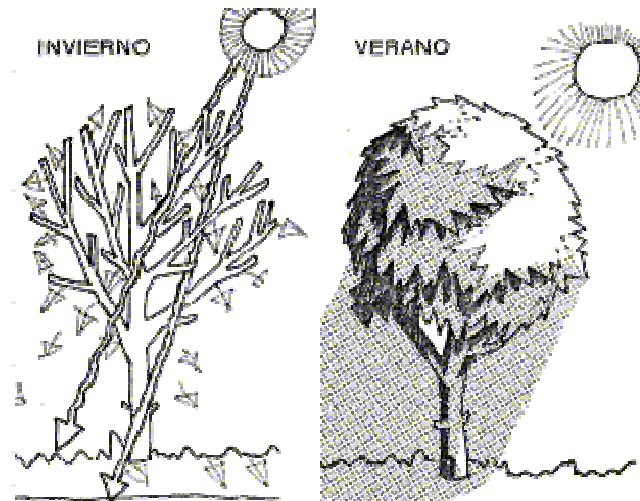
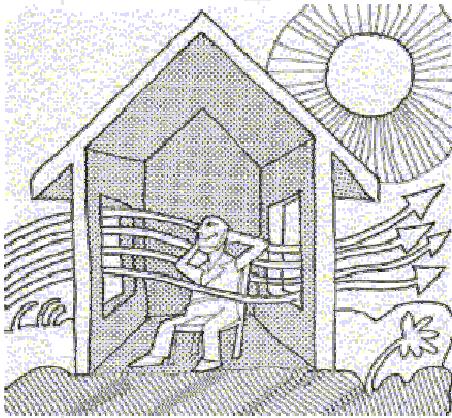


Fig. 32: Estrategias bioclimáticas utilizando arboles de hoja caduca. (Fuente: www.casasactuales.com)

2.3.5. Ventilación cruzada.



La diferencia de temperatura y presión entre dos estancias con orientaciones opuestas, genera una corriente de aire que facilita la ventilación, para evitar el sobrecalentamiento en verano y evitar condensaciones y humedades en invierno y así mantener un adecuado confort higrotérmico. La ventilación natural es la que tiene lugar cuando el viento crea corrientes de aire en la casa, al abrir ventanas. Para que la ventilación sea lo más eficaz posible, las ventanas deben colocarse en fachadas opuestas, sin obstáculos entre ellas y que sean transversales a la dirección de los vientos dominantes. En días calurosos de verano es eficaz ventilar durante la noche y cerrar durante el día.

Fig. 33: Ventilación cruzada. (Fuente: www.casasactuales.com)

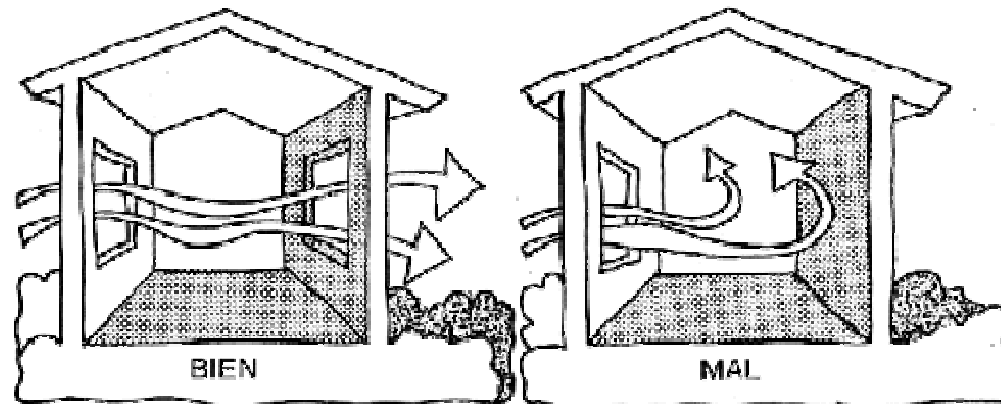


Fig. 34: Estrategias bioclimática de ventilación cruzada. (Fuente: www.casasactuales.com)

2.4. CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS EN LAS VIVIENDAS UNIFAMILIARES TRADICIONALES DE LA PLANA DE CASTELLÓN.

2.4.1. Criterios bioclimáticos en los masets tradicionales.

2.4.1.1. Descripción formal y descriptiva.

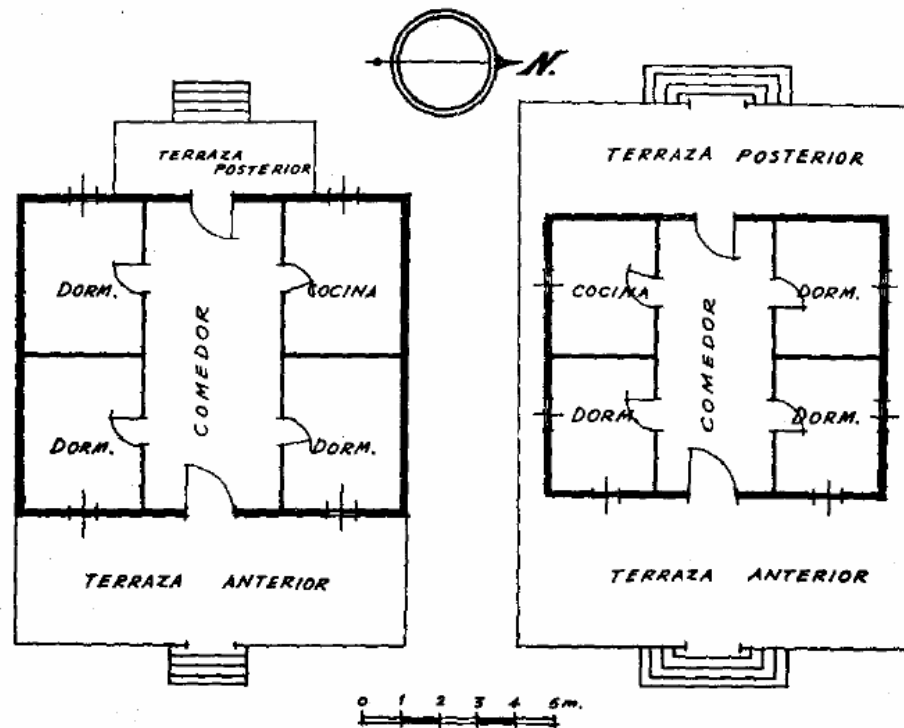


Fig. 35: Planta de masets. (Fuente: Antonio López Gómez. Los "masets" de Castellón).

El maset genuino posee dos terrazas, a nivel del suelo o ligeramente elevadas; en algunos casos, unidas por pasillos laterales. La terraza delantera, hacia el mar-este-, tiene cubierta inclinada de teja plana o curva, sostenida por delgadas columnas de hierro fundido. La terraza posterior, hacia el oeste, solía llevar un entramado con una parrá, por lo cual se denomina también emparrado; pero en las construcciones modernas se dispone también una cubierta de tejas.

Los muros, encalados, se hacían de mampostería o ladrillo macizo. Los suelos se cubrían de baldosines rojos o baldosas hidráulicas. La techumbre puede ser plana o a una o dos aguas, incluso a cuatro y con una torreta; es frecuente que esté rodeada por una baranda o murete bajo que le da aspecto de terraza.

El tipo más corriente es de una sola planta, pero ligeramente elevada, con acceso mediante pequeña escalera delante o lateral; debajo se dispone un reducido sótano destinado a leñera, despensa, etc. En ocasiones tienen dos plantas, generalmente con escalera interior; en este caso, la terraza delantera se sitúa en la segunda planta, para recibir mejor la brisa marina.

Aunque las variantes son numerosas, el plano más corriente consta de tres crujías en profundidad. La central, o pasillo, es algo más ancha y se utiliza también como cuarto de estar y comedor en tiempo desapacible, ya que normalmente las comidas se realizan en la terraza. Al pasillo se abren tres o más habitaciones, destinadas a dormitorios, y la cocina. Debajo de ésta suele haber un aljibe, generalmente doble, una parte para agua potable de lluvia, recogida del tejado, y otra para llenar con agua de riego, utilizada en las necesidades domésticas. (Antonio López Gómez. Los "masetes" de Castellón).



Fig. 36: Maset genuino en el Camino Caminás, junto a la Avenida Lledó.

No queremos acabar esta descripción, sin transcribir la definición de los masets, que realizó en 1985 Miguel del Rey:

"(...) El maset, como vivienda suburbana con influencias directas de la arquitectura rural, se incluye como una tipología diferenciada de estas arquitecturas del campo. Una particular influencia del mundo urbano la encontramos en su interés por la subdivisión del espacio. En la inclusión de determinados lenguajes y en la elevación de la casa sobre la cota del suelo, etc. La manera de construir sus cuerpos, de articularlos, así como la morfología básica a que hace referencia, será lo que más la relacionará con las arquitecturas rurales. La composición en planta se divide en tres cuerpos, en los cuales la fuerte subdivisión del espacio influye decididamente en el esquema. La importancia del corredor central como espacio representativo de la casa y el carácter de distribuidor de las diversas estancias laterales, apoya definitivamente la transformación tipológica. En las casas de tres crujías los muros de carga se sitúan a veces perpendiculares a fachada, lo cual, unido a la valorización del carácter de edificio exento al tratamiento de sus cuatro fachadas, a la introducción de la torre central y a la separación de la cota de suelo, va definiendo una alternativa tipológica distinta, y que a su vez, tiene gran estabilidad (...)"



Fig. 37: Las cuatro fachadas del maset blau situado en carretera Alcora.

2.4.1.2. Aprovechamientos medioambientales y estrategias bioclimáticas.



Fig. 38: "Maset dels Artola" en el camí LLedó.

Inercia térmica: Los muros, de mampostería o ladrillo macizo, aprovechan su inercia térmica para evitar la entrada de calor en verano, que es la estación cuando se utilizaban estas construcciones.

Aprovechamiento del agua: Se aprovecha el agua de lluvia, para uso doméstico y riego, a través del aljibe.

Materiales: Los materiales utilizados eran piedra, cal, ladrillos, madera, materiales autóctonos del lugar. La cal aplicada en los cerramientos regula la humedad de los muros.

Ventilación cruzada: Las puertas y ventanas en las caras este y oeste, permiten la ventilación cruzada, refrescando la vivienda. Además las puertas y ventanas disponían de contraventanas y persianas, para regular la entrada de aire y luz.

Orientación: Las viviendas de esta tipología, se orientaban con el eje longitudinal del edificio sobre la dirección este-oeste. Se dejaba al sur y al norte las ventanas de las habitaciones, aunque en algunas ocasiones no aparecían ventanas en estas fachadas, ya que no se buscaba el soleamiento en invierno, dado que la vivienda no se utilizaba en esa época del año.

Aislamiento: Para aislar la vivienda del suelo se practicaba un forjado sanitario. Para aislarla de la cubierta, se construía una cámara de aire ventilada.

Defensa solar: La cubierta de la terraza anterior y el emparrado de la terraza posterior, realiza la función de defensa solar de la vivienda.

Acústica: Las viviendas se situaban en el campo, retiradas varios metros de los caminos. No existiendo contaminación acústica y favoreciendo el confort de la vivienda, características que buscaban los habitantes al trasladarse en época estival a este tipo de construcciones.

Calidad del aire: Así mismo, rodeadas de naranjos, árboles frutales y huerta la calidad del aire era excelente.



Fig. 39: Fachada Sur del "Maset dels Artola" en el camí Lledó.

2.4.2. Criterios bioclimáticos en las alquerías tradicionales.

2.4.2.1. Descripción formal y descriptiva.



Fig. 40: Torre en alquería sita en Camí les Palmeres.

Para realizar la descripción de este tipo de viviendas, es necesario diferenciar las alquerías herencia de los árabes y las aparecidas posteriormente, en el Siglo XX, como construcciones en la huerta, como vivienda estival.

Según Josep Vicent Aguilar Sanz e Inmaculada Rubio Lluch, en su obra L'arquitectura tradicional d'Alboraia, constatan que la principal diferencia entre ambos tipos de alquerías, es la orientación. Así las alquerías de herencia árabe orientan su fachada principal a Sureste, mientras las alquerías del Siglo XX, su orientación principal es a este, para aprovechar mejor las brisas y sus efectos térmicos.

Otro carácter diferencial es su tamaño, así las más antiguas son más grandes, motivado por la existencia de varias casas y otras dependencias. También cabe mencionar en estas la existencia de una torre.

Antonio López Gómez, en su estudio sobre la arquitectura rural valenciana, describe la alquería como:

“Es una edificación grande, rodeada de extensas tierras de huerta. La planta es variada, en general un rectángulo grande, a veces con patio interior y a veces dos cuerpos en ángulo o edificaciones posteriores. Los dormitorios dan a una amplia entrada, al fondo una cocina grande y a un lado la cuadra, detrás el corral. Las fachadas laterales no suelen tener aberturas y en la fachada anterior la puerta principal.”



Fig. 41: Vista total de la alquería sita en Camí les Palmeres.



Fig. 42: Alquería en camí del Serradal.

Vicente Traver, en un artículo del año 1921, nos habla de las alquerías, como una construcción ya no dedicada a la explotación agrícola, sino la que es edificio de recreo por lo cual nos dice que su construcción se impone entre naranjos, frutales y a la orilla de la acequia con acceso por andén rodeado de geranios y dompedros. Según el autor:

“Tienen sobre todo un gran comedor, con su frente cara al mar y en él la puerta de entrada. La precede ancho y largo emparrado con pilares blancos y maderas verdes y todo él rodeado por bancos de vistosos azulejos”

Así, lejos de poder describir con mayor intensidad las antiguas alquerías, más allá de las referencias encontradas en la literatura, dado la carencia y estado de estas construcciones que han llegado a nuestros días, nos limitamos a describir las alquerías surgidas en la huerta de La Plana a partir de la mitad del Siglo XX.

Las alquerías más genuinas, disponían de emparrados en las fachadas sur o este, o ambos, dependiendo donde se abriera la terraza, sostenida por pilares de obra encalados y vigas de madera. Estos emparrados sustituidos posteriormente, en su mayoría por cubrición de fibrocemento.

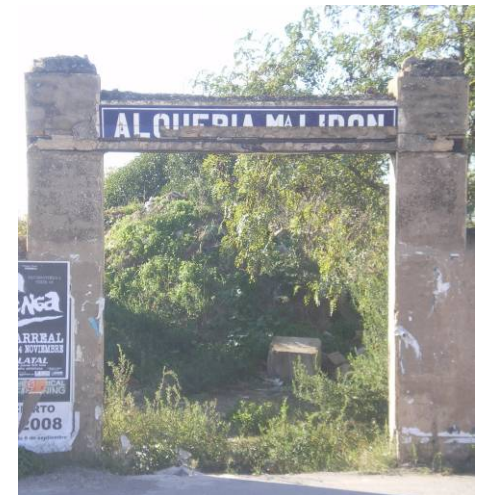


Fig. 43: Restos de puerta de alquería en Avd. Hermanos Bou.

Los muros, encalados, se hacían de mampostería o ladrillo macizo. Los suelos se cubrían de baldosines rojos, u hormigón. La techumbre puede ser plana o a una o dos aguas.

El tipo más corriente es de dos plantas, situando la segunda planta bajo cubierta. Con escalera de acceso en el exterior o en el interior del edificio. Aunque las variantes son numerosas, el plano más corriente, disponía en planta baja de comedor, cocina y alguna habitación y la planta segunda diáfana. Podían disponer de aljibe, de pozo con cenia o sin ella, o de ambos. En el caso de los aljibes se situaban anexos a la casa al lado de la cocina. A su vez, estas viviendas, se sitúan al lado de alguna cequia de riego.



Fig. 44: Alquería en camí del Serradal.

2.4.2.2. Aprovechamientos medioambientales y estrategias bioclimáticas.



Fig. 44: Alquería en camí del Serradal.

Inercia térmica: Los muros, de mampostería o ladrillo macizo, aprovechan su inercia térmica para evitar la entrada de calor en verano, que es la estación cuando se utilizaban estas construcciones.

Aprovechamiento del agua: Se aprovecha el agua de lluvia, para uso doméstico y riego, a través del aljibe. También se utilizaba el agua del subsuelo mediante la extracción mediante pozos o cenias. Para el riego de la huerta también se captaba el agua de las acequias.

Materiales: Los materiales utilizados eran piedra, cal, ladrillos, madera, materiales autóctonos del lugar. La cal aplicada en los cerramientos regula la humedad de los muros.

Ventilación cruzada: Las puertas y ventanas en las caras opuestas, permiten la ventilación cruzada, refrescando la vivienda. Además las puertas y ventanas disponían de contraventanas y persianas, para regular la entrada de aire y luz.

Orientación y defensa solar: Las viviendas de esta tipología, se orientaban al sur o al este, situando la terraza con emparrado en las caras sur o este, para evitar la entrada de Sol en verano, pero permitir la entrada en invierno.

Acústica: Las viviendas se situaban en la huerta, retiradas varios metros de los caminos. No existiendo contaminación acústica y favoreciendo el confort de la vivienda, características que buscaban los habitantes al trasladarse en época estival a este tipo de construcciones.

Calidad del aire: Así mismo, rodeadas de naranjos, árboles frutales y huerta la calidad del aire era excelente.



Fig. 45: Alquería en camí San Jaume.

2.4.3. Criterios bioclimáticos en las villas tradicionales.

2.4.3.1. Descripción formal y descriptiva.

Encontramos la única referencia descriptiva de las villas en un artículo del año 1921, del arquitecto Vicente Traver. En el artículo, describe las villas como la menos tradicionales de estas construcciones y donde, según él, se acude por recreo. Las describe someramente siendo obligatorio que tenga pórticos y fuentes, grandes lienzos de paredes blancas, habitaciones amplias y alto techo, una prolongada terraza sobre el mar y una galería de esbeltos arcos de cal sobre blancas columnas de mármol. Deberá desarrollarse en piso bajo toda la casa y contar con pequeña biblioteca y sala de música.



Fig. 45: Maset en Gran Vía Monteblanco. En su fachada aparece "Villa Anita".

Como ya comentamos en la introducción, las villas eran construcciones cercanas al mar, no obstante también comentamos que los masets más lujosos lucían en sus fachadas carteles de Villas, quizás con la idea de darles el esplendor de las viviendas descritas por Traver y aparecidas a finales del s.XIX y principios del s.XX en Benicassim.



Fig. 46: Villa Elisa. Benicassim.

Lejos de las lujosas y enormes villas aparecidas en Benicassim, las villas aparecen en la playa de Castellón entrada ya la segunda mitad del s. XX. y seguirán construyéndose hasta nuestros días, recibiendo este nombre las viviendas unifamiliares construidas en las playas y la marjalería de Castellón y Benicassim.

Las villas se alejan definitivamente de la explotación agrícola, están situadas en parcelas más pequeñas (alrededor de 1000 m.), y dedican completamente el terreno a jardín.

No podemos hablar de distribuciones semejantes, dado que dependiendo de la economía de cada familia tenían más o menos superficie, ornamentos, etc. Pero, podemos decir que ninguna carece de comedor y gran terraza cara al mar-este-.

Tras las lujosas descripciones de Traver a principios de siglo, las villas fueron evolucionando, junto a la evolución de los sistemas constructivos y materiales del nuevo siglo y esto hizo que se perdiera las características autóctonas y bioclimáticas de este tipo de construcciones.



Fig. 47: Villa en el Grao de Castellón. Terraza al Este y emparrado en la terraza oeste.

2.4.1.2. Aprovechamientos medioambientales y estrategias bioclimáticas.

En el siguiente apartado hacemos mención a los aprovechamientos medioambientales y estrategias bioclimáticas que aparecen en las villas más antiguas, dado que como hemos comentado anteriormente, a lo largo del S.XX, se fueron perdiendo estos criterios.



Fig. 48: Villa en el Grao de Castellón.

Inercia térmica: Los muros, de mampostería o ladrillo macizo, aprovechan su inercia térmica para evitar la entrada de calor en verano, que es la estación cuando se utilizaban estas construcciones.

Materiales: Los materiales utilizados eran piedra, cal, ladrillos, madera, materiales autóctonos del lugar. La cal aplicada en los cerramientos regula la humedad de los muros.

Ventilación cruzada: Las puertas y ventanas en las caras este y oeste, permiten la ventilación cruzada, refrescando la vivienda. Además las puertas y ventanas disponían de contraventanas y persianas, para regular la entrada de aire y luz.

Orientación: Las viviendas de esta tipología, se orientaban con el eje longitudinal del edificio sobre la dirección este-oeste. Se dejaba al sur y al norte las ventanas de las habitaciones, aunque en algunas ocasiones no aparecían ventanas en estas fachadas, ya que no se buscaba el soleamiento en invierno, dado que la vivienda no se utilizaba en esa época del año.

Aislamiento: Para aislar la vivienda del suelo se practicaba un forjado sanitario o en ocasiones se levantaban una planta sobre el suelo. Para aislarla de la cubierta, se construía una cámara de aire ventilada, aunque algunas disponían de terrazas.

Defensa solar: La cubierta de la terraza anterior y en ocasiones el emparrado de la terraza posterior, realiza la función de defensa solar de la vivienda.

Acústica: Las viviendas se situaban en zonas tranquilas, junto al mar, retiradas varios metros de los caminos. No existiendo contaminación acústica y favoreciendo el confort de la vivienda, características que buscaban los habitantes al trasladarse en época estival a este tipo de construcciones.



Fig. 49: Villa en el Grao de Castellón.

2.4.4. La proliferación de los chalets y villas. El abandono de los criterios bioclimáticos.



Tal como comentamos en la introducción del presente proyecto, la evolución de los sistemas constructivos de edificios utilizados en la actualidad, se inició en el primer cuarto del siglo XX a partir de la generalización, por una parte, de dos tipos de técnicas: El abandono de las estructuras murarias y el olvido de los sistemas pasivos de acondicionamiento bioclimáticos. Y por otra parte, a la difusión y aparición de nuevos materiales que sustituirían a los materiales autóctonos y tradicionales, dando nuevas respuestas funcionales a los edificios.



Esto sumado a la expansión desmesurada de la ciudad entre los años 60 y 80, del S.XX., consecuencia del máximo éxodo del campo a la ciudad, hizo que se rompiera la transición, antes armónica, entre el campo y la ciudad, que caracterizaba a La Plana, teniendo su máxima expresión en los masets y alquerías.

Pero, al mismo tiempo que se rompía esta transición, proliferaban zonas salpicadas de villas y chalets. Así en las zonas al oeste y norte de la ciudad, en zonas montañosas aparecen numerosas urbanizaciones plagadas de chalets. De la misma forma al este de la ciudad, en la playa y la marjalería de Castellón surgen gran número de villas.

Fig. 50 y 51: Urbanización Penyeta Roja.

Es tal la proliferación de dichas zonas, surgidas de forma espontánea en ocasiones y en otras con cuidados trazados urbanísticos, pero fuera del Plan General de Castellón, que en la última revisión del Plan General del año 2000, se hayan catalogado dichas zonas como urbanas.

La cercanía de dichas zonas a la ciudad añadido a la mejora de las comunicaciones e infraestructuras de dichas zonas, han convertido estas urbanizaciones nacidas para viviendas de segunda residencia en urbanizaciones de viviendas de primera residencia.

El problema que se plantea ante este cambio, es que, viviendas construidas a partir de la segunda mitad del S.XX, afectadas en primer lugar por la evolución de los sistemas constructivos y nuevos materiales y en segundo lugar creadas como viviendas de segunda residencia, no cumplen condiciones de confort necesarias para ser habitadas durante todo el año. Además, las condiciones bioclimáticas aparecidas en épocas anteriores se dejaron de utilizar, prueba de ello es las diferentes orientaciones que se observan en las viviendas.



Fig. 52: Vista total de Urbanización Penyeta Roja. Se observa las diferentes orientaciones de las viviendas.

El objetivo de este trabajo es adaptar dichas viviendas con criterios bioclimáticos, utilizados en épocas anteriores y abandonadas progresivamente por las razones explicadas en este apartado.

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS BIOCLIMÁTICOS.

Tal como comentamos en el apartado 2.2., aunque en su origen, el diseño bioclimático, se aplicó únicamente al acondicionamiento térmico de edificios, actualmente cuando se plantean estrategias bioclimáticas, hay que tener presentes estas cuatro condiciones:

- Condiciones del ambiente luminoso.
- Condiciones del ambiente acústico.
- Condiciones del ambiente higrotérmico.
- Condiciones vinculadas a la calidad del aire.

Dado que más allá de conseguir mejorar la eficiencia energética, el objetivo principal de los estudios bioclimáticos buscan también conseguir ambientes confortables, integrando el bienestar térmico, con la iluminación natural, la calidad del aire y el aislamiento acústico.

3.1. CONDICIONES DEL AMBIENTE LUMINOSO.

3.1.1. Introducción a la iluminación natural.

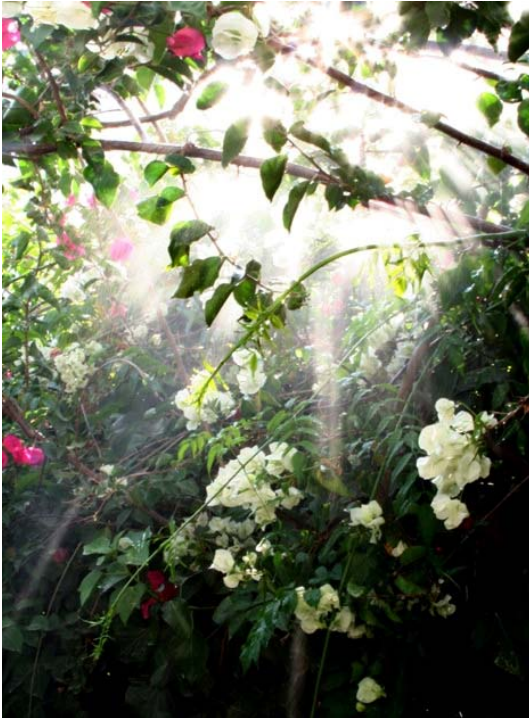


Fig. 53: Entrada de luz natural.

La luz natural es una materia prima muy frágil y variable. Además, es complicada de controlar y compleja de manipular y, en ocasiones, de difícil conducción hasta donde se necesita en la cantidad y calidad deseada.

Sin duda, el alumbrado natural es la mejor manera de iluminar los espacios habitados por su excelente calidad de luz, por la cantidad de energía luminosa que se puede disponer, y por sus propiedades direccional o “moldeadoras” del espacio interior. La luz exterior cuanta con la ventaja de ser un recurso natural gratuito y no contaminante, pero sujeto a grandes variaciones de disponibilidad, una veces por exceso y otras muchas por defecto, como en periodos nocturnos por ejemplo, siendo imprescindible por tanto contar con el alumbrado artificial como fuente de iluminación alternativa.

La limitación más importante del alumbrado natural es la dificultad de transportar la energía luminosa desde la fuente-el espacio exterior-hasta la superficie donde se necesita. La luz natural suele proceder de fuentes difusas-bóveda celeste, reflexión del suelo-, penetra al edificio por huecos limitados-ventanas, claraboyas-, y se transmite por radiación y reflexión por el espacio interior hasta incidir con cierta inclinación sobre la superficie que se dese iluminar, perdiendo gran parte de su intensidad a lo largo del recorrido.

Uno de los aspectos que menos se tiene en cuenta en los planteamientos bioclimáticos es la iluminación natural. El uso de la iluminación natural aporta dos grandes ventajas:

- El ahorro energético, reduciendo la dependencia del alumbrado artificial y del consumo de energía.
- La calidad y confort del ambiente luminoso interior, ya que es a la que responde el ojo humano.

3.1.2. Fundamentos de la iluminación natural.

3.1.2.1. La naturaleza de la luz.

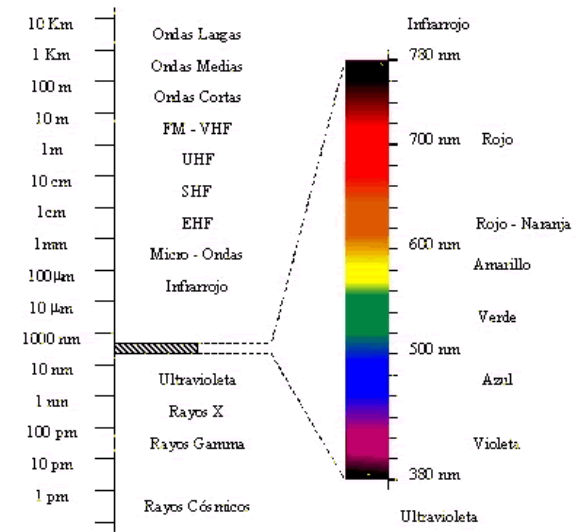


Fig. 54: Espectro luminoso.

La luz es energía electromagnética visible por el ojo humano, con un rango de longitud de onda entre 400 y 700 nm. Las fuentes de luz suelen ser superficies a alta temperatura, como el Sol ($T = 5500 \text{ °K}$) o el filamento de las lámparas incandescentes ($T = 3300 \text{ °K}$), que emiten un espectro continuo con longitudes de onda entre 300 y 3000 nm. del que sólo es visible el rango luminoso, denominado espectro luminoso.

Aparte, dentro del espectro encontramos a diferentes longitudes de onda, radiación infrarroja, que nos calienta y otras que nos sirve para emitir señales de radio, televisión, etc.

El ojo humano es capaz de distinguir las diferentes longitudes de onda del espectro luminoso y las percibe como el color de la luz, correspondiendo los colores violeta-azul a las longitudes más cortas (cerca de 400 nm.) y los colores naranja-rojo a las longitudes más largas (cerca de 700 nm.).

El conjunto de los colores del arco iris se distribuye de forma continua en el espectro luminoso, y cuando la distribución de la energía en cada longitud de onda es similar a la luz del Sol se percibe el conjunto como luz blanca. Las luces monocromáticas son radiaciones con una única longitud de onda, mientras que las fuentes térmicas de luz emiten radiación en todas las longitudes de onda del rango visible, por lo que se dice que tienen un espectro continuo. Ciertas fuentes de luz de descarga emiten radiación en sólo algunas longitudes de onda del rango visible, denominándose por ello espectro discontinuo.

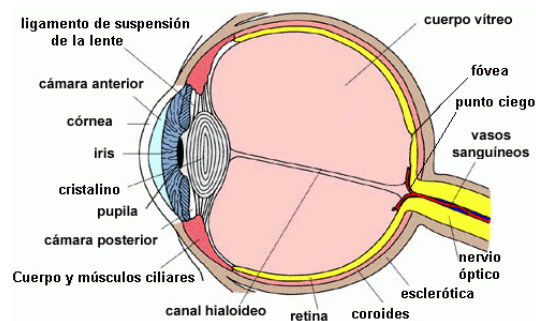
La similitud del espectro de una fuente de luz discontinua con la luz solar se denomina índice de Rendimiento de color R_g , siendo $R_g = 1$ para la luz natural o de lámparas incandescentes y $R_g = 0$ para la luz monocromática, como las lámparas de sodio de baja presión, mientras que las lámparas fluorescentes tienen un R_g entre 0.7 y 0.9.

La tonalidad de color del espectro continuo de una luz se puede determinar por su Temperatura de color T_c ($^{\circ}\text{K}$), correspondiendo a la luz de día una $T_c = 5500^{\circ}\text{K}$. Las lámparas incandescentes tienen una $T_c = 3000^{\circ}\text{K}$ aproximadamente, con una tonalidad rojiza (colores cálidos), mientras que la luz de la bóveda celeste tiene una T_c del orden de 10000°K , de tono azulado (colores fríos).

El objetivo energético de la iluminación natural es permitir que en el plano de trabajo se alcancen los niveles de iluminación suficientes con un grado de confort adecuado, alcanzando puntos alejados del foco de la luz y deslumbramientos.

3.1.2.2. El ojo.

El ojo recibe los estímulos de los rayos de luz procedentes del entorno y los transforman en impulsos nerviosos. Estos impulsos llegan hasta el centro cerebral de la visión, donde se descodifican y se convierten en imágenes.



El funcionamiento del ojo es similar al de una cámara fotográfica, donde, el obturador es el iris, que se abre más o menos, en función de la luminosidad, para dejar pasar cantidades de luz variables. Al otro lado del iris está el cristalino, que representa la lente que al modificar su forma simula la distancia focal de las cámaras de fotos. Al fondo, está la retina, donde se reproduce la imagen visual, como en las películas de las cámaras de fotos. La imagen así recogida, en forma de impulsos nerviosos, se transmite al cerebro que los convierte en imágenes.

Fig. 55: Partes del ojo.

La parte más sensible de la retina se encuentra en el centro, es la fovea o mácula. En ella se encuentra mayoritariamente un tipo de células llamadas conos, que reaccionan diferente ante las distintas longitudes de onda, reconociendo los colores, cuando hay cantidades significativas de luz para iniciar la estimulación. En las zonas periféricas de la retina predominan los bastones, un segundo tipo de células, incapaces de distinguir los colores, pero capaces de apreciar las formas.

3.1.2.3. Magnitudes de la Luz.

La medición de la cantidad de luz se fundamenta en la Intensidad (I), siendo la candela (Cd) una de las unidades fundamentales del Sistema Internacional. Existen otras magnitudes derivadas como el Flujo, la Luminancia, la Iluminancia o el Rendimiento luminoso, que se definen a continuación:

- La **intensidad luminosa** (I) es la energía luminosa emitida en una dirección. Su unidad es la candela (cd), que es una unidad fundamental del S.I., y es aproximadamente la intensidad emitida por una vela.
- El **flujo luminoso** (Φ) es la cantidad de energía luminosa emitida por una fuente. Su unidad es el lumen (lm), que es la energía emitida por un foco con intensidad de 1 candela (cd) en un ángulo sólido de 1 estereorradián (1 m² a 1 m de distancia).
- La **iluminancia** (E) o nivel de iluminación es la cantidad de luz que recibe una superficie, su unidad es el lux (lx), que es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie (lux = lumen/m²). En luminotecnia es muy útil la ley $E = I \cos \Phi / d^2$.
- La **luminancia** (L) o brillo es la intensidad (I) o flujo de luz (Φ) emitido por unidad de superficie. Sus unidades son el Stilb (cd/cm²) y el Lambert (lm/cm²).
- El **rendimiento luminoso** (R) es el flujo emitido por unidad de potencia de las fuentes luminosas (lm/W). Por ejemplo, una lámpara incandescente tiene $R = 14 \text{ lm/VV}$.

3.1.2.4. Respuesta de los materiales frente a la luz natural.

Las superficies iluminadas se pueden comportar de manera diferente ante la luz, distinguiéndose las superficies opacas en que la luz se absorbe o refleja, y los materiales traslúcidos en que además otra parte se transmite. Los coeficientes del flujo de luz incidente se denominan absortancia a , reflectancia r y transmitancia t respectivamente.

$$a + r + t = 1$$

Además, la luz reflejada se puede reemitir en la misma dirección en las superficies especulares, o dispersarse en todas direcciones en las superficies difusas.

En el caso de materiales traslúcidos, la luz se puede transmitir en la misma dirección en las superficies transparentes, o dispersarse en todas direcciones en los materiales opalinos. En la práctica, muchos objetos dispersan la luz de forma combinada, como las superficies satinadas o los materiales esmerilados.

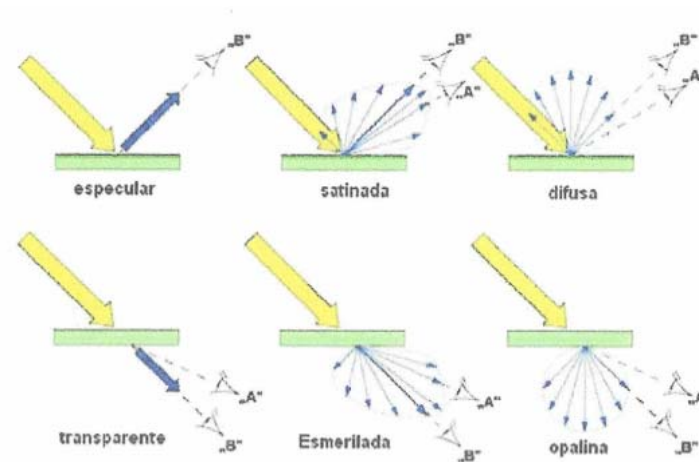


Fig. 55: Propiedades luminosas superficiales. (Fuente: Manuel M. Monroy).

3.1.3. Componentes arquitectónicos de iluminación.

Los componentes arquitectónicos involucrados con la iluminación son:

1. Componentes de conducción de la luz.
2. Componentes de paso de la luz.
3. Elementos de control de la luz.

1. Como componentes de conducción de la luz, encontramos:

- Galerías acristaladas.
- Porches con acristalamiento.
- Invernaderos.
- Patios con acristalamiento.
- Atrios con acristalamiento.
- Conductos de luz.
- Conductos solares.

2. Como componentes de paso de la luz, tenemos:

- Ventanas y ventanales en fachada.
- Muros cortina.
- Muros y forjados traslúcidos.
- Lucernarios y claraboyas.

Con sus características de tamaño, forma, proporción y posición con relación al paño y orientación.

3. Como elementos de control de la luz, disponemos de:

- Elementos de separación.
- Vidrios.
- Carpinterías.
- Pantallas flexibles o rígidas
- Toldos.
- Cortinas.
- Parteluces horizontales y verticales.
- Parasoles horizontales, verticales y paralelos.
- Filtros solares.
- Celosías.
- Lamas.
- Tratamientos superficiales del vidrio.
- Obstrucciones solares.
- Persianas.
- Contraventanas.

3.1.4. Principios de diseño.

Básicamente, con la utilización de la iluminación natural, los criterios que debemos alcanzar son:

1. Ahorro de energía: Alcanzar un nivel de iluminación suficiente en cualquiera de los planos de trabajo o actividad, durante el mayor tiempo posible a lo largo del día.
2. Mejora de la eficacia: Evitar reflejos que puedan provocar deslumbramiento y dificultar la tarea.
3. Función psicológica: Conseguir relacionar el ambiente interior con el exterior.

3.1.4.1. Ahorro de energía.

Orientación: La mejor orientación será la fachada sur, ya que en nuestra latitud, es la que más horas de sol recibe al día y con la irradiación más elevada. No obstante, abra que tener cuidado en provocar sobrecalentamiento indeseado en condiciones de verano. (colocación de marquesinas).

Número de huecos verticales: Será conveniente colocar huecos en todas las estancias para favorecer la iluminación natural.

Proporción y forma de los huecos verticales: Los huecos mayores proporcionan mayor iluminación, pero al igual que con la orientación, habrá que preveer el excesivo sobrecalentamiento en verano.

- Un hueco alargado proporciona una iluminación más homogénea que una batería de huecos puntuales.
- Un hueco a media altura de la pared proporciona buena iluminación en una mesa cerca de la misma.
- Un hueco en la parte alta de la pared iluminará mejor una mesa situada en el lado opuesto de la habitación.
- Un hueco alto pero estrecho proporciona una distribución más uniforme en profundidad que a lo ancho.
- Un hueco ancho, que ocupe todo el frente pero de altura reducida, distribuirá mejor la luz a lo ancho que en profundidad.

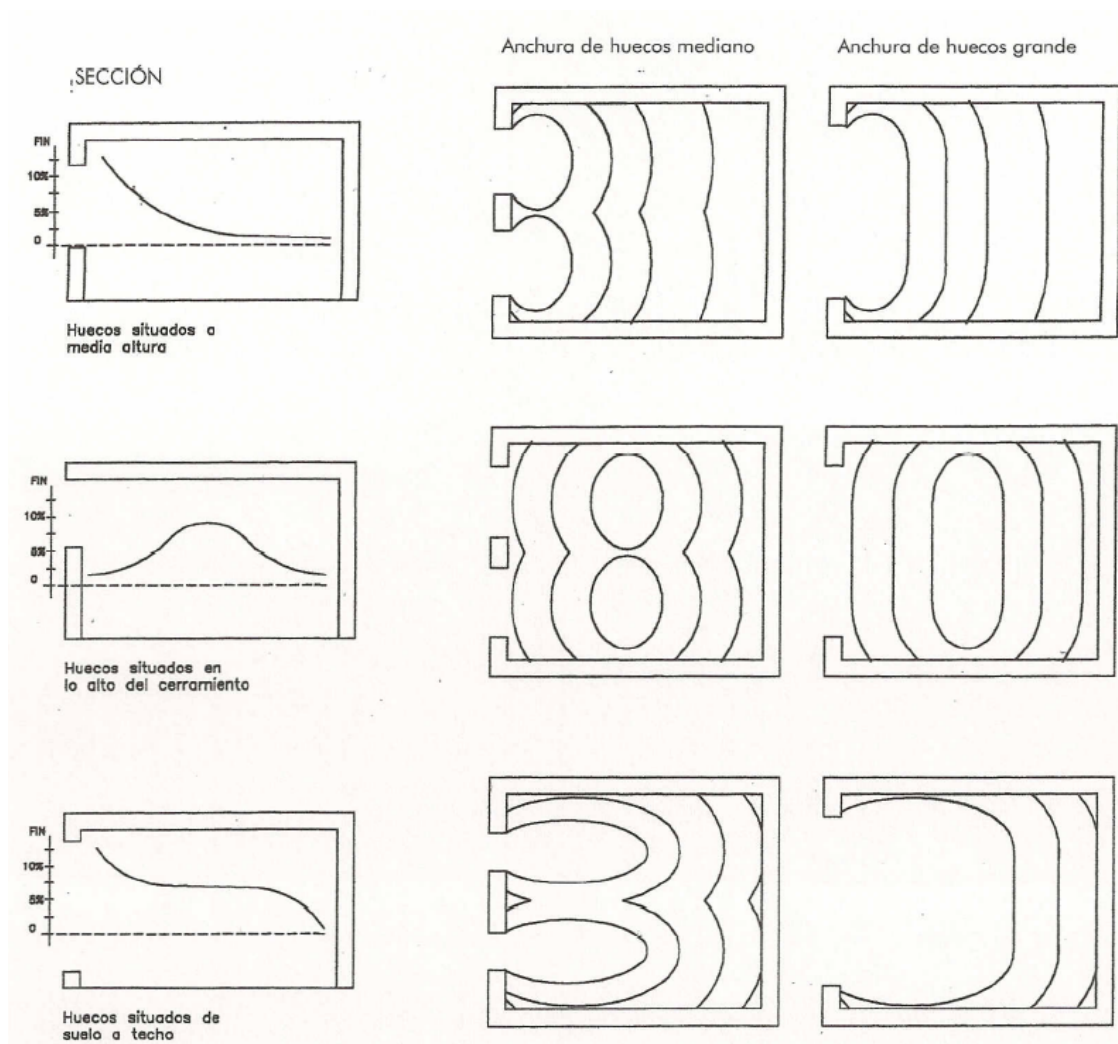


Fig. 56: Influencia de la proporción del hueco en la distribución de la luz en el interior de un local. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

Se pueden utilizar sistemas que permitan dirigir toda o parte de la radiación luminosa hacia el fondo de la habitación. Estos sistemas pueden ser: Utilización de una superficie reflectora exterior en el antepecho de la ventana o a media altura-parteluz horizontal- para dirigir la luz hacia un punto profundo del techo. De modo parecido actúan una batería de lamas, con la particularidad, de eliminar la zona luminosa próxima a la fachada.

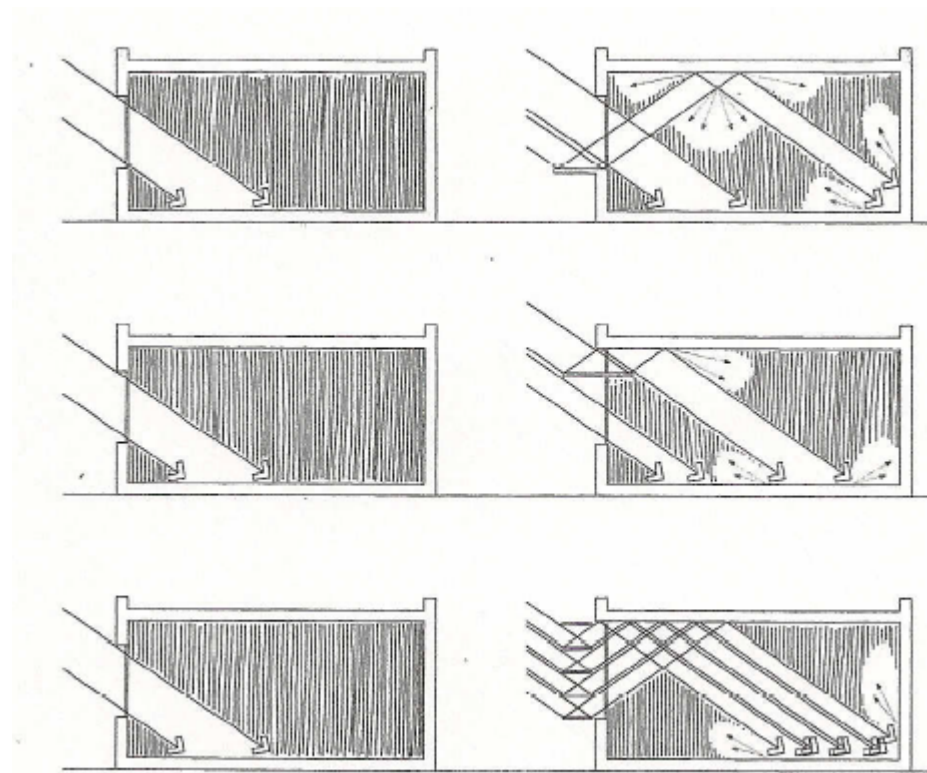


Fig. 57: Diferentes sistemas de reflectores en ventana para dirigir la luz al fondo de la habitación. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

Huecos horizontales: Los *lucernarios* y *claraboyas* permiten alumbrar zonas profundas del edificio, incluso varias plantas más debajo de la cubierta. No obstante, la luz radiación solar directa puede provocar incomodidades sobre los usuarios, para evitarlo se pueden interponer superficies refractantes o difusoras. Una función similar la realizan los conductos de luz.

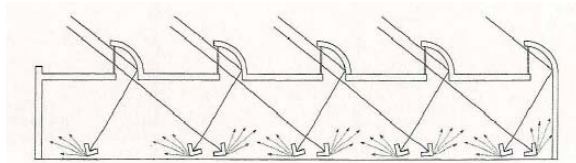


Fig. 58: Lucernarios con sistema para evitar la radiación directa.

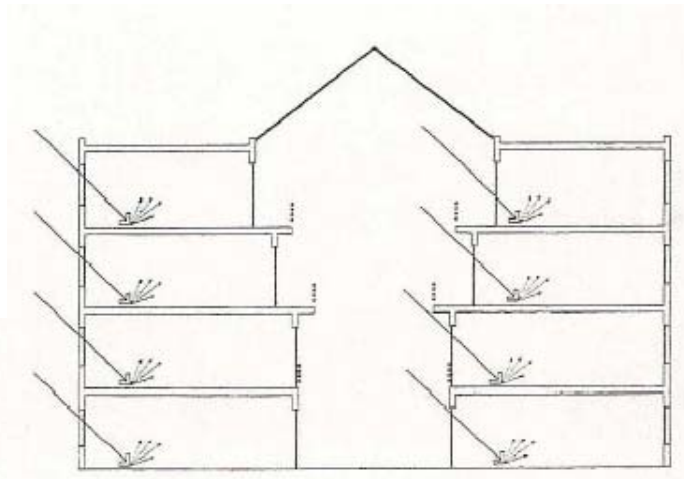


Fig. 59: Atrio acristalado.

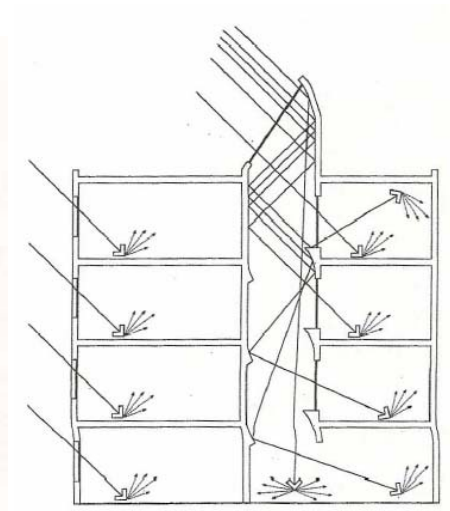


Fig. 60: Conducto de luz.

(Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

3.1.4.2. Mejora de la eficacia.

Hemos de recordar la función de los huecos acristalados es variada: sirven para captar el sol, para ventilar, permiten la conexión visual con el exterior e iluminan. Con relación a este último aspecto, la función captadora del Sol entra en oposición con la iluminadora. Para captar calor hemos de dejar pasar la mayor cantidad de radiación posible, es decir la radiación es mejor que sea directa.

No obstante, la radiación directa produce deslumbramientos, tanto por exceso de luminancia en la ventana, como por la reflexión de la misma en las superficies interiores del local.

El deslumbramiento es el fenómeno que se produce cuando, por una incorrecta recepción o distribución de luminancias en el plano o área de actividad, se reduce la visión (deslumbramiento perturbador) o se produce incomodidad (deslumbramiento molesto). El deslumbramiento también puede denominarse como deslumbramiento directo, cuando se observa directamente la fuente de luz y ésta supera unos ciertos niveles de luminancia: los faros de un coche, el sol, una bombilla, etc. Si el deslumbramiento se produce al percibir indirectamente la fuente de luz se denomina deslumbramiento por reflexión. La luz solar directa es una fuente de reflejos y potencialmente de deslumbramiento, y en aquellos locales donde sea claramente perturbadora para la actividad laboral será necesario evitar la radiación directa sobre la ventana.

Sin embargo, en zonas como vestíbulos, pasillos y zonas de comunicación, donde las exigencias visuales no son tan elevadas, la radiación directa, siempre que no sea causa de sobrecalentamiento, debe aceptarse ya que puede contribuir a crear un espacio interior lleno de matices cromáticos.

Como la luz difusa no produce deslumbramiento, por ello, si la función que debe predominar es la de iluminar con una fuente de luz difusa (bibliotecas, salas de estudio, etc), los huecos deberían orientarse al norte, sino podríamos adoptar las siguientes medidas correctoras, para convertir la radiación directa en difusa:



Fig. 61: Cristal con lámina de control solar. (Fuente: Scotchint).

- Utilizar un tratamiento obstructivo que convierta la radiación directa en difusa antes que llegue a las superficies reflectantes. Por ejemplo, utilización de muros traslúcidos orientados a sur difunden la radiación solar antes de que acceda al interior.
- Utilizar materiales (sobre todo el suelo) con acabado de baja reflectancia inferior a 0,4, para evitar que se comporten como superficies espejadas.
- Si tenemos grandes acristalamientos, sería deseable evitar la visión directa de la fuente de luz, el cielo, utilizando protecciones interiores.
- Los parteluces horizontales pueden evitar la entrada de la radiación directa y enviarla por reflexión a la superficie clara del techo. Si en lugar de colocar un elemento plano éste tiene una curvatura simple o compuesta, conseguiremos un mejor reparto de la luz sobre la superficie a la que la dirigimos.
- Una solución más sofisticada está en el empleo de separadores prismáticos, que son paneles de vidrios con estructura prismática, de tal modo que al incidir sobre ellos la radiación directa la redireccionan hacia otra superficie no especular; algo parecido se obtiene con elementos más grandes en forma de lamas.
- Igualmente los tratamientos superficiales de los vidrios mediante emulsiones de tipo fotográfico imprimen una estructura que difracta la luz al incidir sobre ella.

3.1.4.3. Función psicológica.

En este apartado, hacemos mención al efecto de la luz en la salud y el bienestar. Los ambientes luminosos siempre se han considerado más sanos y confortables que los oscuros. Así, la búsqueda del sur como lugar de descanso y vacacional siempre ha sido prioritario en la mente de los países nórdicos.

Estudios actuales relacionan la luz con la producción de la serotonina, escasez de la cual origina la depresión. Además la serotonina es la responsable de regular los biorritmos del organismo. La regulación de los mismos originan el sueño profundo y por tanto el descanso por la noche. Dicho descanso, disminuye el cansancio y el estrés.

3.1.5. Cálculos de iluminación.

3.1.5.1. Factor de iluminación natural (FIN).

Uno de los cálculos numéricos de alumbrado natural, es el cálculo del factor de iluminación natural (FIN), como la relación entre el nivel de iluminación de cada punto interior del local (E_i) con el nivel de iluminación exterior. Es, por tanto, la relación entre la iluminancia en un punto del interior del local donde se quiere calcular y la iluminancia de ese mismo punto, en ese momento, si no hubiera ni edificio ni obstrucciones, bajo un cielo nublado uniformemente.

$$FIN = E_i / E_e \times 100 (\%)$$

Donde: E_i = Iluminancia en el punto del interior (lux).

E_e = Iluminancia en el punto del exterior (lux).

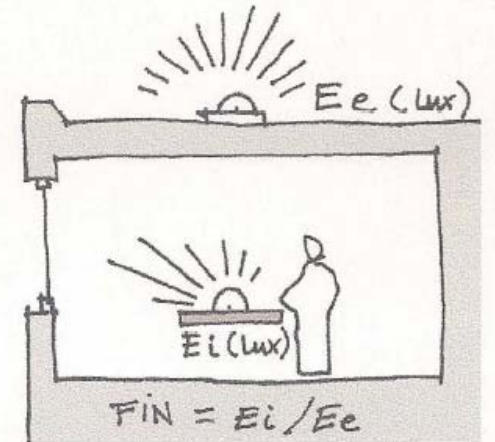


Fig. 62: Factor de iluminación natural. (Fuente: Manuel M. Monroy).

Exigencia visual	Sensación visual	FIN %
Muy alta	Muy luminoso	>10%
Alta	Luminoso	>6%
Normal	Normal	3%
Baja	Oscuro	1%
Muy baja	Muy oscuro	<0,3%

Fig. 63: Clasificación de las zonas según el valor de FIN.

En nuestra latitud, la iluminancia en el exterior en invierno con cielo despejado oscila de 0 a 10000 luxes, dependiendo de la altura solar. La iluminancia en el exterior en verano con cielo cubierto oscila entre 0 a 18000 luxes, pudiendo alcanzar 35000 luxes con cielo despejado.

Evidentemente los valores del FIN son mayores en puntos próximos a las ventanas y menores en zonas profundas.

No deben aceptarse zonas con un FIN de menos de 3%, por lo que, las zonas oscuras y muy oscuras, deben rediseñarse, adoptando las medidas correctoras necesarias:

- Modificar la posición, proporción y dimensión de los huecos.
- Incorporar un acabado interior con mayor coeficiente de reflexión.
- Utilizar técnicas de reflexión desde el exterior del hueco.

ACABADO	REFLECTANCIA
Superficie blanca	0,80...0,70
Superficie muy clara (crema o hueso)	0,70...0,50
Superficie clara (colores pastel en general)	0,50...0,30
Superficie media (colores vivos claros)	0,30...0,10
Superficie oscura (marrones, gris oscuro y colores vivos oscuros)	0,10
Superficie muy oscura (negro y marrón oscuro)	<0,10

Fig. 64: Reflectancias aproximadas según el color de los acabados. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

Posteriormente se debe calcular el valor medio del FIN en las áreas de trabajo. Con este valor medio se puede calcular el porcentaje de horas en las que, entre las 9:00 y las 17:00, se alcanza una determinada iluminancia. Por ejemplo, si la iluminancia requerida, según la figura 66 es de 300 lux y el FIN medio en el área de trabajo es el 5%, en el exterior deberá haber una iluminancia mínima de 6000 lux ($300/0,05$). Empleando el gráfico de la figura 67, para una latitud de 40° podemos comprobar que lo alcanzamos para el 92% del período comprendido entre las 9:00 y las 17:00.

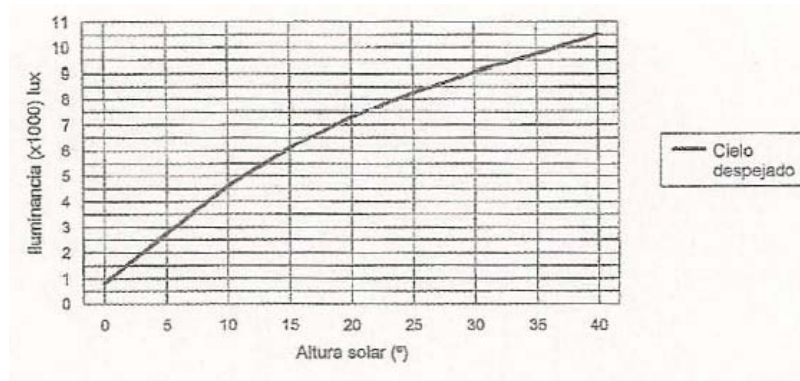


Fig. 65: Iluminación sobre superficie horizontal en invierno. verano.

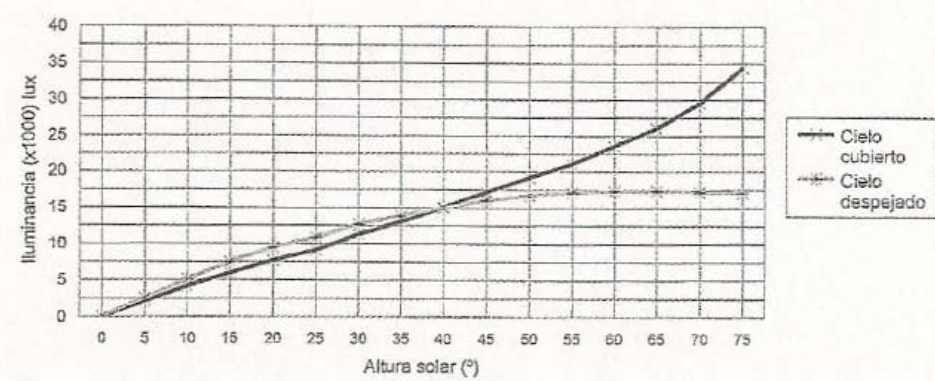


Fig. 66: Iluminación sobre superficie horizontal en verano.

(Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

El factor de iluminación natural se puede calcular experimentalmente sobre maquetas, mediante medidas directas en el local o analíticamente mediante expresiones simplificadas.

En nuestro caso, al buscar la adaptación ya construidas mediremos sobre medidas directas en el local, mediante aparatos, como el que representamos en la siguiente imagen:



Fig. 67: Aparato que permite medir: luz, sonido, humedad y temperatura.

Usos	Nivel mínimo (lux)	Nivel recomendado (lux)
VIVIENDAS		
Pasillos	70	100
Escaleras	100	150
Aseos (general)	70	100
Aseos (puntual)	200	500
Dormitorios (general)	70	70
Dormitorios (cabecera)	200	500
Cocinas	100	200
Estancias (general)	70	200
Estancias (puntos de lectura)	300	500
ESPECTÁCULOS		
Vestíbulos	100	150
Salas de entreactos	100	200
Locales deportivos	150	500
OFICINAS		
Zonas de paso	150	200
Zonas de trabajo	750	900
Salas de reuniones	500	700
EDIFICIOS DOCENTES		
Zonas de paso	150	200
Clases y laboratorios	300	500
Salas de conferencias	200	500
Bibliotecas (estantes)	100	200
Bibliotecas (área de lectura)	300	500
CENTROS SANITARIOS		
Vestíbulos	100	150
Zonas de paso	150	200
Habitaciones	100	200
Consultas	500	1000
Quirófanos (general)	750	1000
Quirófanos (localizado)	3000	3000
INDUSTRIAS		
Actividades de poca precisión	100	200
Actividades de mediana precisión	200	300
Actividades de alta precisión	300	1000

Fig. 68: Iluminación sobre superficie horizontal en verano.

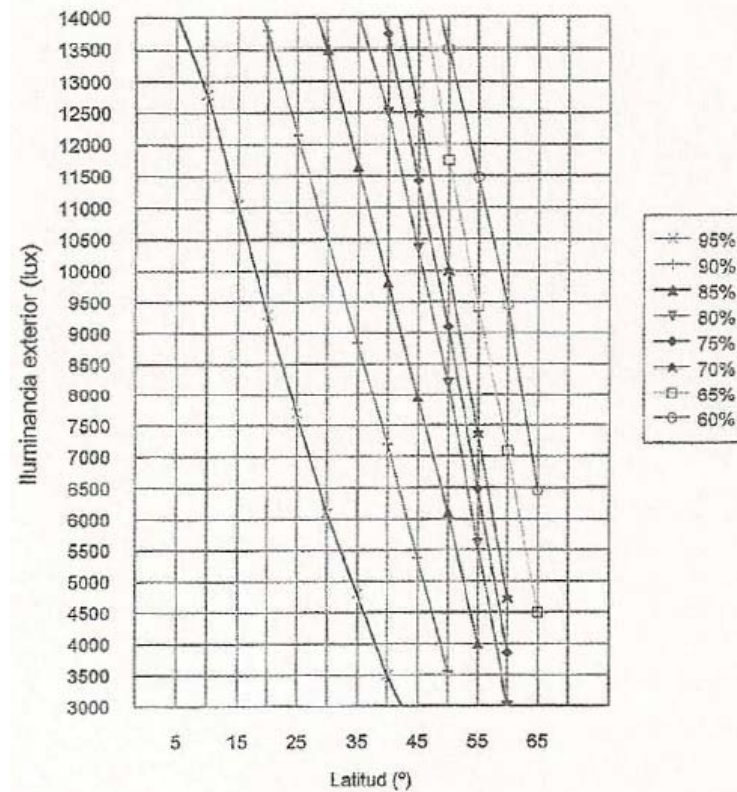


Fig. 69: Gráfico con el porcentaje de las horas comprendidas entre las 9:00 y las 17:00 en que se alcanza un nivel de iluminación mínimo sobre superficie horizontal en verano.

(Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

Para acabar con este apartado, reproducimos un escrito de Vitrubio del Libro VI, capítulo VI: Sobre las casas de campo.

“Debe ponerse el máximo cuidado en que todos los edificios queden perfectamente iluminados. Conseguir este objetivo parece mucho más sencillo en las casas de campo ya que no se interponen las paredes de viviendas vecinas —al estar aisladas— que puedan obstaculizar su luminosidad; en la ciudad, sin embargo, la altura de las paredes comunes y las calles angostas constituyen un verdadero inconveniente para la luminosidad de las viviendas. Para solventar este problema, procédase de la siguiente manera: desde la parte que se considere más apropiada para que penetre la luz, trácese una línea desde lo alto de la pared que obstaculice el paso de la luz, hasta el punto donde se necesite, y si desde esta teórica línea, mirando hacia arriba puede contemplarse un amplio espacio del cielo, sin ningún problema la luz llegará a este punto. Pero si el obstáculo lo constituyen las vigas, los dinteles o bien los entramados, se facilitarán aberturas desde las partes más altas y así penetrará la luz.

En conclusión, debe procederse siempre de forma que las aberturas de las ventanas queden situadas en cualquier parte que permita contemplar el cielo; así se lograrán edificios bien iluminados.

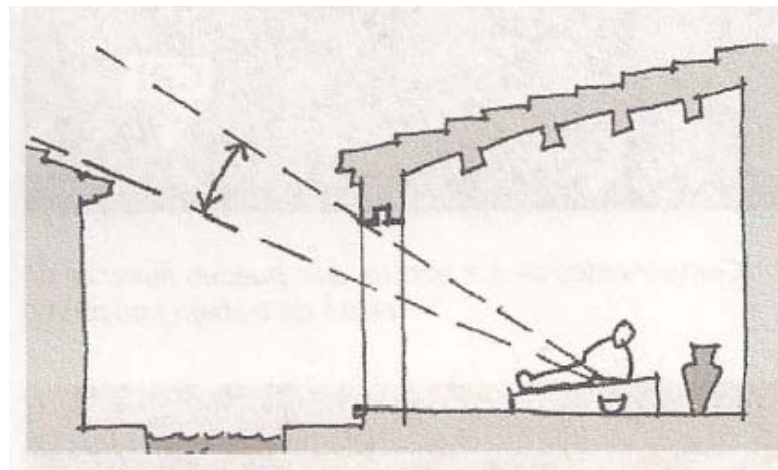


Fig. 68: Esquema de las recomendaciones de iluminación de Vitrubio. (Fuente: Manuel M. Monroy).

3.2. CONDICIONES DEL AMBIENTE ACÚSTICO.

3.2.1. Introducción a la acústica.



Los sonidos son tan habituales en nuestra vida cotidiana que en ocasiones apreciamos más su ausencia que su presencia. El sonido es una forma de comunicación imprescindible que nos da información o avisos. Estos pueden ser agradables, como los sonidos musicales, o molestos como el sonido del tráfico urbano. Cuando los sonidos son molestos, perturbadores e incluso pueden producir daño físico se habla de ruidos.

Los ruidos de mucha intensidad pueden llegar a producir dolor y daño físico en las personas. Las molestias más habituales en edificios suelen estar causadas por una combinación de ruidos irritantes con otros que perturban la audición de información interesante, produciendo una interferencia o estrés mental que se percibe como malestar intelectual y emocional, cuyos efectos conjuntos pueden afectar seriamente a la salud y a la calidad de vida.

Fig. 69: Clasificación tradicional de la acústica.

Todo edificio se ve sometido a la acción de sonidos o ruidos. Su respuesta determina lo que denominamos la función acústica del mismo. Es verdad que si bien no incide tan fuertemente sobre la habitabilidad como otras sollicitaciones (mecánica, térmica, hidrófuga, etc.), en el medio urbano no podemos obviar la incidencia que “los ruidos” tienen sobre el confort. Más aún, cuando entendemos que todo edificio debe proteger a su usuario de la contaminación acústica. Por desgracia, el silencio es una de las metas más difíciles de alcanzar. En edificios convencionales es imposible conseguir que una habitación sea totalmente silenciosa, ya que no se puede evitar que penetren ruidos del exterior del edificio o de otros locales próximos, a los cuales habría que añadir los producidos en el interior de la propia habitación.

Reducir el ingreso de sonidos desde el exterior y controlar la propagación de los generados en el interior, deben ser estrategias del diseño de las construcciones.

3.2.2. Fundamentos de la acústica.

3.2.2.1. La naturaleza de los sonidos.

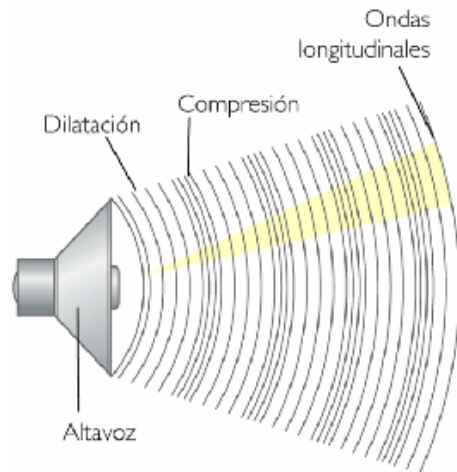
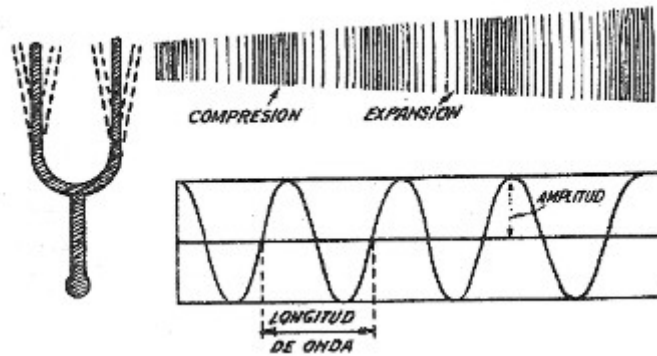


Fig. 70: Transmisión del sonido por ondas.

El sonido es la sensación auditiva producida por una perturbación que ha sido capaz de propagarse en un medio elástico, ya sea sólido, líquido o gas. El aire de la atmósfera y los elementos constructivos serán los medios que afectarán a la arquitectura. Las perturbaciones que se producen en el aire, y que darán lugar a la propagación aérea del sonido, son pequeñas alteraciones de la presión atmosférica. No obstante, el oído del ser humano no es capaz de captar las variaciones de presión atmosférica provocadas por cambios atmosféricos, ya que se producen demasiado lentamente a lo largo de varios días. Las perturbaciones atmosféricas que dan lugar al sonido son producidas al incrementarse la masa de aire rítmicamente en el espacio como consecuencia del impulso provocado por la fuente emisoras; es, por tanto, una sucesión periódica en el tiempo y el espacio de expansiones y compresiones de masas de aire. El oído necesita que las alteraciones se produzcan decenas, centenares e, incluso, millares de veces por segundo. Esas perturbaciones son detectadas por el tímpano e interpretadas por el cerebro como sonidos conocidos.

Cualquier proceso que obligue al aire a moverse y fluctuar puede ser generador de sonido. El más evidente es el producido por un cuerpo al vibrar, como nuestras cuerdas vocales o el tambor de un altavoz, que al moverse hacia adelante y hacia atrás impulsan el aire rítmicamente generando la perturbación mencionada. También pueden generar esa alteración los cuerpos que se mueven rápidamente en un fluido: un coche desplazándose, las palas de un molino, etc.



La representación del sonido propagándose a través del aire es la de una onda senoidal, y se puede caracterizar inicialmente con dos magnitudes: la intensidad o amplitud de las alteraciones de presión y el ritmo o rapidez con que se producen esas alteraciones. La primera de ellas nos indica la intensidad de la perturbación y la segunda el ritmo al que se repite cada segundo, es decir, su frecuencia (la frecuencia es el número de pulsaciones de la onda acústica representada senoidalmente en un segundo; se mide en hercios-Hz- y su inversa se denomina periodo: $f = 1 / T = 1 / \text{seg.} = 1 \text{ seg.}^{-1} = 1 \text{ Hz.}$), dando lugar a los sonidos graves y agudos. Cuanto más grave es un sonido, mayor duración tiene el período de su onda sonora, y cuanto más agudo sea

mayor es su frecuencia:

$$\lambda = C / f$$

La frecuencia está, por tanto, vinculada a la velocidad de propagación del sonido. El cociente entre la velocidad del sonido y la frecuencia es la longitud de la onda del sonido, o distancia entre dos crestas de la onda:

El sonido se propaga a través del aire a una velocidad de aproximadamente 345 m/s, dependiendo de la temperatura del aire (T):

$$C = 333,6 + 0,6.T$$

El oído humano es capaz de captar pequeñísimas alteraciones de la presión, del orden de 2×10^{-7} mbar, con frecuencias entre los 20 y los 20000 hercios (Hz), o ciclos de perturbación por segundo, lo que genera ondas con longitudes entre crestas que van desde menos de 5 cm hasta los 17 m.

3.2.2.2. El aparato auditivo.

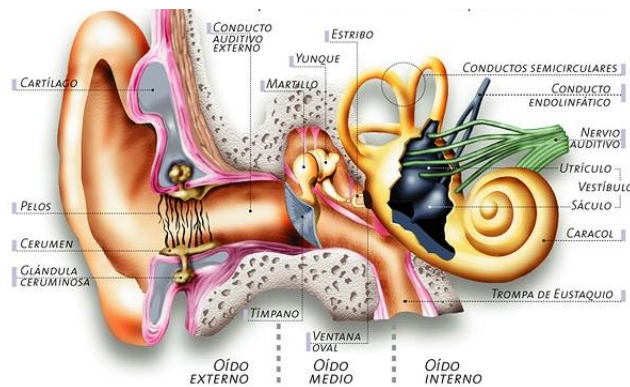


Fig. 71:Partes del aparato auditivo.

Los sonidos son percibidos a través del aparato auditivo que recibe las ondas sonoras, que son convertidas en movimientos de los osteocillos óticos y percibidas en el oído interno que a su vez las transmite mediante el sistema nervioso al cerebro. Esta habilidad se tiene incluso antes de nacer.

El oído es un órgano auditivo que está al servicio de la audición. Nos permite percibir las ondas sonoras, posteriormente envía impulsos al cerebro que nos dan a conocer nuestra posición en el espacio y también mensajes que nos informan de nuestros movimientos corporales. Los adultos pueden detectar sonidos cuya frecuencia esté comprendida entre 20 hasta aproximadamente 20000 ciclos por segundo.

Las ondas sonoras penetran a través del conducto auditivo, generando en el tímpano vibraciones que pasan a través de los huesecillos del oído interno. Las ondas de baja y alta presión son transmitidas por el líquido contenido en el caracol. En el interior del caracol se haya el órgano de Corti que consta de cinco hileras de células receptoras que se extienden a lo largo del caracol. Cada célula reposa sobre la membrana basilar, ésta tiene unas vellosidades (pelos que resuenan a una determinada frecuencia).

Las ondas sonoras producen una vibración en las vellosidades que activan las células que envían los impulsos al cerebro por el nervio auditivo. El extremo superior de la membrana basilar responde a los sonidos de baja frecuencia y la base de la membrana a los sonidos de alta frecuencia. El nervio auditivo transmite complejos mensajes al cerebro, formado por más de treinta mil fibras nerviosa diferentes.

Los mensajes que circulan por el nervio auditivo son impulsos eléctricos, como los impulsos eléctricos que circulan por un cable conectado a un micrófono.

3.2.2.3. Magnitudes del sonido.

El sonido no es nada más que una forma singular de energía, consecuencia del trabajo previo que generó la perturbación, y causante de un trabajo final, el que se producirá al llegar a nuestros oídos. Por ello, el sonido se cuantifica con las mismas magnitudes que se utilizan para medir otras fuentes de energía: presión, potencia, intensidad, etc.

- **Potencia acústica:** Energía emitida en la unidad de tiempo por una fuente determinada, en el caso del sonido es la potencia acústica del emisor. Se representa como W y se mide en Watios. Suelen ser valores pequeños, comparados con potencias térmicas o luminosas. Así, una persona hablando genera una potencia acústica de $10^{-5}W$, un martillo neumático $1W$ y una orquesta sinfónica completa $10 W$.
- **Intensidad acústica:** La energía emitida por la fuente en una dirección y a una distancia. Se representa por I y se mide en Watios/m².
- **Presión acústica:** Diferencia entre la presión total instantánea en un punto determinado, en presencia de una onda acústica, y la presión estática en el mismo punto. Se representa por P y se mide en Pascales.
- **Nivel de presión acústica:** Es la expresión de la presión acústica en una escala logarítmica L_p , medida en decibelios (dB), mediante la siguiente ecuación:

$$L_p = 20 \text{ Log } (P/P_o) \text{ (dB)}$$

donde P es la presión acústica considerada en (Pa), y P_o es la presión acústica de referencia, que se establece en $2 \cdot 10^{-5}$ (Pa).

- **Nivel de intensidad acústica:** Es la expresión de la intensidad acústica en una escala logarítmica L_i , medida en decibelios (dB), mediante la siguiente ecuación:

$$L_i = 10 \text{ Log } (I/I_0) \text{ (dB)}.$$

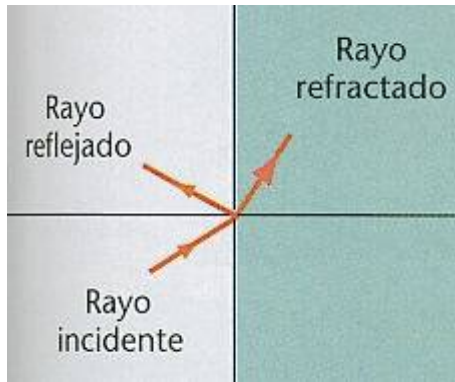
donde I es la intensidad acústica considerada en (W/m^2), e I_0 es la intensidad acústica de referencia, que se establece en 10^{-12} (W/m^2).

- **Nivel de potencia acústica:** Es la expresión de la potencia acústica en una escala logarítmica L_w , medida en decibelios (dB), mediante la siguiente ecuación:

$$L_w = 10 \text{ Log } (W/W_0) \text{ (dB)}$$

donde W es la potencia acústica considerada en (W), y W_0 es la potencia acústica de referencia, que se establece en 10^{-12} (W).

3.2.2.4. Respuesta de los materiales frente al sonido.



El sonido avanza en línea recta cuando se desplaza en un medio de densidad uniforme. Sin embargo, igual que la luz, el sonido está sometido a la refracción, es decir, la desviación de las ondas de sonido de su trayectoria original. En tres dimensiones, una frontera entre dos regiones de diferente velocidad de onda es una superficie. Esta figura muestra un rayo incidente sobre una de estas superficies límites.

El rayo transmitido se desvía acercándose o alejándose de la normal, dependiendo de si la velocidad de onda en el segundo medio es menor o mayor que la que posee en el medio inicial. Cuando la velocidad de onda en el segundo medio es mayor, el rayo que describe la dirección de propagación se desvía alejándose de la normal.

Fig. 72: Reflexión y Refracción del sonido.

El rayo reflejado forma un ángulo con al normal a la superficie igual al que forma el rayo incidente.

Al incrementarse el ángulo de incidencia, crece también el ángulo de refracción, hasta que se alcanza un ángulo crítico de incidencia, para el cual el ángulo de refracción es de 90° . Para ángulos de incidencia superiores al valor crítico, desaparece el rayo refractado, fenómeno que se llama reflexión interna total.

La cantidad de energía sonora reflejada por una superficie depende de la clase de superficie, el material del que esté hecha, etc.

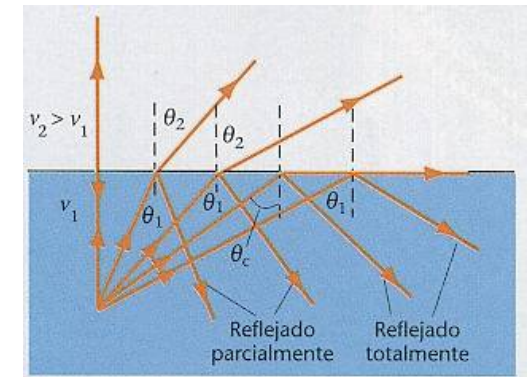


Fig. 73: Ángulos de reflexión-refracción.

3.2.3. Fuentes sonoras.

La sociedad en que vivimos, en la actualidad, es un mundo rodeado de estímulos acústicos: sirenas, timbres, megafonías, radio, televisión, música, tráfico, etc.

El ruido fue reconocido oficialmente como agente contaminante en el Congreso de Medio Ambiente organizado por Naciones Unidas en Estocolmo en el año 1972, siendo considerado en nuestros días como una forma importante de contaminación, menguando la calidad de vida y provocando daños físicos y psicológicos.

Por ello las emisiones acústicas deben controlarse, tanto den en las fuentes: tráfico rodado, aeropuertos, etc., como reduciendo las inmisiones en los interiores de los espacios.

Por otra parte, lo que pueden considerarse niveles sonoreos aceptables a las horas del día pueden convertirse en inaceptables durante la noche. Así, niveles de 40 a 45 dBA despertarían al 50% de las personas dormidas.

Nivel de presión sonora (dBA)	Fuente acústica	Sensación acústica
130	Sirena a 30 m	Intolerable
120	Despegue de un avión a 100 m	Intolerable
110	Martillo neumático	Intolerable
90	Camión circulando a 5 m	Muy ruidoso
90	Proximidades de un colegio	Muy ruidoso
90	Proximidades de un mercado	Muy ruidoso
80	Tráfico denso	Muy ruidoso
70	Paso de un automóvil a 5 m	Muy ruidoso
40	Zona de viviendas durante la noche	Poco ruidoso
25	Susurro	Muy débil

Fig. 74: Niveles acústicos producidos por fuentes exteriores. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

Nivel de presión sonora (dBA)	Fuente acústica	Sensación acústica
100	Conversación muy fuerte	Intolerable
90	Cuarto de calderas	Muy ruidoso
90	Persona gritando	Muy ruidoso
90	Lavaplatos	Muy ruidoso
75	Carga y descarga de la cisterna del inodoro	Muy ruidoso
75	Conversación media	Muy ruidoso
70	Conversación normal	Muy ruidoso
70	Lavadora	Muy ruidoso
65	Arrastre de muebles	Ruidoso
65	Subida o bajada de una persiana	Ruidoso
60	Juegos infantiles	Ruidoso
35	Frigorífico	Poco ruidoso
35	Conversación en susurros	Poco ruidoso

Fig. 75: Niveles acústicos producidos por fuentes interiores. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

3.2.4. Principios de diseño.

En la práctica, generalmente se mezclan los conceptos de aislamiento y acondicionamiento acústico. El aislamiento acústico tiene que ver siempre en proteger un espacio con relación a otro de los ruidos. El acondicionamiento acústico tiene que ver con las condiciones de sonoridad de un local en función del ruido que se genera en el mismo; es decir, con la inteligibilidad de la palabra o la audición de la música.

3.2.4.1. Aislamiento acústico.

Cuando la energía acústica llega a un elemento de separación entre dos espacios, tales como forjados, muros, etc., parte de la energía se refleja, otra se absorbe por el elemento y parte se transmite al otro lado. Cuando el elemento en cuestión es una partición o un cerramiento exterior, la diferencia entre la energía total incidente y la energía transmitida será la energía atenuada por el elemento, es decir, el aislamiento acústico del elemento.

Las estrategias para aumentar el aislamiento acústico dependerá del medio de transporte que utilice el ruido para propagarse. El medio dará lugar a los siguientes tres tipos de ruidos:

- Ruido aéreo, cuando se propaga a través del aire.
- Ruido de impacto, cuando se propaga a través de un elemento sólido como consecuencia de un golpe o impacto.
- Ruido de vibración, cuando se propaga a través de un elemento sólido como consecuencia de la vibración de una máquina u otro elemento próximo a él.

El aislante a ruido aéreo, se realiza a través de la masa, es decir, los cerramientos pesados son más aislantes que los cerramientos ligeros. Por tanto un buen aislante acústico ha de tener alta densidad. Un muro el doble de grueso que otro, del mismo material, no aísla el doble. La ley de masas nos indica que doblar la masa de un muro, sea cual sea su espesor y densidad, incrementa su aislamiento en 6 decibelios, y que volver a doblarlo representará igualmente otros 6 decibelios. Esto quiere decir que alcanzar grandes valores de aislamiento acústico puede exigir espesores muy notables.

Los aislantes a ruido de impacto o de vibración, pueden ser solucionados intercalando materiales flexibles que atenuen y absorban parte del ruido. Los impactos o vibraciones aplicados a la estructura monolítica que forma el edificio, se transmiten fácilmente en forma de vibraciones.

Las medidas correctoras para evitar la propagación del ruido de impacto o de vibración, se basa en independizar el elemento que lo produce. Así, podemos en los forjados crear suelos flotantes, para ello se intercalan, tanto bajo del pavimento, como en los bordes junto a la pared, elementos elásticos: espuma de polietileno extruido, poliestireno extruido, poliestireno expandido flexibilizado, lanas de vidrio o roca, etc. Los aparatos que emiten vibraciones deberán disponer de bancadas sobre muelles.

Por otra parte, la utilización de materiales blandos, que absorban directamente el golpe.

Pavimento o recubrimiento	Atenuación al ruido de impacto (dBA)
Plástico	2
Pavimento flotante de hormigón sobre fieltro	6
Plástico sobre corcho	7
Plástico sobre fieltro	8
Parqué de corcho	10
Plástico sobre espuma	11
Pavimento flotante de hormigón sobre fibra mineral	15
Moqueta	16
Pavimento flotante de parqué	18
Moqueta sobre fieltro	20
Moqueta sobre espuma	22
Alfombra gruesa	25-35

Fig. 76: Atenuación a ruido de impacto obtenida con diferentes soluciones o acabados. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

No obstante, existen otros factores que también influyen en el aislamiento. Por ejemplo, en la práctica, la correcta y cuidada ejecución es fundamental para conseguir el resultado deseado; por ese motivo, los únicos resultados acústicos realmente válidos son los medidos in situ.

La transmisión del ruido entre dos ambientes puede establecerse, no solamente por el cerramiento, sino también a través de múltiples puentes acústicos. La presencia de estos puentes acústicos reduce el aislamiento acústico del elemento por debajo del teóricamente calculado.

Algunos puentes acústicos pueden ser:

- Falsos techos o suelos conectando espacios distintos.
- Conductos de aire atravesando locales.
- Rendijas y huecos en puertas y ventanas.
- Rejillas de ventilación.
- Cajas de mecanismos eléctricos.
- Pasatubos de canalizaciones eléctricas o de agua.
- Uniones mal selladas.
- Grietas y orificios.
- Uniones rígidas con otras paredes, con el suelo o con el techo.

Basado en diferentes estudios técnicos, se puede decir que un muro doble con espesores pequeños, es aconsejable que las dos láminas que los formen sean de grosores distintos, principalmente para evitar la frecuencia crítica en ambas capas. Esto es particularmente importante en los vidrios, ya que la frecuencia crítica de una luna de 6 mm es de 2600 Hz, frecuencia muy habitual y para la que el oído humano es muy sensible; sería por ello muy recomendable que los vidrios aislantes se configuraran siempre con lunas de espesores distintos. En la figura 76 se muestran los aislamientos típicos de diversos paramentos verticales y horizontales.

Si se quiere calcular el aislamiento global de un cerramiento, se puede utilizar la siguiente expresión:

$$a_g = 10 \cdot \log \left| \frac{S_c + S_v}{\frac{S_c}{10^{\frac{a_c}{10}}} + \frac{S_v}{10^{\frac{a_v}{10}}}} \right|$$

Siendo: a_g es el aislamiento global, a_c es el aislamiento de la parte ciega, y a_v , es el aislamiento de la ventana; S_c , por su parte es la superficie de la parte ciega y S_v , la superficie de la ventana.

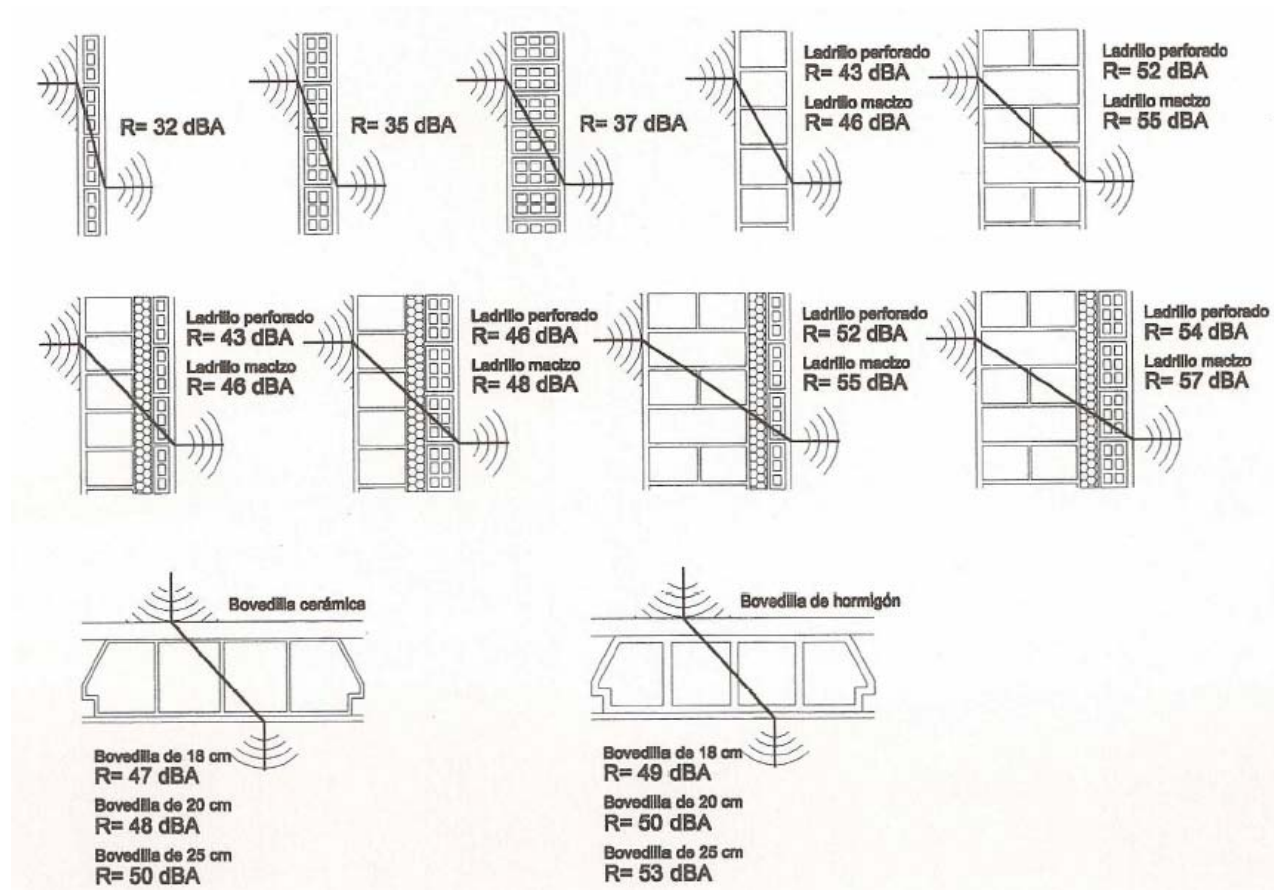


Fig. 77: Aislamientos típicos de diversos cerramientos verticales y horizontales. (Fuente: NBE-CA-88).

3.2.4.2. Acondicionamiento acústico.

En un local la transmisión de información sonora, se realiza gracias a la propagación del sonido. El local, por tanto, es el medio transmisor de las ondas sonoras entre el emisor y el receptor. La propagación de esas ondas depende de las características geométricas de la sala, tamaño y forma, y del acabado de las paredes. Al emitir un sonido en un local, parte de la onda acústica es absorbida y parte se refleja en las paredes, suelo, techo y en todos los obstáculos que impiden su libre propagación. Si las paredes tienen acabados muy absorbentes, la reflexión será pequeña, pudiendo ser de cero en salas anecoicas, con una absorción total, de forma similar a lo que ocurre en el ambiente exterior. Sin embargo, si las paredes son total o parcialmente reflectantes crearán un campo denominado reverberante.

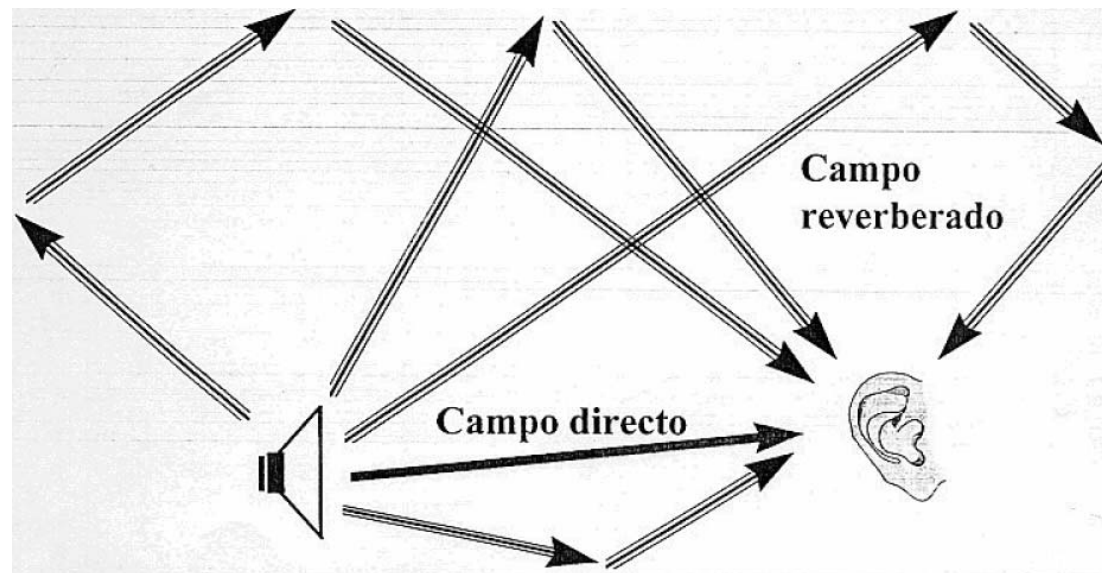


Fig. 78: Campo directo y reverberado.

Los factores que influye en el acondicionamiento son la reverberación y el eco de la sala. El sonido emitido en el interior de una sala rebota parcialmente en los paramentos y se vuelve a percibir unos instantes después. Si el tiempo que transcurre entre ambas señales, la señal directa y la reverberante, supera ciertos valores, las condiciones de audición serán malas, ya que se superpondrán la onda directa con la reflejada correspondiente a un sonido emitido hacía tiempo; esto reduce la inteligibilidad de la palabra o distorsiona el sentido de la música.

La reverberación, que se mide en segundos, no es algo negativo siempre que se encuentre dentro de unos valores límite. Si el tiempo de reverberación es muy elevado, para reducir su valor se emplean como acabados interiores materiales ligeros y absorbentes. No obstante, el extremo opuesto tampoco es el ideal, ya que si la sala fuera anecoica, sin reflexiones, percibiríamos el sonido de una forma antinatural, seco y duro, y nuestro oído, que está acostumbrado a una cierta reverberación, captaría mal el mensaje.

La ecuación más sencilla para calcular el tiempo de reverberación es la ecuación de Sabine:

$$T = \frac{0,163.V}{A}$$

En la que:

T-Tiempo de reverberación(s).

V-Volumen de la sala(m³).

A-Absorción de la sala(m²).

Como vemos en la ecuación de Sabine, el volumen influye directamente aumentando el tiempo de reverberación, mientras que la absorción lo hace negativamente, reduciéndolo. Cuando el tiempo de reverberación de un local es excesivamente alto, se puede corregir incorporando revestimientos más absorbentes (cortinas, techos acústicos, mamparas deslizantes. etc.), aumentando la superficie de absorción interior con respecto a la de los paramentos (incorporando butacas, paneles colgantes, etc.) o, incluso, reduciendo el volumen interior (modificando la geometría interior con techos o paredes móviles).

El tiempo de reverberación óptimo para una vivienda no debería superar 1 segundo, ni estar por debajo de 0,5 s.

Cuando entramos en una casa sin amueblar, o en obras, o en un portal con escasos muebles, nuestra voz hace eco. Este fenómeno se da porque los materiales de acabado de interiores, tales como hormigón, yeso, vidrio, terrazo, etc., son lo suficientemente rígidos y no porosos como para ser muy reflectantes. Una vez amueblada la casa, las alfombras y cortinas absorben cantidades importantes de energía acústica, gracias a su porosidad, reduciendo la reverberación previa.

Las pérdidas de energía acústica en los materiales se pueden caracterizar mediante el coeficiente de absorción acústica α , entendiendo por tal a la relación entre la energía acústica absorbida y la energía acústica incidente, por unidad de superficie. Puede variar desde un 1 o un 2% (reflexión total) a un 100% (absorción total).

La absorción A es la magnitud que cuantifica la energía extraída del campo acústico cuando una onda atraviesa un medio determinado. Está determinada para las diferentes frecuencias f por:

$$A = \sum \alpha \cdot S$$

donde:

S – área total de las superficies (m²).

α – coeficiente de absorción de un material a una determinada frecuencia.

Se consideran absorbentes sonoros aquellos materiales o sistemas que disponen de elevados coeficientes de absorción sonora en todo o parte del espectro de frecuencias audibles. Estos materiales porosos están constituidos por un medio sólido (esqueleto), recorrido por cavidades más o menos tortuosas (poros), comunicadas con el exterior.

Material	Frecuencias (Hz)							
	63	250	125	500	1000	2000	4000	8000
Aire a 20°C y 50% HR ²⁵	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,007	0,028
Butaca tapizada	0,050	0,100	0,100	0,200	0,200	0,250	0,250	0,20
Cortina de tela	0,050	0,150	0,070	0,400	0,450	0,500	0,550	0,400
Enlucido de yeso	0,040	0,060	0,040	0,060	0,080	0,050	0,060	0,060
Hormigón	0,010	0,010	0,010	0,020	0,020	0,030	0,030	0,030
Ladrillo	0,050	0,050	0,040	0,030	0,040	0,060	0,050	0,050
Lana mineral 5 cm	0,100	0,450	0,150	0,650	0,750	0,800	0,800	0,800
Moqueta	0,100	0,200	0,100	0,250	0,350	0,300	0,300	0,300
Mármol	0,050	0,050	0,050	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Techo acústico típico	0,200	0,500	0,350	0,700	0,700	0,800	0,750	0,700
Techo de escayola	0,200	0,150	0,200	0,100	0,050	0,050	0,050	0,050
Pavimento plástico	0,050	0,100	0,050	0,100	0,100	0,050	0,050	0,050
Persona sentada	0,150	0,100	0,100	0,200	0,200	0,250	0,250	0,200
Vidrio	0,080	0,070	0,170	0,040	0,030	0,030	0,020	0,020

Fig. 78: Coeficientes de absorción de diversos materiales según la frecuencia. (Fuente: F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática)

El coeficiente de absorción de un material depende de la frecuencia del sonido y del ángulo de incidencia de la onda. En muchos locales, su propio uso aporta elementos absorbentes; por ejemplo, las butacas tapizadas y acolchadas de una sala, la ropa de los espectadores, las cortinas decorativas, etc.

Una consecuencia de reducir el tiempo de reverberación de un local es la disminución del nivel sonoro del ambiente. Ciertas actividades laborales, industriales o deportivas producen un nivel de ruido interior excesivamente alto. Si no resulta posible disminuir la potencia sonora de la fuente, un incremento de la absorción de la sala, al tiempo que disminuye el tiempo de reverberación, reducirá el nivel sonoro de la sala al absorber parte de la onda incidente sobre las paredes y el resto de los acabados. Se considera una absorción suficiente cuando se disminuya el nivel sonoro en, al menos, 6 dB.

3.3. CONDICIONES DEL AMBIENTE HIGROTÉRMICO.

3.3.1. Introducción al ambiente higrotérmico.



Puede definirse confort higrotérmico como la ausencia de malestar térmico. En fisiología se dice que hay confort higrotérmico cuando no tienen que intervenir los mecanismos termoreguladores del cuerpo para una actividad sedentaria y con un ligero arropamiento. Esta situación puede registrarse mediante índices que no deben ser sobrepasados para que no se pongan en funcionamiento los sistemas termoreguladores del cuerpo humano (sudoración, metabolismo, y otros).

El cuerpo humano está preparado para reaccionar ante los cambios climáticos, pero estas reacciones le hacen consumir energía metabólica. La sensación de comodidad surge de la generación de un microclima que evita la reacción del cuerpo ahorrando gastos de energía, que se denomina termoregulación natural en oposición al abrigo que es un fenómeno de termoregulación artificial.

Sentados en una habitación con ropas livianas y realizando una actividad ligera, la sensación de satisfacción térmica se alcanza entre los 18°C y 26°C. La humedad relativa - H_R -, a la que usualmente acusamos como causa del discomfort, es menos significativa ya que la tolerancia de nuestro cuerpo es grande, entre 20% y 75%.

Fig. 79: Confort higrotérmico: humedad y temperatura.

Para comprender que condiciona el bienestar y su relación con la arquitectura debemos asumir que el cuerpo humano produce calor y lo intercambia con el ambiente que lo rodea.

3.3.2. Fundamentos del ambiente higrotérmico.

3.3.2.1. Factores que influyen en el ambiente higrotérmico.

Podemos decir que nuestro cuerpo se encuentra en una situación de confort térmico cuando el ritmo al que generamos calor es el mismo que el ritmo al que lo perdemos para nuestra temperatura corporal normal. Esto implica que, en balance global, tenemos que perder calor permanentemente para encontrarnos bien, pero al "ritmo" adecuado. Influyen varios factores:

Factores geográficos:

- Latitud y altitud. La latitud y altitud influyen notablemente en la temperatura, humedad, movimiento del aire y radiación del Sol, factores relacionados directamente con los factores personales.

Factores climáticos:

- Temperatura del aire. Es el dato que siempre se maneja pero, no es el fundamental a la hora de alcanzar el confort térmico.
- Temperatura de radiación. Es un factor desconocido, pero tan importante como el anterior. Está relacionado con el calor que recibimos por radiación. Podemos estar confortables con una temperatura del aire muy baja si la temperatura de radiación es alta; por ejemplo, un día moderadamente frío de invierno, en el campo, puede ser agradable si estamos recibiendo el calor del sol de mediodía; o puede ser agradable una casa en la cual la temperatura del aire no es muy alta (15°C), pero las paredes están calientes (22°C). Esto es importante, porque suele ocurrir en las casas bioclimáticas, en donde la temperatura del aire suele ser menor que la temperatura de las paredes, suelos y techos, que pueden haber sido calentadas por el sol.
- Movimiento del aire. El viento aumenta las pérdidas de calor del organismo, por dos causas: por infiltración, al internarse el aire en las ropas de abrigo y "llevarse" la capa de aire que nos aísla; y por aumentar la evaporación del sudor, que es un mecanismo para eliminar calor.

- Humedad del aire. La humedad incide en la capacidad de transpiración que tiene el organismo, mecanismo por el cual se elimina el calor. A mayor humedad, menor transpiración. Por eso es más llevadero un calor seco que un calor húmedo. Un valor cuantitativo importante es la humedad relativa, que es el porcentaje de humedad que tiene el aire respecto al máximo que admitiría. La humedad relativa cambia con la temperatura por la sencilla razón de que la máxima humedad que admite el aire cambia con ella.

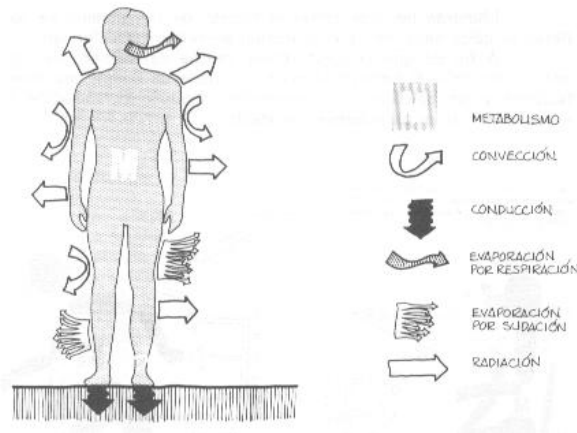
Factores que influyen en el ritmo de generación de calor personal:

- Actividad física y mental. Nuestro cuerpo debe generar calor para mantener nuestra temperatura corporal, pero también es un "subproducto" de nuestra actividad física y mental. Para una situación de reposo, el cuerpo consume unas 70 Kcal / hora, frente a una situación de trabajo, donde se pueden consumir hasta 700 Kcal / h para un ejercicio físico intenso.
- Metabolismo. Cada persona tiene su propio metabolismo y necesita sus propios ritmos para evacuar calor.

Factores que influyen en el ritmo de pérdida de calor personal:

- Aislamiento natural del individuo. El tejido adiposo (grasa) y el vello, son "materiales" naturales que aíslan y reducen las pérdidas de calor. La cantidad de cada uno de ellos depende del individuo. La edad y el sexo son también factores a tener en cuenta.
- Ropa de abrigo. La ropa de abrigo mantiene una capa de aire entre la superficie de nuestro cuerpo y el tejido que nos aísla térmicamente. Aunque la ropa de abrigo provoca una sensación de calentamiento del organismo, en realidad lo único que hacen es reducir las pérdidas de calor pues, evidentemente, no consumen energía ninguna y, por tanto, no producen calor. Como no consumen, es el mecanismo más barato energéticamente hablando para regular la temperatura del cuerpo. En nuestras pretensiones de climatización de la vivienda, debemos considerar esta solución de una manera razonable, es decir, por ejemplo, en invierno, tan exagerado sería climatizar para estar siempre en camiseta (los costes energéticos se disparan), como para estar siempre con abrigo (demasiado incómodo). Es absurdo, más que ser un símbolo de estatus, el pretender tener una casa climatizada donde podamos estar en invierno en manga corta y en verano con jersey.

3.3.2.2. El cuerpo humano, metabolismo y bienestar.



El hombre obtiene la energía de los alimentos. En el cuerpo humano la energía se transforma en energía mecánica, eléctrica o calorífica. El calor sirve para mantener la temperatura corporal interna próxima a los 37°C. Si el cuerpo está a mayor temperatura que el entorno, este cede energía hacia el entorno físico. El bienestar higrotérmico se establece cuando el cuerpo pierde calor a la velocidad adecuada; una mayor velocidad implica sensación de frío y una menor velocidad, sensación de calor. A esa velocidad se equilibran todos los intercambios energéticos que se originan en el hombre. El ritmo al que pierde calor el organismo se denomina velocidad o actividad del metabolismo.

Las transferencias de calor entre la piel y el entorno-convección, conducción, evaporación y radiación- dependen de la superficie de intercambio y de la resistencia de elementos interpuestos(ropa y tejido muscular).

Fig. 80: Formas de disipación del calor en el cuerpo humano.
(Fuente: www.casasconfortables.net).

Cuando la temperatura ambiente se eleva, al reducirse el salto térmico entre éste y el cuerpo humano, disminuye también la velocidad de disipación de calor, como consecuencia aumenta la temperatura interna. Para evitarlo y el organismo no pierde suficiente calor por convección y radiación, comienza la exudación. Pero si la temperatura sigue aumentando, se produce la fatiga térmica por pérdida de fluidos, para posteriormente cuando la evaporación del sudor resulta insuficiente, aumentar la temperatura interna, provocando incomfortabilidad, malestar y si se superan los 41°C la muerte.

En el extremo opuesto, si la temperatura ambiente disminuye, el organismo deja de perder calor por convección y radiación. Si esto no es suficiente, el organismo tiende a generar calor mediante una actividad física involuntaria(la tiritonina), intentando mantener la temperatura interna, dado que por debajo de los 28°C se produce la muerte.

3.3.2.3. Magnitudes del ambiente higrotérmico.

- La **temperatura** (T) es una magnitud que mide el calor o frío. Físicamente es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de temperatura es el kelvin. Sin embargo, fuera del ámbito científico el uso de otras escalas de temperatura es común el uso de la escala Celsius (antes llamada centígrada) y en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. Se mide con termómetros.
- La **velocidad del aire** (v) es uno de los parámetros que se incluye en los cálculos de la sensación térmica. Se expresa en m/s (metros/segundo) y se mide con diversos tipos de anemómetros.
- La **humedad absoluta** es la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se expresa en gramos de agua por kilogramo de aire seco (g/kg), gramos de agua por unidad de volumen (g/m³) o como presión de vapor (Pa o KPa o mmHg). A mayor temperatura, mayor cantidad de vapor de agua permite acumular el aire.
- La **humedad relativa** es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. Se expresa en tanto por ciento %.

$$H_r = \frac{\rho(H_2O)}{\rho^*(H_2O)} \times 100\%$$

Donde:

$\rho(\text{H}_2\text{O})$ es la presión parcial de vapor de agua en la mezcla de aire.

$\rho^*(\text{H}_2\text{O})$ es la presión de saturación de vapor de agua a la temperatura en la mezcla de aire.

Hr es la humedad relativa de la mezcla de aire que se está considerando.

- El **met** cuantifica la actividad metabólica. Corresponde a una dispersión de 50 KCAL/H por metro cuadrado de superficie corporal (58,2 W/m²). Si se considera una superficie corporal estándar tenemos:

$$1 \text{ met} = 100\text{W}.$$

- El **clo** se utiliza para medir la vestimenta, y mide la transmisión térmica o resistencia térmica que ofrecen las diferentes prendas de ropa. Un clo equivale a una resistencia térmica de 0,15 m²C/W.

3.3.3. Principios de diseño de condiciones higrotérmicas.

La actual RITE: Reglamento de Instalaciones Térmica en los edificios y sus instrucciones técnicas complementarias ITE, incorpora en nuestra normativa determinaciones de las condiciones interiores de bienestar térmico basadas en índices de bienestar más completos que la simple temperatura seca. El índice seleccionado es la temperatura operativa, complementada con la humedad relativa. Las condiciones de bienestar, según el RITE, se fijarán en función de todos los componentes implicados (arropamiento, actividad, etc..).

Así, en la instrucción técnica IT.1 diseño y dimensionado, en el apartado IT.1.1.4.1.2. Temperatura operativa y humedad relativa:

Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 do en verano y 1 do en invierno y un PPD(porcentaje estimado de insatisfechos) entre el 10 y el 15 %, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites indicados en la siguiente tabla.

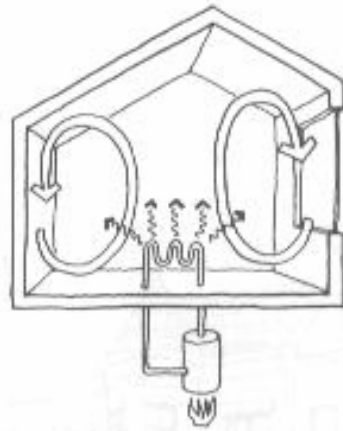
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Fig. 81: Condiciones interiores de diseño para alcanzar bienestar higrotérmico. (Fuente: RITE 2002).

Para conseguir las condiciones higrotérmicas adecuadas, se cuidará la ventilación, los cerramientos con aislamientos adecuados para evitar las pérdidas de temperaturas interiores, las estrategias para caldear o refrigerar las viviendas y todos aquellos criterios bioclimáticos necesarios.

3.3.4. Formas de transmisión del calor.

Es importante tener presentes los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:



- Conducción. El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor "viaja" a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire. Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, lo que se puede reducir colocando un material que sea aislante. El coeficiente de conducción térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir el calor.
- Convección. Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser "transportado" por el propio movimiento del fluido. Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja), la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.

Fig. 82: Transmisión del calor. (Fuente:www.casasconfortables.com)

- Radiación. Todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. La radiación infrarroja provoca una sensación de calor inmediata (piénsese en una estufa de butano, por ejemplo). El sol nos aporta energía exclusivamente por radiación.

3.3.5. Capacidad calorífica e inercia térmica.

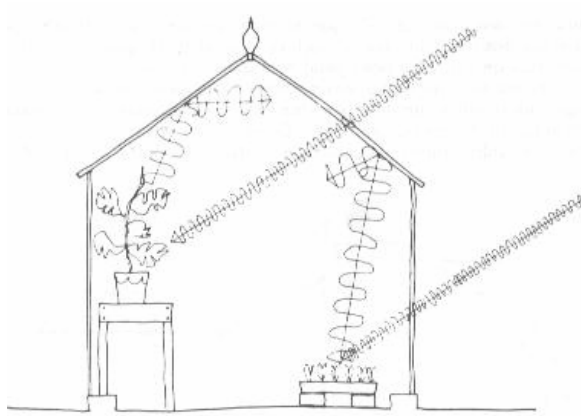
Si a un cuerpo le aportamos calor, este eleva su temperatura. Si lo hace lentamente decimos que tiene mucha capacidad calorífica, puesto que es capaz de almacenar mucho calor por cada grado centígrado de temperatura. Las diferencias de capacidad calorífica entre el agua y el aceite, por ejemplo, (mayor la primera que el segundo) es lo que hace que, al fuego, el agua tarde más en calentarse que el aceite, pero también que el agua "guarde" más el calor.

Se llama calor específico de un material (en Kcal/Kg°C) a la cantidad de calor que hay que suministrarle a 1 Kg para que eleve su temperatura 1°C.

La capacidad calorífica y el almacenamiento de calor traen aparejados ciertos fenómenos. Por ejemplo: en casa, en invierno, cuando encendemos la estufa al llegar por la tarde, la habitación tarda en alcanzar una temperatura agradable, y cuando la apagamos, por la noche, la temperatura de la habitación todavía es buena y no se enfría inmediatamente. Esto ocurre también en las estaciones: en el hemisferio norte, el 21 de abril (equinoccio de primavera) el sol está en la misma posición que el 21 de septiembre (equinoccio de otoño), y sin embargo, las temperaturas son mayores en esta última fecha, por la sencilla razón de que la tierra todavía "guarda" el calor del verano, que irá perdiendo poco a poco. Esta "resistencia" de la temperatura a reaccionar inmediatamente a los aportes de calor es lo que llamamos inercia térmica.

Este es un concepto importante en las viviendas bioclimáticas: si tienen poca inercia térmica, reaccionarán rápidamente a la radiación solar, calentándose pronto durante el día (hablamos del invierno), pero también por la noche se enfrían más rápido: el retardo entre los aportes de calor y la temperatura alcanzada es pequeño. En cambio, en viviendas con gran inercia térmica, la radiación solar no provocará una subida rápida de la temperatura de la casa, porque el calor se está almacenando, y posteriormente se libera lentamente por la noche, por lo que no se producirá una disminución brusca de temperatura; además, las variaciones de temperatura se amortiguan, no alcanzando valores tan extremos. Entonces, la inercia térmica en una vivienda lleva aparejado dos fenómenos: el de retardo (de la temperatura interior respecto a la temperatura exterior), y el de amortiguación (la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior).

3.3.6. Efecto invernadero.

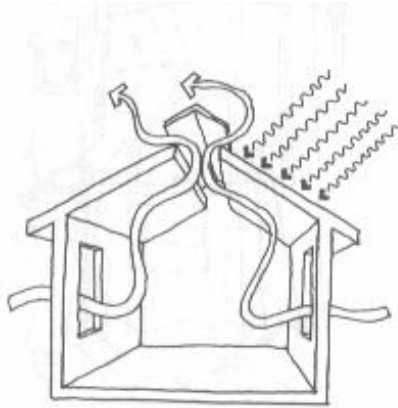


Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un acristalado. El vidrio se comporta de una manera curiosa ante la radiación: es transparente a la radiación visible (por eso vemos a través de él), pero opaco ante radiación de mayor longitud de onda (radiación infrarroja). Cuando los rayos del sol entran en un invernadero, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se calientan, emitiendo radiación infrarroja, que no puede escapar pues el vidrio es opaco a la misma.

El efecto invernadero es el fenómeno utilizado en las casas bioclimáticas para captar y mantener el calor del sol.

Fig. 83: Efecto invernadero. (Fuente: www.casasconfortables.com)

3.3.7. Fenómenos convectivos naturales.



Como ya dijimos, la convección es un fenómeno por el cual el aire caliente tiende a ascender u el frío a descender. Es posible utilizar la radiación solar para calentar aire de tal manera que, al subir, escape al exterior, teniendo que ser sustituido por aire más frío, lo cual provoca una renovación de aire que se denomina ventilación convectiva. El dispositivo que provoca este fenómeno se denomina chimenea solar.

En un espacio cerrado, el aire caliente tiende a situarse en la parte de arriba, y el frío en la de abajo. Si este espacio es amplio en altura, la diferencia de temperaturas entre la parte alta y la parte baja puede ser apreciable. Este fenómeno se denomina estratificación térmica. Dos habitaciones colocadas a diferentes alturas, pero comunicadas entre sí, participan de este fenómeno, y resultará en que la habitación alta esté siempre más cálida que la baja.

Fig. 84: Fenómeno convectivo natural.(Fuente:www.casasconfortables.com)

3.3.8. Calor de vaporización.

Cuando un cuerpo pasa de estado líquido a gaseoso, necesita absorber una cantidad de calor que se denomina calor de vaporización. Entonces el agua, al evaporarse, necesita calor, que adquiere de su entorno inmediato, enfriándolo. Por eso los lugares donde hay agua están más frescos.

Las plantas están transpirando continuamente, eliminando agua en forma de vapor. Por eso los lugares donde hay plantas están también más frescos.

El agua de un botijo permanece fresca a pesar de que haga calor, gracias a que el barro de que está hecho es permeable al vapor de agua, permitiendo entonces la evaporación de parte del agua interior, que refresca la masa de agua restante.

3.4. CONDICIONES VINCULADAS A LA CALIDAD DEL AIRE.

3.4.1. Introducción a la calidad del aire.



En un espacio interior cerrado ocupado por seres vivos, podemos encontrar condicionantes vinculados a la calidad del aire:

- El consumo de oxígeno, ocasionado por los seres vivos o artilugios de combustión, sustituido por el anhídrido carbónico o el monóxido de carbono, puede provocar alteraciones y trastornos orgánicos que pueden llegar incluso a cotas de riesgo mortal.
- Los olores provocados tanto por la transpiración y la respiración, como los ocasionados en las actividades habituales, hacen incómoda la permanencia en un ambiente cerrado. No obstante el cuerpo humano es capaz de adaptarse a dichas olores, transcurrido un tiempo.
- En verano, el sobrecalentamiento del aire, provocado por la excesiva radiación solar, cargas interiores por ocupantes o iluminación, elevan la temperatura por encima de condiciones óptimas de ocupación.

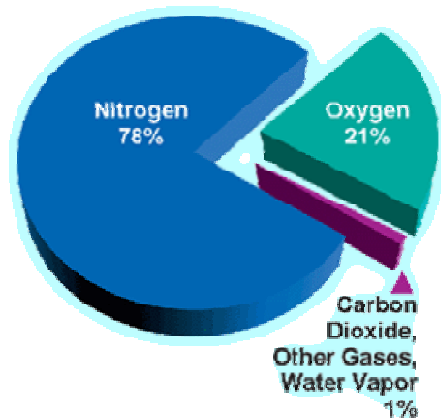
Fig. 85: Representación del aire.

Una de las soluciones a estos condicionantes es la ventilación, sustituyendo el aire interior contaminado por el exterior, en general más limpio, aunque nunca en las condiciones ideales.

Mediante la sustitución del aire conseguimos: Aportar oxígeno para la respiración, eliminar humos de combustión, eliminar olores, renovar el aire en el caso de fugas de gases, eliminar el aire sobrecalentado, evitar condensaciones.

3.4.2. Fundamentos de la calidad del aire.

3.4.2.1. Calidad y composición del aire.



El aire atmosférico, está formado por componentes gaseosos, vapor de agua y mezclas contaminantes. Si a este aire se elimina el vapor de agua y los contaminantes nos queda lo que se denomina aire seco. La composición del aire seco es prácticamente constante.

El aire seco, formado por gases, está constituido básicamente por Nitrógeno N_2 , con un 78 % y Oxígeno O_2 con un 21% del volumen total. Como componentes minoritarios, encontramos anhídrido carbónico CO_2 con un 0,03 % y el argón A_r 0,93 %. El gas más interesante para los seres vivos es el oxígeno, imprescindible para la respiración. El nitrógeno actúa de soporte o diluyente ya que es casi inerte, y el anhídrido carbónico supone un elemento de desecho en la respiración de los seres vivos.

Fig. 86: Composición del aire.

El aire húmedo, se forma con el aire seco más el vapor de agua. El vapor de agua se encuentra presente con un 3% del porcentaje en peso, incluso en los climas más húmedos. El vapor de agua, tiene una influencia fundamental en nuestro bienestar.

En un espacio exterior, los olores, humedad y anhídrido carbónico producidos por las personas no inciden en la composición y contaminación ambiental; sin embargo, en un ambiente cerrado su efecto se empieza a notar inmediatamente y resulta imprescindible su renovación. El aire respirado contiene aproximadamente el 16% de oxígeno, un 4% de anhídrido carbónico y una cantidad de vapor de agua que prácticamente lo satura. Esta concentración de anhídrido carbónico es muy alta, ya que a partir del 0,15% en volumen ya se considera aire viciado, a partir del 5% se produce una notable aceleración del ritmo respiratorio y al llegar al 10% nos situamos en el límite crítico.

3.4.2.2. El sistema respiratorio.

En humanos y otros mamíferos, el sistema respiratorio consiste en vías aéreas, pulmones y músculos respiratorios que median en el movimiento del aire tanto adentro como afuera del cuerpo. El sistema respiratorio es el responsable del intercambio de gases tales como el oxígeno y dióxido de carbono, del animal con su medio. Dentro del sistema alveolar de los pulmones, las moléculas de oxígeno y dióxido de carbono se intercambian pasivamente, por difusión, entre el entorno gaseoso y la sangre. Así, el sistema respiratorio facilita la oxigenación del organismo con la sustitución del dióxido de carbono y otros gases que son desechos del metabolismo.

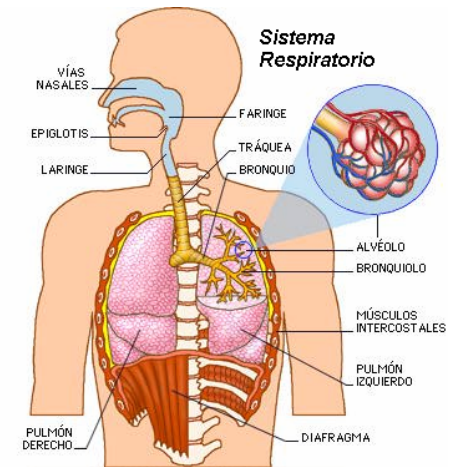


Fig. 87: Partes del sistema respiratorio.

El hombre utiliza respiración pulmonar cuyo aparato respiratorio consta de:

- Sistema de conducción: fosas nasales, boca, faringe, laringe, tráquea, bronquios principales, bronquios lobares, bronquios segmentarios y bronquiolos.
- Sistema de intercambio: conductos y los sacos alveolares. El espacio muerto anatómico, o zona no respiratoria (no hay intercambios gaseosos) del árbol bronquial incluye las 16 primeras generaciones bronquiales, siendo su volumen de unos 150 ml.

La función del aparato respiratorio consiste en desplazar volúmenes de aire desde la atmósfera a los pulmones y viceversa. Lo anterior es posible gracias a un proceso conocido como ventilación. La ventilación es un proceso cíclico y consta de dos etapas: la inspiración, que es la entrada de aire a los pulmones, y la espiración, que es la salida. La inspiración es un fenómeno activo, caracterizado por el aumento del volumen torácico que provoca una presión intrapulmonar negativa y determina el desplazamiento de aire desde el exterior hacia pulmones. La contracción de los músculos inspiratorios principales, diafragma e intercostales externos, es la responsable de este proceso. Una vez que la presión intrapulmonar iguala a la atmosférica, la inspiración se detiene y entonces, gracias a la fuerza elástica de la caja torácica, esta se retrae, generando una presión positiva que supera a la atmosférica y determinando la salida de aire desde los pulmones.

3.4.2.3. Magnitudes del aire.

El **olf**: Aunque es grande la dificultad para cuantificar los efectos negativos de los olores provocados por las personas, las sustancias orgánicas y el resto de materiales del interior de los edificios, existe una unidad capaz de medirlos; se trata del olf, que es la cantidad de bioefluentes olorosos emitidos por un individuo estándar en estado sedentario. Cualquier emisión olorosa puede ser medida con esta unidad. Actualmente, esta cuantificación no puede realizarse mediante dispositivos, siendo imprescindible el empleo de paneles formados por individuos especializados en técnicas olfativas.

A modo de orientación, un niño activo en una guardería genera 1,2 olf de sustancias polucionantes, un boxeador 10 olf, un fumador estándar 6 olf y un fumador de cigarrillos encadenados 25 olf, personas no fumadoras 1 olf.

El **decipol**: Si la cantidad de sustancia se cuantifica en olf, la calidad de aire percibida se mide en decipoles. El decipol es la décima parte de la sensación percibida en un ambiente polucionado por un olf y ventilado con un caudal de un litro por segundo.

$$1\text{decipol} = \frac{1\text{olf}}{10 \cdot 1\text{l/s}} = 0,10\text{olf} / (\text{l/s})$$

El **caudal de ventilación-aire**: El caudal de aire necesario para ventilar una estancia se cuantifica en l/s.

3.4.3. Eliminación del riesgo de condensaciones mediante la ventilación.

En la superficie de los materiales se producen condensaciones superficiales cuando estas tienen una temperatura inferior a la de rocío del ambiente. La temperatura de rocío es la menor temperatura a la que puede estar un ambiente antes de que empiecen a producirse condensaciones, es decir, la temperatura a la que un ambiente tendría una humedad relativa del 100% sin modificarse la humedad específica. Las condensaciones superficiales se producen por el efecto conjunto de la temperatura de rocío y de la temperatura superficial interior. Si el material sobre el que se producen las condensaciones es la superficie interior del cerramiento se deteriorará el material de acabado, se reducirá la capacidad de aislamiento de los materiales y se producirán manchas y mohos, perjudiciales para la salud. Dado que el problema depende tanto de la temperatura superficial del cerramiento, como de la temperatura de rocío del ambiente, el problema es achacable a ambos efectos.

Para evitarlas, por tanto, hay que actuar al menos sobre una de ellas. Para actuar sobre la temperatura superficial, basta con aumentar la resistencia térmica del cerramiento, ya sea incorporando material aislante, o incrementando el espesor de alguno de los materiales que lo conformen.

El segundo factor que determina el riesgo de condensaciones es la temperatura de rocío. Para reducir su valor debe disminuir la humedad específica del ambiente, eliminando vapor. Para ello la técnica más sencilla y eficaz es la ventilación del local, ya que el ambiente exterior, aunque tenga una humedad relativa más alta tiene realmente menos cantidad de humedad que el interior, donde las fuentes continuas de humedad (sudor, cocinas, cuartos de baños, plantas, animales, etc) provocan su sobrehumectación con relación al ambiente exterior. Esta ventilación para ser adecuada, no basta con que tenga un caudal suficiente, sino que debe batir todas las superficies con riesgo de humedad, ya que de no ser así se producirán condensaciones en las zonas de remanso.

Según el **CTE**, la comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.

3.4.4. Eliminación de olores mediante la ventilación.

Aunque el organismo es capaz de adaptarse a los olores, cuando pasa un determinado tiempo, los efectos irritativos sobre los ojos, mucosa nasal e incluso la piel no deben obviarse. Así mismo, algunas sustancias contaminantes, que pueden llegar a ser letales, no se aprecian por los sentidos. Es el caso del monóxido de carbono.

Por ello, es necesario una ventilación adecuada para conseguirlo. Ya hemos visto en el apartado de magnitudes como se mide experimentalmente en olf, la cantidad de sustancias polucionantes que generan las personas.

Los requerimientos de ventilación pueden obtenerse en función de estas magnitudes, mediante la siguiente expresión:

$$C = 10 \frac{G}{P_i - P_e} \frac{1}{w}$$

donde:

- C** Caudal de ventilación requerido (1/s m²)
- G** Carga de polución olfativa (olf/m²)
- P_i** Calidad del aire interior percibida (dpol/m²)
- P_e** Calidad del aire exterior percibida (dpol/m²)
- w** Eficacia de la ventilación (aproximadamente 1)

Por ejemplo, diez personas no fumadoras (1 olf por persona), en un local de 20m². con una polución interior (muebles y acabados) de 0,3 olf/m², provocan conjuntamente un total de 0,8 olf/m² (10/20+0,3). Si la calidad del aire interior requerida es de 1,4dpol y la del aire exterior 0,1 dpol, para un sistema de ventilación por mezcla (cp =1) se obtiene una necesidad de ventilación de:

$$C = 10 \frac{0,8}{1,4 - 0,1} \frac{1}{1} = 6,15 \text{ l/s.m}^2$$

(Arquitectura Bioclimática. F.Javier Neila González.2004)

3.4.5. Eliminación de anhídrido carbónico y otras sustancias mediante la ventilación.

El objetivo de la ventilación, es mantener los locales en un nivel de uso correcto, sin excesivo anhídrido carbónico y otras sustancias tales como gases de combustión, fugas de gases, aire sobrecalentado, etc.

El sistema que se estudia es la utilización de la ventilación natural espontánea mediante huecos o rendijas. Hay que tener en cuenta que muchas viviendas actuales se diseñan con cerramientos y carpinterías muy herméticas. Esto puede ser ideal para evitar pérdidas energéticas, pero repercute en la peligrosidad de dichas instalaciones.

El dimensionado de la ventilación adecuada debe ser la ocupación del local o la actividad que se vaya a desarrollar en él. Uno de los métodos utilizados para dimensionar la ventilación es utilizar el coeficiente respiratorio, es decir, la relación volumétrica entre el anhídrido carbónico producido y el oxígeno consumido en la respiración.

Tras diferentes cálculos se estima que el caudal necesario de ventilación por persona es de 8 l/s.

No obstante, la normativa actual HS3 del **CTE**, establece ventilaciones inferiores a la considerada. Así en dormitorios se considera 5 l/s por persona, en comedores 3 l/s por persona, en cuartos de baño 15 l/s por local, en cocinas de 2 a 8 l/s por m² además de incrementar en 50 l/s por local con sistema de ventilación independiente del resto de la vivienda.

e

CAPÍTULO 4: REFERENCIAS LEGISLATIVAS.

En este apartado, se intenta abordar y explicar, los puntos más destacables de la ley , aprobada recientemente mediante el Código Técnico, respecto a condiciones térmicas, ahorro y eficiencia energética de los edificios. En un primer paso repasamos los aspectos más revelantes del DB-HE Ahorro de energía, para en un segundo paso hacer hincapié en los diferentes documentos que son de aplicación en el presente proyecto. Dado que en el presente proyecto se habla de aplicación de criterios bioclimáticos, y esto están basados principalmente en la utilización pasiva de la energía solar, abordamos el estudio de los documentos HE-1: Limitación de demanda energética y el HE-3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

4.1. REAL DECRETO 1371/2007, DE 19 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL DOCUMENTO BÁSICO “DB-HE AHORRO DE ENERGÍA” DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

4.1.1. Introducción.

El nuevo Documento Básico DB-HE de ahorro de energía del CTE tiene como objetivo conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo su consumo energético y utilizando para ello fuentes de energía renovable.

Ante la creciente demanda de calidad por parte de la sociedad y la necesidad de proponer estrategias de desarrollo sostenible en el ámbito edificatorio, el objetivo finalista de este documento es promover una construcción más sostenible aumentando los niveles de exigencias respecto a la normativa actual, a partir de la mejora de la envolvente de los edificios y la eficiencia de sus instalaciones, exigiendo unas condiciones higrotérmicas aptas para el uso de los mismos, reduciendo las necesidades de consumo de energía fósil y avanzando hacia el uso generalizado de las energías renovables.

La demanda energética son las necesidades que cada edificio, en relación con su diseño, configuración, construcción y orientación y situación climática requiere que sea aportada por los sistemas de calefacción o refrigeración para alcanzar unos niveles de bienestar térmico aceptables y suficientes.

En relación con esta demanda, el código, en su DB-HE establece unas limitaciones que conducen a unas demandas contenidas y para ello propone dos opciones:

- Con la denominada opción simplificada, basada en un control indirecto de la demanda energética del edificio, se limitan los parámetros característicos de los cerramientos y particiones que componen su envolvente térmica. Para los casos más frecuentes de viviendas este será el camino más sencillo de poder cumplimentar las exigencias.
- Con la opción general, mucho más precisa, se evalúa la demanda energética del edificio mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción. Ello requiere unos cálculos más complejos pero de gran precisión que generalmente solo será necesario realizar para determinados edificios de uso terciario.

La evaluación en la opción general se realizará con un programa informático, que desarrolla el método de cálculo fijado en el propio documento Básico. La versión oficial de este programa se denomina Limitación de la Demanda Energética, LIDER. Tiene la consideración de documento reconocido del CTE y está a disposición del público para su libre disposición.

Condensaciones e infiltraciones

En ambas opciones se limita la presencia de condensaciones superficiales y en el interior de los cerramientos y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, lo que por un lado podría perjudicar al sistema de aislamiento haciéndolo ineficiente, o provocar molestias por humedades de condensación que generen crecimiento de mohos, y en todo caso incrementar las pérdidas de calor en ambos casos.

La disminución del consumo total de energía en los edificios además de la reducción de la demanda energética, debe tener en cuenta una mejora del rendimiento de las instalaciones, aspecto se ha desarrollado en la revisión del RITE en consonancia con el CTE.

Concretamente, el objetivo del documento es una reducción media de la demanda de calefacción en un 25% en relación con la situación actual.

Las previsiones según el estudio de impacto realizado son que la demanda de calefacción experimentará a nivel de todo el país una reducción media que oscila entre el 21%, como valor mínimo esperado para las viviendas en bloque y el 37%, valor máximo esperado en viviendas unifamiliares.

Ahorro en la iluminación

Además de la limitación de la demanda el documento trata la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación e incorpora la obligación de disponer un sistema de control que optimice el aprovechamiento de la luz natural.

Agua caliente por paneles solares y electricidad fotovoltaica.

Por último el documento establece que para el calentamiento del agua caliente sanitaria habrá que instalar paneles solares de baja temperatura que cubran una parte de las necesidades energéticas y que en los edificios con alto consumo de energía eléctrica se incorporaren paneles fotovoltaicos que produzcan electricidad para uso propio o suministro a la red.

4.1.2. Exigencia básica de ahorro de energía.

El objetivo del documento básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

El documento se divide en cinco partes:

1. Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética
2. Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas
3. Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
4. Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

Las estrategias para la reducción del consumo de energía, se plasma en:

- | | | |
|---|-------------|-----------|
| • Reducir la demanda de energía, tanto en verano como en invierno= CONSTRUIR BIEN | HE 1 | |
| • Mejorar la eficiencia de las instalaciones: Calefacción | \| |  |
| Refrigeración | | HE 2/RITE |
| ACS | | |
| Iluminación | HE 3 | |
| • Fomentar el uso de las energías renovables | HE 4 Y HE 5 | |

4.1.3. Exigencia básica HE 1. Limitación de demanda energética.

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

4.1.3.1. Ámbito de aplicación.

Edificios de nueva construcción.

Rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se sustituya más del 25% del total de sus cerramientos

4.1.3.2. Exclusiones.

Edificaciones abiertas, protegidas, de culto, provisionales, industriales, talleres, edificios agrícolas y edificios aislados menores de 50 m².

4.1.3.3. Caracterización y cuantificación de las exigencias.

Se establecen tres tipos de exigencias:

1. Demanda energética
2. Condensaciones
3. Permeabilidad al aire

4.1.3.3.1. Demanda energética.

La demanda energética de los edificios se limita en función de la zonificación climática y de la carga interna en sus espacios.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de su envolvente térmica sean unos valores límite establecidos en las tablas 2.2. del documento.

Parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en:

- Transmitancia térmica de muros de fachada U_M
- Transmitancia térmica de cubiertas U_C
- Transmitancia térmica de suelos U_S
- Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno U_T
- Transmitancia térmica de medianerías U_{MD}
- Transmitancia térmica de huecos U_H
- Factor solar modificado de huecos F_H
- Factor solar modificado de lucernarios F_L

4.1.3.3.2. Condensaciones.

Superficiales : evitar la formación de moho; se limita la humedad relativa media mensual de las superficies interiores al 80%.

Intersticiales: no produzca merma de sus prestaciones térmicas o vida útil; la máxima condensación acumulada en un año no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

4.1.3.3. Permeabilidad al aire.

La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a:

- Zona climática A y B: 50 m³/h · m²
- Zona climática C, D y E: 100 m³/h · m²

4.1.3.4. Cálculo y dimensionado.**4.1.3.4.1. Zonificación climática.**

Se establecen 12 zonas climáticas, en función de la severidad climática (combina los grados-día y la radiación solar de la localidad). Se marca con las letras A, B, C, D y E, dependiendo de la severidad climática de invierno, y con los números 1, 2, 3 y 4 dependiendo de la severidad climática de verano.

4	A4	B4	C4		
3	A3	B3	C3	D3	
2			C2	D2	
1			C1	D1	E1
	A	B	C	D	E

Se establece a partir de las capitales de provincia, las zonificaciones a partir del desnivel que tienen las localidades respecto a la capital.

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia(m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia(m)				
			≥200<400	≥400<600	≥600<800	≥800<1000	≥1000
Castellón	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1

4.1.3.4.2. Clasificación de los espacios.

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables.

A efectos de cálculo de la demanda energética , los espacios habitables se clasifican en:

- Espacios con carga interna baja: espacios en los que se disipa poco calor.
- Espacios con carga interna alta: espacios en los que se genera gran cantidad de calor.

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los espacios habitables se caracterizan por el exceso de humedad interior en:

- Espacios de clase de higrometría 5: gran producción de humedad.
- Espacios de clase de higrometría 4: alta producción de humedad.
- Espacios de clase de higrometría 3 o inferior: baja producción de humedad.

4.1.3.4.3. Envoltente térmica del edificio.

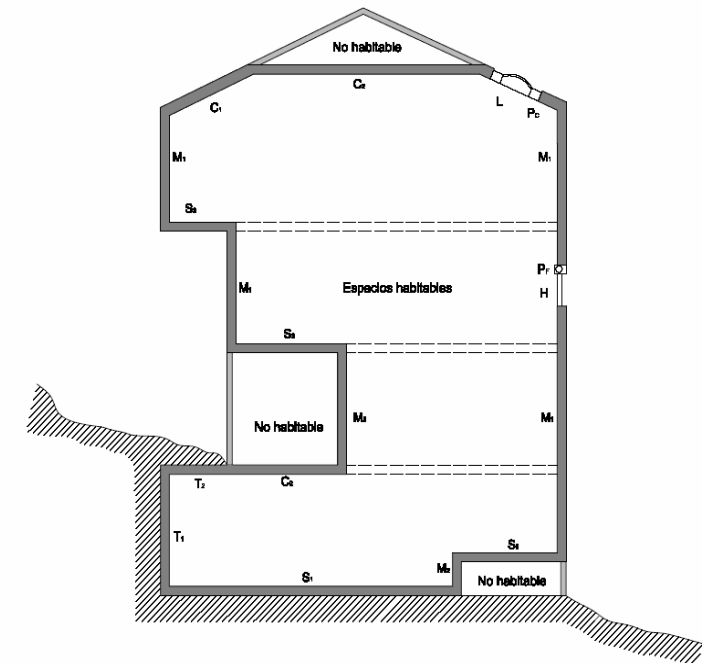
La envoltente térmica del edificio está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Los cerramientos y particiones se clasifican, según su situación, en las siguientes categorías:

- Cubiertas
- Suelos
- Fachadas
- Medianerías
- Cerramientos en contacto con el terreno
- Particiones interiores

Los cerramientos y particiones se clasifican, según su diferente comportamientos térmico y cálculo de sus parámetros, en las siguientes categorías:

- Cerramientos en contacto con el aire:
 - Parte opaca
 - Parte semitransparente
- Cerramientos en contacto con el terreno:
 - Suelos
 - Muros
- Cubiertas:
 - Particiones interiores en contacto con espacios no habitables
 - En contacto con cualquier espacio no habitable
 - En contacto con cámaras sanitarias



4.1.3.4.4.Cálculos.**MÉTODOS DE CÁLCULO****OPCIÓN SIMPLIFICADA**

Cálculo de:

Media de U: Transmitancia

Media de F: Factor solar

Condensaciones

Permeabilidad

Opción restrictiva

Edificios de nueva construcción que cumplan unas condiciones

Rehabilitación de edificios existentes

OPCIÓN GENERAL (LIDER)

Cálculo de:

Demanda energética objeto < Demanda energética referencia

Condensaciones

Permeabilidad

Opción más permisiva

Resto de edificios de nueva construcción

4.1.3.4.4.1. Procedimiento de aplicación de la opción simplificada.

1. Comprobación aplicabilidad de la Opción Simplificada.
2. Determinación de la zonificación climática.
3. Definición de la envolvente térmica y clasificación de espacios.
4. Comprobación del cumplimiento de la permeabilidad al aire de carpinterías de los huecos de la envolvente térmica.
5. Limitación de la demanda energética – cálculo.
6. Condensaciones – cálculo.
7. Justificación mediante fichas justificativas y formulario de conformidad.

1.Aplicabilidad de la opción simplificada.

Se deben verificar simultáneamente:

- El porcentaje de huecos de cada fachada es inferior al 60 % de su superficie.
- El porcentaje de lucernarios y claraboyas es inferior al 5 % de la superficie total de la cubierta.
- Los cerramientos son convencionales.

3. Envoltente térmica y clasificación de espacios.

Se realizará el cálculo de los parámetros característicos. Para ello se utilizará el catálogo de elementos constructivos.

Se calcula las distintas transmitancias:

- Transmitancia térmica de muros de fachada U_M
- Transmitancia térmica de cubiertas U_C
- Transmitancia térmica de suelos U_S
- Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno U_T
- Transmitancia térmica de medianerías U_{MD}
- Transmitancia térmica de huecos U_H
- Factor solar modificado de huecos F_H
- Factor solar modificado de lucernarios F_L

La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

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

Donde: $R_T = \sum R_{\text{capas}}$

Donde: $e =$ espesor capa (m).

$\lambda =$ conductividad térmica (W/mK).

Factor solar modificado de huecos y lucernarios: El factor solar modificado en el hueco FH o en el lucernario FL se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s [(1 - F_M) g^{\perp} + F_M \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Siendo:

F_s el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de las tablas E.11 a E.15 en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad.

F_M la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas.

g[⊥] el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1998: Tablas en CTE: Voladizos, Retranqueo, Lamas, Toldos, Lucernarios.

U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [W/ m² K].

α la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

Caracterización y cuantificación de las exigencias.

Comparamos los resultados obtenidos con el siguiente cuadro:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m²K.

Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límite.

Cerramientos y particiones interiores	Componentes		Parámetros característicos	Parámetros característicos medios	Comparación con los valores límites
CUBIERTAS	C ₁	En contacto con el aire	U _{C1}	$U_{cm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c + \sum A_{pc} \cdot U_{pc} + \sum A_l \cdot U_l}{\sum A_c + \sum A_{pc} + \sum A_l}$	U _{Cm} ≤ U _{Clim}
	C ₂	En contacto con un espacio no habitable	U _{C2}		
	P _c	Puente térmico (Contorno de lucernario > 0,5 m ²)	U _{PC}		
	L	Lucernarios	U _L	$F_{Lm} = \frac{\sum A_F \cdot F_L}{\sum A_F}$	F _{Lm} ≤ F _{Llim}
	F _L				
FACHADAS	M ₁	Muro en contacto con el aire	U _{M1}	$U_{mm} = \frac{\sum A_m \cdot U_m + \sum A_{pf} \cdot U_{pf}}{\sum A_m + \sum A_{pf}}$	U _{Mm} ≤ U _{Mlim}
	M ₂	Muro en contacto con espacios no habitables	U _{M2}		
	P _{F1}	Puente térmico (contorno de huecos > 0,5 m ²)	U _{PF1}		
	P _{F2}	Puente térmico (pilares en fachada > 0,5 m ²)	U _{PF2}		
	P _{F3}	Puente térmico (cajas de persiana > 0,5 m ²)	U _{PF3}		
	H	Huecos	U _H	$U_{hm} = \frac{\sum A_h \cdot U_h}{\sum A_h}$	U _{Hm} ≤ U _{Hlim}
	F _H		$F_{Hm} = \frac{\sum A_h \cdot F_h}{\sum A_h}$	F _{Hm} ≤ F _{Hlim}	
SUELOS	S ₁	Ayudados sobre el terreno	U _{S1}	$U_{sm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$	U _{Sm} ≤ U _{Slim}
	S ₂	En contacto con espacios no habitables	U _{S2}		
	S ₃	En contacto con el aire exterior	U _{S3}		
CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	T ₁	Muros en contacto con el terreno	U _{T1}	$U_{tm} = \frac{\sum A_t \cdot U_t}{\sum A_t}$	U _{Tm} ≤ U _{Mlim}
	T ₂	Cubiertas enterradas	U _{T2}		
	T ₃	Suelos a una profundidad mayor de 0,5 m	U _{T3}		

NOTAS: El cálculo se realizará para la zona de baja carga interna y para la zona de alta carga interna de los edificios. La tabla no es exhaustiva en cuanto a los componentes de los cerramientos y particiones interiores.

PARA CADA ORIENTACIÓN

5. Comprobación de la limitación de la demanda.**ZONA CLIMÁTICA B3**

**Transmitancia límite de muros de fachada y
cerramientos en contacto con el terreno**

$$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Transmitancia límite de suelos

$$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Transmitancia límite de cubiertas

$$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Factor solar modificado límite de lucernarios

$$F_{Lim}: 0,30$$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

6. Condensaciones.

Cálculo de las condensaciones superficiales:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$$

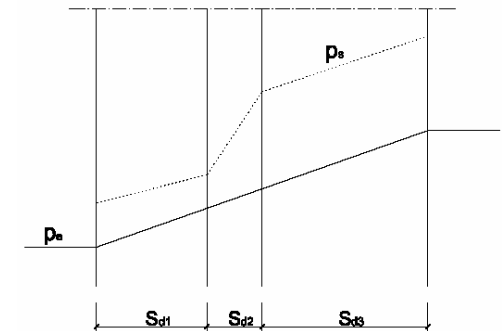
$$f_{Rsi} > f_{Rsi_{min}}$$

Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo $f_{Rsi,min}$

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0.52	0.56	0.61	0.64

Cálculo de las condensaciones intersticiales :

$P < P_{sat}$ en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas.



7. Justificación mediante fichas justificativas y formulario de conformidad

Apéndice H Fichas justificativas de la opción simplificada

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA						Zona de baja carga interna		Zona de alta carga interna	
MUROS ($U_{m,m}$ y $U_{m,i}$)									
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² *K)	A · U (W/K)	Resultados				
Z					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{m,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
u					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
O					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
os					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
us					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
so					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
C-TER					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{m,i} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
SUELOS ($U_{s,m}$)									
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² *K)	A · U (W/K)	Resultados				
					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{s,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS ($U_{c,m}$, $F_{l,m}$)									
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² *K)	A · U (W/K)	Resultados				
					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{c,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
Tipos		A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados				
					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot F =$				
					$F_{l,m} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$				

ZONA CLIMÁTICA						Zona de baja carga interna		Zona de alta carga interna	
HUECOS ($U_{h,m}$, $F_{h,m}$)									
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² *K)	A · U (W/K)	Resultados				
Z					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{h,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
u					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot F =$				
					$U_{h,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
O					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot F =$				
					$F_{h,m} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$				
os					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{h,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
us					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot F =$				
					$F_{h,m} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$				
so					$\Sigma A =$				
					$\Sigma A \cdot U =$				
					$U_{h,m} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$				
					$F_{h,m} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$				

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA				Zona de baja carga interna		Zona de alta carga interna	
Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica							
Muros de fachada		$U_{m,exterior}$	$U_{m,interior}$	F_{int}	F_{ext}		
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno							
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables							
Suelos							
Cubiertas							
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios							
Medianerías							
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽¹⁾							
MUROS DE FACHADA							
N		$U_{m,exterior}$	$U_{m,interior}$				
E							
O							
S							
SE							
SO							
HUECOS							
		$U_{h,exterior}$	$U_{h,interior}$	$F_{h,exterior}$	$F_{h,interior}$		
CERR. CONTACTO TERRENO							
		$U_{m,exterior}$	$U_{m,interior}$				
SUELOS							
		$U_{s,exterior}$	$U_{s,interior}$				
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS							
		$U_{c,exterior}$	$U_{c,interior}$	$F_{l,exterior}$	$F_{l,interior}$		
LUCERNARIOS							
		$F_{l,exterior}$	$F_{l,interior}$				

(1) $U_{m,interior}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
 (2) $U_{h,exterior}$ corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
 (3) En edificios de viviendas, $U_{m,interior}$ de particiones interiores que limitan unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
 (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
 (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD-Condensaciones

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C: superficiales		$P_{s,1} \leq P_{s,2}$	C: intersticiales						
	$f_{v,1} \geq f_{v,2}$	$P_{s,1}$		Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
	$f_{v,1}$	$P_{s,1}$								
	$f_{v,2}$	$P_{s,2}$								
	$f_{v,3}$	$P_{s,3}$								
	$f_{v,4}$	$P_{s,4}$								
	$f_{v,5}$	$P_{s,5}$								
	$f_{v,6}$	$P_{s,6}$								
	$f_{v,7}$	$P_{s,7}$								
	$f_{v,8}$	$P_{s,8}$								
	$f_{v,9}$	$P_{s,9}$								
	$f_{v,10}$	$P_{s,10}$								
	$f_{v,11}$	$P_{s,11}$								
	$f_{v,12}$	$P_{s,12}$								
	$f_{v,13}$	$P_{s,13}$								
	$f_{v,14}$	$P_{s,14}$								
	$f_{v,15}$	$P_{s,15}$								
	$f_{v,16}$	$P_{s,16}$								
	$f_{v,17}$	$P_{s,17}$								
	$f_{v,18}$	$P_{s,18}$								
	$f_{v,19}$	$P_{s,19}$								
	$f_{v,20}$	$P_{s,20}$								

4.1.3.4.4.2. Procedimiento de aplicación de la opción general.

Conformidad con la opción:

- La demanda energética del edificio objeto para régimen de calefacción y refrigeración es inferior a la del edificio de referencia.
- La humedad relativa media mensual en la superficie interior sea inferior al 80%, y la humedad acumulada en cada capa del cerramiento se cierra a lo largo de un año. La máxima condensación acumulada en un mes no mayor que el valor admisible para el material aislante
- Cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos.

Edificio objeto: tal cual ha sido proyectado en geometría (forma y tamaño), construcción y operación.

Edificio de referencia:

- Misma forma y tamaño.
- La misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona.
- Los mismos obstáculos remotos
- Unas calidades constructivas de los componentes de fachada, suelo y cubierta por un lado, y unos elementos de sobra, por otro, que garantizan el cumplimiento de las demandas de referencia.

En síntesis: el edificio de referencia es el edificio objeto con las calidades constructivas impuestas en la Opción Simplificada

4.1.4. Exigencia básica HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

4.1.4.1. Ámbito de aplicación.

- Edificios de nueva construcción
- Rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m² donde se rehabilite más del 25% de la superficie iluminada
- Reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación

4.1.4.2. Exclusiones.

- Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico, cuando su cumplimiento pueda alterar su carácter o aspecto.
- Construcciones con provisionales con un periodo de utilización igual o inferior a dos años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m²
- Interiores de viviendas y alumbrados de emergencia.

4.1.4.3. Procedimiento de verificación.

Se debe verificar:

1. Valor de eficiencia energética de la instalación VEEL en cada zona no superior a los valores límite
2. Sistema de control y regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural
3. Plan de mantenimiento.

4.1.4.4. Documentación justificativa.

En el proyecto se hará constar todos los cálculos de la instalación de iluminación y los sistemas de control y regulación que proceda.

- Índice del local (K) utilizado en el cálculo
- Número de puntos considerados en el proyecto
- El factor de mantenimiento (Fm) previsto
- Iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado
- Índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas
- Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEL)
- Potencia de los conjuntos: lámpara + equipo auxiliar
- Sistema de control y regulación.

4.1.4.5. Caracterización y cuantificación de las exigencias.

4.1.4.5.1. Valor de Eficiencia Energética de la Instalación.

El cálculo de la Eficiencia Energética de la instalación VEEl (W/m²) por cada lux, se realizará mediante la expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

P- Potencia de la lámpara más el equipo auxiliar(W)

S- Superficie iluminada(m²)

Em-Iluminancia media mantenida(lux)

4.1.4.5.2. Valores límite de la Instalación.

Se comprobará que los VEEI calculados sean inferior a los valores de la tabla:

Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ⁽⁵⁾	5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ⁽¹⁾	10
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12	

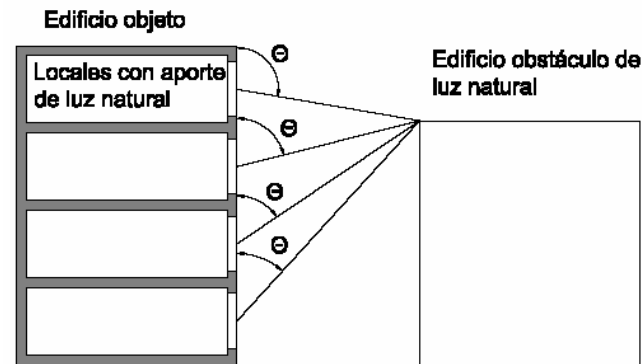
Grupo 1: Zonas de no representación o espacios donde prevalece los criterios de eficiencia energética frente a otros.

Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde los criterios de eficiencia energética quedan relegados a un segundo plano.

4.1.4.5.3. Sistema de regulación y control.

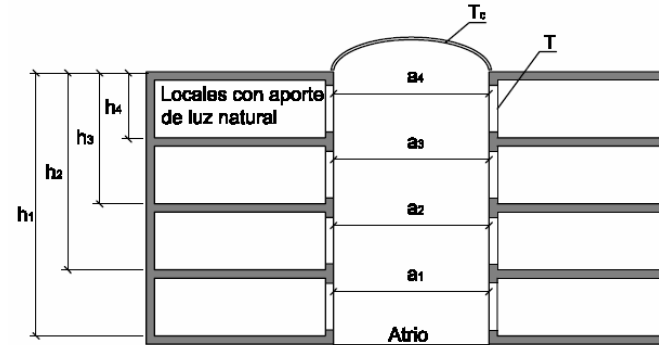
Las instalaciones dispondrán un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- Todas las zonas: sistema de encendido y apagado manual. Las zonas de uso esporádico: detección presencia o temporizador
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana y en todas las situadas bajo un lucernario, en los siguientes casos:
 - Zonas del grupo 1 y 2 con cerramientos acristalados al exterior, cuando cumplan las siguientes condiciones:



- $\theta > 65^\circ$
- $T(A_w/A) > 0,11$ T coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana de la zona en tanto por uno.
- A_w área de acristalamiento de la ventana de la zona [m²].
- A área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m²].

- o Zonas del grupo 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados a patios y atrios, cuando cumplan las siguientes condiciones:



1.- $a_n > 2.h_i$

$a_n > (2/T_c).h_i$

T_c = Coeficiente transmisión luminosa vidrio %.

2.- $T(A_w/A) > 0,11$ T coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno.

A_w área de acristalamiento de la ventana de la zona [m²].

A área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m²].

• Exclusiones:

- o Zonas comunes en edificios residenciales.
- o Habitaciones de hospital.
- o Habitaciones de hoteles, hostales, etc.
- o Tiendas y pequeño comercio.

4.1.4.6. Plan de mantenimiento.

El plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación contemplará:

- Reposición de lámparas
- Limpieza de luminarias
- Limpieza de la zona iluminada
- Sistemas de regulación y control

4.2. REAL DECRETO 47/2007, DE 19 DE ENERO, POR EL QUE SE APRUEBA EL PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN.

4.2.1. Introducción.

La certificación energética de edificios es un requisito legal que a partir de ahora tendrán que cumplir todos los edificios nuevos, y que en un futuro cercano afectará a los edificios existentes.

El decreto obliga a clasificar las nuevas construcciones con una etiqueta que informe a los compradores del grado de eficiencia del edificio. Se trata de que cada edificio disponga de una etiqueta con su calificación energética (de la A, que correspondería a los edificios más eficientes, a la G, los edificios menos eficientes) y en la que se incluya su consumo estimado de energía y las emisiones de CO2 asociadas.

El objetivo de la certificación de edificios sería incentivar a los promotores a construir edificios más eficientes y animar a la rehabilitación de edificios para que consumieran menos energía. Una promoción con una calificación más eficiente tendría una mejor imagen, sumaría otro argumento para su venta.

Este decreto entró en vigor el 30 de abril de 2007, y es obligatoria su aplicación desde el pasado 1 de noviembre de 2007.

4.2.2. Desarrollo.

Artículo 1. Objeto

Determinar la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética.

Establecer las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los proyectos y de los edificios terminados y aprobar un distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética.

Artículo 2. Ámbito de aplicación.

Edificios de nueva construcción.

Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes, con una superficie útil superior a 1.000 m² donde se renueve más del 25 por cien del total de sus cerramientos.

Se excluyen:

- a) Aquellas edificaciones que por sus características de utilización deban permanecer abiertas.
- b) Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de tales exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- c) Edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas.
- d) Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.
- e) Edificios industriales y agrícolas, en la parte destinada a talleres, procesos industriales y agrícolas no residenciales.
- f) Edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m².
- g) Edificios de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas.

Artículo 3. Documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética.

1. Se crean los denominados documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, que se definen como documentos técnicos, sin carácter reglamentario, debiendo contar con el reconocimiento conjunto del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y del Ministerio de Vivienda.
2. Los documentos reconocidos podrán tener el contenido siguiente:
 - a) Programas informáticos de calificación de eficiencia energética.
 - b) Especificaciones y guías técnicas o comentarios sobre la aplicación técnico-administrativa de la certificación de eficiencia energética.
 - c) Cualquier otro documento que facilite la aplicación de la certificación de eficiencia energética, excluidos los que se refieran a la utilización de un producto o sistema particular o bajo patente.
3. Se crea en el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y adscrito a la Secretaria General de Energía, el Registro general de documentos reconocidos para la certificación de eficiencia energética, que tendrá carácter público e informativo.

Artículo 4. Calificación de eficiencia energética de un edificio.

1. La calificación de eficiencia energética es la expresión del consumo de energía que se estima necesario para satisfacer la demanda energética del edificio en unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

2. La obtención de la calificación de eficiencia energética de un edificio se puede realizar mediante una de las dos opciones siguientes:

a) La opción general, a través de un programa informático:

- CALENER, estará disponible al público para su libre utilización.
- Un programa informático Alternativo Los programas informáticos Alternativos tendrán que tener la consideración de documentos reconocidos

b) La opción simplificada. El alcance y desarrollo de esta opción será aprobado en un documento reconocido.

Artículo 5. Certificación de eficiencia energética de un edificio.

El certificado de eficiencia energética dará información exclusivamente sobre la eficiencia energética del edificio y no supone en ningún caso la acreditación del cumplimiento de ningún otro requisito exigible al edificio.

Se debe emitir una certificación de eficiencia energética del edificio en proyecto y del edificio terminado (documento que se incluirá en el libro del edificio).

El certificado de eficiencia energética contendrá como mínimo la siguiente información:

Calificación Energética de Edificios proyecto/edificio terminado	
Más	
	A
	B
	C
	D
	E
	F
	G
Menos	
Edificio: _____	
Localidad/Zona climática: _____	
Uso del Edificio: _____	
Consumo Energía Anual: _____ kWh/año (_____ kWh/m ²)	
Emisiones de CO ₂ Anual: _____ kgCO ₂ /año (_____ kgCO ₂ /m ²)	
<p><i>El Consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa _____, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación</i></p> <p><i>El Consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.</i></p>	

Etiqueta de calificación energética.

a) Identificación del edificio.

b) Indicación de la normativa energética que le es de aplicación en el momento de su construcción.

c) Indicación de la opción elegida, general o simplificada y en su caso programa informático de Referencia o Alternativo utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética.

d) Descripción de las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones normales de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.

e) Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta que figura en el Anexo II.

f) Descripción de las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo durante la ejecución del edificio con la finalidad de establecer la conformidad de la información contenida en el certificado de eficiencia energética con el edificio terminado.

El certificado de eficiencia energética tendrá una validez máxima de 10 años.

Artículo 12. Obligación de exhibir la etiqueta de eficiencia energética.

1. Todos los edificios ocupados por la Administración pública o instituciones que presten servicios públicos a un número importante de personas y que, por consiguiente, sean frecuentados habitualmente por ellas, con una superficie útil total superior a 1.000 m², exhibirán de forma obligatoria, en lugar destacado y claramente visible por el público, la etiqueta de eficiencia energética. También podrá indicarse la gama de temperaturas interiores recomendadas y manifestar las registradas en cada momento, así como otros factores climáticos e información energética del edificio.

2. Para el resto de edificios la exhibición pública de la etiqueta de eficiencia energética será voluntaria, y de acuerdo con lo que establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Artículo 13. Información sobre el certificado de eficiencia energética.

1. Cuando se venda o alquile un edificio, total o parcialmente, el vendedor o arrendador entregará al comprador o inquilino, según corresponda, el certificado de eficiencia energética del edificio terminado o, en su caso, de la parte adquirida o arrendada, según corresponda.

Cálculos: El método a emplear se basa en el sistema denominado «auto-referente», mediante el cual el edificio a certificar se compara con otro denominado de referencia que cumple determinadas condiciones normativas y se evalúa si alcanza la misma o superior eficiencia energética.

Para poder llegar a calificar energéticamente el edificio se realiza una modelización teórica del consumo energético del edificio. Esto es así porque el certificado y la clase de eficiencia deben estar disponibles cuando el edificio se vaya a vender, no cuando ya esté siendo utilizado. Además, tan sólo se podría tratar de comparar edificios en unas condiciones teóricas, ya que cuando estuviera habitado el consumo energético influiría según los hábitos de cada casa.

Así, en la fase de proyecto se debe calcular la demanda de energía del edificio a proyectar. Para este cálculo de la eficiencia del edificio el único programa reconocido actualmente es el programa LIDER. El programa modelizaría los datos de consumo eléctrico total, a partir de una descripción del edificio que incluiría características de la envolvente,

la ventilación y orientación, las condiciones ambientales interiores, la existencia de sistemas solares pasivos y protecciones solares, las instalaciones de calefacción, ACS y aire acondicionado y las de iluminación.

A continuación se pasaría a calcular la calificación energética del edificio, es decir, la eficiencia energética de un edificio respecto a uno convencional. Hasta el momento, el único programa reconocido es el CALENER, Ambos programas están accesibles públicamente en el registro de documentos reconocidos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. La herramienta CALENER compararía el edificio modelado con un edificio "estándar" de características similares, situado en la misma localidad geográfica y cuyo comportamiento energético ha sido analizado en un estudio de campo. En función de esa comparación, el programa le asigna una clase de eficiencia energética, de la A a la G.

Finalmente, con esta calificación en una categoría (de la G a la A) se emiten el certificado energético y la etiqueta provisionales. Posteriormente, durante la ejecución del edificio, mientras está siendo construido y acabado, se comprobaría que esta eficiencia simulada en la fase proyecto coincide con el funcionamiento energético real. Se obtiene la calificación energética del edificio acabado, se reajustan los datos a la calificación adecuada si es necesario, y se otorga el certificado definitivo.

La opción general permite acceder a las calificaciones superiores (clases A, B, C). En ella se utilizan los programas de cálculo de referencia, como se ha dicho, que deben estar reconocidos como tales para ser válidos para obtener el certificado, y están disponibles públicamente. Actualmente son los ya nombrados LIDER y CALENER.

La opción simplificada se basa en el cumplimiento de los mínimos que marca el CTE. Si se utiliza esta metodología más sencilla para el cálculo de la eficiencia del edificio, sólo se pueden obtener las clases D o E. La clase de eficiencia en este caso se obtiene de manera indirecta, a través de soluciones técnicas que mejorarían el comportamiento energético del edificio respecto a los requisitos básicos que marca el CTE. Las soluciones sólo incluyen un parámetro de compactidad y las eficiencias de las máquinas de calefacción, refrigeración y ACS.

CAPÍTULO 5: ADAPTACIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

5.1. ADAPTACIÓN DE VILLA SITUADA EN CAMINO BOVAR-MOLINERA.

5.1.1.Introducción.

En este capítulo, realizamos el estudio de adaptación de una vivienda unifamiliar, sita en La Plana de Castellón, concretamente en el grao de Castellón, camino Bovar-Molinera. La adaptación se realiza, tal como se comento en la introducción del proyecto, con criterios bioclimáticos. El objetivo principal es la mejora de la eficiencia energética.

Se realiza basándonos en el conjunto de conocimientos y técnicas básicas visto en el proyecto, así como el apoyo de determinadas consideraciones de la legislación en vigor actualmente.

Así mismo, el presente estudio, tiene una pretensión más lejana, de servir de guía para la adaptación de cualquier vivienda de este tipo u otro en otras zonas. Por ello se desarrollan una serie de preguntas y soluciones, a modo de checklist, para conocer la vivienda.

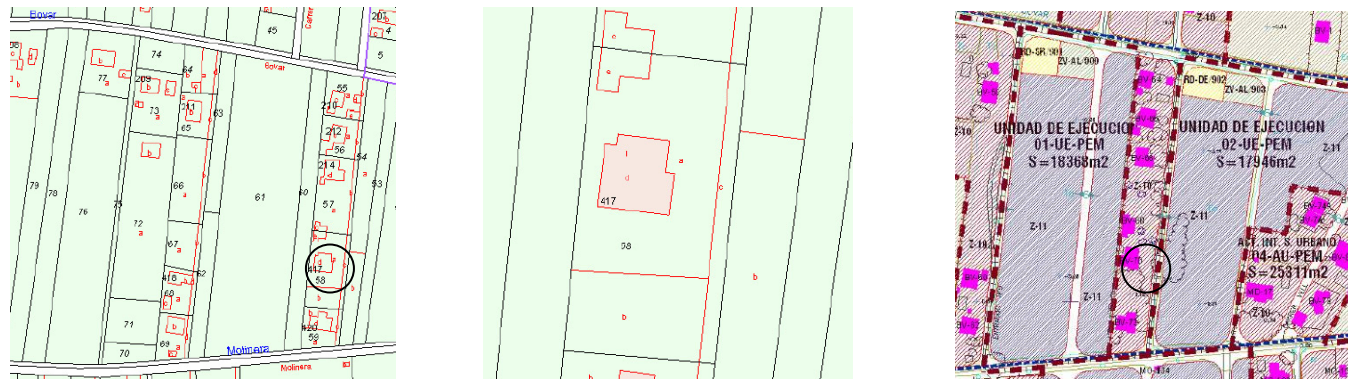


Fig.88: Planos de situación, emplazamiento y urbanístico de la vivienda.

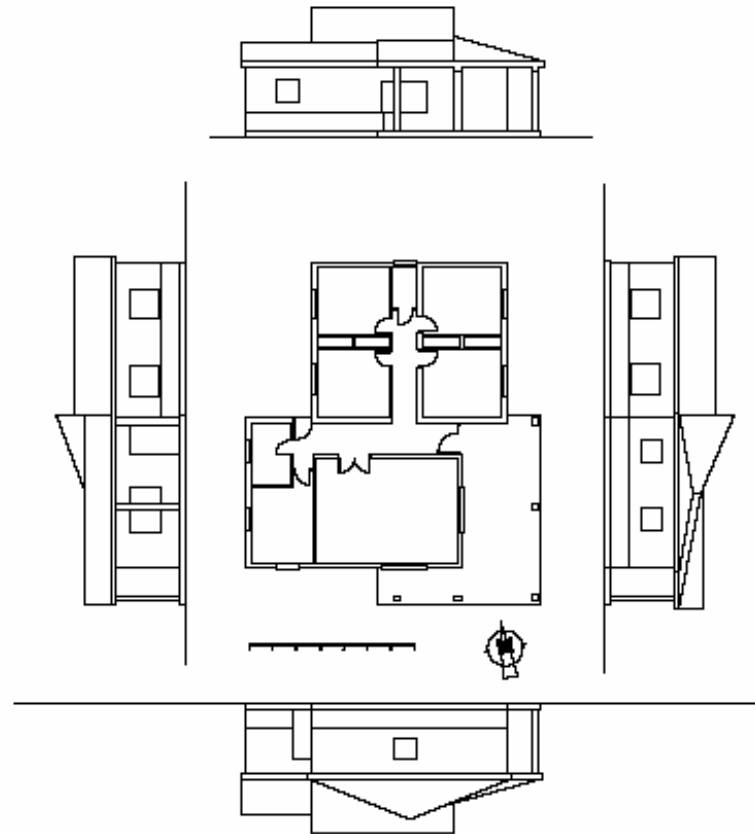


Fig.89:Fotografías y planos de las cuatro fachadas de la vivienda estudiada.

5.1.2. Checklist de clima y construcción.

5.1.2.1. Checklist de clima.

- Temperatura.

¿Qué temperatura hace en invierno?

¿Qué temperatura hace en verano?

¿En invierno hiela a menudo por la noche, es decir, baja la temperatura por debajo de 0°C?

Estos datos nos ayuda a conocer las necesidades de climatización de la vivienda.

- Humedad.

¿Llueve mucho?

Los climas húmedos necesitarán más ventilación y una casa mejor preparada para evitar las humedades.

- Insolación.

¿Suele estar nublado o despejado?

En climas menos soleados, la posibilidad de utilizar el sol para climatizar en invierno será menor, por lo que los sistemas tendrán que ser mejores.

- Viento.

¿Cuál es el viento predominante en invierno?

¿Cuál es el viento predominante en verano?

Estos datos nos ayuda a decidir que fachada es la más vulnerable a las infiltraciones en invierno, y cuál es la mejor orientación para aprovechar las brisas de verano.

- Condiciones microclimáticas.

¿Hay montañas en los alrededores?, ¿con qué orientación?

¿Hay agua cerca (mar, embalse, etc.)?

¿Hay bosques cercanos?

Las montañas actúan como barreras del viento y pueden obstaculizar también al sol, especialmente en los amaneceres y atardeceres. El agua influye en la humedad y en que se alcanzan temperaturas menos extremas.

5.1.2.2. Checklis de construcción.

- Orientación y forma.

¿Qué orientación tiene cada una de las ventanas de la casa y a qué habitación corresponde?

Las orientaciones sur supondrá buena climatización en invierno (incluso no necesitar calefacción en esa habitación), mientras que será una habitación más calurosa en verano. Por otra parte, para el invierno no interesan, por regla general, las orientaciones norte, este y oeste, aunque si tiene habitaciones orientadas al norte, estas serán frescas en verano.

¿Cuántas plantas tiene?

¿Hay posibilidad de incomunicarlas?

Hay que tener en cuenta que dos o más plantas comunicadas, de tal forma que el aire circule libremente entre ellas, provocará una estratificación de tal manera que el aire más caliente se sitúe en la planta alta y el más frío en la baja.

- Masa térmica.

¿De qué están contruidos los muros exteriores?, ¿es material hueco o macizo?, ¿qué grosor tiene?, ¿tiene aislante?, ¿dónde está colocado el aislante?

¿De qué están contruidas las paredes interiores(material, grosor)?

¿De qué están contruidos los suelos y techos?

- Espacios tapón.

¿Cuáles son los adosamientos de la vivienda?, es decir, ¿qué hay debajo, encima, y a los lados?

Las viviendas adosadas a nuestra vivienda actuarán como espacios tapón. Si estas viviendas están habitadas, será mejor, puesto que estarán climatizadas, y las pérdidas serán menores. Cuanta más fachada exterior tenga la vivienda, más vulnerable será a la temperatura y la radiación exterior (excepto si tiene un buen aislamiento).

¿Hay algún espacio tapón entre la vivienda y el tejado, por ejemplo, cámara de aire, desván?, ¿cómo es?, ¿está ventilado?, ¿qué aislamiento posee?

- Aislamiento.

¿Cómo es el aislamiento de los muros exteriores?, ¿cumple la normativa? ¿Es aislamiento térmico o acústico, o ambos?

¿Cómo es el aislamiento de las ventanas?, ¿tiene cristal simple o doble?

¿Hay sistemas de aislamientos móviles eficaces para utilizar por la noche (persianas, contraventanas, etc.)?

- Captación solar en invierno.

¿Qué superficie de acristalamiento tenemos en orientación sur respecto a la superficie total de la casa?

¿Dónde va a incidir la radiación solar?, ¿son materiales capaces de absorberla para liberarla más tarde?

¿El acristalamiento está en las habitaciones apropiadas, las que más interesa climatizar por ser de alta ocupación?

- Infiltraciones en invierno.

¿Hay alguna fachada con ventanas que dé a la dirección de donde viene el viento predominante del invierno (normalmente del norte)?

¿Suele soplar este viento con fuerza?

¿Tienen buena estanqueidad las ventanas cuando están cerradas (burletes, etc.)?

¿Está situada la vivienda en un lugar tal que algo actúe de barrera frente al viento (edificios cercanos, árboles, etc.)?

- Ventilación en verano.

¿Tiene la vivienda ventanas en la orientación del viento predominante de verano y en la fachada contraria?

¿Hay comunicación interior entre estas ventanas?

¿Tiene la vivienda patio? ¿Tiene la vivienda salida al patio?

¿Hay posibilidad de refrescar el patio en verano poniendo vegetación, algo de agua, lonas, etc.?

¿Tiene el techo alguna salida por el techo de tal manera que se puedan crear corrientes de convección?

- Protección frente a la radiación solar en verano.

¿Cuánta superficie de fachada tenemos hacia el sur?

¿Cuánta superficie de fachada tenemos hacia el este y oeste?

Hay que recordar que el este y oeste son las peores orientaciones.

¿Tiene la fachada un color apropiado para reflejar la radiación de verano?

¿Hay ventanas abiertas en estas fachadas?

¿Tienen dispositivos de sombreado adecuados (algún voladizo en el caso de la fachada sur, persianas, contraventanas, etc.)?

- Beneficios térmicos del suelo.

¿Qué hay justamente debajo del suelo? ¿Hay algún sótano, cámara de aire, etc. ?

¿Se puede aprovechar de alguna manera el beneficio térmico del suelo?

- Entorno.

¿Qué hay alrededor de la vivienda, vegetación circundante, árboles, reflectividad del suelo, agua, etc..?

5.1.3. Estudio de adaptación de vivienda.

5.1.3.1. Contestación al cheklist.

5.1.3.1.1. Contestación al cheklist de clima.

- Temperatura.

Temperatura Media en Castellon (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
España	7	7	11	13	16	22	24	24	20	16	10	7
Castellon	10	10	13	15	18	23	25	25	22	18	13	10

¿Qué temperatura hace en invierno?
media y mínima 10°C.

Como temperatura

Precipitación Media en Castellon (mm)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
España	50	48	55	44	47	13	8	18	39	78	60	55
Castellon	34	46	37	62	95	17	13	36	71	38	67	37

¿Qué temperatura hace en verano?
media y máxima 25°C.

Como temperatura

¿En invierno hiela a menudo por la noche, es decir, baja la temperatura por debajo de 0°C?
No es habitual.

Fig 90: Datos facilitados por el Instituto Nacional de Meteorología.2007.

Estos datos nos ayuda a conocer las necesidades de climatización de la vivienda.

- Humedad.

¿Llueve mucho?. No llueve mucho. Las lluvias se concentran en primavera y otoño.

Los climas húmedos necesitarán más ventilación y una casa mejor preparada para evitar las humedades.

- Insolación.

¿Suele estar nublado o despejado? Se puede decir, que hay 300 días de sol al año.

En climas menos soleados, la posibilidad de utilizar el sol para climatizar en invierno será menor, por lo que los sistemas tendrán que ser mejores.

- Viento.

¿Cuál es el viento predominante en invierno? El viento del norte.

¿Cuál es el viento predominante en verano? El viento del este.

Estos datos nos ayuda a decidir que fachada es la más vulnerable a las infiltraciones en invierno, y cuál es la mejor orientación para aprovechar las brisas de verano.

- Condiciones microclimáticas.

¿Hay montañas en los alrededores?, ¿con qué orientación? Hay montañas al norte y oeste.

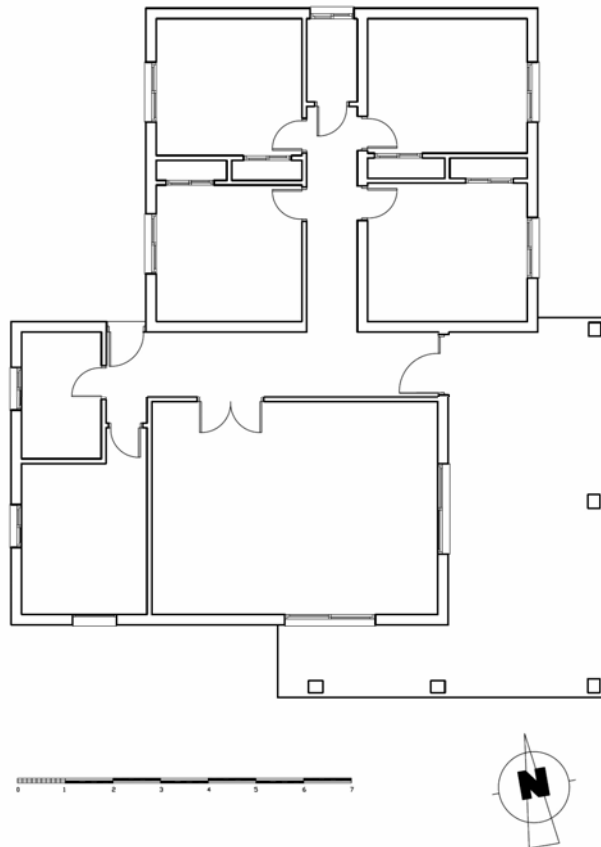
¿Hay agua cerca (mar, embalse, etc.)? El mar se sitúa a escasos 2000 m.

¿Hay bosques cercanos? No

Las montañas actúan como barreras del viento y pueden obstaculizar también al sol, especialmente en los amaneceres y atardeceres. El agua influye en la humedad y en que se alcanzan temperaturas menos extremas.

5.1.3.1.2. Contestación al checklist de construcción.

- Orientación y forma.



¿Qué orientación tiene cada una de las ventanas de la casa y a qué habitación corresponde?

Las orientaciones sur supondrá buena climatización en invierno (incluso no necesitar calefacción en esa habitación), mientras que será una habitación más calurosa en verano. Por otra parte, para el invierno no interesan, por regla general, las orientaciones norte, este y oeste, aunque si tiene habitaciones orientadas al norte, estas serán frescas en verano.

¿Cuántas plantas tiene? **Solo una planta: planta baja.**

¿Hay posibilidad de incomunicarlas?

Al haber una sola planta no es necesario incomunicados.

Hay que tener en cuenta que dos o más plantas comunicadas, de tal forma que el aire circule libremente entre ellas, provocará una estratificación de tal manera que el aire más caliente se sitúe en la planta alta y el más frío en la baja.

Fig. 91: Planta y orientación de vivienda.

- Masa térmica.

¿De qué están contruidos los muros exteriores?
ambas caras. De bloque de hormigón enfoscado de mortero de cemento por

¿Es material hueco o macizo? Hueco.

¿Qué grosor tiene? 24 cm.

¿Tiene aislante? No.

¿Dónde está colocado el aislante? No tiene.

¿De qué están contruidas las paredes interiores(material, grosor)? Ladrillo hueco de 7 cm de espesor.

¿De qué están contruidos los suelos y techos?

El suelo está formado por losa aligerada de hormigón, capa de compresión, lámina impermeabilizante de plástico y pavimento de terrazo.

El techo está formado por forjado, enlucido inferiormente con yeso. Las pendientes se forman a base de tabiquillos conejeros, sobre ellos tablero con bardos cerámicos, mortero de agarre y teja árabe.

- Espacios tapón.

¿Cuáles son los adosamientos de la vivienda?, es decir, ¿qué hay debajo, encima, y a los lados?

Las viviendas adosadas a nuestra vivienda actuarán como espacios tapón. Si estas viviendas están habitadas, será mejor, puesto que estarán climatizadas, y las pérdidas serán menores. Cuanta más fachada exterior tenga la vivienda, más vulnerable será a la temperatura y la radiación exterior (excepto si tiene un buen aislamiento).

¿Hay algún espacio tapón entre la vivienda y el tejado, por ejemplo, cámara de aire, desván?, ¿cómo es?, ¿está ventilado?, ¿qué aislamiento adicional posee? **Existe cámara de aire ventilada en el tejado.**

- Aislamiento.

¿Cómo es el aislamiento de los muros exteriores?, ¿cumple la normativa? ¿Es aislamiento térmico o acústico, o ambos?. **No existe aislamiento.**

¿Cómo es el aislamiento de las ventanas?, ¿tiene cristal simple o doble?. **Tiene cristal simple de 6 mm, en carpintería de aluminio.**

¿Hay sistemas de aislamientos móviles eficaces para utilizar por la noche (persianas, contraventanas, etc.)?. **Existen persianas en todas las ventanas.**

- Captación solar en invierno.

¿Qué superficie de acristalamiento tenemos en orientación sur respecto a la superficie total de la casa?

El acristalamiento en la orientación sur tiene una superficie de 3,32 m². La superficie total de la casa es de 112,76 m².

¿Dónde va a incidir la radiación solar?, ¿son materiales capaces de absorberla para liberarla más tarde?

Si, pero tiene la carencia del aislamiento.

¿El acristalamiento está en las habitaciones apropiadas, las que más interesa climatizar por ser de alta ocupación?

Si, al ser una vivienda unifamiliar, todas las dependencias tienen acristalamiento al exterior. No obstante, convendría aumentar el acristalamiento en la fachada sur.

- Infiltraciones en invierno.

¿Hay alguna fachada con ventanas que dé a la dirección de donde viene el viento predominante del invierno (normalmente del norte)? Solo una pequeña ventana de 0,83 m² y una puerta maciza de 1,68 m².

¿Suele soplar este viento con fuerza? Sí

¿Tienen buena estanqueidad las ventanas cuando están cerradas (burletes, etc.)? No

¿Está situada la vivienda en un lugar tal que algo actúe de barrera frente al viento (edificios cercanos, árboles, etc.)? Algún árbol y construcciones vecinas.

- Ventilación en verano.

¿Tiene la vivienda ventanas en la orientación del viento predominante de verano y en la fachada contraria?

Si, este-oeste

¿Hay comunicación interior entre estas ventanas? Sí existe ventilación cruzada.

¿Tiene la vivienda patio? ¿Tiene la vivienda salida al patio? No, se sale al exterior.

¿Hay posibilidad de refrescar el patio en verano poniendo vegetación, algo de agua, lonas, etc.? Si.

¿Tiene el techo alguna salida de tal manera que se puedan crear corrientes de convección? No.

- Protección frente a la radiación solar en verano.

¿Cuánta superficie de fachada tenemos hacia el sur? Fachada sur: 26,67 m².

¿Cuánta superficie de fachada tenemos hacia el este y oeste? Fachada este: 26,66 m² Fachada oeste: 30,54 m².

Hay que recordar que el este y oeste son las peores orientaciones.

¿Tiene la fachada un color apropiado para reflejar la radiación de verano? Si, es blanca.

¿Hay ventanas abiertas en estas fachadas? Si

¿Tienen dispositivos de sombreado adecuados (algún voladizo en el caso de la fachada sur, persianas, contraventanas, etc.)? Si, tiene terraza cubierta a este y sur.

- Beneficios térmicos del suelo.

¿Qué hay justamente debajo del suelo? ¿Hay algún sótano, cámara de aire, etc. ? No

¿Se puede aprovechar de alguna manera el beneficio térmico del suelo? Es difícil.

- Entorno.

¿Qué hay alrededor de la vivienda, vegetación circundante, árboles, reflectividad del suelo, agua, etc..?

Hay vegetación abundante. Al sur pinos. Al este losa de hormigón. Al oeste y norte escasa vegetación

5.1.3.2. Medidas correctoras.

5.1.3.2.1. Medidas correctoras respecto al clima.

¿Cómo es el clima del lugar? Que problemas han de ser resueltos y en qué orden de importancia: frío en invierno, calor en verano, vientos, humedad, etc.

En invierno la temperatura media y mínima es de 10°C y se pretende conseguir de 21-23°C. En verano la temperatura media y máxima es de 25°C y se pretende conseguir de 23-25°C. Habremos de tomar medidas correctoras principalmente en invierno.

Respecto al viento, los vientos del norte presentes en invierno pueden ocasionar algún problema.

La humedad, dado que los días nublados no son abundantes, no deberían causar problemas, no obstante la cercanía al mar aumenta la humedad relativa. Aunque es difícil sobrepasar las humedades relativas de confort: 45-60 en verano y 40-50 en invierno.

5.1.3.2. Medidas correctoras respecto al entorno.

¿Cómo es el terreno y el entorno?. ¿Tiene pendiente el terreno?, ¿con qué orientación?, ¿hay agua y vegetación cercana?, ¿pienso modificar este entorno?, ¿hay edificios cercanos?, ¿hay alguna otra construcción o elemento natural que pueda actuar como barrera frente al viento o como obstáculo frente al sol?

Si se trata de una casa y se puede modificar el entorno, la colocación de vegetación y agua siempre ayudará a crear un ambiente más fresco.

El terreno es llano, sin ninguna orientación especial, al ser una vivienda unifamiliar. Hay suficiente vegetación, pero sería interesante poner algún surtidor de agua en la parte este de la vivienda para ayudar a refrescar el ambiente. Así como modificar la solera de hormigón en esta dirección.

La vegetación a base de pinos aparecida al sur, no deja entrar el sol en invierno. Habría que sustituir los más cercanos a la casa por árboles de hoja caduca.

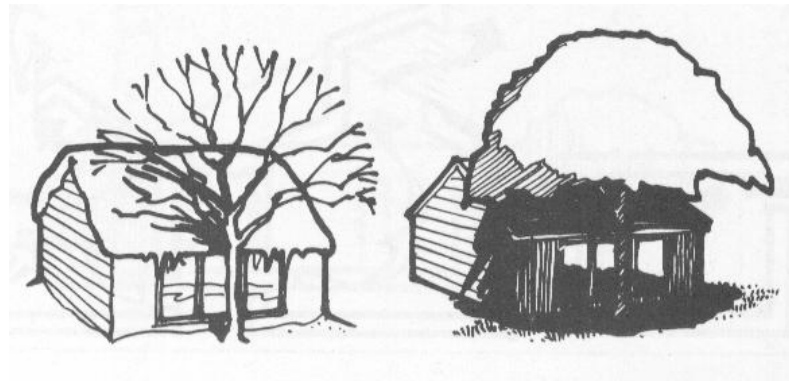


Fig 92: Sustitución de árboles de hoja caduca.(Fuente: casasconfortables.net)

Las construcciones situadas al norte, son interesantes para parar los vientos procedentes del norte.

5.1.3.2.3. Medidas correctoras respecto a la forma y orientación.

¿Puedo diseñar una casa alargada en la orientación este - oeste, con superficies de captación solar en la fachada sur?, ¿es una casa compacta o tiene alas, entrantes y salientes? A mayor compacidad, menores pérdidas térmicas. ¿Puede tener un patio interior?, ¿como es el tejado?, ¿la vivienda ofrece resistencia frente al viento predominante de invierno, y frente al de verano?, ¿si tiene dos pisos como aísla ambos?

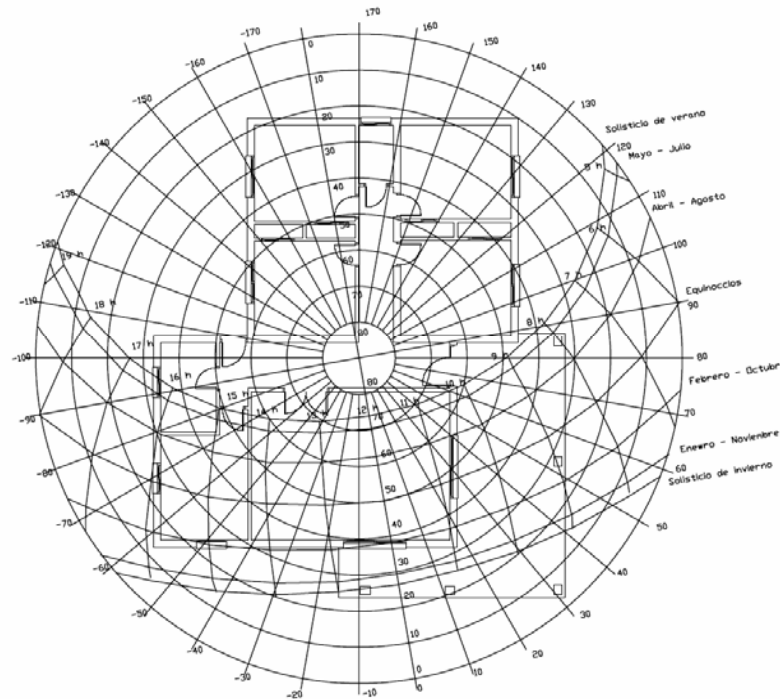


Fig 93: Estudio mediante carta solar con vivienda superpuesta.

Se aumentará el tamaño y el número de ventanas en la cara sur, para favorecer la entrada de radiación solar durante el invierno. Así mismo la marquesina existente, que mediante la carta solar se ha comprobado que es la adecuada, se alargará para cubrir todas las ventanas.

El tejado se considera adecuado.

La cara norte dispone de pocas aberturas, por tanto no actuamos sobre ella.

El viento del este, predominante en verano, es beneficioso ya que permite la entrada y ventilación de la vivienda.

Al disponer la vivienda solo de planta baja, no es necesario aislar las plantas.

5.1.3.2.4. Medidas correctoras respecto a la distribución interna.

Si hay varias plantas, ¿van a estar convenientemente separadas para evitar la estratificación térmica del aire?, ¿cuáles van a ser los espacios más utilizados?, ¿están en la zona más confortable de la casa?, ¿es adecuada la compartimentación para permitir la ventilación natural en verano? ¿Proporcionan las ventanas una iluminación natural suficiente?

La distribución permite la ventilación cruzada este-oeste en verano, no obstante, el espacio más utilizado es el salón-comedor y este no dispone de ventilación cruzada, acumulándose aire caliente. Con la ampliación de las ventanas cara al sur, este factor puede aumentar. Como medida proponemos la abertura de huecos en el techo, que comuniquen la estancia con la cámara ventilada de la cubierta, para favorecer la evacuación del aire caliente.

Se ha comprobado mediante medición que la iluminación natural, que proporcionan las ventanas en todas las estancias de la casa son suficientes, para satisfacer los requisitos mínimos de alumbrado natural.

5.1.3.2.5. Medidas correctoras respecto al aislamiento y masa térmica.

¿Cuánto voy a aislar la casa? ¿puedo colocar aislante en la pared exterior, y en la pared interior? ¿cuánta masa térmica va a tener la casa?, ¿de qué material?, ¿puedo ponerla tras el aislamiento?, ¿de qué manera la voy a colocar, para que parte esté estratégicamente colocada para captar la energía solar? Se ha de considerar que la mejor solución es colocar la masa térmica en el interior de la vivienda, para que funcione como acumulador de calor.

¿El aislamiento de ventanas es adecuado?, ¿tiene doble acristalamiento?, ¿tiene persianas, contraventanas, cortinas o algún otro elemento que ayude en el aislamiento?

Se ha comprobado mediante los cálculos que exponemos a continuación, basados en el sistema empírico propuesto por el CTE, que los cerramientos no cumplen a nivel energético. Para solucionarlo, se propone la proyección en fachadas de poliuretano, para aprovechar su capacidad de aislante térmico y acústico, y posteriormente la colocación de una fachada ventilada. De esta forma, la masa térmica del actual cerramiento se quedará en el interior de la vivienda y servirá como acumulador de calor en invierno, ofreciendo en verano la inercia suficiente para la no penetración del calor.

Se propone la sustitución de las ventanas, por ventanas con mayor estanqueidad al paso de aire, agua, etc.. Así mismo se dispondrá en ellas doble acristalamiento.

5.1.3.2.6. Medidas correctoras respecto al suelo.

¿Está la casa construida directamente sobre el suelo? ¿se plantea algún problema (humedad, por ejemplo)?, ¿se puede resolver de manera satisfactoria?, ¿me interesa construir un sistema de climatización por tubos enterrados? (Hay que considerar si el rigor del verano y el coste justificaría tal decisión ¿Hay un sótano?, ¿Es habitable?, ¿Hay alguna parte de la casa semienterrada? ¿qué refuerzos estructurales y protección frente a la humedad necesito en este caso?, ¿encarece esto mucho?

La vivienda está construida sobre una losa de cimentación, con lámina impermeabilizante, no plantea ningún problema de humedad. No es interesante construir una sistema de climatización por tubos enterrados.

No existe ningún sótano.

5.1.3.2.7. Medidas correctoras respecto a los espacios tapón.

¿Existen espacios anexos a la casa (garaje, taller, desván)?, ¿cuál es su grado de ocupación?, ¿actúan como espacios tapón frente a condiciones climáticas desfavorables?, ¿el calor del verano justifica la construcción de un desván ventilado?

Si el problema estriba en que hay demasiadas pérdidas de calor por el techo, lo más probable es que también tenga problemas con el calor en verano. Puede colocar un aislante bajo el techo, y tratar de eliminar los puentes térmicos, lo cual puede resultar caro y medianamente efectivo. Si el problema es el calor que proviene del tejado, las soluciones pueden ser diferentes en caso de que este sea plano o inclinado. Si el tejado es plano, puede intentar dos cosas: construir encima un espacio a modo de ático (espacio tapón), si puede ser ventilado, mejor, y si se puede añadir aislante, mejor aún, o sombreadarlo, colocando una estructura preferiblemente rígida, a modo de tejadillo, que proyecte su sombra sobre el tejado. Si es un tejado inclinado, se pueden practicar aberturas en la parte alta de la buhardilla (siempre que haya entrada de aire por las ventanas o por aberturas practicadas en la parte baja) para provocar una ventilación convectiva. Si podemos permitirnos que no sea un espacio habitable, esto sería lo mejor, y entonces podemos aislarlo convenientemente de los pisos inferiores mediante material aislante sobre el suelo. Las aberturas deben poder cerrarse en invierno lo más herméticamente posible.

Encima de la casa, existe cámara de aire ventilada, que funciona adecuadamente. No es necesario más medidas correctoras respecto a este tema.

5.1.3.2.8. Medidas correctoras respecto a la captación solar pasiva.

¿Qué superficie de fachada sur dispongo para la captación solar?, ¿qué parte de la misma voy a acristalar y destinar a este fin (dependiendo del rigor invernal)? Hay que considerar la relación superficie de captación / superficie de la vivienda, ¿existen posibles obstáculos que intercepten la radiación solar (árboles, edificios cercanos)?, ¿dónde se va a acumular la energía captada?, ¿qué tipo de acristalamiento voy a utilizar (simple, doble)?, ¿qué problemas plantea el acristalamiento respecto a la seguridad frente al vandalismo?, ¿cómo lo puedo resolver?, ¿qué estancias se van a beneficiar de este acristalamiento?, ¿se plantean problemas de iluminación excesiva en las estancias?, ¿cómo lo puedo resolver?, ¿qué elementos voy a utilizar para aislamiento nocturno (persianas, cortinas, paneles móviles, etc.)?, ¿qué sistemas de calefacción de apoyo voy a instalar?.

Se dispone una fachada sur de 26,67 m². Actualmente hay una superficie acristalada de 3,32 m². La superficie de la vivienda es de 112,76 m². Actualmente la superficie acristalada en la orientación sur respecto a la superficie de la vivienda no llega al 3% y respecto a la superficie de la fachada sur es del 12,5 %. Se propone el aumento de dicha superficie acristalada hasta un 50% de la superficie de fachada, aunque no suficiente, la condición de la fachada como muro de carga imposibilita aumentarla más.

Ya hemos comentado anteriormente la necesidad de eliminar los pinos más cercanos a la fachada sur y sustituirlo por árboles de hoja caduca, que permita entrar la radiación solar en invierno y evite la entrada en verano.

La energía captada se acumulará en los propios elementos constructivos, especialmente en paredes y muros exteriores que se habrán aislado convenientemente según medidas adoptadas en los apartados anteriores.

El tipo de acristalamiento que se propone es doble. Podemos colocar persianas de seguridad frente al vandalismo.

El nuevo acristalamiento beneficiará a las estancias principales de día, es decir, cocina y salón-comedor.

No parece que vaya a existir una iluminación excesiva en las estancias. Las características del pavimento no favorece la reflexión de la luz. Todas las carpinterías dispondrán de persianas. El sistema de calefacción de apoyo se plantea chimenea de leña y radiadores eléctricos.

5.1.3.2.9. Medidas correctoras respecto a las infiltraciones en invierno.

¿Qué dirección tiene el viento predominante en invierno?, ¿con qué fuerza media sopla?, si sopla fuerte, ¿hay barreras naturales frente al viento?, ¿puedo establecerlas yo (valladas, árboles)?, ¿está diseñada la casa para que sea "aerodinámica" frente a este viento?, ¿qué técnicas voy a utilizar para conseguir cierta estanqueidad de la vivienda, y así reducir las infiltraciones?, ¿en qué lugar se encuentran la cocina y el baño, y cómo he resuelto su ventilación?

Si el problema son las infiltraciones, se notará porque los días ventosos hace mucho más frío que los no ventosos. Se puede aumentar la estanqueidad de puertas y ventanas colocando burletes, por ejemplo. Si están muy mal, se pueden cambiar por otras nuevas. Hay que poner atención en la cocina y el baño, que son las zonas más ventiladas de la casa.

La escasez de aberturas en la cara norte, favorece que no se produzcan infiltraciones. Al sustituir la carpintería aumentará esta protección.

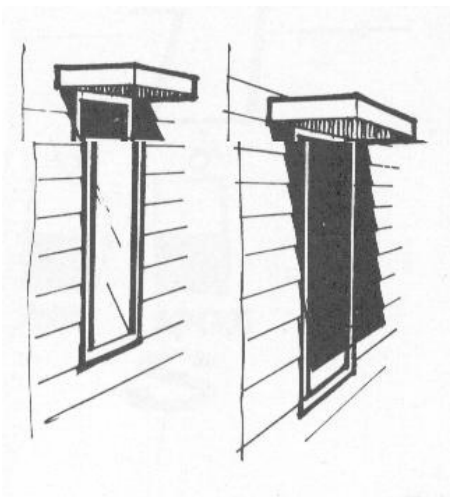
Existen barreras naturales- montañas-, algún árbol y viviendas colindantes, que evitan el aire.

La cocina y los baños tienen ambos ventanas al exterior. La cocina dispone además de rejillas de ventilación a la calle.

5.1.3.2.10. Medidas correctoras respecto a la radiación solar en verano.

¿En qué condiciones se encuentra la fachada sur en verano?, ¿qué dispositivos de sombreado voy a instalar (alero, vegetación, persianas, toldos, etc.)?, ¿cómo es la vegetación delante de esta fachada?, ¿hay agua?, ¿en qué condiciones se encuentran las fachadas este y oeste?, ¿existe algún espacio tapón en alguna de ellas?, ¿tendrá el muro un color claro?, ¿hay acristalamiento en estas fachadas?, ¿cómo lo voy a proteger?, ¿voy a utilizar "fachadas ventiladas"?, ¿voy a utilizar alguna técnica evaporativa de refrigeración?

Es necesario evaluar si la vivienda sufre de una excesiva incidencia de la radiación en verano por las paredes. Las ventanas orientadas al oeste constituirán un problema, y conviene utilizar persianas y toldos. En las ventanas orientadas al sur se pueden colocar también aleros. En cuanto a los muros de estas fachadas, conviene que estén pintados de un color claro (mejor blanco) que reflejen la radiación solar. Si el problema es severo, considere el coste de instalar fachadas ventiladas.



En la fachada sur se propone alargar el alero ya existente, cubriendo la totalidad de las ventanas abiertas en esta fachada. Además ya hemos comentado la sustitución de pinos por árboles de hoja caduca. Se podría plantear la instalación de una fuente-surtidor para refrescar el ambiente.

Parte de la fachada este está cubierta por la cubierta de la terraza. El resto conviene poner protectores solares para evitar la entrada de sol a primeras horas de la mañana en los meses estivales.

Fig 94: Protectores solares sobre ventanas. (Fuente: casasconfortables.net)

La fachada oeste cubierta en su parte por un toldo en desuso, se propone instalar un emparrado abarcando toda ella, de esta forma podría seguir calentándose en invierno, pero estaría refrigerada en verano.

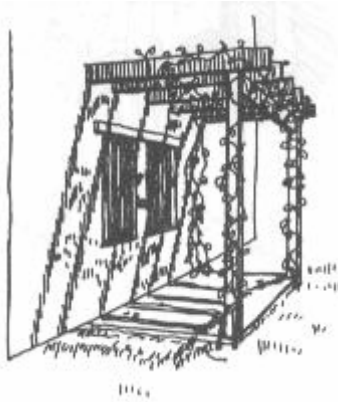


Fig 95: Emparrado propuesto para fachada oeste. (Fuente: casasconfortables.net)

Las fachadas son todas blancas. Se propone la instalación de fachada ventilada en toda la casa.

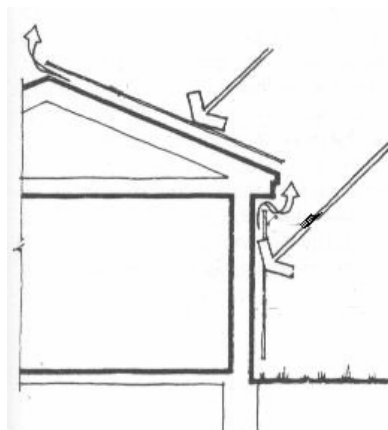


Fig 96: Fachada ventilada propuesta para toda la casa. (Fuente: casasconfortables.net)

5.1.3.2.11. Medidas correctoras respecto a la ventilación en verano.

¿Está la casa correctamente orientada para aprovechar las brisas de verano?, ¿tiene las aberturas adecuadas en las fachadas, y una adecuada comunicación interna?, ¿voy a utilizar algún sistemas de ventilación convectiva?, ¿voy a utilizar el sistema de fachada ventilada en algún lugar?, ¿tengo entradas de aire fresco proveniente del suelo?, ¿cómo lo pienso "bombear"?, ¿voy a ventilar el ático por convección?, ¿tengo patios para utilizar su beneficio térmico?

Ventilación natural. Si el problema es una falta de ventilación nocturna, se puede intentar redistribuir el interior para aumentar la comunicación interna o, si el coste y el ayuntamiento lo permiten, practicar una nueva abertura en una fachada. Si las ventanas no están orientadas de forma adecuada a los vientos predominantes del verano, se pueden colocar paneles perpendiculares a la fachada que intercepten el viento que corre paralelo a la misma.

Ventilación convectiva. Puede aprovechar esta técnica si dispone de un patio, acondicionándolo de manera adecuada, o si puede realizar aberturas en el techo de la casa. Si es una casa, considere el coste de instalar algún sistema convectivo por radiación solar o un sistemas evaporativo de refrigeración.



Una de las principales orientaciones de la vivienda, aparte de la orientación sur, es la orientación este-oeste, con ventilación cruzada, lo que favorece el aprovechamiento de las brisas del este preferentes en verano.

Ya hemos comentado la instalación de fachada ventilada.

Así mismo, se puede practicar aberturas en el techo para comunicarlo con la cámara ventilada de la cubierta.

Fig 97: Ventilación cruzada fachadas este-oeste.

(Fuente: casasconfortables.net)

5.1.3.2.12. Medidas correctoras respecto a la colocación de dispositivos.

Puede que inicialmente, o en un futuro, se pueda instalar otros sistemas que ayuden energéticamente, como por ejemplo colectores solares para agua caliente sanitaria, paneles fotovoltaicos para energía eléctrica solar, captación del agua de lluvia, etc. Es importante un buen diseño del tejado para permitir la instalación de estos sistemas con un mínimo coste, y disponer los espacios adecuados en el interior o el exterior de la vivienda para alojar los sistemas necesarios.

Sería conveniente, en un corto plazo de tiempo, la instalación de colectores solares para agua caliente sanitaria.

5.1.4. Cálculos justificativos.

5.1.4.1. Cálculos justificativos de iluminación.

El factor de iluminación natural se puede calcular experimentalmente sobre maquetas, mediante medidas directas en el local o analíticamente mediante expresiones simplificadas.

En nuestro caso, al buscar la adaptación ya construidas hemos medido directamente en el interior de la vivienda. La medición se ha realizado en el mes de noviembre a las 11 de la mañana. Las persianas estaban completamente levantadas y no había ningún obstaculo a la entrada de la luz. La medición se realizaba a media altura, lo que correspondería a la altura de trabajo.



Las mediciones obtenidas oscilaron de 74 a 320 luxes. Se comprobó, de está forma que la iluminación natural en todas las estancias de la casa eran suficientes, cumpliendo el nivel mínimo que vimos en la fig. 66:

Usos	Nivel mínimo (lux)
VIVIENDAS	
Pasillos	70
Escaleras	100
Aseos (general)	70
Aseos (puntual)	200
Dormitorios (general)	70
Dormitorios (cabecera)	200
Cocinas	100
Estancias (general)	70
Estancias (puntos de lectura)	300

Fig 98: Aparato utilizado para medir luxes.

5.1.4.2. Cálculos justificativos de acústica.

No se ha considerado la necesidad de calcular el tiempo de reverberación de la vivienda, dado que los muebles, sofás, camas, cortinas, etc., aportan una absorción tal, que no se producen efectos de eco en la vivienda.

$$T = \frac{0,163.V}{A}$$

Respecto al aislamiento con el exterior, el actual cerramiento exterior aporta un aislamiento acústico, sin tener en cuenta los puentes acústicos, de 50 dBA. La tabiquería interior aporta un aislamiento acústico de 35 dBA.

No obstante la carpintería exterior junto con las cajas de persianas provocan grandes puentes acústicos. Puentes que se propone solucionar mediante la sustitución de la carpintería exterior.

5.1.4.3. Cálculos justificativos de condiciones higrotérmicos.

HE1 Limitación de la demanda energética. Opción simplificada.

CTE DB HE 1. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA. OPCIÓN SIMPLIFICADA

DATOS DEL PROYECTO/ GENERALIDADES

Proyectista:	MARIA JESUS MAÑEZ PITARCH
Denominación:	VIVIENDA UNIFAMILIAR EXISTENTE
Dirección/ Situación:	MARJALERIA DE CASTELLON
Localidad:	CASTELLON DE LA PLANA
Capital de Provincia	Castellón de la Plana

ZONA CLIMÁTICA (APDO 3,1,1 HE 1) (Según Apéndice D del DB HE-1, a partir de valores tabulados)

Altura de la Localidad:	0 metros	Altura Capital	18 m
		Diferencia	-18 m
ZONA CLIMÁTICA	B3 (Según Tabla D.1)		

CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS HABITABLES (APDO 3,1,2 HE 1)

A efectos del cálculo de la demanda energética	Espacios con baja carga interna		
A efectos de la limitación de condensaciones	Espacios de clase de higrometría 3 o inferior		
Condiciones interiores del edificio:	HR Interior (Clase higrometría)	55	%
	T Interior	20	°C
Datos climáticos de enero (Tabla G.1):	T Exterior media, Capital ($\theta_{a,c}$)	10,1	°C
	T Exterior media, Localidad ($\theta_{a,l}$)	10,1	°C
	HR Exterior media, Capital ($\theta_{e,c}$)	68	%

DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y CERRAMIENTOS OBJETO

Se remite a la hoja de cálculo específica

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS COMPONENTES

Se remite a la hoja de cálculo específica

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS

Se remite a la hoja de cálculo específica
Según el apdo. 3,2,1,5, se recogen los datos en la Ficha 1 del Apéndice H del DB HE1

LIMITACIONES DE PERMEABILIDAD AL AIRE DE HUECOS Y LUCERNARIOS (APDO 2,3 HE1)

Según la zona climática	B3	permeabilidad <	50 m³/h m²
-------------------------	-----------	-----------------	---

LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA (APDO 3,2,1,4 HE 1)

Se remite a la hoja de cálculo específica
Según el apdo. 3,2,1,5, se recogen los datos en la Ficha 2 del Apéndice H del DB HE1

HE1 Limitación de la demanda energética. Opción simplificada.

Aplicabilidad de la Opción Simplificada (Art. 3,2,1,2 HE 1)

Fachadas						
	S. Muros	S. Huecos	S. Total	% huecos		
N	27,57	2,51	30,08	8,3%	≤	60%
E	26,66	7,26	33,92	21,4%	≤	
O	30,54	4,64	35,18	13,2%	≤	
S	26,67	3,32	29,99	11,1%	≤	
SE				0,0%	≤	
SO				0,0%	≤	
TOTAL	111,44	17,73	129,17	13,7%	≤	

Cubiertas						
	S. cubierta	S. Huecos	S. Total	% huecos		
C	143,72		143,72	0%	≤	5%

Figura 3.1. (DB.HE1) Orientaciones de las Fachadas

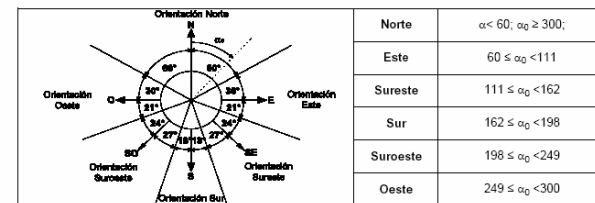


Figura D1. (DB.HE1) Zonas climáticas

SC (Verano)	A4	B4	C4	D3	E1
	A3	B3	C3	D2	
SC (Invierno)					
			C1	D1	

CALCULOS CTE VIVIENDA MARJALERIA (2).xls

**Cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de la cubierta según el apéndice E, del DB HE1
Comprobación de la limitación de condensaciones según el apéndice G del DB HE1**

C₁ CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE U_{C1}

tipo: **CU1/ CUBIERTA TIPO 1**

CU6 - CUBIERTA TEJA SOBRE FORJADO

				CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	λ W/mK	R m ² K/W	T °C	P _{sat} Pa	μ	S _{dn}	P _{vapor} Pa
EXTERIOR				10,1	1.235,56			840,18
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR R_{se}			0,04	10,33	1.254,31			
Teja de arcilla cocida (LIDER)	0,100	1,000	0,10	10,89	1302,29	30	3	897,82
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1800 (LIDER)	0,020	1,000	0,02	11,00	1312,07	10	0,2	901,66
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500<d<750 (LIDER)	0,030	0,300	0,10	11,56	1361,98	10	0,3	907,42
LM 1 pie Ladrillo métrico o catalán 40 mm<G <50 mm (LIDER)	0,050	1,030	0,05	11,84	1386,80	10	0,5	917,03
TABIQUE CONEJERO	0,400	0,400	1,00	17,47	1994,61	10	4	993,88
CON CAMARA Horizontal Ligeramente ventilada	0,050	---	0,08	17,92	2.052,04	1	0,05	994,84
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón aligerado. Canto 250 mm (LIDER)	0,250	1,020	0,25	19,30	2237,08	60	15	1.283,02
Mortero de yeso (LIDER)	0,020	0,800	0,03	19,44	2256,75	6	0,12	1.285,32
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR R_{si}			0,10	20,00	2.336,95	Σ=	23,17	
INTERIOR				20,00	2.336,95			1.285,32
Resistencia térmica total R_T (m² K/W) Σ=			1,7586			Comprobación Psat ≥ Pn:		CUMPLE
Transmitancia U=1/R_T (W/m²K)			0,5686	≤ U _{max}	0,59		Barrera de vapor	<input type="checkbox"/>
Comprobación de Condensaciones superficiales: f_{Rsi} = 1-U·0,25 ≥ f_{Rsimin}			0,86	≥ f _{Rsi,min}	0,52			CUMPLE

CTE Exigencia HE1

P_{F3} PUENTE TÉRMICO (CAJA DE PERSIANA > 0,50 m²) **U_{PF3}**

tipo: **PT3/ PUENTE TÉRMICO TIPO 3**

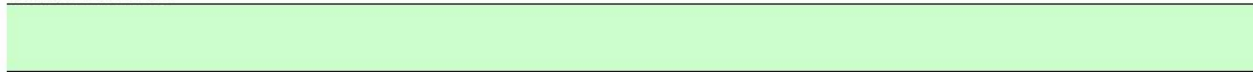
FA12 - BLOQUE HORMIGON 20CM + REVESTIMIENTO

FACHADAS DE BLOQUE

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	λ W/mK	R m ² K/W	CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
				T °C	P _{sat} Pa	μ	S _{dn}	P _{vapor} Pa
EXTERIOR				10,1	1.235,56			840,18
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR R _{se}			0,04	10,47	1.266,15			
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800<d<2000 (LIDER)	0,020	1,300	0,02	10,61	1278,10	10	0,2	866,36
BH Bloque de Hormigón aligerado macizo espesor 200 mm (LIDER)	0,200	0,287	0,70	16,98	1934,35	6	1,2	1.023,47
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800<d<1800 (LIDER)	0,200	1,000	0,20	18,81	2170,37	10	2	1.285,32
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR R _{si}			0,13	20,00	2.336,95	Σ=	3,4	
INTERIOR				20,00	2.336,95			1.285,32
Resistencia térmica total R _T (m ² K/W) Σ=			1,0822	Comprobación Psat ≥ Pn:			CUMPLE	
Transmitancia U=1/R _T (W/m ² K)			0,9240	≤ U _{max}	1,07	Barrera de vapor <input type="checkbox"/>		
Comprobación de Condensaciones superficiales: f _{Rsi} = 1-U·0,25 ≥ f _{Rsimin}			0,77	≥ f _{Rsi,min}	0,52	CUMPLE		

CTE Exigencia HE1

tipo: **H2/HUECO TIPO2**



TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL HUECO U_H $U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$ (Apdo. E, 1,4,1)

Parte Semitransparente

MADERA	▼	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/ m ² K)	2,20	
--------	---	--	------	--

Marco de la ventana

VER Vertical/ Madera de densidad media alta (LIDER)	▼	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/ m ² K)	2,20	
		FM Fracción hueco ocupada por el Marco	0,2	(referido a la unidad)

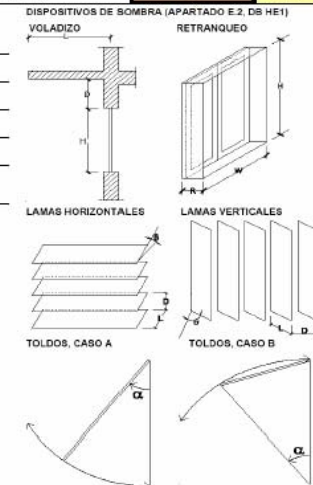
Transmitancia Hueco U_H (W/ m²K) **2,2** $\approx 5,7$ (U_{max})

FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO F_H $F = F_S \cdot [(1 - FM) \cdot g_L + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$ (Apdo. E, 1,4,2)

Factor solar de la parte semitransparente	0,70	g_L
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	0,20	FM
Transmitancia térmica del marco	2,20	U_m
Absortividad del marco: Color Beige Claro	0,35	α

Factor de sombra para obstáculos de fachada F_S / Dispositivo de sombra:

<input type="checkbox"/>	VOLADIZO	Orientación	...	L	D	H	L/H	D/H
<input type="checkbox"/>	RETRANQUEO	Orientación	...	W	R	H	R/W	R/H
<input type="checkbox"/>	LAMAS	Orientación	SURESTE	Tipo		HORIZONTAL	▼	
				Inclinación		30	▼	
<input type="checkbox"/>	TOLDOS	Orientación	...	Tipo		CASO A	▼	
				Inclinación		Tejido opaco; $\alpha = 45^\circ$	▼	
							Factor de sombra F_S	1



Factor Solar Modificado de Hueco F_H **0,57**

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		B3	ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA		
MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
N	MUJ/MUR TIPO 1	27,57	0,924	25,47	ΣA= 27,57
	...	...	...	...	ΣA·U= 25,47
	...	...	...	...	U _{Mm} =ΣA·U / ΣA= 0,92
E	MUJ/MUR TIPO 1	30,54	0,924	28,22	ΣA= 30,54
	...	...	...	...	ΣA·U= 28,22
	...	...	...	...	U _{Mm} =ΣA·U / ΣA= 0,92
O	MUJ/MUR TIPO 1	26,66	0,924	24,63	ΣA= 26,66
	...	...	...	...	ΣA·U= 24,63
	...	...	...	...	U _{Mm} =ΣA·U / ΣA= 0,92
S	MUJ/MUR TIPO 1	26,67	0,924	24,64	ΣA= 26,67
	...	...	...	...	ΣA·U= 24,64
	...	...	...	...	U _{Mm} =ΣA·U / ΣA= 0,92
SE	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	U _{Mm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
SO	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	U _{Mm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
CUBI	SOL-CTERR 1/ SOLERA	112,76	...	...	ΣA= 112,76
	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	U _{Tm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
SUELOS (U_{Sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
SAT1/SUELO APOYADO S/	...	112,76	0,500	56,38	ΣA= 112,76
	...	...	...	...	ΣA·U= 56,38
	...	...	...	...	U _{Sm} =ΣA·U / ΣA= 0,50
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm}, F_{Lm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
CU1/ CUBIERTA TIPO 1	...	143,72	0,569	81,72	ΣA= 143,72
	...	...	...	...	ΣA·U= 81,72
	...	...	...	...	U _{Cm} =ΣA·U / ΣA= 0,57
Tipos		A (m ²)	F	A·F(m ²)	Resultados
...	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	ΣA·F= 0,00
	...	...	...	...	F _{Lm} =ΣA·F / ΣA= 0,00

ZONA CLIMÁTICA		B3	ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA				
HUECOS (U_{Hm}, F_{Hm})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados		
H1/HUECO TIPO1	...	2,51	5,700	14,31	ΣA= 2,51		
	ΣA·U= 14,31		
	U _{Hm} =ΣA·U / ΣA= 5,70		
H2/HUECO TIPO2	2,200	0,00	ΣA= ...		
	ΣA·U= ...		
	U _{Hm} =ΣA·U / ΣA= ...		
Resultados por Tipo							
Tipos	A (m ²)	U	F	A·U	A·F(m ²)	Resultados	Tipos
H1/HUECO TIPO1	5,49	5,700	0,729	31,29	4,00	ΣA= 8,26	H1/HUECO TIPO1
	2,77	2,200	0,566	6,09	1,57	ΣA·U= 37,39	
	ΣA·F= 5,57	
H2/HUECO TIPO2	U _{Hm} =ΣA·U / ΣA= 4,53	H2/HUECO TIPO2
	F _{Hm} =ΣA·F / ΣA= 0,67	
	ΣA= 4,64	
H1/HUECO TIPO1	4,64	5,700	0,729	26,45	3,38	ΣA·U= 26,45	H1/HUECO TIPO1
	ΣA·F= 3,38	
	U _{Hm} =ΣA·U / ΣA= 5,70	
H1/HUECO TIPO1	3,32	5,700	0,729	18,92	2,42	ΣA·U= 18,92	H1/HUECO TIPO1
	ΣA·F= 2,42	
	U _{Hm} =ΣA·U / ΣA= 5,70	
H1/HUECO TIPO1	F _{Hm} =ΣA·F / ΣA= 0,73	H1/HUECO TIPO1
	ΣA= 0,00	
	ΣA·U= 0,00	
H1/HUECO TIPO1	ΣA·F= 0,00	H1/HUECO TIPO1
	U _{Hm} =ΣA·U / ΣA= 0,00	
	F _{Hm} =ΣA·F / ΣA= 0,00	
H1/HUECO TIPO1	ΣA= 0,00	H1/HUECO TIPO1
	ΣA·U= 0,00	
	ΣA·F= 0,00	
H1/HUECO TIPO1	U _{Hm} =ΣA·U / ΣA= 0,00	H1/HUECO TIPO1
	F _{Hm} =ΣA·F / ΣA= 0,00	
	ΣA= 0,00	

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA		B3	ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA	
Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica			$U_{max} (proyecto)^{(1)}$	$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,92	} ≤	1,07	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,50			
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,00			
Suelos	0,00	} ≤	0,68	
Cubiertas	0,57			
Vidrios de huecos y lucernarios	5,70	} ≤	5,7	
Marcos de huecos y lucernarios	5,70			
Medianerías	0,00	≤	1,07	
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾			1,2	≤ 1,2 W/m ² K ⁽³⁾

MUROS DE FACHADA		HUECOS	
	$U_{lim}^{(4)}$	$U_{lim}^{(5)}$	
N	0,92	} ≤	0,82
E	0,92		
O	0,92		
S	0,92		
SE	0,00		
SO	0,00		

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS Y LUCERNARIOS	
	$U_{lim}^{(4)}$	$U_{lim}^{(4)}$	$U_{lim}^{(5)}$	$F_{lim}^{(4)}$	$F_{lim}^{(5)}$
	0,00	0,50	0,52	0,57	0,45

(1) $U_{max}(proyecto)$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
 (2) U_{max} corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
 (3) En edificios de viviendas, $U_{max}(proyecto)$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto en las zonas comunes no habitables.
 (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
 (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones

Tipos	CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TERMICOS									
	C. Superficiales			C. Intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_{sat,n} \leq P_n$		Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
MU1/ MUR TIP ▼	f_{Rsi} 0,77	$P_{sat,n}$ 1278,10		1934,35	2170,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	f_{Rmin} 0,52	P_n 866,36		1023,47	1285,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CU1/ CUBIER' ▼	f_{Rsi} 0,86	$P_{sat,n}$ 1302,29		1312,07	1361,98	1386,80	1994,61	2052,04	2237,08	
	f_{Rmin} 0,52	P_n 897,82		901,66	907,42	917,03	993,88	994,84	1283,02	
S1/ SUELO S/A ▼	f_{Rsi}	$P_{sat,n}$		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	f_{Rmin} 0,52	P_n		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PT1/ PUENTE ▼	f_{Rsi}	$P_{sat,n}$		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	f_{Rmin} 0,52	P_n		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
...	f_{Rsi} ...	$P_{sat,n}$ ...		...	...	...	...	...	...	...
	f_{Rmin} ...	P_n ...		...	...	...	...	...	...	...
...	f_{Rsi} ...	$P_{sat,n}$ ...		...	...	...	...	...	...	...
	f_{Rmin} ...	P_n ...		...	...	...	...	...	...	...
...	f_{Rsi} ...	$P_{sat,n}$ ...		...	...	...	...	...	...	...
	f_{Rmin} ...	P_n ...		...	...	...	...	...	...	...

HE1 Limitación de la demanda energética. Opción simplificada.

CTE DB HE 1. LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA. OPCIÓN SIMPLIFICADA

DATOS DEL PROYECTO/ GENERALIDADES

Proyectista:	MARIA JESUS MAÑEZ PITARCH
Denominación:	VIVIENDA UNIFAMILIAR ADAPTADA
Dirección/ Situación:	MARJALERIA DE CASTELLON
Localidad:	CASTELLON DE LA PLANA
Capital de Provincia	Castellón de la Plana

ZONA CLIMÁTICA (APDO 3,1,1 HE 1) (Según Apéndice D del DB HE-1, a partir de valores tabulados)

Altura de la Localidad:	0 metros	Altura Capital	18 m
		Diferencia	-18 m
ZONA CLIMÁTICA	B3 (Según Tabla D.1)		

CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS HABITABLES (APDO 3,1,2 HE 1)

A efectos del cálculo de la demanda energética	Espacios con baja carga interna	
A efectos de la limitación de condensaciones	Espacios de clase de higrometría 3 o inferior	
Condiciones interiores del edificio:	HR Interior (Clase higrometría)	55 %
	T Interior	20 °C
Datos climáticos de enero (Tabla G.1):	T Exterior media, Capital (θ_{ec})	10,1 °C
	T Exterior media, Localidad (θ_{el})	10,1 °C
	HR Exterior media, Capital (ϕ_e)	68 %

DEFINICIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y CERRAMIENTOS OBJETO

Se remite a la hoja de cálculo específica

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS COMPONENTES

Se remite a la hoja de cálculo específica

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS

Se remite a la hoja de cálculo específica
Según el apdo. 3,2,1.5, se recogen los datos en la Ficha 1 del Apéndice H del DB HE1

LIMITACIONES DE PERMEABILIDAD AL AIRE DE HUECOS Y LUCERNARIOS (APDO 2,3 HE1)

Según la zona climática **B3** permeabilidad < **50 m³/h m²**

LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA (APDO 3,2,1,4 HE 1)

Se remite a la hoja de cálculo específica
Según el apdo. 3,2,1.5, se recogen los datos en la Ficha 2 del Apéndice H del DB HE1

HE1 Limitación de la demanda energética. Opción simplificada.

Aplicabilidad de la Opción Simplificada (Art. 3.2,1,2 HE 1)

Fachadas

	S. Muros	S. Huecos	S. Total	% huecos	
N	27,57	2,51	30,08	8,3%	60%
E	26,66	7,26	33,92	21,4%	
O	30,54	4,64	35,18	13,2%	
S	26,67	3,32	29,99	11,1%	
SE				0,0%	
SO				0,0%	
TOTAL	111,44	17,73	129,17	13,7%	

Cubiertas

	S. cubierta	S. Huecos	S. Total	% huecos	
C	143,72		143,72	0%	5%

Figura 3.1. (DB.HE1) Orientaciones de las Fachadas

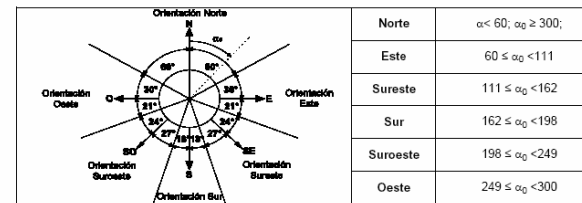


Figura D1. (DB.HE1) Zonas climáticas

SC (Verano)	A4	B4	C4	D3	E1
	A3	B3	C3	D2	
			C2	D1	
			C1	D1	
SC (Invierno)					

CALCULOS CTE VIVIENDA MARJALERIAmodificada.xls

**Cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de la cubierta según el apéndice E, del DB HE1
Comprobación de la limitación de condensaciones según el apéndice G del DB HE1**

C₁ CUBIERTAS EN CONTACTO CON EL AIRE U_{C1}

tipo: **CU1/ CUBIERTA TIPO 1**

CU6 - CUBIERTA TEJA SOBRE FORJADO

				CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	λ W/mK	R m ² K/W	T °C	P _{sat} Pa	μ	S _{dn}	P _{vapor} Pa
EXTERIOR				10,1	1.235,56			840,18
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR R _{se}			0,10	10,51	1.269,65			
Teja cerámica-porcelana (LIDER)	0,150	1,300	0,12	10,98	1310,01	30	4,5	917,43
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600<d<1900 (LIDER)	0,030	1,000	0,02	11,06	1317,12	10	0,3	922,58
EPS Poliestireno Expandido (0,048 W/mK) (LIDER)	0,020	0,046	0,43	12,83	1480,28	20	0,4	929,45
LM 1 pie Ladrillo métrico o catalán 40 mm<G <50 mm (LIDER)	0,050	1,030	0,05	13,03	1499,55	10	0,5	938,03
TABIQUE CONEJERO	0,500	0,400	1,25	18,12	2077,97	10	5	1.023,87
CON CAMARA Horizontal Ligeramente ventilada	0,050	---	0,08	18,44	2.120,87	1	0,05	1024,73
FU Unidireccional Entrevigado de hormigón aligerado. Canto 250 mm (LIDER)	0,250	1,020	0,25	19,44	2257,18	60	15	1.282,23
Mortero de yeso (LIDER)	0,030	0,800	0,04	19,59	2278,69	6	0,18	1.285,32
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR R _{si}			0,10	20,00	2.336,95	Σ=	25,93	
INTERIOR				20,00	2.336,95			1.285,32
Resistencia térmica total R _T (m ² K/W)	Σ=			2,4313	Comprobación P _{sat} ≥ P _n :			CUMPLE
Transmitancia U=1/R _T (W/m ² K)				0,4113	≤ U _{max}	0,59	Barrera de vapor <input type="checkbox"/>	
Comprobación de Condensaciones superficiales: f _{Rsi} = 1-U·0,25 ≥ f _{Rsimin}				0,90	≥ f _{Rsi,min}	0,52	CUMPLE	

CTE Exigencia HE1

Cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de la fachada según el apéndice E de CTE-HE
 Comprobación de la limitación de condensaciones según el apéndice G de CTE-HE

M₁ MUROS EN CONTACTO CON EL AIRE U_{Ct}

tipo: MU1/MUR TIPO 1

FA13 - Fachada ventilada

Facha ventilada

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	λ W/mK	R m ² K/W	CONDENSACIONES INTERSTICIALES				
				T °C	P _{sat} Pa	μ	S _{dn}	P _{vapor} Pa
EXTERIOR				10,1	1.235,56			840,18
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR R _{se}			0,13	10,70	1.286,20			
Azulejo cerámico (LIDER)	0,015	1,300	0,00	10,70	1286,20	1E+30	1,5E+28	1.285,32
CON CÁMARA Vertical Muy ventilada	0,020	---	0,00	10,70	1.286,20	1	0,02	1285,32
PUR Proyección con CO2 oelda cerrada (0,036 W/mk) (LIDER)	0,040	0,035	1,14	15,99	1816,03	100	4	1.285,32
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido1600<d<1800 (LIDER)	0,020	1,000	0,02	16,08	1826,79	10	0,2	1.285,32
BH Bloque de Hormigón aligerado macizo espesor 200 mm (LIDER)	0,200	0,287	0,70	19,31	2238,42	6	1,2	1.285,32
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido1600<d<1800 (LIDER)	0,020	1,000	0,02	19,40	2251,35	10	0,2	1.285,32
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR R _{si}			0,13	20,00	2.336,95	$\Sigma =$	1,5E+28	
INTERIOR				20,00	2.336,95			1.285,32
Resistencia térmica total R _T (m ² K/W) $\Sigma =$			2,1397			Comprobación Psat ≥ Pn:		CUMPLE
Transmitancia U=1/R _T (W/m ² K)			0,4674	≤ U _{max}	1,07		Barrera de vapor	<input type="checkbox"/>
Comprobación de Condensaciones superficiales: f _{Rsi} = 1-U·0,25 ≥ f _{Rsimin}			0,88	≥ f _{Rsi,min}	0,52			CUMPLE

CTE Exigencia HE1

H HUECOS EN LAS FACHADAS U_H F_H

tipo: **H1/HUECO TIPO1**

Ventana de madera con cristal doble

TRANSMITANCIA TÉRMICA DE HUECOS U_H $U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$

Parte Semitransparente

VER Vertical/ DC Doble 4-6-6 (LIDER)	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/ m ² K)	3,30
--------------------------------------	--	------

Marco de la ventana

VER Vertical/ Madera de densidad media alta (LIDER)	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/ m ² K)	2,20
	FM Fracción hueco ocupada por el Marco	0,15 (referido a la unidad)

Transmitancia Hueco U_H (W/ m²K) **3,135** $\approx 5,7 (U_{max})$

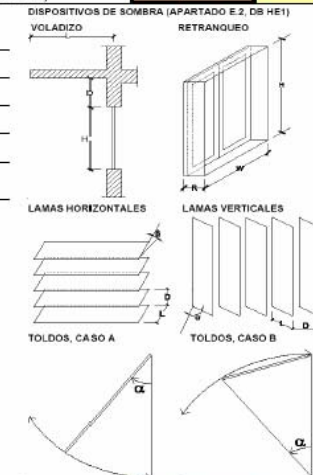
FACTOR SOLAR MODIFICADO DE HUECO F_H $F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g^{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$

Factor solar de la parte semitransparente	0,75	g_{\perp}
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	0,15	FM
Transmitancia térmica del marco	2,20	U_m
Absortividad del marco Color Blanco Claro	0,20	α

Factor de sombra para obstáculos de fachada F_s / Dispositivo de sombra:

<input checked="" type="checkbox"/> VOLADIZO	Orientación	...	L	D	H	L/H	D/H
			0,30	0,60	1,30	0,23	0,46
<input type="checkbox"/> RETRANQUEO	Orientación	...	W	R	H	R/W	R/H
<input type="checkbox"/> LAMAS	Orientación	SUR	Tipo	...	...	...	...
			Inclinación	...	...	...	...
<input type="checkbox"/> TOLDOS	Orientación	...	Tipo	...	...	...	...
			Inclinación	...	...	...	...
Factor de sombra F_s						1	

Factor Solar Modificado de Hueco F_H **0,64**



CTE Exigencia HE1

tipo: **H2/HUECO TIPO2**

TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL HUECO U_H		$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$ (Apdo. E,1,4,1)				
Parte Semitransparente						
MADERA	▼	Transmitancia Vidrio $U_{H,v}$ (W/ m ² K)	2,20			
Marco de la ventana						
VER Vertical/ Madera de densidad media alta (LIDER)	▼	Transmitancia Marco $U_{H,m}$ (W/ m ² K)	2,20			
		FM Fracción hueco ocupada por el Marco	0,2 (referido a la unidad)			
Transmitancia Hueco U_H (W/ m²K)			2,2 ≤ 5,7 (U_{max})			
FACTOR SOLAR MODIFICADO DEL HUECO F_H		$F = F_S \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$ (Apdo. E,1,4,2)				
Factor solar de la parte semitransparente	0,70	g_{\perp}				
FM Fracción hueco ocupada por el Marco	0,20	FM				
Transmitancia térmica del marco	2,20	U_m				
Absortividad del marco: Color Beige Claro	▼	0,35	α			
Factor de sombra para obstáculos de fachada F_S/ Dispositivo de sombra:						
<input type="checkbox"/> VOLADIZO	Orientación ...	L	D	H	L/H	D/H
		0,30	0,60	1,30	0,23	0,46
<input type="checkbox"/> RETRANQUEO	Orientación ...	W	R	H	R/W	R/H
<input type="checkbox"/> LAMAS	Orientación SURESTE	▼ Tipo		HORIZONTAL		▼
		Inclinación		30		▼
<input type="checkbox"/> TOLDOS	Orientación ...	▼ Tipo		CASO A		▼
		Inclinación		Tejido opaco; $\alpha = 45^\circ$		▼
Factor de sombra F_S						1
Factor Solar Modificado de Hueco F_H						0,57

DISPOSITIVOS DE SOMBRA (APARTADO E.2. DB HE1)

**Cálculo de los parámetros característicos de los distintos componentes de los suelos según el apéndice E, del DB HE1
Comprobación de la limitación de condensaciones según el apéndice G, del DB HE1**

S₁ SUELOS APOYADOS SOBRE EL TERRENO U_{S1}

tipo: **SAT1/SUELO APOYADO S/ TERRENO TIPO1**

SU5 - LOSA APOYADA EN TERRENO

LOSA APOYADA SOBRE TERRENO

DEFINICIÓN DE CAPAS	e metros	λ W/mK	R m ² K/ W
EXTERIOR			
RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL EXTERIOR R _{se}			--
Relleno de tierra compactada	0,500	0,810	0,62
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 (0,034 W/mK) (LIDER)	0,040	0,034	1,18
Losa de hormigon armado aligerada	0,500	1,250	0,40
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800<d<2000 (LIDER)	0,020	1,300	0,02
Terrazo	0,050	2,400	0,02

SIN CÁMARA

RESISTENCIA TÉRMICA SUPERFICIAL INTERIOR R_{si} --

SOLERA: Perímetro 47,94 m Área 112,76 m² Longitud característica B'

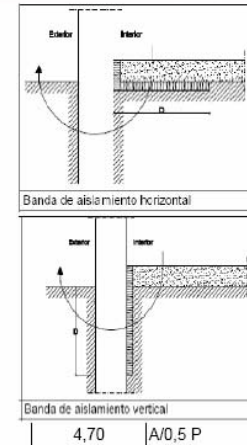
BANDA DE AISLAMIENTO: Ancho Capa de aislamiento continuo
Tipo XPS Expandido con Hidrofluorcarbonos HCF (0,039 W/mK) (LIDER)

λ 0,039 W/m²K e 0,04 m Resistencia térmica R_a

Transmitancia U_S (W/m²K) 0,50

Transmitancia U_S primer metro (W/m²K) 0,50 ≤ U_{max} 1,07

Figura E.1 DB HE1



4,70 A/0,5 P

1,03 m² K/W

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		B3		ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA	
MUROS (U_{mm}) y (U_{rm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
z	MU1/MUR TIPO 1	27,57	0,467	12,88	ΣA= 27,57
	...	...	...	...	ΣA·U= 12,88
	...	...	...	...	U _{mm} =ΣA·U / ΣA= 0,47
w	MU1/MUR TIPO 1	30,54	0,467	14,27	ΣA= 30,54
	...	...	...	...	ΣA·U= 14,27
	...	...	...	...	U _{mm} =ΣA·U / ΣA= 0,47
o	MU1/MUR TIPO 1	26,66	0,467	12,46	ΣA= 26,66
	...	...	...	...	ΣA·U= 12,46
	...	...	...	...	U _{mm} =ΣA·U / ΣA= 0,47
s	MU1/MUR TIPO 1	26,67	0,467	12,46	ΣA= 26,67
	...	...	...	...	ΣA·U= 12,46
	...	...	...	...	U _{mm} =ΣA·U / ΣA= 0,47
u	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	U _{mm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
v	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	U _{mm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
α	SOL-CTERR 1/ SOLERA	112,76			ΣA= 112,76
	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	U _{rm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
SUELOS (U_{sm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
SAT1/SUELO APOYADO S/	...	112,76	0,500	56,38	ΣA= 112,76
	...	...	...	...	ΣA·U= 56,38
	...	...	...	...	U _{sm} =ΣA·U / ΣA= 0,50
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{cm}, F_{lm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados
CU1/ CUBIERTA TIPO 1	...	143,72	0,411	59,11	ΣA= 143,72
	...	...	...	...	ΣA·U= 59,11
	...	...	...	...	U _{cm} =ΣA·U / ΣA= 0,41
Tipos		A (m ²)	F	A·F(m ²)	Resultados
...	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	ΣA·F= 0,00
	...	...	...	...	F _{lm} =ΣA·F / ΣA= 0,00

ZONA CLIMÁTICA		B3		ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA				
HUECOS (U_{hm} - F_{hm})								
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A·U (W/K)	Resultados			
z	H1/HUECO TIPO1	2,51	3,135	7,87	ΣA= 2,51			
	H2/HUECO TIPO2	...	2,200	0,00	ΣA·U= 7,87			
	...	...	...	...	U _{hm} =ΣA·U / ΣA= 3,14		
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F(m ²)	Resultados	Tipos
w	H1/HUECO TIPO1	5,49	3,135	0,640	17,21	3,51	ΣA= 8,26	
	H2/HUECO TIPO2	2,77	2,200	0,566	6,09	1,57	ΣA·U= 23,31	
	...	...	...	...	...	...	ΣA·F= 5,08
o	H1/HUECO TIPO1	4,64	3,135	0,640	14,55	2,97	U _{hm} =ΣA·U / ΣA= 2,82	
	...	...	...	...	...	...	F _{hm} =ΣA·F / ΣA= 0,62
	...	...	...	...	...	...	ΣA= 4,64
s	H1/HUECO TIPO1	3,32	3,135	0,640	10,41	2,13	ΣA·U= 14,55	
	...	...	...	...	...	...	ΣA·F= 2,97
	...	...	...	...	...	...	U _{hm} =ΣA·U / ΣA= 3,14
u	...	...	...	...	...	...	F _{hm} =ΣA·F / ΣA= 0,64
	...	...	...	...	...	...	ΣA= 3,32
	...	...	...	...	...	...	ΣA·U= 10,41
v	...	...	...	...	...	...	ΣA·F= 2,13
	...	...	...	...	...	...	U _{hm} =ΣA·U / ΣA= 3,14
	...	...	...	...	...	...	F _{hm} =ΣA·F / ΣA= 0,64
α	...	...	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	...	...	ΣA·F= 0,00
β	...	...	...	...	...	...	U _{hm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
	...	...	...	...	...	...	ΣA·F= 0,00
	...	...	...	...	...	...	F _{hm} =ΣA·F / ΣA= 0,00
γ	...	...	...	...	...	...	ΣA= 0,00
	...	...	...	...	...	...	ΣA·U= 0,00
	...	...	...	...	...	...	ΣA·F= 0,00
δ	...	...	...	...	...	...	U _{hm} =ΣA·U / ΣA= 0,00
	...	...	...	...	...	...	ΣA·F= 0,00
	...	...	...	...	...	...	F _{hm} =ΣA·F / ΣA= 0,00

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA		B3	ESPACIOS CON BAJA CARGA INTERNA		
Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica					
Muros de fachada	$U_{max(1)}$	0,47	$U_{max(2)}$	1,07	
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		0,50			
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		0,00			
Suelos		0,00		0,68	
Cubiertas		0,41		0,59	
Vidrios de huecos y lucernarios		3,30		5,7	
Marcos de huecos y lucernarios		2,20		1,07	
Medianerías		0,00			
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾		1,2	$\leq 1,2 W/m^2K$		
MUROS DE FACHADA					
N	$U_{muro(4)}$	0,47	$U_{hueco(4)}$	5,7	
E		0,47		4,7	
O		0,47		5,7	
S		0,47		5,7	
SE		0,00		5,7	
SO		0,00		5,7	
		$\leq 0,82$			
HUECOS					
		$U_{muro(4)}$	$U_{hueco(4)}$	$F_{i,muro(5)}$	$F_{i,hueco(5)}$
		0,47	5,7	0,62	
		0,47	4,7	0,64	
		0,47	5,7	0,64	
		0,00	5,7	0,00	
		0,00	5,7	0,00	
CERR. CONTACTO TERRENO					
$U_{muro(4)}$	$U_{muro(5)}$	0,00	$\leq 0,52$		
SUELOS					
$U_{muro(4)}$	$U_{hueco(5)}$	0,50	$\leq 0,52$		
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS					
$U_{muro(4)}$	$U_{hueco(5)}$	0,41	$\leq 0,45$		
$F_{i,muro(5)}$	$F_{i,hueco(5)}$	0,00	$\leq 0,3$		

(1) $U_{max(1)}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
 (2) $U_{max(2)}$ corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
 (3) En edificios de viviendas, $U_{max(1)}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto.
 (4) Las zonas comunes no calefaccionadas.
 (5) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
 (6) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

FICHA 3 CONFORMIDAD- Condensaciones

Tipos	CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS									
	C. Superficiales			C. Intersticiales						
	$f_{Rd} \geq f_{Rmin}$	$P_{s,e,n} \leq P_{s,i,n}$		Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
MUI/MUR TIP	f_{Rd} 0,88	$P_{s,e,n}$ 1286,20		1816,03	1826,79	2238,42	2251,35	0,00	0,00	
	f_{Rmin} 0,52	$P_{s,i,n}$ 1285,32		1285,32	1285,32	1285,32	1285,32	0,00	0,00	
CU1/ CUBIER'	f_{Rd} 0,90	$P_{s,e,n}$ 1310,01		1317,12	1480,28	1499,55	2077,97	2120,87	2257,18	
	f_{Rmin} 0,52	$P_{s,i,n}$ 917,43		922,58	929,45	938,03	1023,87	1024,73	1282,23	
S1/SUELO S/A	f_{Rd} 0,00	$P_{s,e,n}$ 0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	f_{Rmin} 0,52	$P_{s,i,n}$ 0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
...	f_{Rd} ...	$P_{s,e,n}$ ...		...	...	...	...	...	...
	f_{Rmin} ...	$P_{s,i,n}$ ...		...	...	...	...	...	...
...	f_{Rd} ...	$P_{s,e,n}$ ...		...	...	...	...	...	...
	f_{Rmin} ...	$P_{s,i,n}$ ...		...	...	...	...	...	...
...	f_{Rd} ...	$P_{s,e,n}$ ...		...	...	...	...	...	...
	f_{Rmin} ...	$P_{s,i,n}$ ...		...	...	...	...	...	...
...	f_{Rd} ...	$P_{s,e,n}$ ...		...	...	...	...	...	...
	f_{Rmin} ...	$P_{s,i,n}$ ...		...	...	...	...	...	...

5.1.4.4. Cálculos justificativos de calidad del aire.

Se considera necesario la ventilación de las estancias de la vivienda de 10 l/s por persona, 2 l/s para la eliminación de olores y 8 l/s por persona para la eliminación de anhídrido carbónico y otras sustancias contaminantes. Cumpliendo de esta forma las exigencias necesarias para viviendas y el CTE. Además en el cumplimiento de dicho CTE, se dispondrá un sistema de ventilación en la cocina de 50 l/s, que deberá ser un sistema independiente del resto de la vivienda. También en cumplimiento del CTE, se considera en cuartos de baño 15 l/s por local.

No obstante, la normativa actual HS3 del **CTE**, establece ventilaciones inferiores a la considerada. Así en dormitorios se considera 5 l/s por persona, en comedores 3 l/s por persona, en cuartos de baño 15 l/s por local, en cocinas de 2 a 8 l/s por m² además de incrementar en 50 l/s por local con sistema de ventilación independiente del resto de la vivienda.

5.1.5. Aplicación de la legislación en vigor.

5.1.5.1. Aplicación de la legislación respecto a iluminación.

La legislación española actual respecto a iluminación es Exigencia básica HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, dentro del documento básico de ahorro de energía “DB-HE AHORRO DE ENERGÍA” del CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

La aplicación de dicho documento, no corresponde al presente trabajo, dado que no incluye la aplicación a viviendas. No obstante, el automatismo de la luz artificial, es un buen método a tener en cuenta en el ahorro de energía.

5.1.5.2. Aplicación de la legislación respecto a acústica.

La legislación española actual respecto a acústica es el documento básico de protección contra el ruido “DB-HR PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO” del CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

No hemos contemplado la aplicación del documento, dado que no es de aplicación en las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.

5.1.5.3. Aplicación de la legislación respecto a las condiciones higrotérmicas.

La legislación española actual respecto a condiciones higrotérmicas es Exigencia básica HE 1. Limitación de demanda energética, dentro del documento básico de ahorro de energía "DB-HE AHORRO DE ENERGÍA" del CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

El método que se ha seguido para la aplicación ha sido el método simplificado, apto para reforma de viviendas.

5.1.5.4. Aplicación de la legislación respecto a la calidad del aire.

La legislación española actual respecto a la calidad del aire se establece en la sección HS 3 de Calidad del aire interior, dentro del documento básico de salubridad "DB-HS SALUBRIDAD" del CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

La aplicación de dicho documento, no corresponde al presente trabajo, dado que el documento menciona que esta sección se aplica, en los edificios de viviendas, al interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes. Se considera que forman parte de los aparcamientos y garajes las zonas de circulación de los vehículos. No obstante, se menciona que para locales de otros tipos la demostración de la conformidad con las exigencias básicas debe verificarse mediante un tratamiento específico adoptando criterios análogos a los que caracterizan las condiciones establecidas en esta sección.

5.1.5.5. Aplicación de la legislación respecto a la certificación energética.

La legislación española actual respecto a la certificación de eficiencia energética, se establece en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. No es de aplicación en el edificio analizado por no ser un edificio de nueva construcción.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.

6.1. CONCLUSIONES PERSONALES Y PROFESIONALES.

Dentro de mi saber diario profesional, como Arquitecta Técnica, tradicionalmente asumía, que las condiciones de confort de las viviendas, dentro de las cuales se encuentran las condiciones del ambiente luminoso, acústico, higrotérmico y condiciones vinculadas a la calidad del aire, eran obligados, necesarios y suficientes para cumplir con el objetivo para el que se diseñaban. Siempre, siguiendo las directrices establecidas por la normativa en vigor: Esta normativa se basaba únicamente en la aplicación de las normas básicas de la edificación NBE CA-88, “Condiciones Acústicas en los Edificios” y la NBE CT-79 “Condiciones Térmicas en los edificios de 1979”, junto al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) de 1998.

Como ya comentamos al principio del presente documento todas ellas tenían como único objeto, establecer las condiciones térmicas mínimas exigibles a los edificios en relación con el uso y actividad de sus ocupantes, ofreciendo a los ocupantes de los edificios el bienestar térmico y higiénico ausente en décadas anteriores, no dejando de lado el ahorro energético.

Tras el cambio legislativo y social de los últimos años, tales como la aprobación del Código Técnico de la Edificación, la crisis energética y la necesidad de caminar hacia la sostenibilidad del planeta, han hecho que vea insuficientes las medidas adoptadas hasta ahora respecto al confort de las viviendas y el ahorro energético, dentro del marco de mi profesión y dentro de mis valores personales.

El estudio de los criterios bioclimáticos aplicados en las viviendas tradicionales, pero olvidados en el siglo pasado, por la creencia de que los sistemas electromecánicos eran suficientes y que los combustibles fósiles no se acabarían nunca, sin duda aportan a mi formación como persona y profesional nuevas expectativas, que acompañan a la obligatoriedad de cumplir con la legislación en vigor.

Parece evidente que hoy en día es imprescindible ahorrar energía, caminando de esta forma hacia la sostenibilidad del planeta. En los últimos años ha sido necesario aprobar diversas legislaciones mundiales encaminadas a este fin. En el presente trabajo, hemos comprobado que un medio de ahorro es la realización de arquitectura bioclimática, sin obviar por otro lado los beneficios de la utilización de la energía solar activa, es decir, el uso de paneles solares y células fotovoltaicas.

No obstante, me ha gratificado comprobar, como en la legislación española, basada en el CTE, más concretamente en el Documento Básico de Ahorro de Energía, aunque de una forma más o menos encubierta, si se tienen en cuenta algunos criterios bioclimáticos, tales como orientaciones, zonificaciones, climatología, aprovechamiento de luz natural, etc.

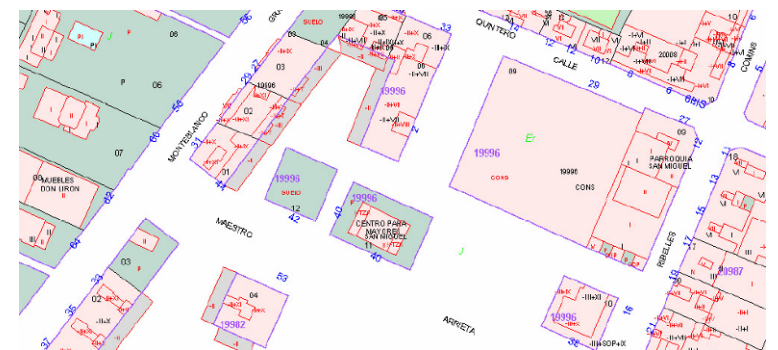
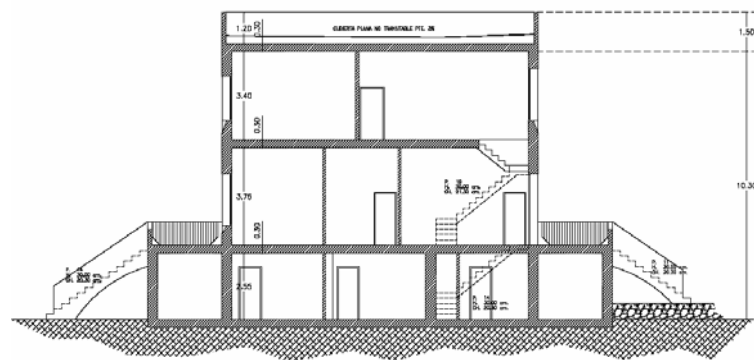
Por otra parte, el mayor conocimiento de las técnicas bioclimáticas, me ha hecho darme cuenta, de lo poco que son utilizadas, a veces por desconocimiento y otras por incrementar dificultades al desarrollo del diseño y ejecución de las construcciones. Es tan poca su utilización, que esto ha sido objeto de una tesis doctoral denominada: *“La formación mediambiental del arquitecto, Hacia un programa de docencia basado en la arquitectura y el medioambiente”*, desarrollada en la Escuela de Arquitectura de Barcelona, en el año 2005, por María López de Asiain Alberich

De una forma muy esquemática quiere plasmar la no utilización de las técnicas bioclimáticas en la reforma o rehabilitación de viviendas, incluso cuando están ya cumplían estos criterios bioclimáticos. Así, cuando se rehabilitó el conocido “maset blau” situado en Gran Vía Monteblanco, en Castellón, además de eliminar la vegetación que le rodeaba (pinos en la orientación norte y naranjos en la orientación sur), se cegaron ventanas al sur y se han plantado abetos en esta orientación. Impidiendo de esta forma el calentamiento pasivo por radiación en los meses de invierno. Afortunadamente, las aberturas en las caras este-oeste y sus protecciones se han conservado.



Fig. 99: Fotografías del "maset blau" en sus orígenes. (Fuente: Miguel Prades)

Fig. 100: Plano de situación del "maset blau".



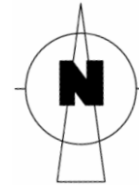


Fig. 101: Estado actual tras la rehabilitación del "maset blau".



Fig. 102: Levantamiento gráfico de las fachadas actuales del "maset blau".

6.2. CONCLUSIONES LEGISLATIVAS.

En este apartado hacemos un recorrido por la legislación actual y la anterior. Respecto a la legislación sobre aislamiento térmico, nos centramos en el actual Código Técnico, concretamente en el Documento Básico: Ahorro de Energía de 2007 y en la Norma Básica de la Edificación: Condiciones Térmicas en los edificios de 1979, aunque derogada, contiene aspectos revelantes del tema tratado, ausentes en la legislación en vigor.

Como comparación general de ambas leyes, podemos comentar, que así como en la NBE-CT-79, las exigencias se limitaban al coeficiente K_G de los edificios: coeficiente de conductividad térmica del edificio (suma de los coeficientes K de todos los elementos del edificio), exigiendo unos valores inferiores a los marcados por la norma. En el CTE-HE, la exigencia va más allá, limitando la demanda energética del edificio, está en función del clima de la localidad, la zonificación climática y la carga interna. Para el cálculo se tiene en cuenta la transmitancia térmica de las unidades de obra y el factor solar de huecos y lucernarios.

En ambas leyes se debe tener en cuenta, además, las condensaciones de cerramientos y particiones y la permeabilidad al aire de huecos.

Respecto a los materiales, que forman la envolvente térmica, según el CTE, se distinguen los productos para:

- Los muros y la parte ciega de las cubiertas.
- Los productos para los huecos y lucernarios.

Estableciendo que los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas se definen mediante las siguientes propiedades higrométricas:

- La conductividad térmica λ (W/mK).
- El factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ .

Aunque, en su caso, además se podrán definir las siguientes propiedades:

- La densidad ρ (kg/m³).
- El calor específico C_p (J/Kg.K).

El Código Técnico, dice que los valores de diseño de las propiedades citadas se obtendrán de valores declarados para cada producto, según marcado CE, o de Documentos Reconocidos para cada tipo de productos.

El Código Técnico, especifica, en todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001. En general y salvo justificación los valores de diseño serán los definidos para una temperatura de 10°C y 50% de humedad relativa.

Según la norma, los valores térmicos declarados, los aportan los fabricantes, a partir de cálculos estadísticos explicados en la norma UNE EN ISO 10 456:2001. Así mismo, dentro de la gama de polímeros aislantes térmicos, la norma menciona: poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano y espuma fenólica.

Lejos ha quedado el listado de los aislantes térmicos, con la expresión de su conductividad térmica, que aparecía en la NBE-CT 79, y que se ha utilizado hasta la actualidad, para el cálculo de la K_G de los edificios.

La certificación energética de edificios es un requisito legal que a partir de ahora tendrán que cumplir todos los edificios nuevos, y que en un futuro cercano afectará a los edificios existentes.

El decreto obliga a clasificar las nuevas construcciones con una etiqueta que informe a los compradores del grado de eficiencia del edificio. Se trata de que cada edificio disponga de una etiqueta con su calificación energética (de la A, que correspondería a los edificios más eficientes, a la G, los edificios menos eficientes) y en la que se incluya su consumo estimado de energía y las emisiones de CO₂ asociadas.

El objetivo de la certificación de edificios sería incentivar a los promotores a construir edificios más eficientes y animar a la rehabilitación de edificios para que consumieran menos energía. Una promoción con una calificación más eficiente tendría una mejor imagen, sumaría otro argumento para su venta.

Este decreto entró en vigor el 30 de abril de 2007, y es obligatoria su aplicación desde el pasado 1 de noviembre de 2007. En un futuro cercano, se espera la aprobación del decreto para la certificación de edificios ya construidos.

En poco más de dos años, hemos pasado a estar totalmente enrunados de legislación sobre el tema tratado en el presente trabajo, de ahorro y la eficiencia energética de los edificios. Esto consideramos, que independientemente de los plazos impuestos por la legislación, será necesario mucho más tiempo, para que la sociedad, las administraciones, los técnicos, los promotores, los constructores, los comerciales y los empresarios se sensibilicen y conozcan en profundidad todas las medidas impuestas por la legislación. A cambio, obtendremos una mejor calidad de vida, una sociedad más sostenible y más sana.

6.3. CONCLUSIÓN FINAL.

Personalmente, opino, que en un futuro cercano, cuando la legislación al respecto se apruebe, el mercado inmobiliario de primera y segunda mano se verá afectado por la calificación de las viviendas, al igual que ocurre actualmente con la calificación de los electrodomésticos. En esta situación, el comprador último tendrá la última palabra a la hora de exigir viviendas mejor calificadas energéticamente ya que esto le reportará un ahorro considerable en combustibles. Quizás sea entonces, cuando los agentes intervinientes en el mundo de la construcción: promotores, constructores, arquitectos, arquitectos técnicos e ingenieros opten como dijo Gaudí , en ser originales volviendo a los orígenes, utilizando criterios bioclimáticos.

CAPÍTULO 7: REFERENCIAS.

7.1. LIBROS.

- Cavanilles, A.J. Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del reyno de Valencia. Editor Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Castellón. 1991.
- Ernesto Puppo, Giorgio Alberto Puppo, Giancarlo Puppo. Sol y diseño. 1976. Editorial: Marcombo, S.A.
- F. Javier Neila González. Arquitectura Bioclimática, en un entorno sostenible. Marzo 2004. Editorial Munilla-Lería. Madrid.
- F. Javier Neila González. El soleamiento del edificio (I). El Sol y la radiación solar. 2000. Editorial: Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- F. Javier Neila González. El soleamiento del edificio (II). Métodos para el dimensionado de protecciones solares. 2002. Editorial: Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- F. Javier Neila González. Estrategias bioclimáticas para condiciones de verano I y II. 2001. Editorial: Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.
- Francisco Taberner Pastor y otros. Guía de Arquitectura de Valencia. Valencia 2007. Editor Colegio Arquitectos de Valencia. S. XIV-XVIII. La alquería.
- Jorge Doménech Roma. Cartas solares. Teoría de Sombras y soleamiento. Editorial: Escuela Universitaria Politécnica de Alicante.

- Joseph Benedito, Fernando López Bravo, José Manuel Melchor, José Manuel Llorens. La arquitectura tradicional em el médio rural castellanense. Castellón 2000. Editor Excmo. Ayuntamiento de Castellón.
- Manuel Martín Monroy. Manuel de diseño: ICARO. 2006. Edición: Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria.
- Miguel del Rey i altres autors. Alqueries. Paisatge i arquitectura en l'horta. 2002. Editorial: Consell Valencià de Cultura.
- O. H. Koenigsberger, T. G. Ingersoll, Alan Mayhew, S. V. Szokolay. Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales. 1977. Editorial: Paraninfo.
- Vicent Ortells Chabrera y Antonio Querol Gómez. II Jornadas de Geografía urbana : Recuperación de centros históricos, utopía, negocio o necesidad social ; La Geografía de la Percepción como instrumento de planeamiento urbano y ordenación ; Las fachadas urbanas, marítimas y fluviales. Alicante 1995. El Grau de Castelló: una fachada marítima urbana desconexa. pp. 457-466.
- Vicente Traver Tomas. Antigüedades de Castellón de la Plana. 2ª edición. Castellón 1982. Editor Excmo. Ayuntamiento de Castellón.

7.2. ARTÍCULOS DE REVISTAS.

- Agustí Hernández Dolç. Les alqueries de l'horta, uns vestigis senyorials en perill d'enderroc o ruina. Revista de difusió de la investigació de la Universitat de Valencia. ISSN 1133-3987, nº 35, 2002, p.30-35.
- Beatriz Hernández Cembellín. Certificación energética. El A,B,C...de los edificios. Técnica Industrial. 2008. 25-28.
- J. Monjo Carrió. La evolución de los sistemas constructivos en la edificación. Procedimientos para su industrialización. Informes de la Construcción. 2005, 57, 37-54.
- López Gómez, Antonio. Los "masets" de Castellón. Cuadernos de geografía, ISSN 0210-086X, nº 11,1972, p.1-6.
- Melchor Monleón. Recuperando la memoria: La simplicidad del equilibrio térmico. Vía Arquitectura 1999, nº 06.

7.3. LEGISLACIÓN.

- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE). BOE de 29 agosto 2007.
- REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HE Ahorro de energía» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE núm. 254, de 23 octubre 2007. Corrección de errores y erratas BOE 25-enero-2008.
- REAL DECRETO 2429/1979, de 6 de julio, Norma Básica de la Edificación NBE CT-79 “Condiciones térmicas de los edificios”. BOE 22 de octubre de 1979. DEROGADO POR EL CÓDIGO TÉCNICO.
- REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. BOE de 31 enero 2007.
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para baja tensión. BOE núm 224. 18 de septiembre de 2002.
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE). BOE núm 207. 29 agosto de 2007.

7.4. NORMAS.

- UNE EN ISO 10 456:2001. Materiales y productos para la edificación. Procedimientos para la determinación de los valores térmicos declarados y de diseño.

7.5. INFORMACIÓN INTERNET.

- Institut d'estudis catalans. <http://dcvb.iec.cat>. Fecha consultada:20/10/08.
- Portal de casas actuales. [.http://www.casasactuales.com](http://www.casasactuales.com). Fecha consultada: 3/10/08.
- PortalArquitecturahoy.com.<http://www.arquitecturahoy.com/videos-arquitectura/arquitectura-bioclimatica.html>.
- Real Academia Española. <http://www.rae.es/rae.html>. Fecha consultada:20/10/08.
- Youtube. <http://www.youtube.com>. Arquitectura bioclimática (Federico López Taetzel). Fecha consultada: 22/10/08.
- Casas confortables. <http://www.casasconfortables.net>. Fecha consultada:20/11/08.