



CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA ENVOLVENTE

4.1. LOS CERRAMIENTOS

La Fachada es la piel que recubre, protege y da privacidad a un edificio además de envolver y servir de protección ante los fenómenos climáticos (lluvia, nieve, calor, frío, vientos) y otros agentes para los cuales se emplean diferentes aislamientos o soluciones constructivas.

En nuestro edificio, la fachada está resuelta con ladrillo para revestir y, a continuación se verá la composición de la misma así como el cálculo de la transmitancia térmica.

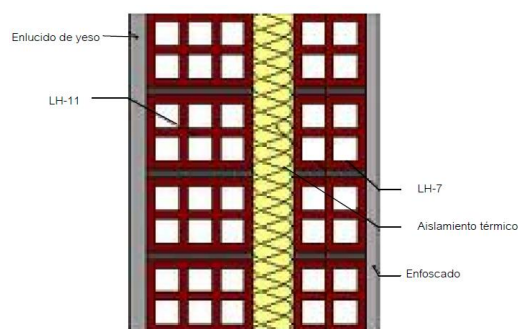


Fig. 36. Composición del cerramiento de la fachada.



Cálculo de la transmitancia térmica del cerramiento actual:

URSA **CÁLCULO COEFICIENTE TRANSMISIÓN TÉRMICA**
Metodo UNE EN 6946

DEFINIR TIPO

☒ FACHADA
☐ CUBIERTA
☐ SUELO
☐ BUHARDILLA MUY PERMEABLE AL AIRE (Tejas sin tablero ni film de estanqueidad)
☐ BUHARDILLA RELATIVAMENTE ESTANCA AL AIRE (Con tablero o lamina de estanqueidad)
☐ BUHARDILLA MUY ESTANCA AL AIRE (Con tablero y lamina de estanqueidad)

CAPAS EXTERIORES

	Espesor (m)	Lambda (W/m-K)	R.Termica	m ² K/W
1 MORTERO/De 1800 kg/m ³	0,02	0,9	0,02	
2 MORTERO/De 1800 kg/m ³	0,03	0,9	0,03	
3 FABRICA/Ladrillo hueco	0,07	0,49	0,14	
4 AISLANTE/Lana Roca LM-1 (>22 kg/m ³)	0,03	0,045	0,67	
5	0	0	0,00	
6	0	0	0,00	
7	0	0	0,00	
8	0	0	0,00	0,87

CAMARA DE AIRE

Sin camara

R.Termica 0,00

☒ NO Ventilada
☐ LIGERAMENTE ventilada
☐ MUY Ventilada

CAPAS INTERIORES

	Espesor (m)	Lambda (W/m-K)	R.Termica	m ² K/W
1 FABRICA/Ladrillo hueco	0,11	0,49	0,22	
2 YESO/Enyesados corrientes	0,015	0,35	0,04	
3	0	0	0,00	
4	0	0	0,00	
5	0	0	0,00	
6	0	0	0,00	
7	0	0	0,00	
8	0	0	0,00	0,27

RESULTADO

COEFICIENTE TRANSMISION TERMICA "U" 0,77 W/m²K

© Josep Sole

Fig. 37. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica 1

Obtenemos un coeficiente de transmisión térmica "U" de 0,77 W/m²K para las distintas capas del cerramiento. Claramente este es un resultado teórico. Para la realización correcta de dicho resultado se tendría que utilizar un medidor de transmitancia que calcula el valor de U utilizando la temperatura exterior, la temperatura interior y tres temperaturas del cerramiento (mediante sondas). El transmisor, vía bluetooth, envía señales al receptor y da el resultado de la transmitancia térmica. Este dispositivo tiene que estar midiendo un mínimo de 24 horas para que se pueda extrapolar resultado de la medición sea lo más cercana a la realidad.



4.1.1.LA FACHADA VENTILADA.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en el apartado anterior, las fichas de termografía, y la necesidad de mejorar el aislamiento térmico se opta por realizar una propuesta de fachada alternativa para el edificio objeto de estudio.

De todo lo anterior expuesto se puede decir que un edificio aislado reduce a una cuarta parte las transferencias de calor que se producen a través de él.

De entre las variantes de tipologías de fachada se hace la elección de una fachada ventilada por las ventajas que obtendríamos a nivel térmico. Hemos de tener en cuenta que esta tipología de fachada no es barata pero sí que se consigue una gran mejora de aislamiento térmico. En capítulos posteriores se analizará la repercusión económica de la instalación de la fachada ventilada y su amortización.

Los sistemas de fachada ventilada pueden ofrecer diferentes ventajas. En primer lugar, el efecto chimenea hace que el aire circule a lo largo de la cámara, contribuyendo a evitar la acumulación de calor y eliminando la humedad producida por la lluvia o la condensación. En segundo lugar, el revestimiento bloquea la radiación solar directa y proporciona un aislamiento continuo, reduciendo considerablemente el uso del aire acondicionado. En tercer lugar, estos resultados muestran una mejora del confort en las áreas ocupadas. Los residentes y los usuarios del edificio no solo tendrán a su disposición un espacio que requiere poco mantenimiento, sino que, además, por sus condiciones de reducción de la humedad y su confort, el edificio contribuye de una manera positiva a mejorar la calidad ambiental interior.

Por todo esto se elige un sistema clásico de fachada ventilada cuya composición y forma de colocación se detallan. Además se recalculará la transmitancia térmica para observar, de manera teórica, las mejoras obtenidas.

El nuevo cerramiento estará compuesto por una hoja exterior de sistema de fachada ventilada de 8 mm de espesor, de placa de resinas termoendurecibles para fachada ventilada, Meteon FR "TRESPA", de 2500x600x8 mm, acabado blanco, textura satinada, colocada con modulación horizontal mediante el sistema TS200 de fijación oculta mecanizada sobre una subestructura de aluminio con las siguientes características:



La cámara de aire entre el revestimiento exterior y el aislamiento o la construcción permite que el aire circule a través de las respectivas entradas y salidas de ventilación. Para que haya ventilación continua detrás de la placa se requiere que la cámara de aire entre el revestimiento exterior y el aislamiento o la construcción tenga una profundidad específica. La profundidad de la cámara de aire, así como el tamaño mínimo de las entradas y salidas de ventilación, deben satisfacer la normativa de construcción, los reglamentos y los certificados aplicables.

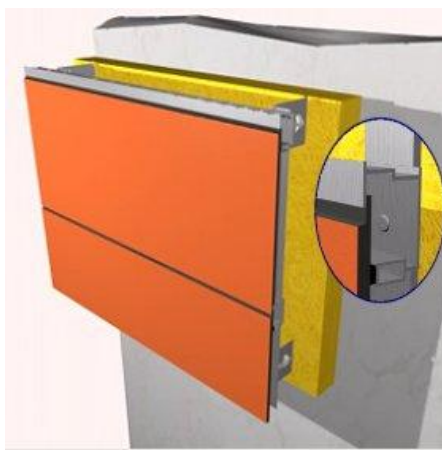


Fig. 38. Perspectiva del anclaje

En las fachadas ventiladas hay un espacio entre el revestimiento exterior y la construcción (un lugar ideal para la colocación de material de aislamiento). El aire fluye a través de la cámara eliminando de una manera natural la humedad producida por la lluvia y la condensación, por lo que el material de aislamiento se mantiene en buenas condiciones y sigue siendo eficaz por mucho tiempo.

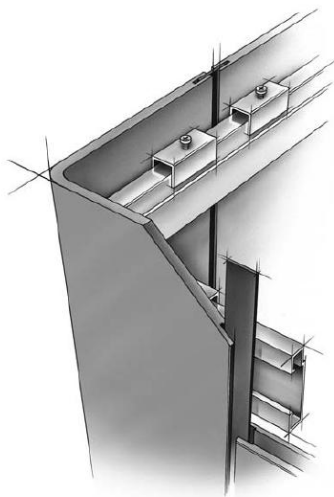


Fig. 39. Detalle del anclaje oculto



4.1.2. PUESTA EN OBRA

En primer lugar y después de haber realizado las demoliciones pertinentes se procederá a la colocación del aislamiento térmico. Se trata de un aislamiento térmico por el exterior en fachada ventilada formado por paneles rígidos de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, con una conductividad térmica de $0,036 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ y fijados mecánicamente con los andamios pertinentes. Estos paneles irán colocados directamente sobre la superficie del paramento. Se deberá tener en cuenta que la protección de la totalidad de la superficie será homogénea y que no existirán puentes térmicos.

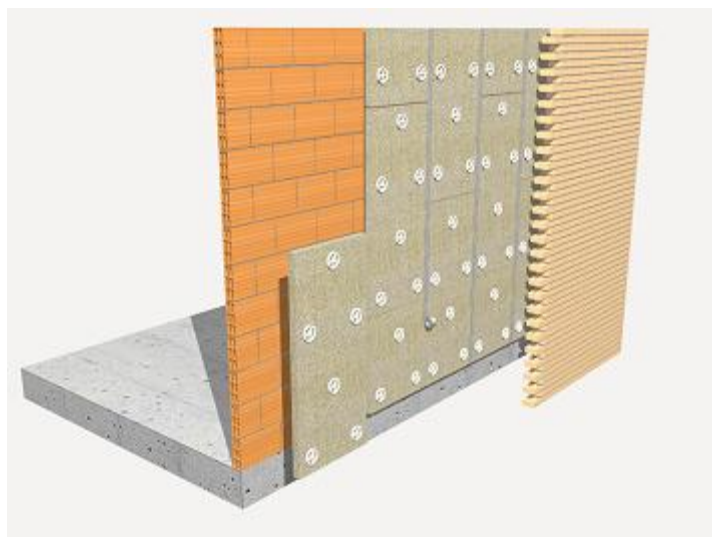


Fig 40. Detalle del aislamiento

Posteriormente se procederá a la colocación del sistema de fachada ventilada de la siguiente forma:

La subestructura debe quedar perfectamente alineada con el fin de garantizar que el sistema de cerramiento sea plano. Antes del montaje del sistema de placas, debe realizarse una prueba para asegurar la durabilidad, estabilidad y capacidad portante.

Las placas pueden fijarse de forma mecánica, quedando las abrazaderas ocultas y fijas en la placa mediante tornillos o casquillos de expansión. Las placas quedarán situadas en una subestructura metálica o de madera. Cada placa dispondrá de perfil horizontal superior de dos abrazaderas de regulación y una de fijación de placa. El resto de abrazaderas a los perfiles horizontales inferiores deberán colocarse algo más arriba para no obstaculizar la dilatación y contracción de la placa hacia abajo.

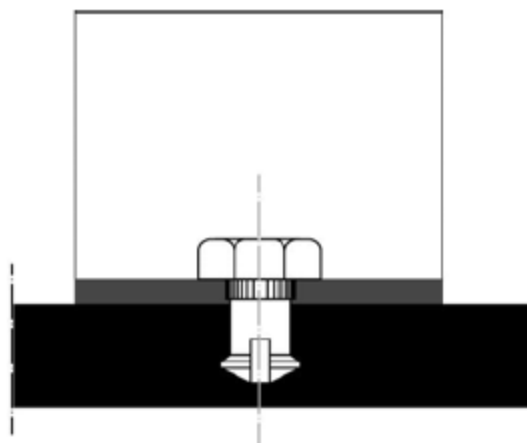


Fig. 41. Detalle de casquillo no expansivo

Los perfiles de aluminio para estructura portante vertical cumplirán la norma UNE 38.350-84 en lo que tiene que ver con su composición, tolerancias y características mecánicas.

El espesor mínimo de perfil de aluminio es 1,8 mm, la anchura mínima de perfil 40 mm y la distancia entre los perfiles verticales de eje a eje a determinar por el calculista, sin embargo, para placas de 8 mm de espesor será un máximo de 1,4 mm.

Una vez instalada toda la perfilería y antes de acoplar las placas, debe aplicarse un cordón de adhesivo estructural en el centro de la ranura en la parte inferior de la placa para evitar su desplazamiento.

Las placas se acoplan primero en el rastrel superior mediante deslizamiento y a continuación se deslizan hacia abajo sobre el rastrel inferior. A continuación se regulan en sentido horizontal. Después del montaje la distancia entre juntas verticales debe ser 10 mm y en el solape de 8 mm como mínimo.

Una vez explicado el proceso de puesta en obra, es conveniente ver los detalles constructivos propuestos que han sido extraídos de la propia marca del sistema.



4.1.3. DETALLES CONSTRUCTIVOS

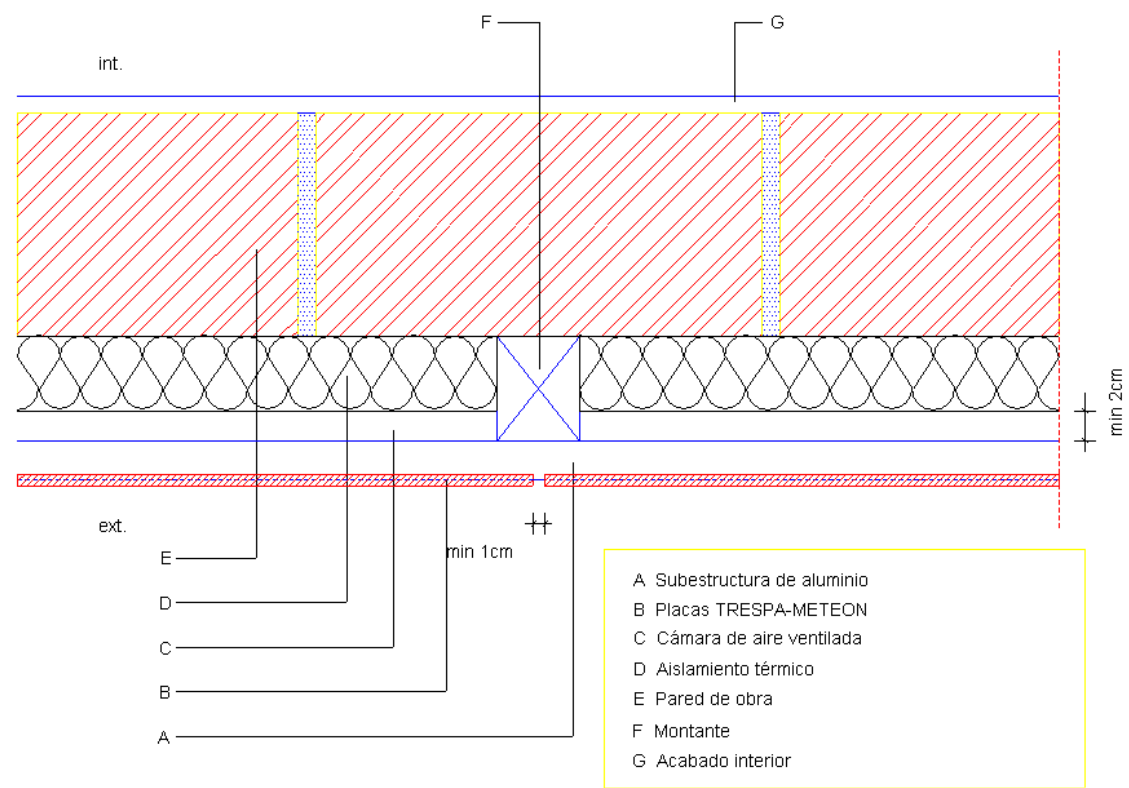


Fig. 42. Sección horizontal tipo

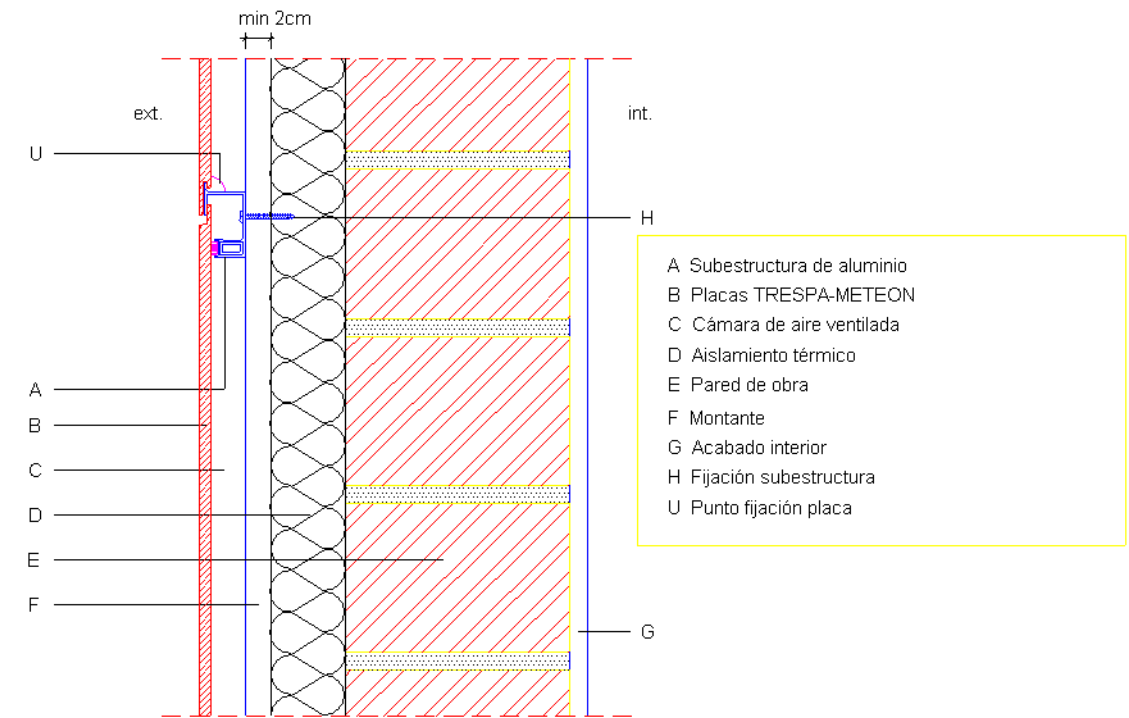


Fig. 43. Sección vertical tipo

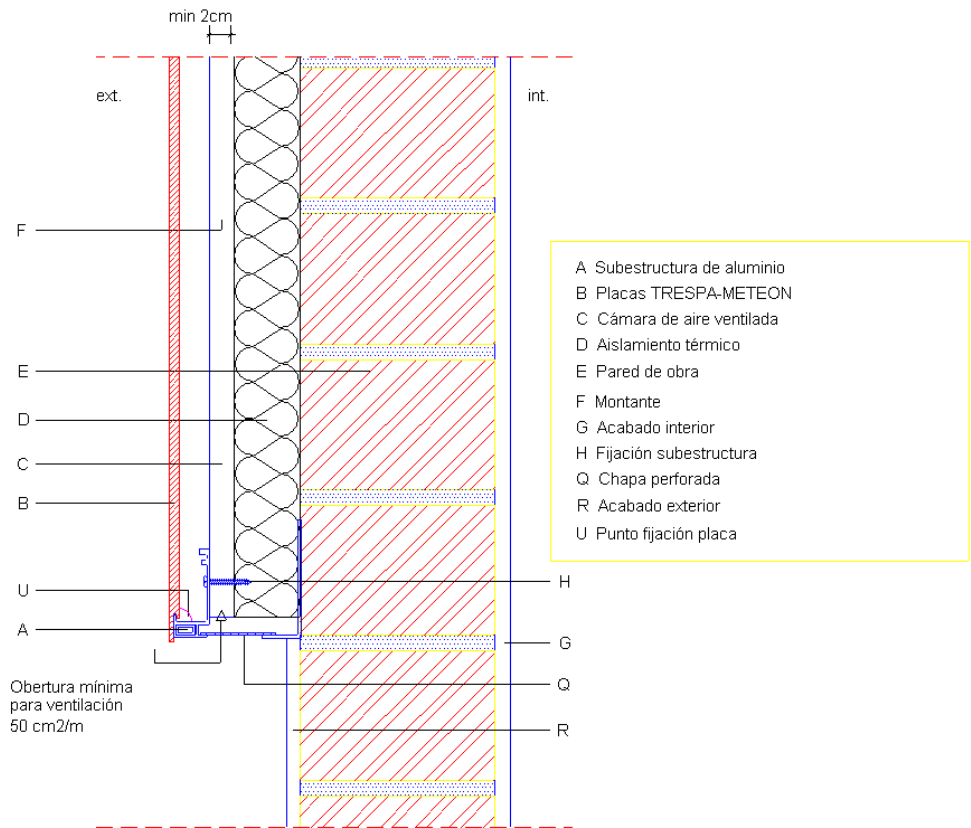


Fig. 44. Sección vertical: remate inferior

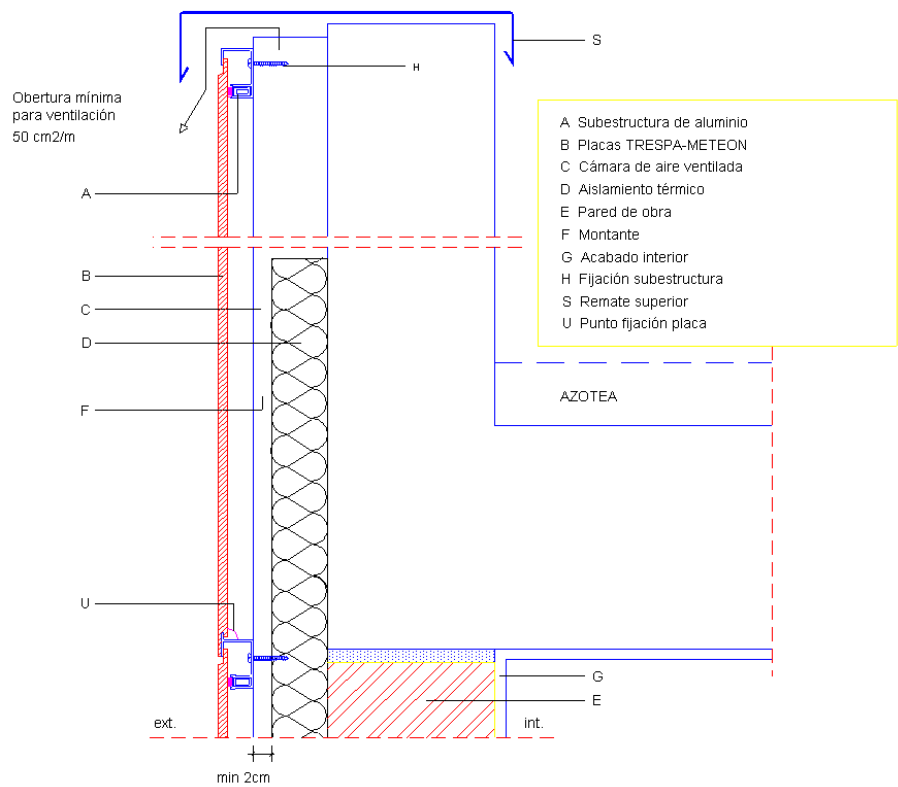


Fig. 45. Sección vertical: remate superior

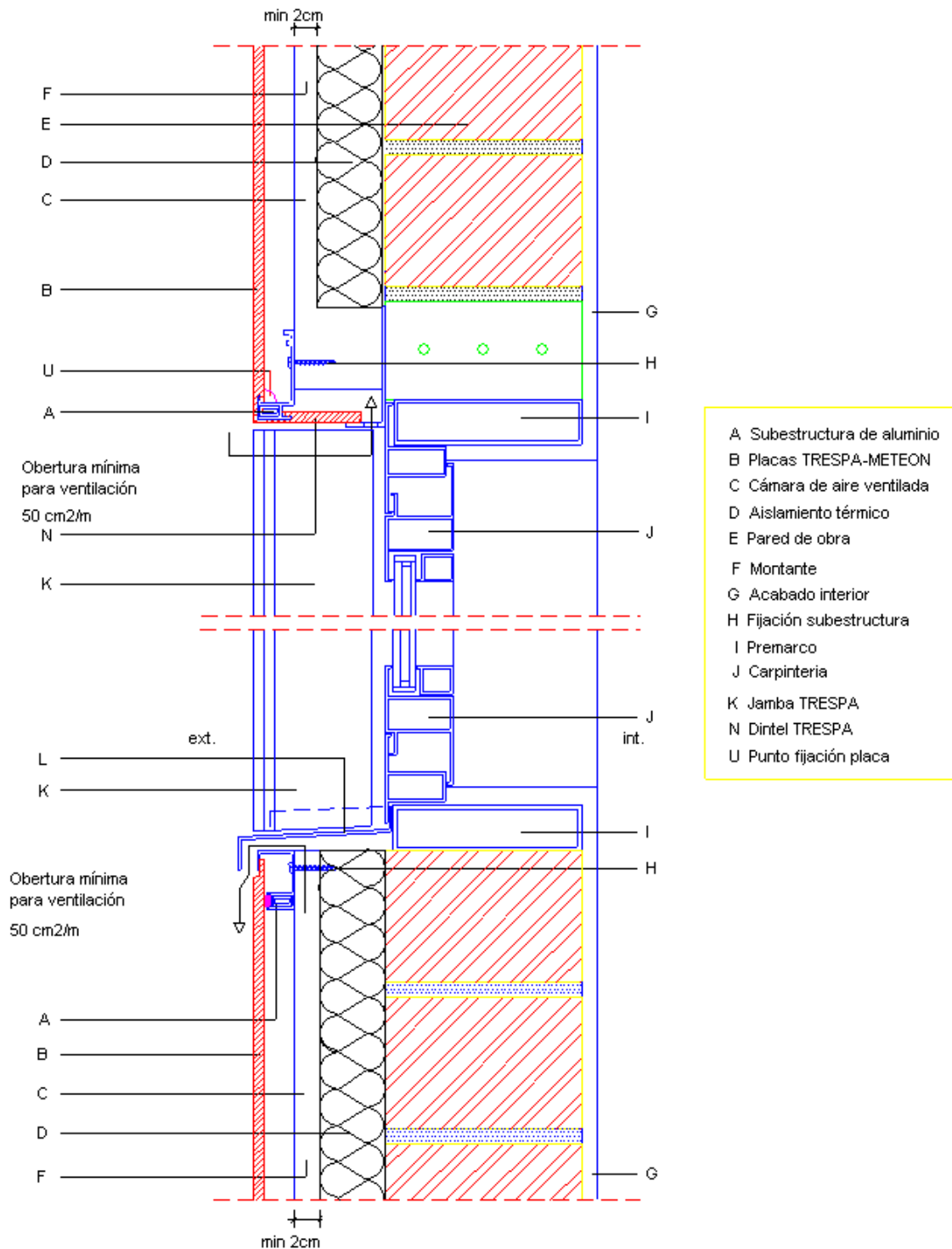


Fig. 46. Sección vertical por ventana

Se puede observar que la forma de colocación es relativamente sencilla en comparación con la ganancia de aislamiento térmico que se consigue.



Recalculamos la transmitancia térmica U de la nueva fachada.

URSA **CÁLCULO COEFICIENTE TRANSMISIÓN TÉRMICA**
Metodo UNE EN 6946

DEFINIR TIPO

☒ FACHADA
☐ CUBIERTA
☐ SUELO
☐ BUHARDILLA MUY PERMEABLE AL AIRE (Tejas sin tablero ni film de estanqueidad)
☐ BUHARDILLA RELATIVAMENTE ESTANCA AL AIRE (Con tablero o lamina de estanqueidad)
☐ BUHARDILLA MUY ESTANCA AL AIRE (Con tablero y lamina de estanqueidad)

CAPAS EXTERIORES

	Espesor (m)	Lambda (W/m·K)	R.Térmica	m²K/W
1 TABLERO COMPOSITE	0,008	0,3	0,03	
2 GAS/Aire	0,03	0,025	1,20	
3 AISLANTE/Lana Roca LM-4 (51-110 kg/m³)	0,03	0,036	0,83	
4 MORTERO/De 1800 kg/m³	0,02	0,9	0,02	
5 FABRICA/Ladrillo hueco	0,07	0,49	0,14	
6 AISLANTE/Lana Roca LM-1 (>22 kg/m³)	0,03	0,045	0,67	
7	0	0	0,00	
8	0	0	0,00	2,89

CAMARA DE AIRE

Sin cámara

R.Térmica: 0,00

☒ NO Ventilada
☐ LIGERAMENTE ventilada
☐ MUY Ventilada

CAPAS INTERIORES

	Espesor (m)	Lambda (W/m·K)	R.Térmica	m²K/W
1 FABRICA/Ladrillo hueco	0,11	0,49	0,22	
2 YESO/Enyesados corrientes	0,015	0,35	0,04	
3	0	0	0,00	
4	0	0	0,00	
5	0	0	0,00	
6	0	0	0,00	
7	0	0	0,00	
8	0	0	0,00	0,27

RESULTADO

COEFICIENTE TRANSMISION TERMICA "U" **0,30** **W/m²K**

© Josep Solé

Fig. 47. Cálculo del coeficiente de transmisión térmica del nuevo cerramiento.

Se ha conseguido reducir la transmitancia térmica de 0,77 a 0,3 W/m²K lo que supone un 60 % menos de transmitancia térmica. Esto supone un ahorro muy importante pero hay que tener en cuenta la resolución de los puentes térmicos y, sobretudo, la elección de los huecos de fachada. En el siguiente apartado se hará hincapié en lo que a huecos, carpinterías y marcos se refiere para completar la totalidad del cerramiento.



4.2.LOS HUECOS EN FACHADA

En este apartado se va a tratar sobre los huecos de fachada, algo que es muy importante para el ahorro energético y para la iluminación. Se hará la elección de una carpintería con rotura de puente térmico además de elegir cristales de baja emisividad. Se va a diferenciar el tratamiento por fachadas. En los huecos de fachada recayentes a orientación norte, aumentar el tamaño de los mismos para tener una incidencia solar mayor. En los huecos recayentes a orientación sur se van a dejar los huecos de las mismas dimensiones pero se hará hincapié en la protección solar ya que en esta orientación es donde más radiación solar se produce.

4.2.1. Carpintería y solución a los puentes térmicos.

Para el edificio objeto de estudio se va a utilizar una carpintería de aluminio. El aluminio es un metal ligero, blando pero resistente, Su densidad es aproximadamente un tercio de la del acero. Es muy adecuado para el mecanizado Debido a su elevado potencial reductor se forma una fina capa superficial de óxido de aluminio (Alúmina Al_2O_3) impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación proporcionándole resistencia a la corrosión y durabilidad.

La elevada conductividad térmica del aluminio supone una desventaja para los elementos de construcción como puertas o ventanas ya que a través del aluminio se transmite la temperatura exterior al interior.

Para solucionar este problema se recurre a la técnica de la rotura de puente térmico que consiste en colocar un material aislante (normalmente una poliamida) entre el marco exterior y el interior.

Con esto se consigue una mejora a la hora de reducir las pérdidas de temperatura y la eliminación de condensaciones si la carpintería va acompañada de vidrios con cámara de aire.

A continuación se va a describir la tipología de carpintería que se va a utilizar, que ya se sabe que va a ser de aluminio, pero el mercado es muy amplio y se hará la elección de una con las características óptimas.



CARACTERÍSTICAS DE LAS CARPINTERÍAS:

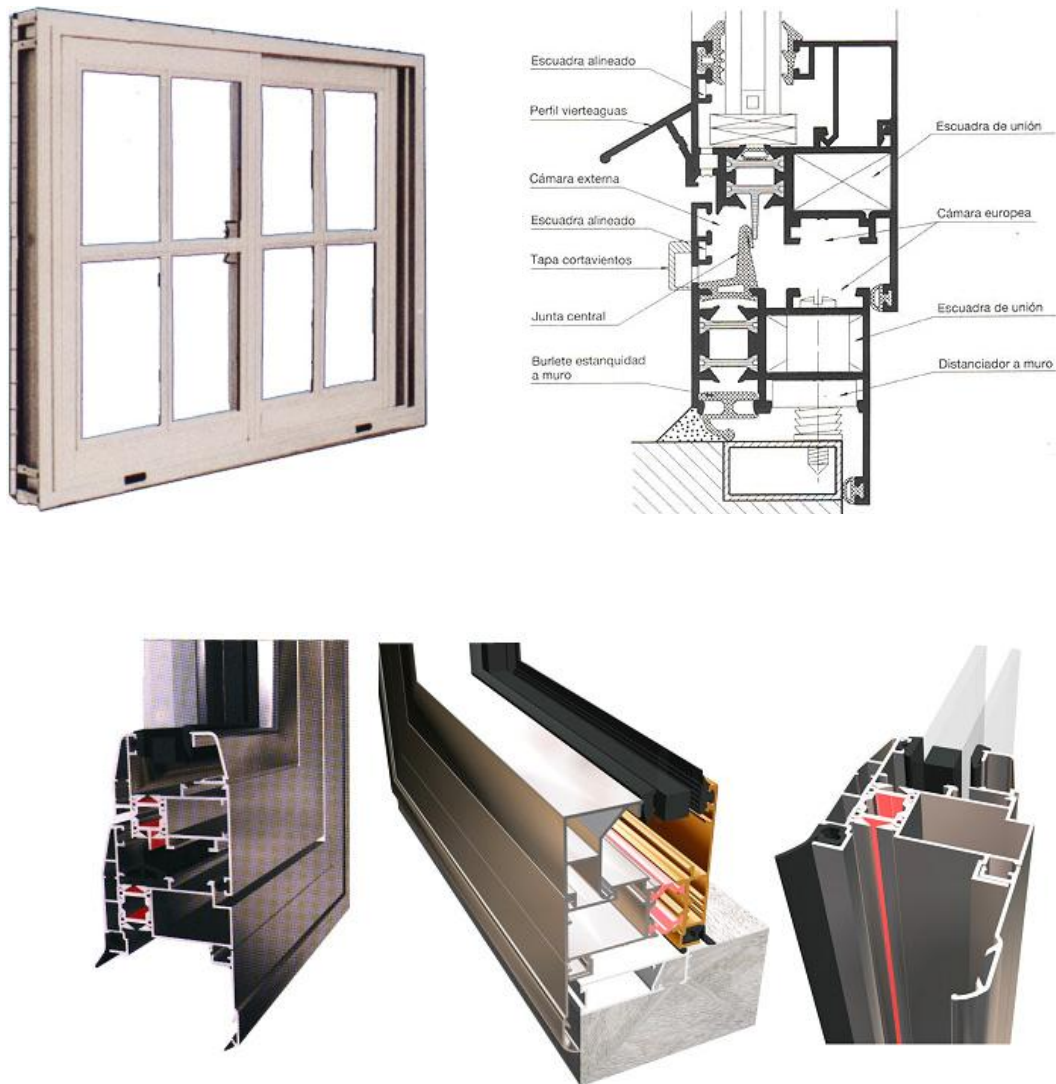


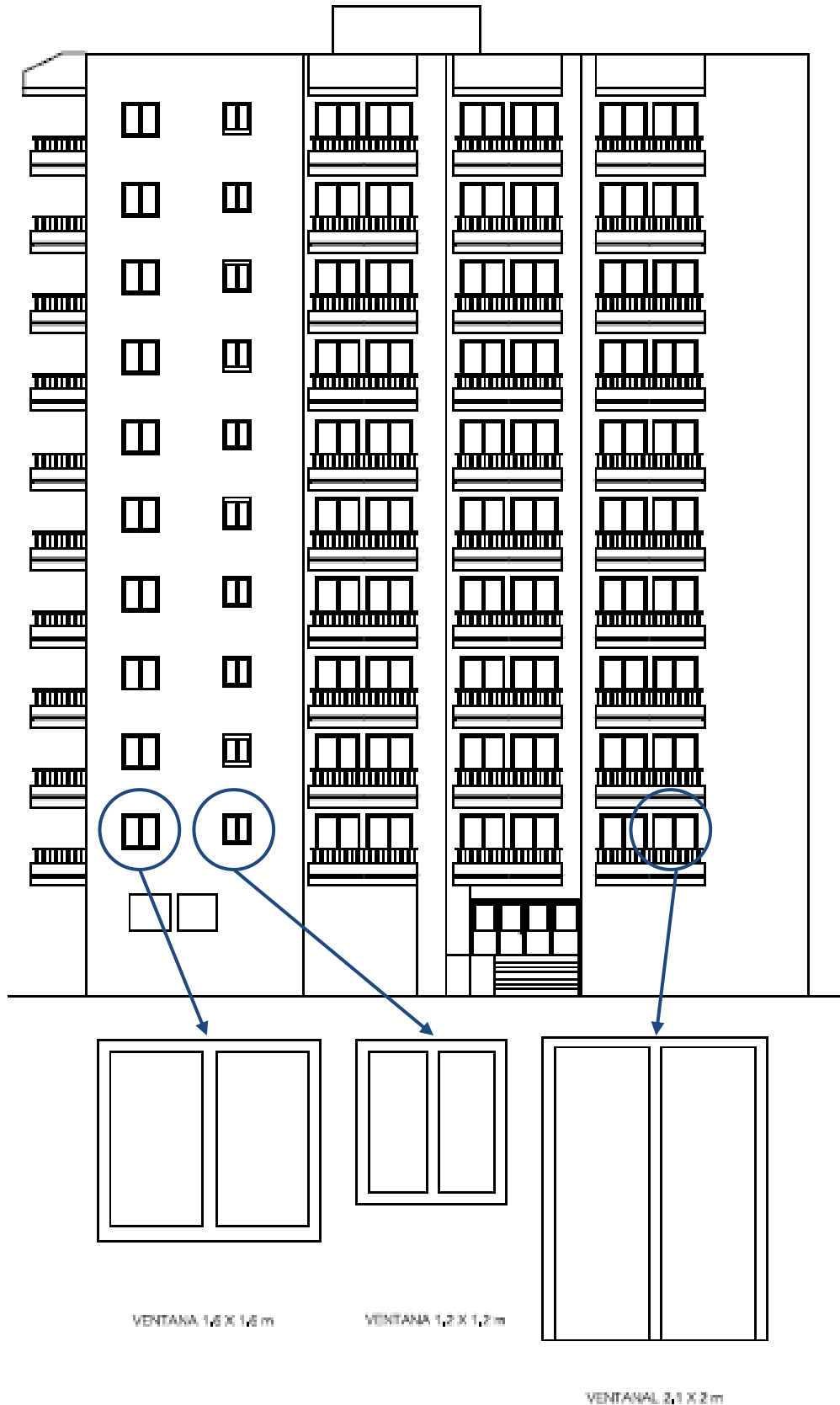
Fig. 48. Detalles y perspectivas de la carpintería de aluminio con rotura de puente térmico.

Las carpinterías son de aluminio acabado en blanco, anodizado natural con rotura de puente térmico de dimensiones variables que a continuación pasaremos a ver, además del número de unidades de cada tipo.



HUECOS A NORTE:

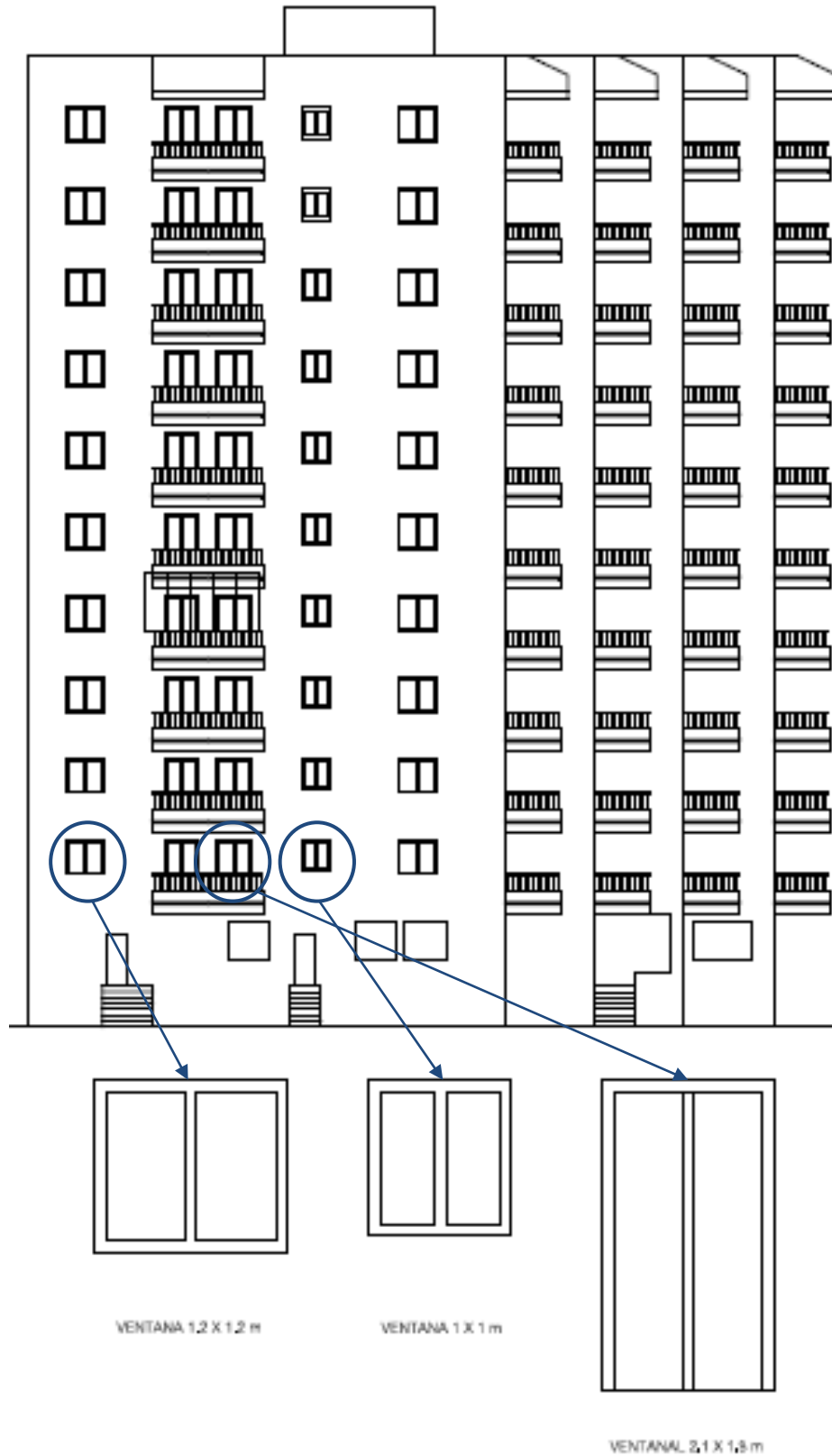
Los ventanales serán de aluminio con rotura de puente térmico. La principal característica es que estos serán de mayor tamaño que los existentes.





HUECOS A SUR:

Las dimensiones de las ventanas permanecen iguales solo que se incidirá en la protección solar.





RESTO DE HUECOS (A ESTE Y A OESTE):

Las dimensiones de los huecos permanecerán iguales y el control solar será normal con persianas de lamas de PVC.

UNIDADES DE CARPINTERÍA

FACHADA NORTE:

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana de aluminio, corredera simple, de 120x120 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

12 UNIDADES.

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana de aluminio, corredera simple, de 100x100 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

10 UNIDADES.

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 200x210 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

60 UNIDADES.

FACHADA SUR:

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana de aluminio, corredera simple, de 100x100 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado



(monoblock), persiana de lamas de aluminio extrusionado autoblocante, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

10 UNIDADES.

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana de aluminio, corredera simple, de 120x120 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

20 UNIDADES.

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 180x210 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

20 UNIDADES.

FACHADA ESTE:

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de puerta de aluminio, corredera simple, de 180x210 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

80 UNIDADES.

FACHADA OESTE:

-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana de aluminio, corredera simple, de 100x100 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

10 UNIDADES.



-Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana de aluminio, corredera simple, de 120x120 cm, serie alta, formada por dos hojas, con perfilera provista de rotura de puente térmico y con premarco. Compacto incorporado (monoblock), persiana de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.

12 UNIDADES.

Tabla 7. Número de unidades de carpintería por dimensiones.

	Dimensiones (cm)			
Fachada	120x120	100x100	200x210	180x210
Norte	12	10	60	--
Sur	20	10	--	20
Este	--	--	--	80
Oeste	12	10	--	--
Totales	44	30	60	100

Hay que destacar que para el siguiente apartado se hará un presupuesto de las unidades de carpintería. Este es un trabajo teórico y las soluciones propuestas anteriores relativas a aumento del tamaño de huecos y el cambio de todas las carpinterías del edificio se ajustan más a obras de nueva planta. Dicho esto, para la propuesta y sobretodo para el presupuesto solo se van a tener en cuenta los huecos orientados a su ya que de la otra forma resultaría inviable.



4.2.1. Los vidrios

En este capítulo se van a tratar las condiciones óptimas que deben tener los vidrios para una mejora de la eficiencia energética. Los vidrios irán junto a las carpinterías y serán dobles y de baja emisividad.

Se denomina **Vidrio Doble** o *con cámara* al vidrio formado por dos o más lunas pulidas soldadas entre sí por una junta metálica. A través de este sistema se obtiene una cámara estanca de aire filtrado y deshidratado, muy ventajoso para la aislación térmica y acústica.

La cámara de aire reduce la transferencia de calor entre interior y exterior mientras que una correcta selección de vidrios permite no sólo reducir el ingreso de energía solar radiante sino reducir significativamente el ingreso de ruidos.

El Vidrio de Baja Emisividad, *Vidrio de Baja Irradiación* o *Low E* es un vidrio desarrollado para reducir las pérdidas de calor desde el interior.

Está recomendado para zonas frías en las que es necesario aprovechar al máximo el calor generado en el interior, así como el que proviene del sol exterior y obtener el máximo aprovechamiento de la luz natural.

Se emplea exclusivamente como vidrio interior de unidades de Doble Vidrio Hermético, mejorando en un 35% su capacidad de aislamiento térmico.

Además contribuye a disminuir la carga que, por radiación solar, ingresa a través del Doble Vidrio Hermético.

El valor K de transmisión térmica para unidades con una cámara de aire de 12 mm de ancho con vidrio normal es de 2.8 W/m²K y con Vidrio de Baja Emisividad el K=1.8 W/m²K.

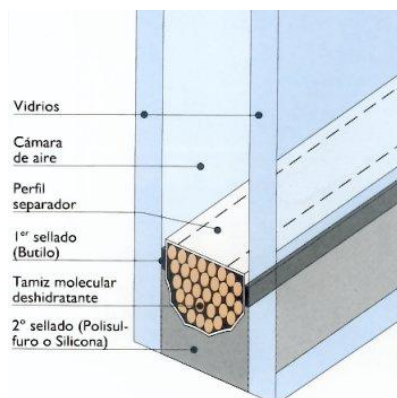


Fig.49 . Detalle de vidrio laminado.



El proceso a seguir para la sustitución del vidrio existente será la rehabilitación energética de cerramientos de huecos de fachada, mediante el desmontaje del acristalamiento existente en la carpintería exterior, formado por luna de vidrio simple de 4 mm de espesor, fijado sobre carpintería existente y la sustitución por doble acristalamiento Solar Lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", conjunto formado por vidrio exterior Templa.Lite Solar.Lite Azul de 6 mm, cámara de gas deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 10 mm, rellena de gas argón y vidrio interior de baja emisividad térmica LOW.S de 4 mm de espesor, de 20 mm de espesor total, con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte.

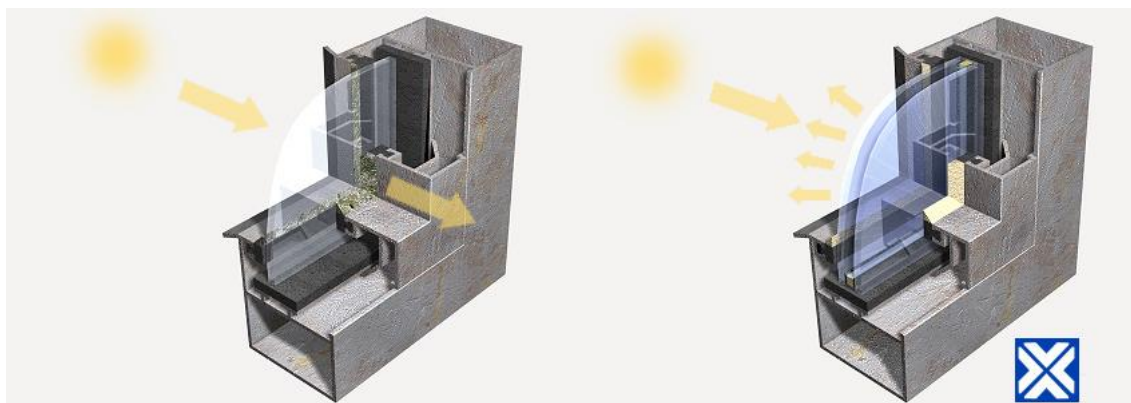


Fig.50 . Perspectiva en sección del vidrio

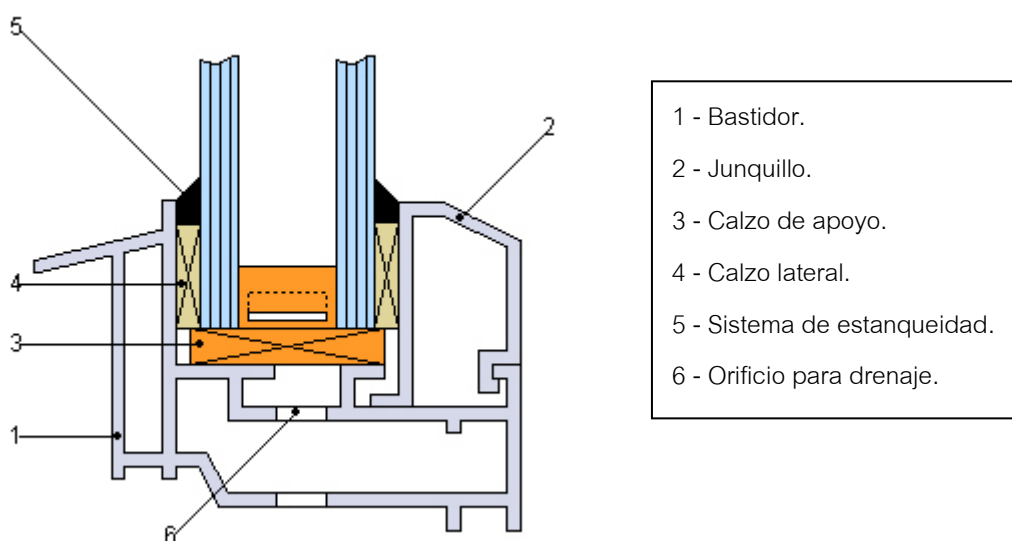


Fig.51. Sección tipo del vidrio doble



Tal y como se indica en el DB HE-1 del CTE, tanto los vidrios como los marcos deben superar los valores, por separado, que aparecen en la tabla 2.1 de dicho documento:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica					
U en W/m ² K					
Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, 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	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	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

Tabla 8. Transmitancia térmica de los acristalamientos calculada por la empresa Alucan.

(ACRISTALAMIENTO COMÚN / ACRISTALAMIENTO DE BAJA EMISIVIDAD)

SISTEMA ALUCAN	Tamaño del hueco. (m×m)	Trans. Térmica del cristal (W/m ² K).U _{H,v}		Fracción del hueco ocupado por el marco. <i>FM</i>	Trans. Térmica del hueco. (W/m ² K).U _H	
		Cristal común	Cristal Revestido		Cristal común	Cristal Revestido
AL-27	1,0×1,0	3.3	2.5	≤36.5	4.2	3.7
AL-28	1,2×1,2			≤30.1	4.0	3.5
AL-B2	1,4×1,4			≤26.9	3.9	3.4
AL-15						
AL-14	1,4×1,4	3.1	2.5	≤31.6	3.9	3.5

Estos datos han sido obtenidos del catálogo de transmitancias térmicas de la empresa ALUCAN la cual ha realizado un estudio sobre sus productos. Es esta la forma idónea de calcular las transmitancias ya que no resulta factible realizar los cálculos manualmente.



4.3. LA AZOTEA AJARDINADA

Para mejorar la eficiencia energética de nuestro edificio se propone también la realización de una cubierta ajardinada, cubierta vegetal o techo verde, es una cubierta en la que se añade, de forma parcial o total, sustrato y plantas en su parte superior. De manera que se desarrolle con garantías la vegetación y que permanezca estable sobre la cubierta.

Destacan por su carácter sostenible y por las múltiples ventajas económicas y medioambientales que generan, combinando conceptos como:

- Naturaleza.
- Eficiencia energética.
- Impermeabilización.
- Ahorro hídrico y energía solar

Se puede aplicar tanto en cubiertas planas como en cubiertas inclinadas. Por lo general, se instalan en techos con pendiente relativamente baja, es decir, del 2%.

Inclusive, es posible con pendiente cero, utilizando perlita, (un material de origen volcánico que posee una muy elevada capacidad de absorber agua), para resolver los potenciales problemas del estancamiento del agua sobre la losa.

Independientemente de los distintos tipos de cubiertas ajardinadas y de la naturaleza de sus materiales, se consideran imprescindibles las siguientes capas:

- Capa de vegetación
- Medio de crecimiento, sustrato o tierra vegetal
- Capa de filtrado
- Sistema de drenaje y retenedor
- Aislamiento (en caso necesario)
- Membrana impermeable anti-raíz

4.3.1. Clasificación

Los techos verdes, en su mayoría, podemos clasificarlos en dos tipos, atendiendo al espesor del sustrato, el peso, el tipo de vegetación que va a desarrollarse y el mantenimiento al que deberá estar sometida. Atendiendo a estos parámetros podemos clasificarlas como Extensivas o Intensivas.



Las cubiertas extensivas están construidas con una capa mínima de sustrato (entre 5 y 15 cm), lo que permite su instalación en, prácticamente, cualquier techo sin cambios o con mínimos refuerzos en la estructura para soporte de peso adicional. Este sustrato estará cubierto con plantas de pequeño tamaño y sin un gran desarrollo de las raíces. Estas plantas deben estar especialmente seleccionadas, ser autóctonas de la zona donde se van a utilizar, con abastecimiento natural autónomo de agua y de sustancias nutritivas.

El mantenimiento es mínimo o nulo, una vez instaladas y consolidadas las especies vegetales elegidas, no suelen ser sometidas al uso de riegos, ni a tratamientos con plaguicidas y fertilizantes, ni se realizan en ellas cuidados de tipo manual o mecánico.

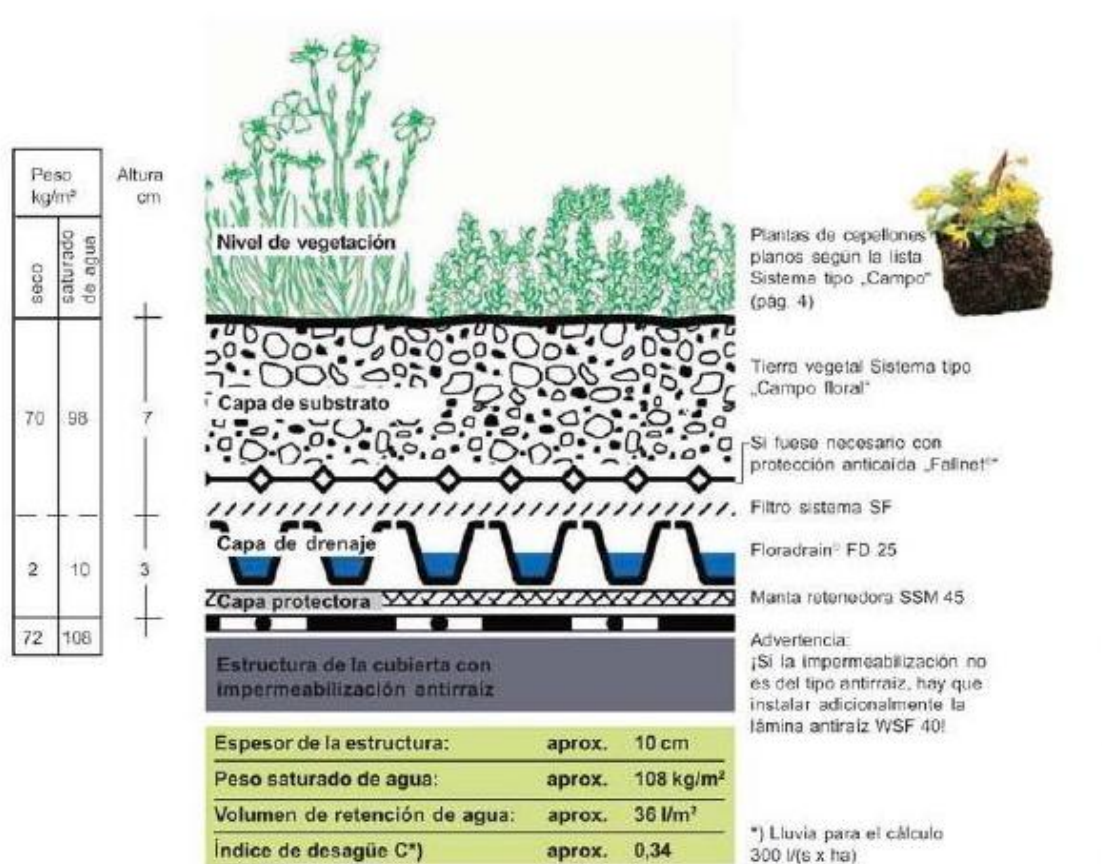


Fig. 52. Cubierta ajardinada extensiva



La Cubierta Ajardinada Intensiva, también llamada en ocasiones cubierta Jardín, tiene un sustrato de mayor espesor que la Extensiva. La capa tendrá un espesor medio de entre 20 y 50 cm, permitiendo así el cultivo de una amplia gama de arbustos e incluso 2 metros para árboles de mayores dimensiones.

Esto se transforma en un sobrecoste estructural por soportar la carga del sustrato, que en este caso tiene mucho mayor espesor, por lo tanto mayor peso. La carga de una cubierta de este tipo podría alcanzar fácilmente entre los 700 y los 1200 Kg/m² (dependiendo del sustrato y el cultivo), lo que conllevará a un dimensionado generoso y caro de la estructura.

Pueden ser utilizados como jardines reales, ya que son más pesados, costosos y demandan mayor mantenimiento del estrato vegetal. Suelen requerir un cuidado continuo y posiblemente de un sistema de riego, podas, abonos, etc., aunque esto dependerá de las plantas seleccionadas.

Cabe destacar que los estratos que componen ambos sistemas son los mismos, difieren únicamente en el espesor medio del sustrato y del tipo de cultivo adecuado para cada uno.

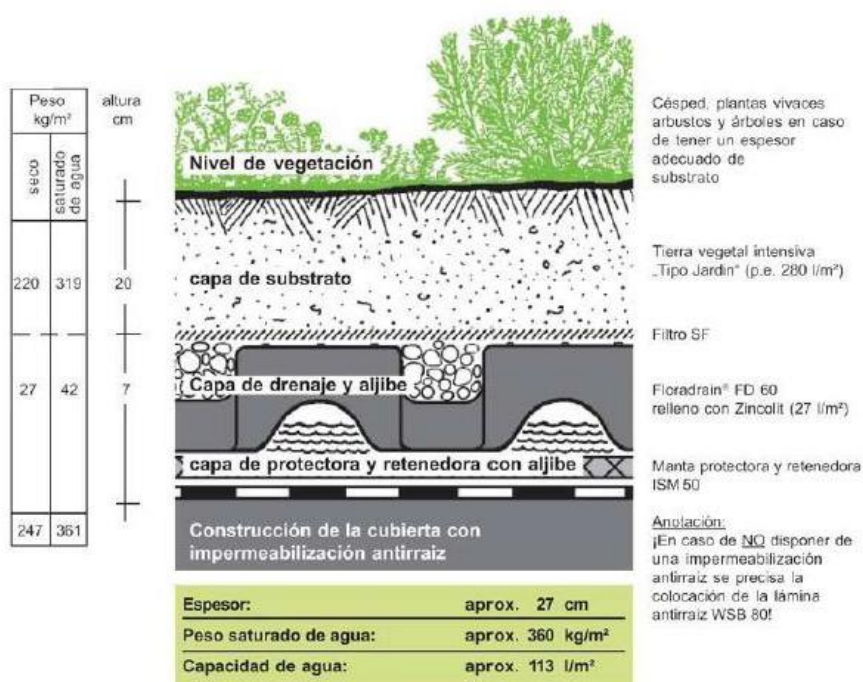


Fig. 53. Cubierta ajardinada intensiva.



CUBIERTA AJARDINADA	ESPESOR CAPA SUSTRATO	TIPO CUBIERTA	TIPO VEGETACIÓN	MANTENIMIENTO
EXTENSIVA	5-15 cm	Cubierta plana o inclinada No transitable	De pequeño tamaño y a ser posible autóctonas	Prácticamente nulo
INTENSIVA	20-50 cm	Cubierta plana transitable	Cualquiera	Riego, abono, poda...

Fig. 54. Comparación de los dos tipos de cubierta.

	CUBIERTA AJARDINADA EXTENSIVA	CUBIERTA AJARDINADA INTENSIVA
VENTAJAS	- Economía y rapidez de ejecución - Menor peso - Adaptable para grandes superficies - Construible en pendientes entre 0º y 30º - Bajo mantenimiento - Larga vida útil - Sin necesidad de riego (generalmente) - La vegetación puede ser espontánea - Apariencia natural	- Transitable y uso recreativo - Más atractivas visualmente - Buenas propiedades como aislamiento - Muy eficientes para la retención de lluvia - Gran variedad para el cultivo de planta e incluso árboles
DESVENTAJAS	- No transitable - Uso restringido de variedad de plantas - Poco atractivas en invierno - Menor retención de lluvia	- Necesidad de soporte estructural más resistente - Riego y mantenimiento continuo y más costoso - Construcción más compleja - Mayor coste de instalación y cuidados

Fig. 55. Ventajas y desventajas de ambos tipos de cubiertas.

4.3.2. Capas que conforman la cubierta

La utilización de **aislantes térmicos** en la edificación se debe a la necesidad fundamental de cumplir con tres funciones:

Mejorar la calidad de vida en la vivienda, mejorando el confort térmico, economizar energía durante la vida útil del edificio y suprimir los fenómenos de condensación y con ello evitar humedades.

La presencia de aislamiento en los techos verdes dependerá de las características de cada zona climática, principalmente por normativa, que exige un coeficiente mínimo de transmitancia térmica según la zona en que nos encontremos.

En caso de ser necesario se instalará una capa de material aislante, del espesor que nos determine el cálculo.



Puede ser instalada tanto encima como debajo de la membrana impermeabilizante, pero preferiblemente se instalará debajo para evitar posibles condensaciones.

En cuanto a la **lámina impermeabilizante** existen diversos tipos de sistemas. Las láminas más utilizadas son las de betún modificado y las láminas sintéticas de PVC. Hay que tener en cuenta que en el caso de las cubiertas ajardinadas, tendremos que considerar que la membrana sea resistente a las raíces y a microorganismos, por lo que se utilizará una lámina impermeable antipunzonante. En el caso de que la membrana impermeable no fuera resistente a las raíces, tendríamos que colocar una capa auxiliar que la protegiera, la solución más sencilla es colocar sobre ella una fina lámina de polietileno.

La **capa de drenaje** tiene como cometido, tanto dirigir el agua excedente, como, hasta cierto grado, almacenar agua.

Se deberá disponer encima de la lámina impermeabilizante a modo de drenaje y protección mecánica de la membrana, asegurando su funcionalidad incluso en condiciones de lluvia continuada e intensa proliferación de raíces. Para ello se utiliza un geocompuesto drenante formado por una lámina alveolar de polietileno de alta densidad pegada a un geotextil no tejido termosoldado, formando los alvéolos una cámara entre el geocompuesto y la membrana impermeabilizante a través de la cual circula el aire y el vapor de agua.

Para evitar que la capa de drenaje se obture, se coloca entre esta capa y el sustrato una capa que sirve de **filtro**. Su principal función es la de retener las partículas finas del sustrato que son arrastradas por la lluvia, y que con el paso del tiempo llenarían la capa de drenaje empeorando su funcionamiento.

Para ello se utiliza una capa separadora de geotextil no tejido termosoldado de filamento continuo de polipropileno de 125 g/m², colocado sobre la totalidad de la capa drenante con un solapo sobre la lámina adyacente de 10-20 cm, y levantándose en el borde de la cubierta un mínimo de 10 cm por encima de la superficie del sustrato.

También podrían usarse las compuestas por fibra de vidrio, pero la experiencia nos recomienda no usarlos, ya que son atacados por el agua.

A la capa de soporte de la vegetación, donde se produce el trabajo de las raíces, se le llama **sustrato**. El sustrato de cultivo que se utiliza en cubiertas ajardinadas es diferente a la tierra natural. Para fabricar estos medios donde las plantas van a crecer, cada vez se



vienen utilizando más, materiales residuales que se obtienen de diferentes actividades industriales. Los obtenidos por medio de la combinación de estos materiales y otros, son los llamados sustratos artificiales. Como el objetivo es conseguir un sustrato de poco espesor donde se desarrollen y sobrevivan las especies vegetales, éste debe cumplir con un buen equilibrio entre nutrientes, porosidad de los materiales, permeabilidad al vapor y la acidez, y las variaciones de estas características darán lugar a diferentes sustratos, y que condicionarán el crecimiento de las plantas.

La capa superior de la cubierta es la formada por la **vegetación** que se desarrolla. A la hora de seleccionar las especies que se instalarán hay que tener en cuenta, diferentes factores, sobre todo: espesor del sustrato y su efectividad de almacenaje de agua inclinación del techo (cuanto más empinado es el techo, mayor tiene que ser su efectividad de almacenaje de agua) exposición al viento (hace que aumente la evaporación) orientación (los techos que están inclinados hacia el sol se secan más rápido) sombra cuantía de precipitaciones (tener en cuenta los sectores donde la lluvia no llega)

Con toda la información y las características de cada tipo de azotea ajardinada no cabe duda que, para una supuesta rehabilitación, no conviene sobrecargar la estructura por lo que, automáticamente, se descarta la opción de disponer una cubierta ajardinada intensiva. Como hemos visto en el apartado anterior, ésta cubierta se caracteriza por su elevado peso propio.

Para la realización de nuestra cubierta se opta por la cubierta extensiva, ya que requiere un menor peso propio.

A continuación se realizará el presupuesto de todas las unidades de obra que se han expuesto hasta ahora.