# 3. Tipos de cubiertas

## 3.1 Elementos que conforman el sistema estructural

Los elementos que conforman el sistema estructural son las siguientes:

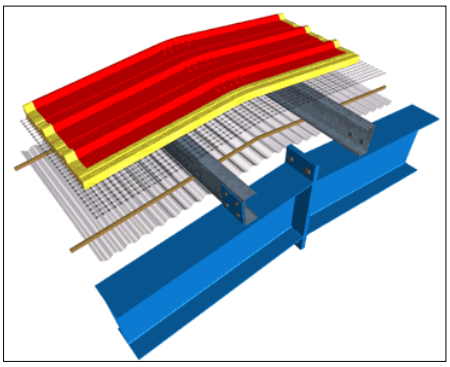


Fig.1 Ejemplo típico de un sistema estructural

### 3.1.1 Correas:

Son los perfiles que forman el entramado sobre el que se fija la cubierta. Su sección puede ser del tipo Z o C y están fabricados con chapa galvanizada conformada en frío. Su fijación al resto de la estructura se realiza mediante tornillos calibrados.

Para cubiertas de grandes longitudes donde la utilización de correas continuas, es más económico, se puede adoptar un sistema de unión de estas correas como lo describe el dibujo adjunto.
Como se ve en la figura 2, la continuidad se garantiza mediante platabandas atornilladas al alma de las correas.

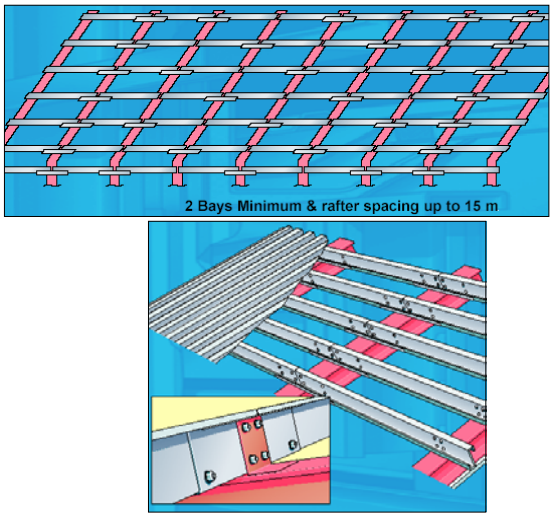



Fig.2 Una sistema estructural correas Z

### 3.1.2 Vigas portantes

Son vigas en celosía o en vigas llenas, cuya misión es la de transmitir a los elementos de apoyo todas las cargas procedentes de la cubierta. Se distribuyen por la cubierta tantas veces como módulos conformen la estructura. Sobre su parte superior se distribuyen las cartelas en las que se materializa el apoyo de las vigas banco. Esta fijación se lleva a cabo con tornillos alta resistencia.

### 3.1.3 Pilares estructurales:

Son los responsables de soportar y transmitir hasta la cimentación las acciones provenientes de la cubierta y es por esto por lo que su distribución coincide, generalmente, con los extremos de las vigas portantes.
En su dimensionamiento se tiene también en cuenta la actuación de otras posibles sobrecargas, como las originales por puentes grúa, entreplantas... o como las debidas a la acción del viento, cuando forman parte de las fachadas del edificio.
Si los esfuerzos son pequeños los pilares se diseñan y fabrican con perfiles de alma llena como IPE, HEB, y si los esfuerzos son mayores se usan perfiles UPN unidos mediante presillas o celosías.

### 3.1.4 Pilares de cierre:

Su función es la de soportar y transmitir a la cimentación las acciones originadas por la actuación del viento. Su distribución se realiza a lo largo de las fachadas frontales y laterales; en este último caso, intercalándose entre los pilares estructurales.

Al igual que sucede con los pilares estructurales, en su dimensionamiento se tienen también en cuenta la posible existencia de otras sobrecargas y generalmente se diseñan y fabrican con perfiles UPN empresillados**.**

### 3.1.5 Anclajes:

Sobre ellos se materializa la unión entre los pilares y la cimentación y su dimensionamiento depende tanto de las acciones que los pilares transmiten a la cimentación como de la geometría de estos. Cada conjunto está formado por una zona roscada para facilitar la nivelación y aplome de los pilares. Por lo general, las placas de anclaje se colocan 200 mm. por debajo del nivel de la solera, con el único fin de que queden ocultos.

### 3.1.6 Arriostramiento:

Se denomina así al conjunto de elementos estructurales que se distribuyen por los planos de cubierta y fachada con el fin de transmitir hasta la cimentación la componente horizontal de las cargas que actúan sobre el edificio. También forman parte de este conjunto los perfiles de atado que se distribuyen en cabeza de pilares para solidarizar la estructura de sustentación.
Es importante tener en cuenta su situación (generalmente en el primer y último vano) a la hora de proyectar las fachadas pues pueden interferir con puertas y/o ventanas.

### 3.1.7 Cubierta:

Puede realizarse con multitud de materiales como fibrocemento, chapa de acero precalado o galvanizado, panel sándwich prefabricado o "in situ"... que se fijan al entramado de las correas con tornillos galvanizados. Los distintos cambios en los planos de la estructura se resuelven mediante el curvado de las chapas o mediante caballetes especiales, según sea el material elegido.

### 3.1.8 Lucernario:

Los lucernarios se distribuyen sobre los planos más inclinados de la cubierta buscando la iluminación cenital, es decir, buscando el óptimo aprovechamiento de la luz natural, pero evitando la entrada directa de los rayos solares. De este modo se consigue una iluminación agradable, a la vez que se amortigua el aumento de la temperatura interior.
Un ejemplo práctico de esto es el diseño en dientes de sierre donde los lucernarios se colocan en los paramentos verticales**.**

### 3.1.9 Canalones

En ellos se recogen las aguas provenientes de la cubierta y se distribuyen hasta las bajantes. Se distribuyen a lo largo de las limahoyas de la cubierta con una pendiente del 5 ‰ y se dimensionan con una capacidad de evacuación que supera ampliamente las condiciones meteorológicas más desfavorables. Se fabrican generalmente con chapa galvanizada de 1 mm de espesor, aunque existe la posibilidad de emplear otros materiales para el caso de ambientes altamente corrosivos.
Conviene destacar que la unión entre las distintas piezas se realiza generalmente mediante soldadura. Este sistema es el único que garantiza la estanqueidad de los canalones a largo plazo, puesto que la práctica habitual de remachado y sellado, ofrece problemas a corto y medio plazo.

### 3.1.10 Aislamiento térmico:

Se consigue mediante textiles sintéticos como por ejemplo una manta de fibra de vidrio de unos 80 mm de espesor, que se coloca bajo el material de cubierta y que se distribuye sobre una red de soporte extendida sobre las correas. De este modo, además del aislamiento térmico propiamente dicho, se consigue evitar la aparición de condensaciones en el interior del edificio. Si se considera necesario puede colocarse también una segunda manta aislante sobre el falso techo. Además de la fibra de vidrio existen otros tipos de aislamientos, como la lana de roca, poliuretano, etc.

### 3.1.11 Falso Techo:

Es un paramento formado por placas. Estas placas pueden ser de diversos materiales como aluminio o fibrocemento, siempre que cumplan los requerimientos estéticos y de seguridad. Su fijación se realiza anclándolas en un entramado de listones de madera suspendido de la estructura de cubierta.
Entre las innumerables ventajas que tiene el falso techo, se puede destacar las siguientes:

- Crea una cámara de aire de gran volumen que contribuye a mejorar la acción termorreguladora del aislamiento, a la vez que disminuye la cantidad de aire "superfluo" a calentar.
- El perfil ondulado de las placas usadas y su estudiada colocación hace que la luz de los lucenarios se distribuya uniformemente por toda la superficie del edificio, eliminándose así las molestias que ocasionan los claroscuros.
- Permite esconder totalmente instalaciones como las de electricidad, aire acondicionado, etc., por lo que el acabado interior resulta muy agradable. Además, al esconder también la estructura de cubierta, contribuye a mantener la limpieza en el interior, aspecto muy importante en el sector de la alimentación.
- Al estar suspendido de elementos de cuelgue puntuales y de escasa rigidez, absorbe las deformaciones de la estructura de cubierta. Con ello conseguimos garantizar que la calidad de su acabado inicial se mantenga a lo largo del tiempo.

## 3.2 Cubiertas planas

Son cubiertas autoportantes de eje rectilíneo constituidas por yuxtaposición de las chapas con sobre-posición lateral. En condiciones normales llegan a la oquedad máxima de 11m sin estructura de soporte intermedia. Simplificando, se podría decir que funcionan como dinteles rectos. En esta tipología, la rigidez sólo viene dada por la forma ondulada de la sección y se usa para salvar luces no muy grandes.

**Fig.3 Una cubierta recta de una pasarela**

En el caso de cubiertas de eje rectilíneo la verificación de la resistencia en función de las cargas actuantes, se hace usando directamente los gráficos y tablas aportadas por el fabricante.

- **Ejemplo de un sistema de cubierta plana:**

A continuación se muestra un ejemplo de un sistema de cubierta plana: **CUBIERTAS BTA – 900**

Se trata de una solución ventajosa para cubiertas de eje rectilíneo de vanos intermedios. Los valores de los vanos máximos presentados se refieren a una zona de viento.

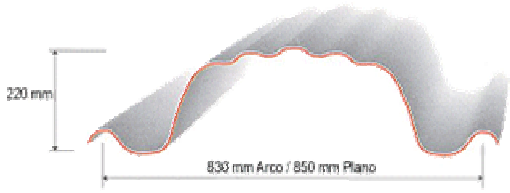



**Fig.4 Ejemplo de una chapa**

**BTA 900** CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y MECÁNICAS

| GROSOR (mm) | PESO $Kg/m^2$ | Hueco MÁXIMO ABSOLUTO(m) | Hueco MÁXIMO CONDICIONADO (m) | FLECHA (m) | RADIO CURVA (m) | MOMENTO INERCIA $(mm^2/m)\ 10^4$ | MOD FLEXION $(mm^2/m)\ 10^3$ | MOM RESISTENTE ( N-m/m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.25 | 14.00 | 22 | 24 | 1.50 | 48.75 | 1220 | 100 | 23400 |
| 1.50 | 16.70 | 27 | 30 | 2.30 | 40.80 | 1460 | 119 | 28000 |

Se admite la existencia de un hueco máximo absoluto que considera la cobertura autoportante y un hueco máximo condicionado que considera que la cobertura transmite algunos esfuerzos para la estructura de soporte.
Para el diseño de este tipo de cubiertas las casas fabricantes proporcionan tablas donde se obtienen las características mínimas a partir de la luz y las cargas a soportar.

**Fig.5 Ejemplo de una cubierta plana de una nave industrial**

## 3.3 Cubiertas curvas o inclinadas

Son cubiertas autoportantes de eje curvilíneo conferido por el equipamiento de fabricación y complementada por un conjunto de tirantes y contraventamientos.

**Fig.6 Imagen de una cubierta curva de una parking**

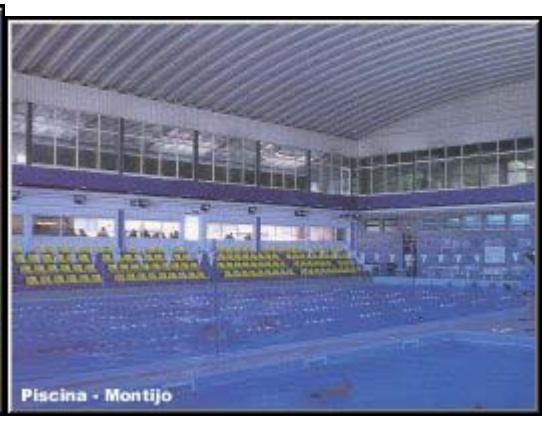



**Fig.7 Cubierta curva para una piscina**

La tipología de esta estructura es la de un arco con un tirante interior, que recoge los esfuerzos horizontales, de esta forma la cubierta solo transmite esfuerzos verticales ( de peso propio) a los apoyos.

Los tirantes se destinan a absorber los impulsos horizontales en los apoyos debidos a la curvatura de su estructura y son de acero de alta resistencia. Los contravientos constituyen un sistema de reserva de seguridad, que se destina a transmitir directamente a las estructuras de soporte de la cobertura los esfuerzos excesivos debidos a la acción del viento. Están dispuestos regularmente, variando el espacio en función de los diversos parámetros estructurales.
En general podemos decir que las cubiertas curvas salvan distancias mayores que las cubiertas planas.

**Fig.8 Tirantes interiores para una cubierta curva**

A continuación se expone un ejemplo de cubierta curva:

**CUBIERTA BNTA – 700**

Este es un ejemplo de perfil de cubiertas curvas:

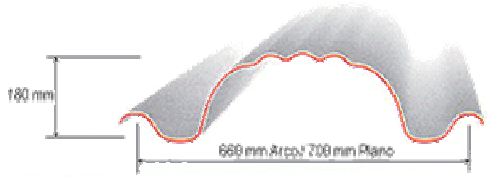



**Fig.9 Ejemplo de una chapa**

**Fig.10 Cubiertas Curvas para hangares**

**Fig.11 Interior de una cubierta Curva**

**BNTA 700** Características Técnicas y Mecánicas

| GROSOR (mm) | PESO $Kg/m^2$ | Hueco MÁXIMO ABSOLUTO(m) | Hueco MÁXIMO CONDICIONADO (m) | FLECHA (m) | RADIO CURVA (m) | MOMENTO INERCIA $(mm^2/m)\ 10^4$ | MOD FLEXION $(mm^2/m)\ 10^3$ | MOM RESISTENTE ( N-m/m |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.80 | 9.60 | 16 | 17.5 | 1.60 | 20.8 | 556 | 58 | 13530 |
| 1.00 | 12.00 | 19 | 21.0 | 1.90 | 24.7 | 660 | 68 | 16080 |
| 1.12 | 13.50 | 21 | 23.0 | 2.10 | 27.3 | 771 | 80 | 18770 |
| 1.25 | 15.00 | 23 | 25.0 | 2.30 | 29.9 | 869 | 90 | 21150 |

Se admite la existencia de un hueco máximo absoluto que considera la cobertura autoportante y un hueco máximo condicionado que considera que la cobertura transmite algunos esfuerzos para la estructura de soporte.

## 3.4 Cubiertas autoportantes:

En este apartado se hace un estudio general de las cubiertas autoportantes. Como ya se ha indicado en los apartados 3.2 y 3.3, estas se pueden dividir en rectas y curvas.
A la hora de proyectar una cubierta autoportante isostatica, hay que definir con mucha precisión la geometría de la estructura. Esto es debido a que no es un sistema a base de piezas "standard", fabricadas de antemano, sino específicamente y a medida para cada ocasión.

**Fig.12 Una cubierta autoportante curva**

### 3.4.1 Características principales:

Las características principales de las cubiertas autoportantes isostaticas, son las siguientes:

Las cubiertas autosoportadas constituyen un cerramiento o techo tipo membrana que distribuye uniformemente las tensiones recibidas, bien de origen térmico o climático de cualquier orden. Estas tensiones son repartidas sobre las paredes de forma uniforme, contribuyendo éstas al reparto de cargas y a su trasmisión lineal y uniforme a los cimientos. De este modo las riostras también cooperan y contribuyen a la distribución de las cargas de cubierta. Sin embargo, las cubiertas tradicionales no autoportantes prácticamente sólo colaboran las zapatas, alterna y puntualmente, generándose tensiones en el cerramiento e incluso transmitidas al pavimento siendo origen de muchas de las grietas en la construcción.

Gracias a su buen acabado y jugando con la forma geométrica de la cubierta mejoramos la escorrentía de las aguas pluviales, favorecemos el deslizamiento de la capa de nieve y conseguimos ofrecer una menor resistencia superficial al empuje del viento, reduciendo los momentos en los apoyos de la estructura.
Carecen de juntas de unión longitudinales y reducen:

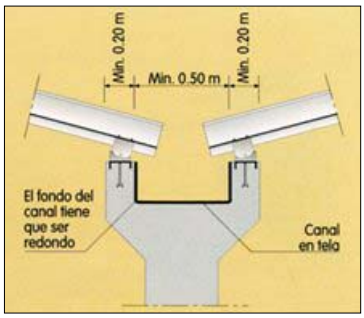



**Fig.13 Ejemplo de canalones para cubiertas autoportantes**

- Notablemente el número de las uniones transversales, reduciéndose el número de elementos mecánicos de fijación-tradicionalmente con agujeros y juntas de goma al

reducir estos posibles puntos de entrada de agua son menos necesarios remates o solapes y limoyas.

**Fig.14 Ejemplo de una cubierta autoportante de curvatura abajo**

- Las cubiertas autosoportadas reducen considerablemente las patologías de obra reduciendo el mantenimiento de las cubiertas y de la restante construcción.

- Las cubiertas autosoportadas, al carecer de jácenas o vigas maestras y también de correas, constituyen una forma constructiva mucho más rápida, muy sencilla y funcionando totalmente como una membrana continua, sin tensiones diferenciales.
- Las cubiertas autosoportadas carecen de perfilería de soporte susceptibles de ser pintadas y/o, obligatoriamente, ignifugadas, no siendo preciso un mantenimiento periódico respecto.

**Fig.15 Cubiertas autosoportadas para parking**

- Las cubiertas autosoportadas, ahorran mucho tiempo de colocación. Podria decirse que el tiempo de colocación es 50% menor que el de cualquier otro sistema convencional, reduciendo el número de ramos de industriales cooperantes, simplificándose la obra y su control.
- Las cubiertas autosoportadas, reducen las cargas gravitatorias, por su menor peso unitario, por unidades superficie cubiertas. Gracias a ello se consigue una reducción proporcional de todo el sistema constructivo, ya que las cargas que hay que llevar a los cimientos son menores.
- Se reduce el tamaño de las riostras y de las zapatas así como de la perfilaría de anti-pandeo y arriostramiento de paredes.
- Este tipo de cubiertas, con un cuidado diseño y plantiando con la obra, pueden ser más económicos que otras soluciones.

- Puede realizarse hasta 30 m de luz, con cubiertas autosoportadas isostáticas, sin apoyos intermedios.
- Puede realizarse aislamientos, "sándwich" y otras variantes constructivas.
- Este sistema se considera más económico ya que no genera residuos en obra, dado que se realiza totalmente a medida, directamente, en origen y se monta, sin restos de recortes sobrantes de material.

**Fig.16 Imagen que refleja el proceso constructivo de un hangar y su estado final.**

### 3.4.2 Notas técnicas y recomendaciones en las cubiertas autoportantes.

1. Los bordes de la cubierta han de ser paralelos entre sí, ya que todas las piezas lamas que componen el sistema conjunto tienen la misma longitud.

2. Los apoyos de los extremos, -sobre caballetes articulados metálicos-, deben ser lineales y paralelos, y estarán sobre apoyos rectos para cada costado.

**Fig.17 imagen de cubiertas autoportantes curvas**

3. El sistema se compone de unidades iguales entre sí, -lamas metálicas, de ondulación profunda-, superponibles según su eje longitudinal sobre la onda prevista para solape. La sujeción es de tipo mecánica, por atornillado, y se coloca espaciado regularmente, y se realiza in situ.

4**.** El sistema, por su carácter de membrana, es ligeramente deformable. Esto le permite absorber los esfuerzos derivados de los frentes de viento u otras cargas, repartiendo y transmitiendo el esfuerzo regularmente a sus apoyos.

**Fig.18 Imagen muestra el detalle de pilares**

5. El sistema no permite recortes de la continuidad de su superficie. Es un sistema sin solución de continuidad lama a lama completa de idéntica longitud.

6. Se pueden configurar lucernarios para iluminación natural a base de elementos translúcidos, interpuestos, expresamente diseñados para el sistema. No es conveniente realizar cualquier tipo de alteración sobre la continuidad estructural que forman las lamas de cubierta.

**Fig.19 ejemplo de iluminación lateral**

**Fig.20 ejemplo de iluminación cenital**

7**.** Los canales de recogida de aguas pluviales laterales en el sentido del fondo, se hallan, siempre por fuera del eje de alineación de los caballetes de apoyo de los bordes de la pluralidad de lamas que conforman el conjunto**.**

8. Las lamas no admiten perfiles o uniones rígidas que limiten o incluso eviten su "curva deformada", lo que incrementaría los esfuerzos de desgarro de las uniones mecánicas y alteraría la esencia del sistema.

9. El conjunto dispone de apoyos laterales linealmente colocados sobre caballetes articulados metálicos. Estos están unidos entre sí mediante indispensables cables de acero para la transmisión de esfuerzos de tracción, vientos y contravientos.

10. Las dilataciones de causa térmica son absorbidas por la propia deformación de la membrana conjunto aumentando o disminuyendo su flecha ligeramente. No precisa, pues, juntas de dilatación, ni longitudinal ni transversalmente. Esta cualidad la hace autocompensable.

11. Las sobrecargas de nieve se transmiten al conjunto incrementando la tensión de los cables de arriostramiento. La cubierta, por su especial configuración, tiende a ser

sustancialmente expulsante de las escorrentías de lluvia y cargas de nieve. Esto debido a que su forma favorece el deslizamiento superficial, incrementando su velocidad hacia los bordes laterales. Este se consigue gracias al incremento de la pendiente incurvada formada, que rompe la lámina de hielo a medida que se desplaza.

12. El sistema dispone de cables y contravientos, que aseguran y compensan la figura primitiva o incurvación de origen ante cualquier esfuerzo exterior. Esto hace que la deformación de la membrana sea ligera y controlada.

**Fig.21 Cubierta autoportante de un estadio de foot-ball**

13. El sistema produce esfuerzos laterales de empuje por carga gravitatoria. Este esfuerzo se dirige hacia fuera de la cubierta, sobre los caballetes de apoyo y el elemento de sujeción de los mismos. Por lo tanto, deberá ser considerado como momento a flexión para pandeo articulado en la coronación. En la base el apoyo debe ser rígidamente empotrado. El sistema carece por sí mismo de arriostramiento transversal, ya que los cables de tracción no trabajan en absoluto a compresión, por ser deformables, adquiriendo la figura de catenaria.

14. Hay que considerar la posibilidad de que el esfuerzo lateral, por efecto del viento, actúe incluso y exclusivamente sobre uno de los costados.

15. A efectos de consideración de succión, presión, por causa de aberturas en fachadas, puede tenerse en consideración el escape de viento, que se produce -salvo cerramiento-, a lo largo de la zona de caballetes apoyados por ser una superficie continua de ondulación de sección importante.

16. Por su ligereza, este sistema es especialmente adecuado para formación de cubriciones para uso de muelles de carga o maniobra, sin cerramientos laterales.

17. Debe disponer de apoyos rígidos laterales totalmente a lo largo de los ejes de apoyo de los caballetes, no siendo adecuado el sistema para apoyos en cantilever o tipo ménsula.

18. Por la carencia de arriostramiento transversal, hay que tener especial consideración en los esfuerzos y momentos debidos al pandeo. Este momento de pandeo debera ser

considerado especialmente en el cálculo de empotramiento y estabilidad al vuelco del sistema.

**Fig.22 Imagen muestra arriostramiento transversal de una nave industrial**

19. El sistema funciona esencialmente bien, tanto para pilares indeformables tipo hormigón como sustancialmente deformables tipo metálico. No adecuado para muros de fábrica de materiales cerámicos o piezas superpuestas plurales de otros materiales, por el esfuerzo al corte que reciben. Debe de asegurarse en estas circunstancias un elemento rígidizador suficiente interno, que compense y absorba los referidos esfuerzos de empuje. Un ejemplo de este ultimo seria un zunchado y varillado vertical formando malla consistente.

**Fig.23 Diseño con programa CAD de una cubierta autoportante**

20. Respecto a la altura de colocación indicar que la obra se debe realizar en una altura máxima de 15 metros en vertical desde la cota de apoyo del camión grúa. Se sobreentiende que el alcance del brazo de la pluma del camión ha de ser posible para el montaje y elevación de las cargas desde el mismo a la cubierta.

## 3.5 Cubiertas Tipo Sándwich .

La cubierta doble o sándwich es aquella en la que cómo el propio nombre indica tiene dos placas de fibro cemento o chapas metálicas en la parte superior e inferior y en el interior el aislamiento, que puede ser un alma de polurietano, poliestireno expandido o fibra de vidrio o lanas de minerales. Este tipo de cubierta se puede montar tapando las correas con lo que la chapa inferior. En este caso, sólo en las metálicas, nos sirve de falso techo y con correas vistas. Con fibrocemento sólo puede montarse cubierta sándwich sobre las correas, incluso puede hacerse con FC en la chapa inferior y metálica en la superior. Este tipo de cubierta también se utiliza cómo rehabilitamiento de cubiertas sin tener que desmontar las existentes.

Este tipo de sistema de cubiertas inclinadas tipo sándwich, formadas por dos chapas metálicas trapeciales con inclusión de lana de vidrio, es muy utilizado en la construcción de naves industriales.

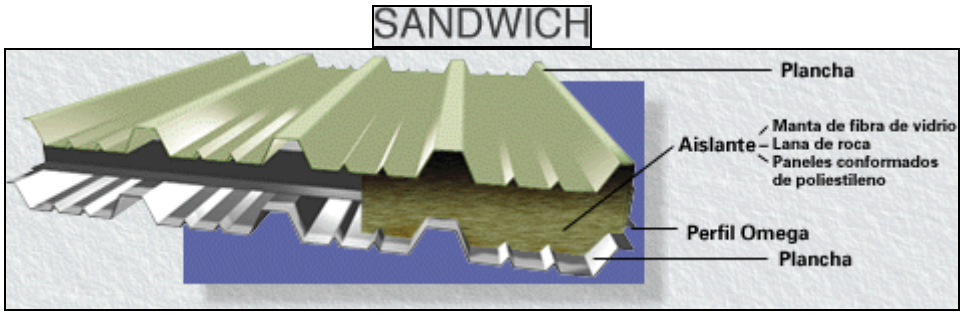



**Fig.24 Estructura de un panel tipo Sándwich**

Dos utilidades adicionales de este tipo de cubiertas es la rehabilitación y el aislamiento de cubiertas existentes. Es ideal para un control mucho más significativo de la temperatura interna, además de un control acústico. Es decir, mantiene la temperatura constante y reduce la perdida de frío en caso de tener aire acondicionado, mientras impide que el ruido tanto externo, por ejemplo la lluvia, como interno del recinto, se amplifique por causa del material.

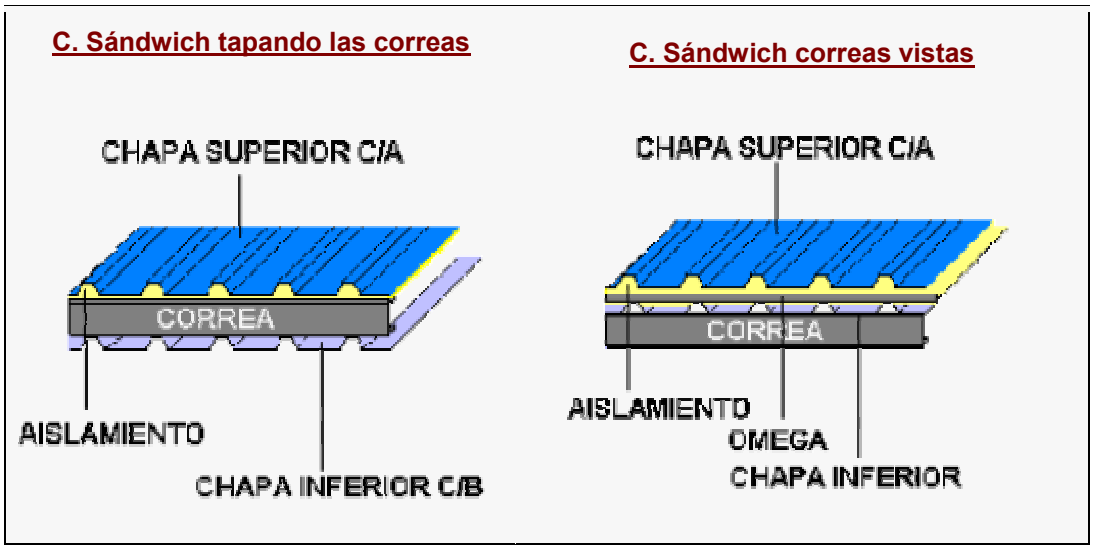



**Fig.25 Tipos de panel Sándwich**

### 3.5.1 Panel Sándwich "IN SITU"

Consiste en la superposición de dos chapas de acero grecadas de unos 0.6 mm. de espesor, con acabados galvanizado ó prelacado, entre las que se intercala un perfil (omega) separador galvanizado y una manta aislante de fibra de vidrio de unos 80 mm de espesor. Todo este proceso de ensamblaje se realiza en obra.
El buen acabado interior conseguido con esta solución puede hace innecesaria la instalación de falsos techos.
Las chapas se fijan al entramado de las correas mediante tornillos auto-roscantes y/o auto-taladrantes, con cabeza de nylon del color de la chapa.

Los acabados habituales son:

- Galvanizado. Recubrimiento de Zinc sobre las dos caras de una bobina de acero según especificaciones de norma UNE 36131 - EN 10142, Z-275. Adecuado para ambientes no especialmente corrosivos y sin exigencias estéticas.

- Prelacado **.** Partiendo de una bobina de acero galvanizado, en una primera fase se aplican por sus dos caras un recubrimiento a base de resinas epoxi. Posteriormente, sobre la cara expuesta se aplica un recubrimiento lacado a base de resinas de poliéster silicona, según especificaciones UNE 36150 - EN 10169. Adecuado para ambientes poco corrosivos y con exigencias estéticas.

Las ventajas que presenta este tipo de sistema son muchas. En primer lugar al tratarse de un sistema realizado “in situ” permite ofrecer precios más competitivos, trabajando con chapas y aislantes de calidad y espesores adecuados para garantizar la durabilidad de la obra.
Otra ventaja es el mantenimiento a largo plazo, ya que este sistema permite poder cambiar únicamente la chapa exterior, mientras que con otros materiales habría que sustituir todo el panel, incrementado por tanto los costes de la obra.
Respeto al tema del fuego, el sándwich formado por chapa–lana de vidrio-chapa constituye un buen aislante debido a que está formado por materiales incombustibles.
A continuación la figura que viene expone un detalle constructivo del panel y la figura siguiente muestra la correcta puesta en obra del material aislante.

Detalle Constructivo

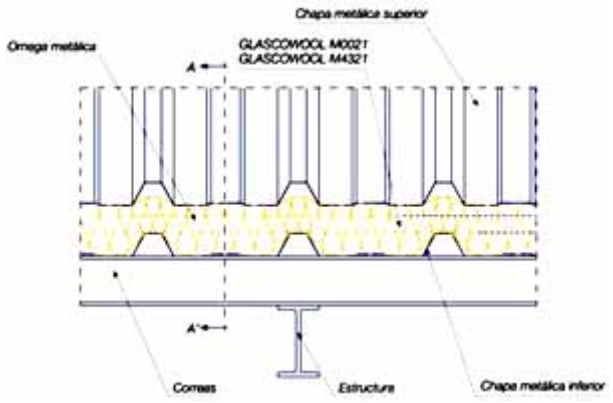



**Fig.26 Detalle constructivo de un panel sándwich “in situ “**

Puesta en Obra

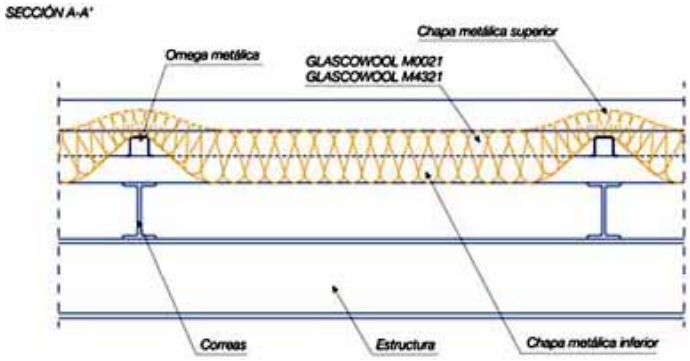



**Fig.27 Detalle de puesta en obra de un panel sándwich**

la puesta en obra se puede descubrir como sigue:
La primera chapa metálica se fija a la estructura portante de la nave industrial con los nervios en el sentido de la pendiente de la cubierta. Se atornillan separadores metálicos (normalmente perfiles omega) a la chapa inferior o a las correas, atravesados a la pendiente de la cubierta, a distancias regulares, según el perfil de la segunda chapa.

La altura de los separadores debe ser suficiente para alojar el aislamiento entre los valles de la chapa y el propio separador, sin comprimir la lana de vidrio (una ligera presión de 1 ó 2 cm. es tolerable).

**Fig.28 desenrollo de la manta de lana de vidrio**

Después se desenrolla la manta de lana de vidrio desde la parte alta de la cubierta hacia el alero. La chapa metálica externa (normalmente trapecial) se atornilla directamente a la primera en las separaciones, comprimiendo en este punto la lana de vidrio, de modo que queda fijada a intervalos regulares por aprisionamiento.

**Fig.29 Detalle de la manta de lana de vidrio in un panel sándwich**

### 3.5.2 Panel Sándwich "PREFABRICADO"

Es el conjunto formado por dos caras exteriores de chapa de acero prelacadas o galvanizadas de unos 0,5 mm, conformadas en frío y unidas entre sí por un núcleo central aislante, adherido durante el proceso de fabricación. Este tipo de panel es autoportante.
Los laterales de la cara superior se perfilan con unos nervios o entalladuras sobre los que se colocan unos cubrejuntas. Con el fin de romper el 'puente térmico', las chapas metálicas que conforman el panel quedan separadas por un perfil conformado o por una cinta lateral de barrera de vapor en panel aluminizado.
Los paneles se fijan al entramado de las correas mediante tornillos auto-roscantes que quedan ocultos bajo el cubrejuntas.
Cuando la longitud de los faldones de la cubierta (más de 12 m.) obliga a afrontar la cubrición en más de un tramo, la estanqueidad de los solapes se resuelve con una junta de sellado especial. Los encuentros en cumbrera se resuelven con caballetes troquelados según el perfil de los paneles.

El espesor nominal varía generalmente entre los 30 y 80 mm. El núcleo central puede ser entre otros materiales, de espuma rígida de poliuretano expandido y de relleno de lana de roca.

Los acabados habituales son los siguientes:

- Galvanizado. Recubrimiento de Zinc sobre las dos caras de una bobina de acero según especificaciones de norma UNE 36131 - EN10142, Z-275. Adecuado para ambientes no especialmente corrosivos y sin exigencias estéticas.

- Prelacado**.** Partiendo de una bobina de acero galvanizado, en una primera fase se aplican por sus dos caras un recubrimiento a base de resinas epoxi. Posteriormente, sobre la cara expuesta se aplica un recubrimiento lacado a base de resinas de poliéster silicona, según especificaciones UNE 36150 - EN 10169. Adecuado para ambientes poco corrosivos y con exigencias estéticas.

Con este tipo de paneles se puede conseguir un coeficiente de transmisión térmica de 0.52 $W/m^2$ K y un aislamiento acústico de 42 dB.

Con este sistema, otro campo de aplicación es el sándwich de bandeja en fachada o cubierta. Este sistema no necesita correas de sustentación puesto que la bandeja va apoyada de pilar a pilar o de pórtico a pórtico en caso de cubierta. Así se consigue un acabado interior plano y sin verse ningún tipo de soportes. Se coloca el aislante y finalmente la chapa exterior colocada vertical o horizontalmente. Para este tipo de sistema son recomendables las mantas de lana de vidrio que garantizan un excelente aislamiento térmico y acústico, buena clasificación al fuego, facilidad de instalación y adaptación a los perfiles de chapa metálica.
El montaje es muy rápido. Asimismo, la facilidad de desmontaje y aprovechamiento del material les hace idóneos para instalaciones susceptibles de ampliación.

## 3.6 Cubiertas espaciales

### 3.6.1 Descripción:

Denominamos Estructura Espacial al elemento resistente formado por la yuxtaposición en el espacio de módulos con distintas formas geométricas. Éstas, a su vez, están constituidas por la unión de nudos y barras de acero. Según la disposición de estos elementos entre sí mismos pueden ser de base cuadrada o triangular.

La fabricación de estructura espacial por medio de control numérico da mucha libertad de diseño. La única limitación está en el ángulo entre barras, que deberá ser mayor de 40º, aunque puntualmente puede ser menor.

Si la superficie a diseñar es de doble curvatura y puede absorber fuertes esfuerzos en los bordes hay que emplear estructuras laminares. Si es plana se le deberá da suficiente inercia. Hay que cuidar la modulación, trabajar con el menor numero de nudos posible, sobre todo en estructuras fundamentadas en la inercia. Siguiendo las anteriores pautas se consigue optimizar el coste.

**Fig.30 Parque Biológico (Madrid)**

En general la optimización será mayor cuanto mayores sean las luces, permitiendo al sistema conseguir hasta cientos de metros.

### 3.6.2 Ventajas

Esta solución permite una gran versatilidad de soluciones estructurales para la construcción de cubiertas de grandes luces pudiendo aplicarse en muy diversas realizaciones. Se consiguen soluciones geométricas muy complejas y con un gran nivel estándar de acabado. Además son estructuras de gran ligereza y rápido montaje.

### 3.6.3 Proceso de fabricación y montaje

Una de las características de las estructuras prefabricadas es que pueden ser totalmente realizadas en taller y, por lo tanto, el proceso de fabricación puede ser absolutamente controlado. Las estructuras espaciales deben tener unas tolerancias de fabricación muy estrictas, ya que en el caso de fuerte hiperestaticidad se podría llegar a la imposibilidad de su montaje. Sin embargo, dimensionalmente, la fabricación de barras por su propio proceso de fabricación puede tener un control unitario total. En cuanto a su control resistente, el mejor es un muestreo destructivo que es el que actualmente se realiza. La soldadura entre el tubo y las puntas de unión para formar las barras se realiza mediante un procedimiento automático en ambos extremos a un tiempo, siendo el posicionado de dichas puntas realizado de forma semiautomática. El resto de los elementos de la estructura auxiliar de cubierta se sueldan asimismo en taller con la ayuda de útiles preparados al efecto, que determinan su posición y dimensión.

**Fig.31 Pabellón Fernando Buesa Arena (Vitoria - Álava)**

### Grados de acabado

Todos los elementos de la estructura espacial llevan una protección anticorrosiva, por ejemplo mediante la aplicación de una pintura poliéster en polvo y polimerizada al horno.
Para conseguir una buena calidad se preparan las superficies mediante el siguiente proceso:

1) Desengrasado con sus correspondientes lavados.
2) Fosfatado microcristalino
3) Aplicación electroestática de la pintura en polvo.
4) Horneado de polimerización.

Posteriormente se comprueba mediante ensayos químicos y mecánicos, la calidad de la pintura y su aplicación, controlándose su adherencia y resistencia a la corrosión y caleado mediante ensayos en niebla salina y rayos U.V. Así mismo, se comprueba la resistencia de la capa y su espesor.

## Control

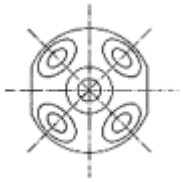


**Fig.32 ejemplo control**

Para cada elemento integrante de la estructura debe existir una gama de controles. Estos controles tanto dimensiónales como resistentes garantizan un alto grado de calidad, así como una gran homogeneidad en los productos.
Los procedimientos de fabricación permiten obtener unas tolerancias de ± 0,1 mm por metro lineal en barras, ± 0,1 mm. Entre caras de nudos y ± 5' en la posición de ángulos. Las barras, cuyas puntas para unión a los nudos van soldadas con $CO_2$ en atmósfera controlada, serán sometidas a un control estadístico destructivo. Todos los elementos auxiliares, tornillos de alta resistencia, arandelas, tuercas, puntas, etc., se someterán a un riguroso control, tanto resistente (dureza, fisuras, grietas, protección, etc...), como dimensional. Los resultados son rigurosamente contrastados, analizándose de forma continuada todas las incidencias de los ensayos.

**Fig.33. Cubierta: Panel Nervado Perfrisa**
**Estructura Espacial Sistema Palc 3**
**Marquesinas en Aeropuerto (Barcelona)**

El ejemplo que muestra la figura anterior es una estructura espacial de base cuadrada formada por módulos de 3,2 m y una separación de capas (canto) de 2,5 m*, (*a definir en cada obra*)* realizada mediante sistema 'PALC 3'. Está formada por nudos esféricos macizos de acero forjado con planos para apoyos de puntas obtenidas a partir de redondos calibrados, extrusión o forja, y con posterior tratamiento térmico contra la acritud. Se ha electrocincado los de nudos con 20 micras zinc. Por último se ha realizado una pintura de poliéster de 60 micras y polimerizado al horno para las barras y nudos.

La tornillería empleada en las uniones tubo-nudo es de alta resistencia, en calidad 12.9, protegida mediante un recubrimiento de zinc o cadmio de acuerdo con la métrica empleada.

**Fig.34 estructura espacial semi esférica**

## Montaje

Siendo esta estructura totalmente prefabricada, las únicas operaciones a realizar en obra son: atornillado de barras a nudos y fijación de la estructura sobre los pilares.

Los tornillos empleados, todos de alta resistencia, reciben un acercamiento previo y un posterior apriete con llave dinamométrica graduada a la características del diámetro, paso y calidad de los tornillos correspondientes.

El sistema de montaje más conveniente es el de ensamblaje de la estructura en el suelo y rápidas elevaciones mediante grúas. Estas elevaciones deben calcularse con esmero, para que los esfuerzos que puedan aparecer por las fuerzas dinámicas o por los enganches en la estructura fija, no provoquen roturas en la propia estructura.

**Fig.35 Palacio de Deportes Palafolls**

Se puede llegar hasta 5000 $m^2$ de una sola vez, por lo que se consigue un gran rendimiento, rapidez y seguridad.

De todas formas, las dimensiones de los tramos a elevar está en función de las grúas disponibles en cuanto a potencia y la accesibilidad de la obra. Las condiciones óptimas para el montaje con este sistema son:

- Suelo en condiciones para ensamblar la estructura sobre él.

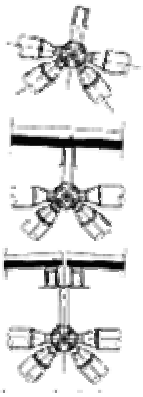
- Acceso de grúas en solera y laterales de la obra.

- Pilares libres de correas laterales y arrostramientos para poder montar la estructura entre ellos.

Si estas condiciones no se cumplen, hay que emplear otros sistemas de montaje, que no permiten obtener tan óptimos resultados en rapidez y rendimiento como el sistema descrito.

**Cubrición**

La pendiente de la estructura, se da a través de unas piezas verticales de longitud variable, que van colocadas sobre los nudos superiores de la estructura, y que sirven de apoyo a las correas.



En caso de estructuras con inclinación propia, los soportes de correas serán elementos iguales en cuanto a su longitud.
Una vez colocadas las correas sobre los soportes antes mencionados, solo queda colocar el material de cubrición.
Este puede ser de cualquier tipo: chapa simple, panel aislante, chapa con diversos tipos de impermeabilización o aislamiento, etc.

**Fig.36 tipos de nudos**

**Fig.37 Tipo de estructura espacial en un aeropuerto**

### 3.6.4 Elementos estructurales de una estructura espacial

Los elementos que conforman este sistema estructural son:

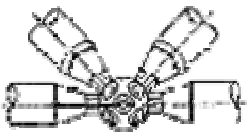


**Fig.38 Un nudo**

**Nudos**
Son elementos de acero de forma esférica, en los que mediante un mecanizado, se han realizado unos taladros roscados con asientos para las barras y para recibir los tornillos de unión de nudo a barra.

**Fig.39 Nudos PALC**

## Nudos PALC 3

| Diámetro (mm) | Nominal (mm) | P (Kg) | Tensión máx (Kg) |
|---|---|---|---|
| 54 | 50 | 0,54 | 4.000 |
| 77 | 70 | 1,8 | 7.520 |
| 108 | 100 | 4,35 | 16.000 |
| 153 | 125 | 9,64 | 23.100 |
| 165 | 154 | 18,1 | 37.200 |
| 190 | 175 | 26,575 | 50.200 |
| 217 | 200 | 39,2 | 72.400 |

## Barras

Son elementos formados por tubos de acero A 42.b conformados en frío, en cuyos extremos se han incorporado unos elementos, puntas, con taladro pasante y que sirve de unión mediante el tornillo al nudo.

**Fig.40 Barras**

## Tubos PALC

| Diámetro (mm) | e (mm) | P (Kg/m) | A (cm2) | I (cm4) | i (cm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 40 | 2 | 1,874 | 2,388 | 4,322 | 1,345 |
| 50 | 2 | 2,367 | 3,016 | 8,701 | 1,698 |
| 60 | 2 | 2,861 | 3,644 | 15,342 | 2,052 |
| 70 | 2,5 | 4,162 | 5,301 | 30,235 | 2,388 |
| 76 | 3 | 5,401 | 6,88 | 45,907 | 2,583 |
| 85 | 4 | 7,99 | 10,179 | 83,682 | 2,867 |
| 108 | 4 | 10,259 | 13,069 | 176,955 | 3,68 |
| 125 | 6 | 17,608 | 22,431 | 398,066 | 4,213 |
| 168 | 7 | 28,264 | 36,005 | 1171,623 | 5,704 |
| 219 | 9 | 46,61 | 59,376 | 3279,119 | 7,431 |

## Correas:

Las correas metálicas son el elemento constructivo sobre el que se apoya la chapa o panel que actuará como cubierta para un edificio o nave.
Las correas existentes tienen varias configuraciones, por ejemplo C, Z y M y según sea la pendiente de la cubierta serán más aconsejables unas u otras (a partir de un 20% correas Z, por debajo C ó M). Estos perfiles, el C, Z y M, ofrecen el optimo rendimiento con el mínimo peso propio. Se pueden suministrar perforadas a medida, y listas para su instalación. Deberán tener protección anticorrosiva.

**Fig.41 Cubierta a base cuadrada**

**Conectores para solape de correas:**
Los conectores para solape de correas tienen como misión la unión de dos correas tipo Z, C y M.

Las siguientes tablas muestran las características mecánicas de las correas Z y de las correas C y M.

Conectores para solape correas "Z"

| Ref. | CORREAS | H | C | B | d | c | K | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R-7618/e | Z-100 | 100 | 50 | 44 | 18 | 18 | 67 | - |
| R-7619/e | Z-120 | 120 | 50 | 44 | 18 | 18 | 67 | - |
| R-7620/e | Z-140 | 140 | 76 | 66 | 15 | 21 | 67 | - |
| R-7621/e | Z-150 | 150 | 76 | 66 | 15 | 21 | 67 | - |
| R-7622/e | Z-160 | 160 | 76 | 66 | 15 | 21 | 46,5 | 80 |
| R-7623/e | Z-180 | 180 | 76 | 66 | 15 | 21 | 46,5 | 80 |
| R-7624/e | Z-200 | 200 | 76 | 66 | 15 | 21 | 46,5 | 80 |
| R-7625/e | Z-225 | 225 | 76 | 66 | 15 | 21 | 45 | 120 |
| R-7626/e | Z-250 | 250 | 76 | 66 | 15 | 21 | 45 | 120 |
| R-7627/e | Z-300 | 300 | 76 | 66 | 15 | 21 | 45 | 120 |

Los conectores de las correas "z" serán del mismo perfil de la correa invirtiendo su posición ver **Fig.43**

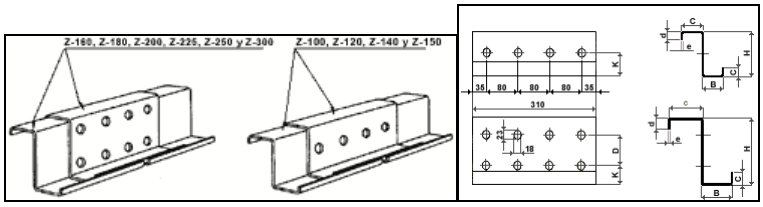



**Fig.43**

Conectores para solape correas "C y M" ver **Fig.44**

| Ref. | CORREAS | | A | B | D | e | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R-7628 | C-100 | - | 94 | 38 | - | 4 | 67 |
| R-7629 | C-120 | M-120 | 114 | 38 | - | 4 | 67 |
| R-7630 | C-140 | M-140 | 134 | 38 | - | 4 | 67 |
| R-7631 | - | M-160 | 154 | 38 | - | 4 | 67 |
| R-7632 | C-160 | - | 154 | 38 | 80 | 4 | 46,5 |
| R-7633 | C-180 | M-180 | 173 | 38 | 80 | 4 | 46,5 |
| R-7634 | C-200 | M-200 | 193 | 38 | 80 | 4 | 46,5 |
| R-7635 | C-225 | M-225 | 215 | 38 | 120 | 6 | 45 |
| R-7636 | C-250 | - | 240 | 38 | 120 | 6 | 45 |
| R-7637 | - | M-275 | 265 | 38 | 120 | 6 | 45 |
| R-7638 | C-300 | - | 290 | 38 | 120 | 6 | 45 |

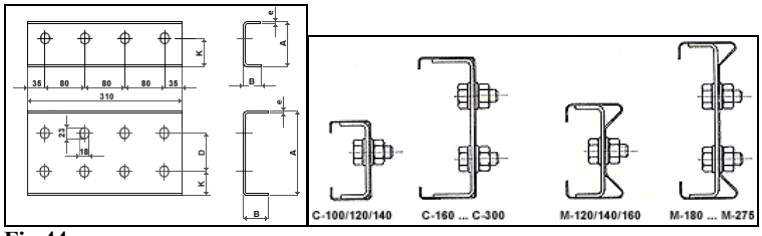



**Fig.44**

Ejiones

La función de los ejiones es la de unir la correa y la viga portante. Se dispone de tres tipos de ejión, según cual sea la correa elegida.

Ejiones para correas "Z", "C" y "M"

Ejión 1 (R-7639)

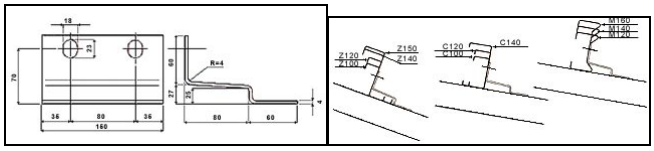


**Fig.45**

Ejiones para correas "Z", "C" y "M"

Ejión 2 (R-7640)

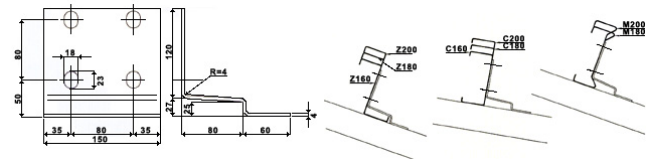


**Fig.46**

Ejiones para correas "Z", "C" y "M"

Ejión 3 (R-7641)

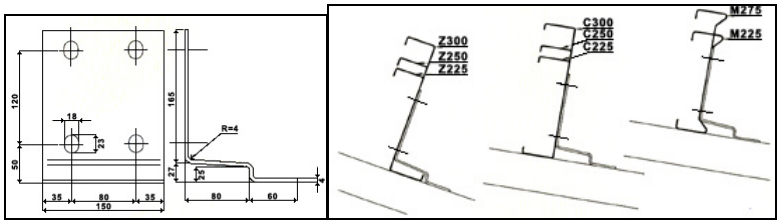


**Fig.47**

## 3.7 Cubierta simple

### 3.7.1 Definición y características.

Las cubiertas simples son cubiertas que se realizan basándose en chapa metálica para cubrir edificios industriales, de agricultura...
En ciertas ocasiones se utilizan para una ampliación de la vivienda en poco tiempo, con el condicionante de tener que reducir al máximo los costos de la construcción. Las cubiertas de metal cumplen con los dos requisitos anteriores y, por sus colores y texturas, también permiten renovar el aspecto de la casa.

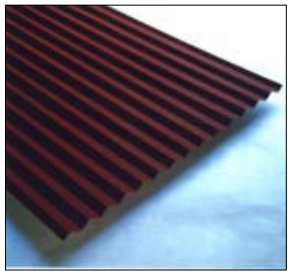


**Fig.48 Chapa ondulada**

Si la propuesta es techar un espacio con elementos de metal a modo de láminas, es conveniente tener en cuenta algunos datos técnicos referidos a sus posibles aplicaciones. Las chapas metálicas se presentan en una amplia gama de productos capaces de satisfacer todos los requerimientos de diseño. Las dimensiones y espesores de las láminas varían de acuerdo a las especificaciones técnicas del local, como así también a las luces que deben cubrir. Actualmente vienen en formas variadas, por ejemplo en las viviendas las más comunes son las onduladas o las de perfil trapezoidal. Los materiales son múltiples, aunque las de acero galvanizado suelen utilizarse frecuentemente debido a que son muy fáciles

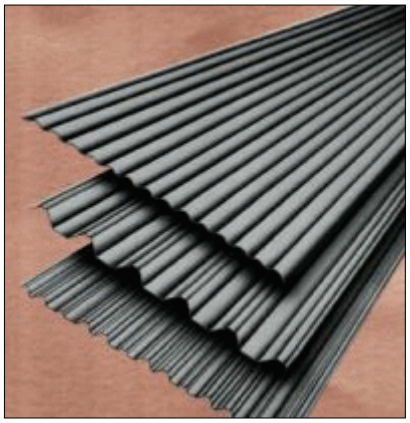


**Fig.49 Tres tipos de chapas**

de instalar; estas hojas tienen además una terminación superficial que incorpora el color, lo que les permite cumplir con todos los requisitos estéticos.

Las reparaciones de las cubiertas es un tema a tratar, ya que los arreglos no resultan complicados; las chapas dañadas se cambian sin mayores problemas y los elementos de sujeción se renuevan, ya sean los pernos en sí o sus protecciones, que se cambian sin necesidad de realizar tareas mayores.

### 3.7.2 Colocación de las hojas

En ciertas ocasiones, el largo de los elementos es generoso y, a simple vista, hacen pensar que se pueden apoyar directamente a las paredes laterales. Sin embargo, este concepto es equivocado, ya que será necesario disponer unos travesaños de madera o metal que sirvan de soporte y aseguren la estabilidad del conjunto.

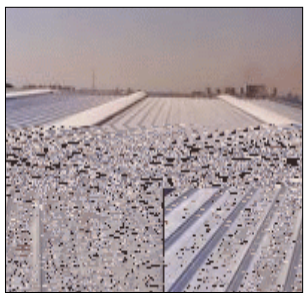


**Fig.50 chapas colocadas**

La inclinación de la cubierta se relaciona con las lluvias y los vientos predominantes. Como regla general, sucede que, a mayor pendiente del techo, más estrechas serán las planchas para que ofrezcan una óptima resistencia. Otro detalle que se debe considerar es la unión entre chapas para obtener una correcta estanqueidad. Para ello, se tendrán que superponer varias ondulaciones para que el solapamiento sea eficaz.

Las fijaciones se efectúan mediante pernos a la estructura de sostén. Los elementos de sujeción varían según el tipo de material del armazón; los que se fijan a listones de madera requieren tornillos simples, y los que se toman a armaduras metálicas lo hacen mediante vástagos especialmente acabados para este fin y se sujetan a los perfiles.

La cabeza de los pernos y las arandelas próximas a la chapa se protegen con unos capuchones que evitan la oxidación y el paso del agua al interior y, como ya se mencionó, pueden renovarse en caso que se deterioren.

**Fig.51 Fijación de chapas**

Las chapas se fijan al entramado de las correas mediante tornillos auto roscantes y/o auto-taladrantes, con sus correspondientes arandelas de goma. Su distribución se hace coincidir con grecas superiores a fin de garantizar la estanqueidad de la cubierta, a la vez de asegurar su comportamiento frente a las dilataciones. Cuando la longitud de los faldones de la cubierta obliga a afrontar la cubrición en mas de un tramo, la estanqueidad de los solapes se resuelve con una junta de sellado especial. Esta misma solución de solape y sellado se aplica también en el encuentro, en cumbrera, de los extremos de las chapas: se evitan sí los problemas de estanqueidad que producen los caballetes de cumbrera habituales.
El coeficiente de dilatación permite una adaptación idónea a cualquier clase de clima, incluso a los más rigurosos y a aquellos con cambios térmicos violentos. Esto les convierte en los materiales idóneos tanto para las regiones montañosas como las costeras.
Los productos conformados en frió constituyen la mejor solución, por aspectos técnicos y económicos, en el campo de las estructuras metálicas.

### 3.7.3 Ventajas y desventajas

La cubierta simple o el techo de chapa es una solución más económica y con estanqueidad asegurada. Estas características hacen de este tipo de cubiertas una de las opciones más requeridas para las viviendas.

**Fig.52 Cubierta simple de una vivienda**

Las cubiertas de chapa ofrecen garantía de durabilidad y estanqueidad, además de una gran calidad estética y también ofrecen una rápida colocación, versatilidad y adaptabilidad siempre y cuando se respeten una serie de condiciones para su colocación.

Las ventajas más importantes de la utilización de chapas para techos es su rápida colocación, gran versatilidad, adaptabilidad y poco peso que permite un buen manejo en obra.

Entre las desventajas indicar que si no se hace un buen aislamiento térmico por debajo de ellas, se obtienen locales extremadamente fríos en invierno y calurosos en verano. Cuando afuera hace frío, el calor del interior hace condensar el vapor y chorrear agua. Si no se respetan los solapes y el resto de ejecuciones indicadas por los técnicos fabricantes puede pasar agua al interior de la vivienda.
Por ser livianas corren el riesgo de ser levantadas por fuertes vientos, para evitar esto, tienen que estar correctamente sujetadas.

### 3.7.4 Tipos de chapas y acabado

Se pueden distinguir 3 tipos de chapas simples

- Chapas onduladas
- Chapas acanaladas
- Chapas trapezoidales

Los acabados podrán ser de cincalum, galvanizados, prelacados, y se pueden incluir o no chapas plásticas translucidas. El material utilizado generalmente para techos de viviendas es la chapa de zinc o galvanizada.

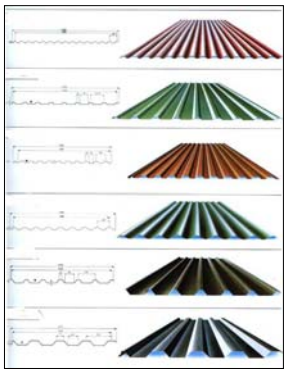


**Fig.53 Tipos de chapas**

**a. Galvanizado:**

La chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente es uno de los productos siderúrgicos de mayor desarrollo mundial. Se produce a partir de chapa de acero laminada en frío o en caliente, la cual es revestida en ambas caras con una delgada capa de zinc, de pureza no menor al 98%.
El producto, que combina las características de resistencia del acero con la durabilidad del zinc, es apto para fabricar piezas conformadas y sumamente resistente a la acción corrosiva del medio ambiente.

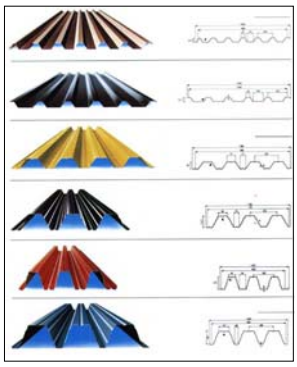


**Fig.54 Tipos de chapas**

La galvanización puede ser de zinc solo como se ha indicado antes o con una aleación de aluminio y zinc.

La aleación Al -Zn (‘’Cincalum’’) es una aleación de Aluminio-Zinc (55%-Al y 45% -Zn). Su composición, propiedades y características de proceso de fabricación ofrecen una de las mejores combinaciones de calidad, economía y duración.
Posee una excepcional resistencia a la corrosión, a la oxidación por calor; y la reflectividad al calor propia de los revestimientos de aluminio, además de la protección por sacrificio o galvánica del zinc. Otras aleaciones disponibles en el mercado son de cobre y de Zn.

**b. Prepintado:**

Se fabrica a partir de la chapa de acero galvanizada o revestida con aleación Al-Zn, sobre la que se aplica un esmalte a base de resina poliéster normal, poliéster siliconizada o fluorocarbonada.
La composición del esquema de pinturas hace que este producto posea una buena durabilidad a los agentes atmosféricos, combinando la resistencia y durabilidad del acero con revestimientos metálicos y la atractiva terminación del esmalte color. Este acabado ha sido concebido no solo para brindar respuestas, sino para hacerlo con máximas ventajas, como tener una excelente aptitud para el conformado debido a la óptima adhesión de su capa de pintura.

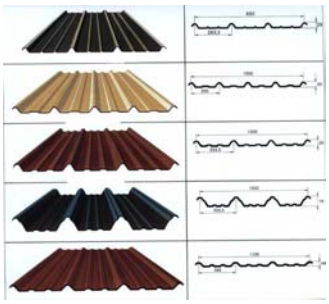


**Fig.55 Tipos de chapas**

### 3.7.5 Montaje y puesta en obra.

Como sostén de estas cubiertas se utilizan dos tipos de estructuras: de alma llena o reticuladas. En las estructuras reticuladas las piezas principales (vigas, cabriadas y columnas), se fabrican con perfiles de chapa conformada en frío, los diagonales en perfiles laminados en caliente y las piezas secundarias (correas) están realizadas con perfiles de chapa conformados en frío del tipo "C" o "Z". El ensamble entre las columnas y los pórticos se realiza mediante bulones galvanizados de alta resistencia lo que permite un rápido y perfecto aseguramiento de las partes. Para cubrir grandes luces, o cuando son sometidas a sobrecargas elevadas, se emplean perfiles laminados de acero del tipo "UPN" o "IPN". Las cubiertas realizadas con chapas de conformado sinusoidal o trapezoidal, se sujetan a las correas del techo o del cerramiento, mediante tornillos auto perforantes galvanizados con sus correspondientes arandelas metálicas con guarnición de goma inyectada, que aportan una correcta fijación a la vez que impiden las filtraciones. Los conformados tipo "U45" han sido diseñados para utilizarse como cubiertas o revestimientos laterales. Su sistema de fijación con clips y su posterior sellado longitudinal, mediante una máquina engrafadora de tracción mecánica, permiten una cobertura sin solapes ni perforaciones, que asegura la estanqueidad del conjunto y permite su utilización tanto en techos planos (mínima pendiente:4%) como con pendiente mas pronunciadas. Además, estos conformados pueden realizarse directamente en obra, no existiendo entonces limitaciones en el largo, reduciendo el costo de fletes y facilitando el montaje.

### 3.7.6 Características constructivas y recomendaciones.

**Distancias entre apoyos.**

Considerando que se puede llegar a caminar sobre el techo, las separaciones máximas entre apoyos rondaríanlos 105 y 115 cm, dependiendo si es una chapa fina o gruesa respectivamente.

## Correas.

Sirven para sujetar las chapas. Para apoyos entre paredes distanciadas en el orden generalmente de los 2,50 m. y 3 m. podemos colocar tirantes de madera que vayan de una a otra. Para lograr eso nos podemos aprovechar de las paredes que separan distintos ambientes. Si las paredes están más alejadas debemos entonces, colocar una viga en él medio. La dimensión de esta dependerá del material con que queramos hacerla.

Se hacer las correas en diversos materiales, madera, perfil de hierro, reticuladas en hierro redondo, perfil de chapa, etc. Para una vivienda lo más normal es el uso de correas de madera, son de fácil trabajo en obra, y suelen ser más económicas que las demás. Es conveniente usar madera de primera calidad. No ha de ser verde para que al secar no se arquee, ya que necesitaremos que sea recta. Hay que cuidar que no esté apolillada y que tampoco tenga muchos nudos, especialmente aquellos nudos pasantes o muy grandes.

## Solapes y pendientes.

Para una correcta colocación se debe tener en cuenta una pendiente adecuada y el solape tanto vertical como lateral. Las pendientes y los solapes están estrictamente ligados. Para una chapa que cubre la totalidad del techo en su largo, la pendiente estaría dada por 8 cm cada 100 cm. Cuando se debe cubrir el largo del techo con más de una chapa, tendremos que solaparlas con un mínimo de 30 cm, en este caso la pendiente podrá variar de 15 a 20 cada 100 cm.

## Desagües

Estos techos pueden escurrir el agua de lluvia en forma directa o juntarla en una canaleta. Si el techo tiene caída libre, conviene volar la chapa unos 30 centímetros con respecto al muro exterior. Hay algunos puntos a cuidar como que el agua no escurra en el terreno lindero, sobre el ingreso o sobre un lugar de tierra. Si el borde inferior lleva una canaleta receptora del agua de lluvia, deberemos fijarlo antes de comenzar a colocar las chapas. Estas deberán ser colocadas con una pendiente de 1/2 centímetro por metro hacia los embudos de desagüe.

## Terminaciones.

Si el techo termina contra una pared, deberemos amurar una babeta de chapa galvanizada, usando para ello arena y cemento Pórtland con hidrófugo para evitar la entrada del agua por la unión de ésta con el muro. Cuando el techo comienza directamente desde un muro que sobresale, deberemos colocar una pieza especial que tiene la forma de las ondas de la chapa del techo. Esta pieza que irá sujeta al muro para su unión con éste, deberá cubrirse con una babeta de chapa galvanizada amurada con arena y cemento Pórtland con hidrófugo. Cuando hay en el techo una cumbrera por ser a dos aguas, hay que usar una pieza especial para cumbrera y hay que cuidar que el solape de estos elementos no coincida con el de las chapas de techo.

**Aislamientos.**

En techos inclinados o planos es indispensable el aislamiento hidrófugo, es decir, evitar el paso del agua y la humedad. Es importante complementar el aislamiento hidrófugo con una buena aislamiento térmico, y si es posible aislar también del ruido. Es conveniente que un material aislante no permita el paso del agua pero sí del vapor de agua, para evitar la condensación.
El aislante hidrófugo tradicional utilizado para cubiertas inclinadas es el fieltro alquitranado. Actualmente se utiliza un film de fibras continuas de polietileno, que impide el paso del agua pero permite el paso del vapor de agua.
Además de la aislamiento hidrófuga deberá colocarse el aislamiento térmico utilizando planchas de poliestireno expandido o placas modulares que tienen un encastre hermético perimetral (el espesor utilizado será de acuerdo al aislamiento deseado) o fieltro liviano de lana de vidrio con resinas termoendurecibles. Otra de las cualidades de la lana de vidrio es que es ignífuga, es decir, no es combustible y también es un buen aislante acústico.
Algunos productos combinan la espuma de polietileno con un film de aluminio que la reviste por ambas caras.
También se pueden colocar planchas de poliestireno o de paneles rígidos de fibra de vidrio. Este tipo de material debe estar colocado en forma continua. Luego se debe colocar un film de polietileno o un fieltro asfáltico. El aislamiento hidráulico puede realizarse con techados asfálticos, o membranas asfálticas.

Así mismo, con el fin de dotar a la cubierta de un grado de acabado interior agradable, se aconseja la instalación de un falso techo bajo las estructura de cubierta.

## 3.8 Cubiertas Tipo Deck

Las Cubiertas tipo Deck están compuestas por los siguientes elementos:

1) Soporte Base: Chapa Perfilada
2) Aislamiento térmico
3) Impermeabilización y/o protección pesada

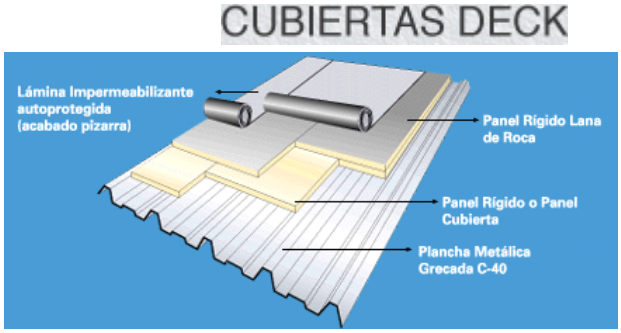



**Fig.56 Detalle típico de cubierta tipo Deck**

1) Soporte base:

La elección y preparación del perfil metálico es esencial para obtener el resultado deseado en una Cubierta Deck y viene condicionada por diferentes criterios, en general, se deberá garantizar las prestaciones estéticas y técnicas adecuadas para soportar las cargas y sobre cargas requeridas. En este sentido, la chapa se dimensionará ateniéndose a la norma, y asegurando una buena base de asentamiento para el aislamiento. La posición del perfil permitirá una mayor superficie de apoyo y también una estabilidad para evitar el movimiento de la membrana. Aquí se comenta algunos puntos que deben respetar a la hora de diseñar una cubierta de este tipo.

Prestaciones estéticas:

Determinan el aspecto o recubrimiento de la plancha así como un espesor mínimo que garantice la ausencia de problemas de abolladuras. Resulta interesante recomendar el apoyo de cubiertas Deck sobre perfiles nervados de espesor superior a 0.7 mm, independientemente de sus características estáticas de momento de inercia, módulo resistente, etc.

Seguridad:

A partir del cálculo de cargas y sobrecargas a considerar, elegir el producto que satisface con esas exigencias, cumpliendo con unas condiciones límite de uso determinadas. Los criterios de elección del perfil para las cubiertas sobre soporte metálico consideran dos tipos básicos de cubiertas:

- Cubiertas no accesibles: Son aquellas cubiertas o zonas de cubierta que únicamente soportan el tránsito eventual de personas en labores de mantenimiento de la impermeabilización.
- Cubiertas técnicas: Son aquellas cubiertas o zonas de cubierta que soportan el paso frecuente de personal de mantenimiento o que contienen equipamientos (aire acondicionado, ventilación, iluminación, etc) que precisan una circulación habitual para su mantenimiento. Exigen soluciones específicas de estanquidad.

En función de esta clasificación, las sobrecargas a considerar son:

- Peso propio.
- Aislante.
- Estanquidad.
- Posible protección pesada.

- Sobrecarga:
  Se toma el más alto de los valores siguientes:
- Sobrecarga de nieve según la MV-101
- Sobrecarga de mantenimiento:

A titulo de ejemplo:
Zonas no accesibles: 100 kN/m²
Zonas técnicas: 150 kN/m²
Con la suma del peso propio mas sobrecarga se acude generalmente a las tablas de carga de los diferentes perfiles, determinándose el más adecuado para la distancia entre apoyos existentes.

La chapa perfilada constituye de por sí una buena barrera contra vapor**.** No obstante en el caso de locales de trabajo de humedad relativa alta, poco ventilados, temperaturas exteriores e interiores bajas o en atmósferas agresivas en las cuales pueden aparecer condensaciones intersticiales en la zona del aislante, se procederá a instalar una barrera de vapor entre la chapa metálica y el aislamiento.

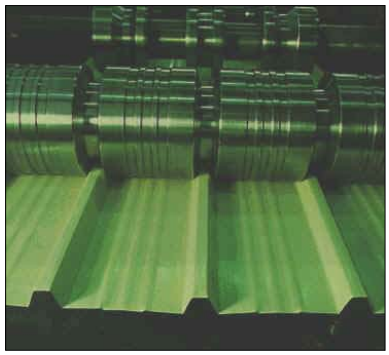


**Fig.57 Perfiladora.**

Esta barrera será de un material laminar con una resistencia adecuada al paso de vapor. No hay que olvidar que determinados aislamientos llevan incorporados barreras de vapor.
No se debe confundir las barreras de vapor con las capas de difusión de vapor (o igualación de presión de vapor). Para conseguir esta evacuación de vapor, se utilizarán láminas perforadas y chimeneas de ventilación comunicados con el exterior. Los valles de la chapa perfilada proporcionan canales para la difusión del vapor.

2) El aislamiento

La elección del tipo y espesor del aislante viene condicionada por diversos factores entre los que se destaca:
-Resistencia térmica y acústica requerida.
-Estabilidad y comportamiento al fuego.
Esta última y determinante exigencia delimita algunas preferencias hacia los aislamientos de tipo inorgánico y dentro de los mismos a dos productos básicos:

Dos son las funciones básicas que se precisan del aislamiento térmico:

- Capacidad aislante suficiente para que en el interior de la edificación no se produzcan condensaciones y reúna las condiciones térmicas requeridas.
- Servir de soporte a la impermiabilzación, presentando una adecuada rigidez y un buen comportamiento a flexión y compresión.

Respecto al soporte base, el aislamiento se colocará pegado mediante oxiasfalto en caliente o fijado mecánicamente por tornillo y arandela. Hay que tener en cuenta que la elección del aislamiento vendrá condicionada por el tipo de impermeabilización elegido y las incompatibilidades que éste pueda presentar.

A continuación se ofrece un cuadro comparativo de los principales aislantes y sus características generales. Los tres tipos de aislamiento presentados en esta tabla tienen en común su origen orgánico. Todos presentan unas buenas cualidades en cuanto a estabilidad dimensional, imputrescibilidad y resistencia a compresión, así como una clasificación al fuego M1.

**Lana de roca**: Ofrece una completa gama de paneles con diferentes densidades, orientaciones de fibra y terminaciones superficiales en función de las necesidades de la obra y del tipo de impermeabilización elegido.

**Fig.58 Lana de Roca**

**Perlita expandida:**

Cubre perfectamente con su gama las posibles exigencias de este tipo de cubiertas, caracterizándose por una excelente resistencia a la compresión y una conductividad ligeramente superior a la lana de roca.

**Fig.59 Perlita Expandida**

Aquí se expone unas tablas que dan los coeficientes de transmisión térmica de una cubierta Deck monocapa auto protegida con diferentes espesores de paneles de lana de roca y de perlita expandida:

| | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | Espesor mm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lana de roca | K | 0.74<br>0.86 | 0.61<br>0.71 | 0.52<br>0.71 | 0.45<br>0.52 | 0.40<br>0.46 | 0.36<br>0.42 | 0.33<br>0.38 | Kcal/hm²°C<br>Watios/m²°C |
| Perlita expandida | K | 0.88<br>1.02 | 0.73<br>0.85 | 0.64<br>0.73 | 0.55<br>0.64 | 0.49<br>0.57 | 0.44<br>0.51 | 0.40<br>0.46 | Kcal/hm²°C<br>Watios/m²°C |

Es totalmente aconsejable que el aislamiento se suministre a obra con embalaje estanco protector que garantice la ausencia de humedades previas a su colocación.

Al desarrollar los posibles sistemas de impermeabilización, definiremos las características exigibles a los correspondientes aislamientos. un buen criterio seria la utilización de aislamientos que hayan obtenido como mínimo una clasificación al fuego M1.

| | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | espesor mm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lana de roca | K | 0.74<br>0.86 | 0.61<br>0.71 | 0.52<br>0.71 | 0.45<br>0.52 | 0.40<br>0.46 | 0.36<br>0.42 | 0.33<br>0.38 | kcal/hm²°C<br>watios/m²°C |
| Perlita expandida | K | 0.88<br>1.02 | 0.73<br>0.85 | 0.64<br>0.73 | 0.55<br>0.64 | 0.49<br>0.57 | 0.44<br>0.51 | 0.40<br>0.46 | kcal/hm²°C<br>watios/m²°C |

3) Impermeabilización y /o protección pesada

Los sistemas de impermeabilización de cubiertas son muchos y según los criterios exigentes y avanzados se diseñan una serie de soluciones constructivas, elegidas entre las más frecuentemente utilizadas.

**Fig.60 Sistema de impermeabilización**

Cubierta con protección pesada con grava no transitable **Fig.61**

Solución tipo:

1) Protección con grava.
2) Lámina antipunzonante.
3) Lámina impermeabilizante.
4) Aislamiento térmico.
5) Barrera de vapor.
6) Hormigón de pendientes.
7) Forjado o soporte metálico

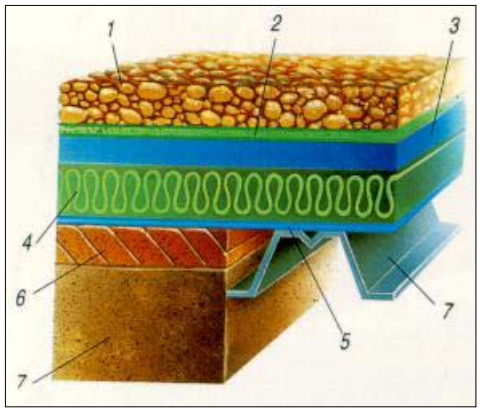



**Fig.61**

Cubierta con protección pesada transitable **Fig.62**

Solución tipo:

1) Baldosas.
2) Fieltro antipunzonate.
3) Lámina impermeabilizante.
4) Aislamiento.
5) Barrera de vapor.
6) Hormigón de pendientes.
7) Forjado tradicional.

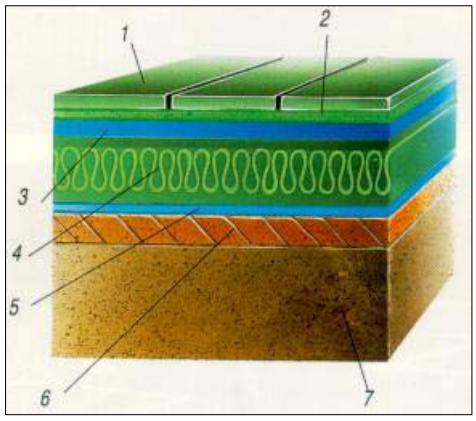



**Fig.62**

No cabe duda que la impermeabilización es el apartado más importante de toda Cubierta Deck. Su misión principal es garantizar la estanquidad del sistema, así como asegurar que el aislamiento mantenga íntegras todas sus propiedades.

**Fig.63 Cubierta: Deck Nissan. Barcelona. Bituminosa PA-3. Protección pesada, 60.000 m$^2$**

Estos paneles tipo Deck están fabricados en continuo y proporcionan una excelente solución para cubiertas con necesidad de ser impermeabilizadas por su baja pendiente menos 5%.

Este tipo de panel suele ser un producto indicado para cubiertas no transitables, como por ejemplo las de las grandes superficies comerciales, y en determinados casos deberá cumplir una función acústica.

**Fig.64 Panel tipo Deck con protección pesada**

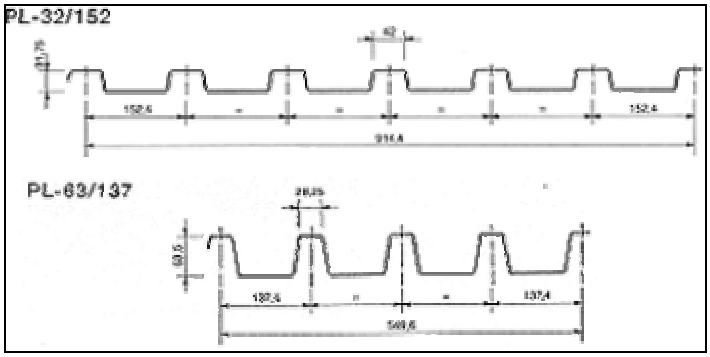



**Fig.66 Perfil de panel tipo Deck**

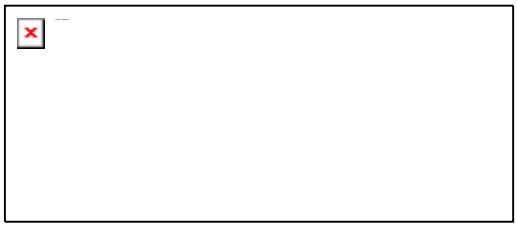


**Fig.65 Bituminosa Ga-3. Autoprotegida, 16.000 m$^2$**

| Material | | Resistencia a compresión Kg/cm2 | Coeficiente conduc. térmica = W/mºC |
|---|---|---|---|
| Lana de roca | 150/175 | 0,4 | 0,04 |
| Perlita expandida | 150 | 3,5 | 0,05 |
| Vidrio celular | 125 | 5 | 0,04 |

## 3.9 Cubiertas Telescópicas

Son cubiertas formados por piezas longitudinalmente sucesivas que pueden recogerse encajando cada una en la anterior, con lo cual se reduce su largura. Estas cubiertas permiten desplegarse y recogerse según sean las necesidades del usuario. Su uso principal es ayudar a la climatización de piscinas.

**Fig.67 Cubierta telescòpica**

Las características que deben cumplir estas cubiertas son las siguientes.

- **Fácil funcionamiento.**

Al no ser fijo, este innovador sistema de cubiertas no requiere ningún tipo de permiso de obras. Además, como su instalación no precisa de molestos railes en el suelo, en verano el usuario puede descubrir la piscina para disfrutarla en su totalidad, y cubrirla en invierno para prolongar la temporada de baño.

- **Temperaturas**

Estas cubiertas serán fabricadas con materiales tecnológicamente probados para captar y conservar la energía solar diurna, aumentando entre 8º y 10º C la temperatura del agua y del ambiente sin necesidad de climatización.

Los materiales con que están construidas deben permitir crear un microclima templado en invierno y soportar las máximas temperaturas en verano, sin envejecer ni amarillear con el tiempo.

Como material transparente se usa el metacrilato compacto o colado. Este material ofrece una mayor seguridad que los cristales ya que su resistencia es 250 veces superior, lo cual garantiza su dureza, evitando roturas. Todas las piezas y tornería se fabrican en acero inoxidable de calidad marina. El sistema de estanqueidad se basa en el clipaje entre perfiles de gomas y cepillos que mantienen un ambiente distinto al exterior, con la ventaja de que al abrir y cerrarse la estructura actúan como limpiadores de los acristalamientos.

**Fig.68 Variación de temperatura del agua con y sin cubierta**

## Economía:

Estas cubiertas telescópicas consiguen, sin ser una estructura totalmente estanca, un comportamiento térmico y aislante excepcional, conseguimos así aumentar el disfrute de su piscina ostensiblemente. Dependiendo de la situación geográfica. En zonas frías que inevitablemente se acorta la temporada de baño, y es necesario la utilización de sistemas alternos para calentar el agua (bombas de calor, gas natural, etc.) obtendremos un ahorro mínimo de un 50% a un 75% en la utilización de dichos sistemas.

**Fig.69 Cubierta telescòpica de una piscina**

## Seguridad

Este sistema, al ofrecer un cerramiento total para su piscina, garantiza la seguridad de niños y animal.

Gracias a las múltiples ventajas que nos ofrecen los materiales utilizados en paredes y techos, se reduce considerablemente las radiaciones solares que puedan ocasionar quemaduras solares e insolación.