

monografías de arquitectura, tecnología y construcción | pvp 3.300 Pta

TECTONICA

inclinadas **8**

techos (II)

proyectos:

Angel Fernández Alba y Fernando Cruz
Eduard Bru
Rafael Moneo

dossier:

sistemas • paneles y tableros • bases estructurales
–madera, mallas espaciales, perfiles ligeros de acero
galvanizado– • materiales de cobertura –hormigón y
fibrocemento, cerámica, piedra, acero, aluminio, cobre,
zinc, varios– • elementos y materiales auxiliares



La cubierta inclinada: de cobijo natural a imposición formal

Protegerse del agua precipitó la búsqueda de la primera defensa del hombre frente a la naturaleza. La forma más elemental de este cobijo primigenio consistía en unas cuantas ramas y pieles, elementos a los que se podía acceder con facilidad. La cocción de la arcilla o el corte de la piedra constituyeron el siguiente paso: por medio de la pendiente y la superposición o el solape de piezas –la forma básica de unión–, quedaba garantizada una cubierta perdurable y capaz de conducir las aguas hasta los puntos más bajos, para su recogida y posterior evacuación.

Estos materiales iniciales, cerámica y piedra, se han mantenido prácticamente sin cambios a lo largo de la historia; sólo su disposición y pendiente han sido objeto de pequeñas modificaciones. Y aunque la aparición del vidrio o algunos metales ligeros, con uniones que permiten reducir la inclinación del plano, han conseguido transformaciones significativas en el planteamiento de la cubierta, hay que subrayar que la utilización de estos nuevos materiales no ha sido consecuencia de un desarrollo tecnológico específico de la cubierta, sino que su empleo es subsidiario de las aportaciones logradas en la fachada.

Por el contrario, el remate de cumbrera y el alero son puntos que sí han variado de forma notable, aunque sin ofrecer un desarrollo lineal; en realidad, es únicamente la cornisa, el elemento que la cubierta comparte con la fachada, el componente que podría vincularse a una evolución estilística.

Por otro lado, las intersecciones de la cubierta con chimeneas o lucernarios no se han desarrollado con excesivo cuidado desde el punto de vista formal, al ser de difícil acceso e imposible visión, a pesar de que se trata de elementos que han condicionado radicalmente la evolución del espacio cobijado¹ y de que han requerido las más difíciles soluciones constructivas de la cubierta.

Las soluciones de cubierta inclinada responden, por un lado, a su material de cobertura y, por otro, a su estructura, que se concibe de forma completamente distinta a la del resto de las plantas. En este sentido, la necesidad de aportar la pendiente de la forma más natural posible implica que la techumbre llega en ocasiones a formalizarse casi como un edificio autónomo sobre otro.

Precisamente es la estructura la que ha sufrido mayores cambios a lo largo del tiempo. De su progresión en la cultura occidental, dirigida hacia la construcción de contenedores cada vez mayores, dan cuenta momentos tan importantes como la definición del templo griego, la aparición de la basílica latina, la evolución de las catedrales románicas y góticas, la necesidad de cubrir grandes espacios fabriles, etc. Es probable que, en la actualidad, la mayor ocupación de espacio cubierto se dé en los casos de cultivos protegidos (los invernaderos), en los que quizá no se haya conseguido aún generar una solución que sea acorde con la singularidad de la operación.

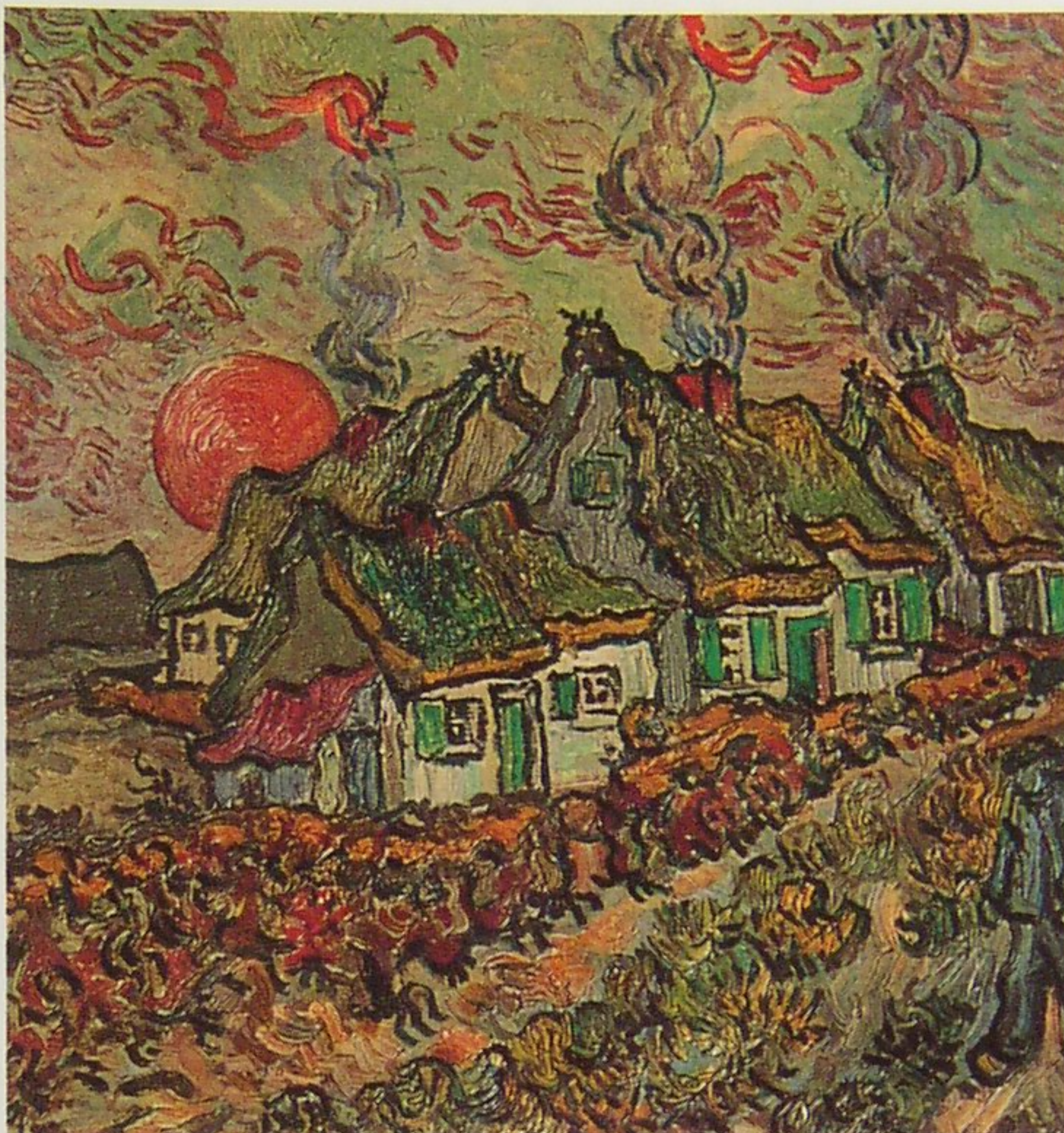
Pero el aporte tecnológico no siempre se produce para conseguir mayores luces, en algunos casos el objetivo es lograr un espacio espectacular y en determinadas ocasiones se han creado cubiertas con un doble orden: uno que responde al exterior y otro al interior.

La cubierta inclinada, por otro lado, ha evolucionando de forma natural hacia una separación por capas, desligando la que protege del agua de la que aporta protección térmica, con un espacio de ventilación entre ambas que seca las posibles filtraciones y actúa como regulador térmico; sin embargo, en la actualidad este proceso lógico parece trastocarse al emplearse un único elemento que atiende a todos los requerimientos, en parte debido a un planteamiento eminentemente especulativo de la construcción.

Es asombroso cómo la fachada y la cubierta –inclinada– parecen seguir en el momento actual caminos opuestos: la primera, con gran parte de la tecnología de la construcción centrada en aportar soluciones que mejoren la fachada ligera, con especialización por capas y ventilada; y la segunda, transformando un elemento vital como es el desván ventilado en espacio habitable en la mayoría de las ocasiones sin un planteamiento riguroso de las exigencias mínimas de la cubierta y despreciando, en gran medida, los nuevos materiales y soluciones que existen a su alcance.

1. El libro *La arquitectura del humo* de Yago Bonet (Edicions do Castro, A Coruña, 1994) analiza cómo condicionó la configuración de la vivienda el hecho de no tener un conducto específico para el humo y éste se evacuaba a través de la permeabilidad de la propia cubierta.

La imagen del refugio



Vincent Van Gogh, *Cabañas*, 1890. Las chozas de Van Gogh están sobrecargadas de bálago. Una paja gruesa, burdamente trenzada, subraya la voluntad de albergar, desbordando los muros. El techo es aquí el testimonio dominante de todas las virtudes de albergue.

La casa es un cuerpo de imágenes que dan al hombre razones o ilusiones de estabilidad. Reimaginarnos sin cesar nuestra realidad: distinguir todas esas imágenes sería decir el alma de la casa; sería desarrollar una verdadera psicología de la casa.

La casa es imaginada como un ser vertical. Se eleva. Se diferencia en el sentido de su verticalidad. Es uno de los llamamientos a nuestra conciencia de verticalidad.

La verticalidad es asegurada por la polaridad del sótano y de la buhardilla. Las marcas de dicha polaridad son tan profundas que abren, en cierto modo, dos ejes muy diferentes para una fenomenología de la imaginación. En efecto, casi sin comentario, se puede oponer la racionalidad del tejado a la irracionalidad del sótano. El tejado dice en seguida su razón de ser; protege al hombre que teme la lluvia y el sol. Los geógrafos no cesan de recordar que en cada país, la inclinación del tejado es uno de los signos más seguros del clima. Se 'comprende' la inclinación del tejado. Incluso el soñador sueña racionalmente; para él el tejado agudo rebana las nubes. Hacia el tejado todos los pensamientos son claros. En el desván, se ve al desnudo, con placer, la fuerte osamenta de las vigas. Se participa de la sólida geometría del carpintero.

Gastón Bachelard
La poética del espacio, Madrid, 1998

TECTÓNICA

monografías de arquitectura, tecnología y construcción

inclinadas

inclinadas

1

Presentación

La cubierta inclinada: de cobijo natural a imposición formal

2

La imagen del refugio

Gastón Bachelard

enfoques

4

La cubierta inclinada

Joan Lluís Zamora

18

Cambios en la concepción constructiva de las cubiertas de tejas para edificios de vivienda

Jaume Avellaneda

proyectos

24

Hospital de Manacor, Mallorca

Angel Fernández Alba y Fernando Cruz

Pedro Moleón

40

Casa Cabaní en Castellar de N'Hug, Barcelona

Eduard Bru

Carlos Quintáns

50

Museo de Arte Moderno y de Arquitectura en Estocolmo

Rafael Moneo

Duccio Malagamba

guía

77

Dossier de productos.

Josechu Mateu

108

Índice de empresas

Edita: ATC Ediciones
Paseo del Prado, 24 - 6º izq.
28014 Madrid
Tel.: 91 420 00 66. Fax: 91 429 77 06
E-mail: tectonica@arquired.es

Dirección:
José María Marzo
Carlos Quintáns

Coordinación editorial:
Berta Blasco

Dossier técnico:
Josechu Mateu

Equipo de redacción:
Isabel Bravo
Juan Antonio Rodríguez
Carmen Valencia

Departamento de suscripciones y
distribución: Delia Blasco

Diseño: Índigo
Pº Habana, 40 - 3º izq. 28036 Madrid
Tel./Fax: 91 411 17 26

Asesor gráfico: Rafael Gálvez

Publicidad: Global Comunicación

Directora: María Luz Alonso

Jefe de publicidad: Susana Dans

Coordinadora: Sol Macarrón

Jorge Juan, 50 - 3º dcha
28001 Madrid

Tel.: 91 431 81 94

Fax: 91 435 50 74

Delegados en Cataluña:

Francisco Javier Tintoré y
Alicia Serra

Tusset, 19 - 4º 7ª

08006 Barcelona

Tel.: 93 200 35 09

Fax: 93 200 18 95

Precio: 3.300 pta / 4.500 esc
mayo-agosto 1998

Distribuidores internacionales:

Argentina: Librería Concentra

Tel./fax: +(54) 1 814 24 79.

E-mail: libreria@concentra.com.ar

Colombia: Interpublicaciones

Tel.: +(57) 1 310 32 78

Fax: +(57) 1 310 32 35

México: Pernas y Cia.

Tel.: +(52) 5 399 95 02

Fax: +(52) 5 527 42 55

E-mail: pernascia@infosel.net.mx

Portugal: A. Asppan, S.L.

Tel.: +(34) 91 373 34 78

Fax: +(34) 91 373 74 39

ISSN: 1136-0062

Depósito Legal: M-4303-1996

Fotomecánica: Da Vinci

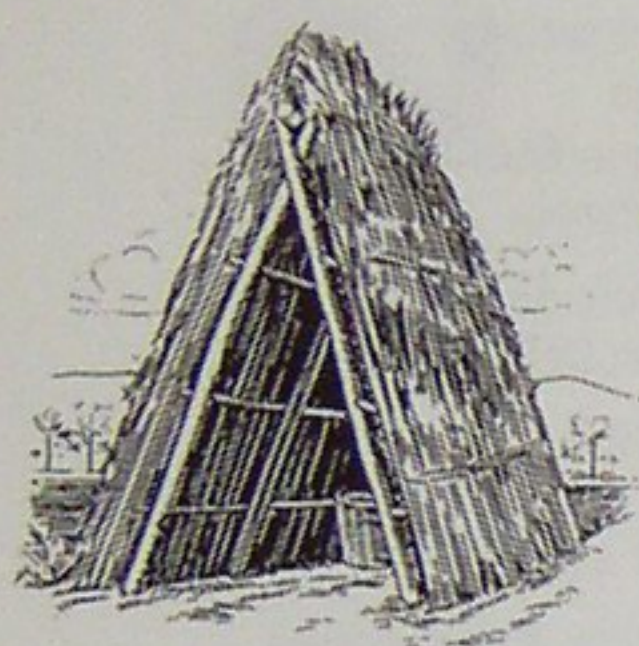
Imprenta: Gráficas Muriel, S.A.

Ninguna parte de esta publicación, incluido
el diseño de la cubierta, puede reproducirse,
almacenarse o transmitirse de ninguna
forma, sin la previa autorización escrita por
parte de A.T.C. Ediciones. All rights reserved.

© Tectónica, 1995.

La cubierta inclinada

Los recursos naturales y las condiciones climáticas se revelan en el siguiente artículo como los claros fundamentos de la diversidad tipológica que a lo largo de la historia ha tenido la cubierta inclinada. Joan Lluís Zamora, profesor de Construcción de la Escuela de Arquitectura del Vallès (Barcelona), hilvana un recorrido geográfico jalonado por algunos ejemplos tradicionales y enumera las exigencias básicas para el diseño de este tipo de cubierta. Desde un enfoque crítico que señala tanto aspectos problemáticos como ventajas de funcionamiento, el autor describe finalmente algunas de las soluciones constructivas más habituales.



- 1 Las labores intensivas de la agricultura –poda o recolección– han requerido tradicionalmente edificaciones temporales para resguardar de la intemperie a los campesinos y sus herramientas. Estas construcciones rememoran el hábitat primitivo y son, literalmente, cubiertas.
- 2 Ilustración extraída de un códice francés de 1448: en el proceso constructivo de los edificios religiosos medievales, la colocación de la techumbre –una estructura independiente de la bóveda de piedra interior– era una fase de especial trascendencia.

Se tiene la imagen de la construcción como una disciplina técnica, rigurosa y estable que ofrece soluciones a las ecuaciones que le plantea la arquitectura. Obviamente, esto no es así de simple, puesto que las soluciones técnicas viables en cada momento son múltiples. En cualquier caso, la construcción se acercaría más a los planteamientos de las ciencias sociales, donde sobre los principios físicos inmutables se establecen estrategias de carácter oportunista, sujetas al cambio constante según el contexto.

La cubierta bien puede servir para ilustrar esta compleja combinación de ciencia, técnica, recursos disponibles y prejuicios sociales.

Recorreremos en estas líneas de forma breve las exigencias básicas y fundamentales que se plantean en el diseño de una cubierta inclinada, tanto las tradicionales como aquellas que se van incorporando día a día de forma paulatina. Este camino se ilustrará mediante ejemplos de las soluciones que los arquitectos han aportado en distintos edificios, según las coordenadas de cada época. Finalmente se reconocerán aquellos tipos invariantes de funcionamiento de una cubierta, tipos que subyacen tras las diversas soluciones constructivas actualmente en uso.

El inicio: cultura y cubierta

La arquitectura nace con el hábitat, y éste, con la cubierta. Cualquier

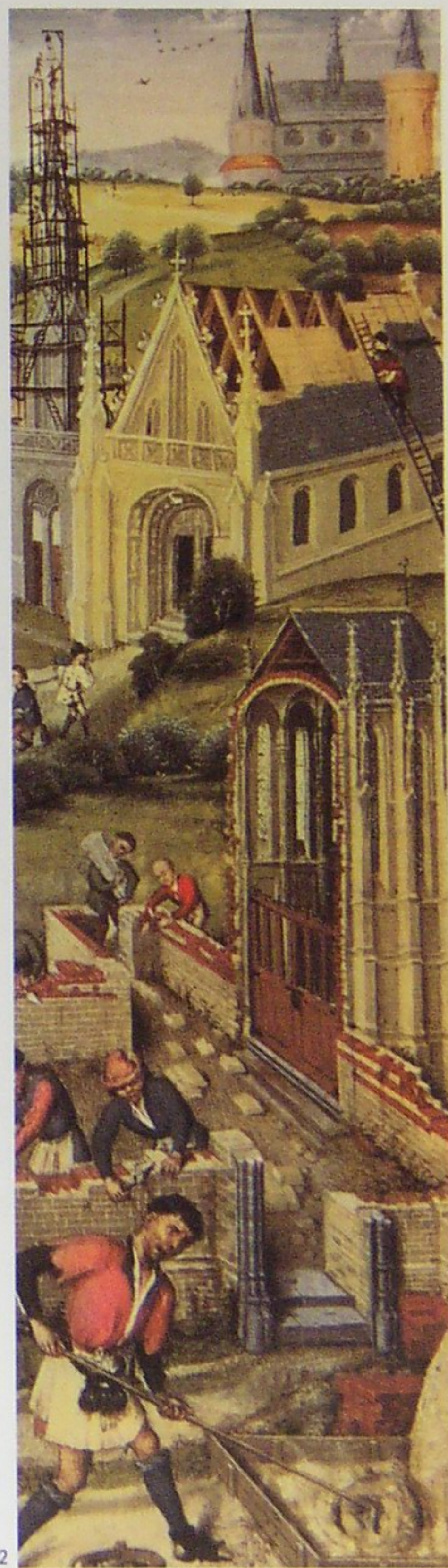
muestra de arquitectura primitiva se enfrenta inmediatamente con el problema de techar para protegerse del sol, del viento, del frío y de las precipitaciones. Toda construcción antigua y espontánea, sea iglú, cabaña de viña, tienda mongol, etc., es básicamente una cubierta.

Incluso los estudiosos de la arquitectura popular han basado buena parte de su discurso catalogador en acentuar las diferencias que establecen las propias cubiertas según los materiales empleados para techar, las pendientes, los aleros, etc.

Tal vez por esa estrecha ligazón entre cubierta e imagen etnológica de la arquitectura tradicional popular las normativas urbanísticas de protección de entornos históricos de valor artístico o de conjunto han puesto tanto énfasis en regular mediante parámetros, no siempre acertados, la construcción de las nuevas cubiertas.

La importancia que tiene el aspecto constructivo de la cubierta es indudable, tanto para su diseño como para su posterior mantenimiento. Todas las construcciones que nos legaron los que nos antecedieron han iniciado su deterioro y ulterior derumbe por la cubierta, cuyos restos hallamos a menudo, enterrados por la maleza, al pie de los muros.

En las praderas herbáceas de las llanuras del norte de Asia y Europa se han encontrado ejemplos de revestimientos de cubiertas mediante 2



3 a 5. Las técnicas y materiales de la arquitectura autóctona están supeditados a los recursos naturales de cada ámbito local y a sus condiciones climáticas. Estas variables dan lugar a la diversidad tipológica que muestran las imágenes: desde las cubiertas de piezas de pizarra colocadas a rompejuntas de la arquitectura popular gallega (3), pasando por las de lajas de madera típicas de la casa americana o de las techumbres nórdicas (4), hasta las cubiertas vegetales de los climas templados, a base de paja y caña o listones de madera (5).



3

tierra arcillosa compactada, estabilizada mediante la plantación de especies herbáceas y gramíneas. Sus raíces aseguraban la cohesión de la arcilla y le proporcionaban una humedad más estable. Se trataba de una simbiosis entre exigencia de aislamiento y estanqueidad que requería, como cualquier huerto, los cuidados periódicos del hortelano habitante.

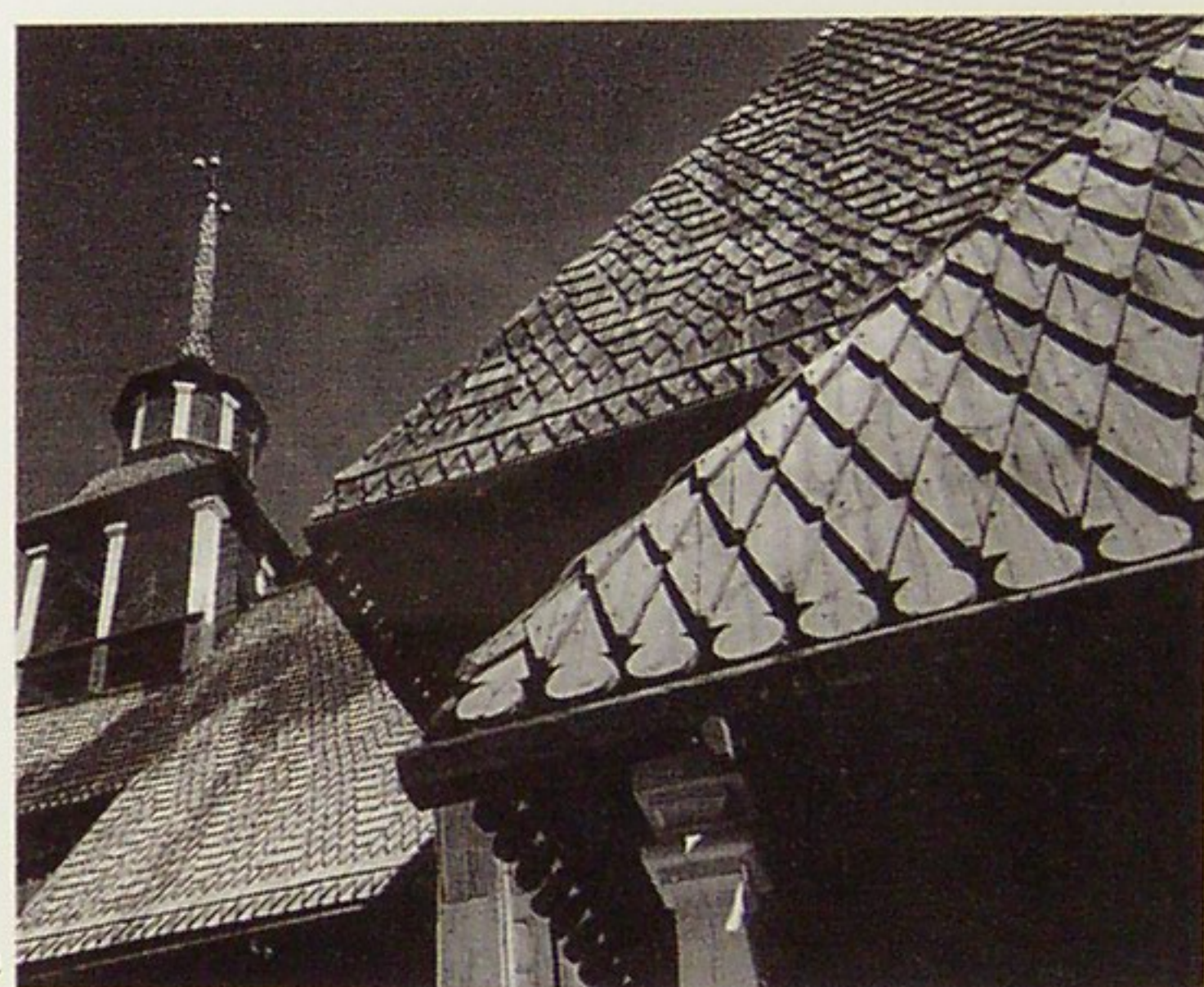
Más al sur, en los climas lluviosos pero más temperados, la paja de los cultivos una vez trillado el grano—fuera de arroz o centeno— se peinaba y anudaba formando haces de hasta 120 cm de longitud. Se colocaban sobre listones o cañas, distanciados entre sí unos 30 cm, hasta formar una capa de 18 a 20 cm de espesor y con un peso total de 10 kg/m². Sobre esta primera capa de haces se disponían unas varas de madera o caña atadas fuertemente a los listones de base y, finalmente, se añadía una segunda, o incluso tercera, capa de haces. La estanqueidad se garantizaba gracias al espesor, al agua absorbida por la propia paja y a la facilidad de la misma para conducir, por tensión superficial, cada gota hasta el haz inferior, y así sucesivamente hasta el suelo.

Todas estas soluciones tradicionales y autóctonas tienen un ámbito local que las justifica y optimiza, pero difícilmente son exportables en el tiempo y el espacio sin grandes costos y contratiempos. Esta conclusión

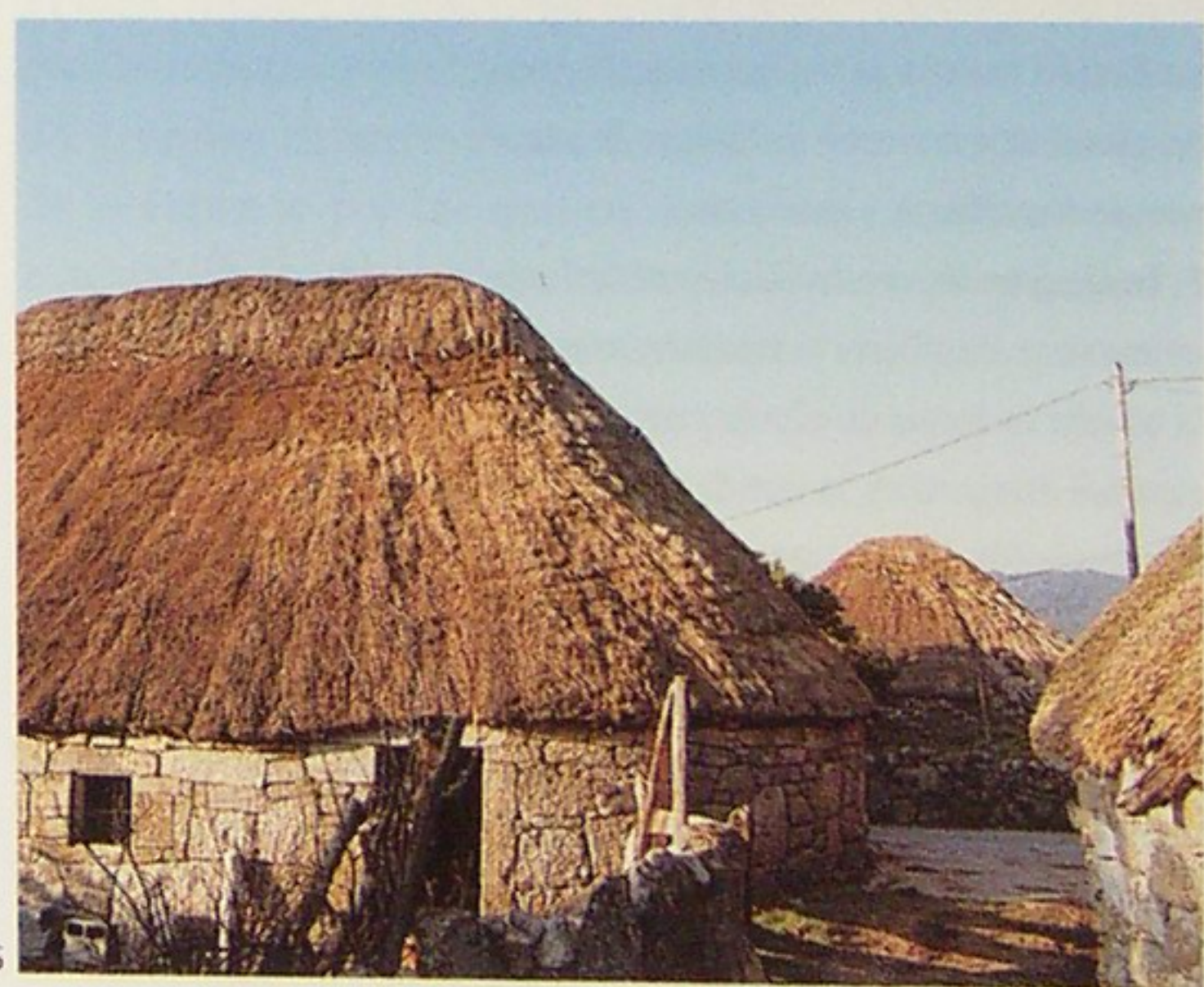
fue constatada por el equipo técnico que hace pocos años, con motivo de la edificación del parque temático recreativo Port Aventura (Tarragona), llevó a término la construcción de cubiertas de haces de palmera en el sector de la Polinesia y de lajas de madera en el sector del Far-West.

La extensión de las culturas predominantes a través de los imperios antiguos y modernos potenció el desarrollo de aquellas tecnologías de techar susceptibles de prefabricación, transporte y colocación en obra con grandes garantías de éxito en cualquier situación. En este nuevo escenario se consumó la diferenciación entre los dos grandes tipos de recubrimiento: las piezas colocadas a junta continua, y las colocadas a rompejuntas.

En las áreas con mayor predominio de la madera se desarrolló la cubierta de lajas de este material (chillas) clavadas, siguiendo la experiencia adquirida con los esquistos y, posteriormente, con las pizarras en las cubiertas de piezas colocadas a rompejuntas. Fue la cubierta que acompañó la expansión de norteamérica y la casa de madera, y está formada por piezas de madera de roble, alerce o abeto, de 1,5 a 2,5 cm de espesor, 10 a 25 cm de ancho, y 80 a 100 cm de largo, clavadas sobre listones. Un buen mantenimiento exigía que cada 10 ó 12 años se diera la vuelta a las chillas, para así alcanzar una duración de hasta 70 u 80 años.



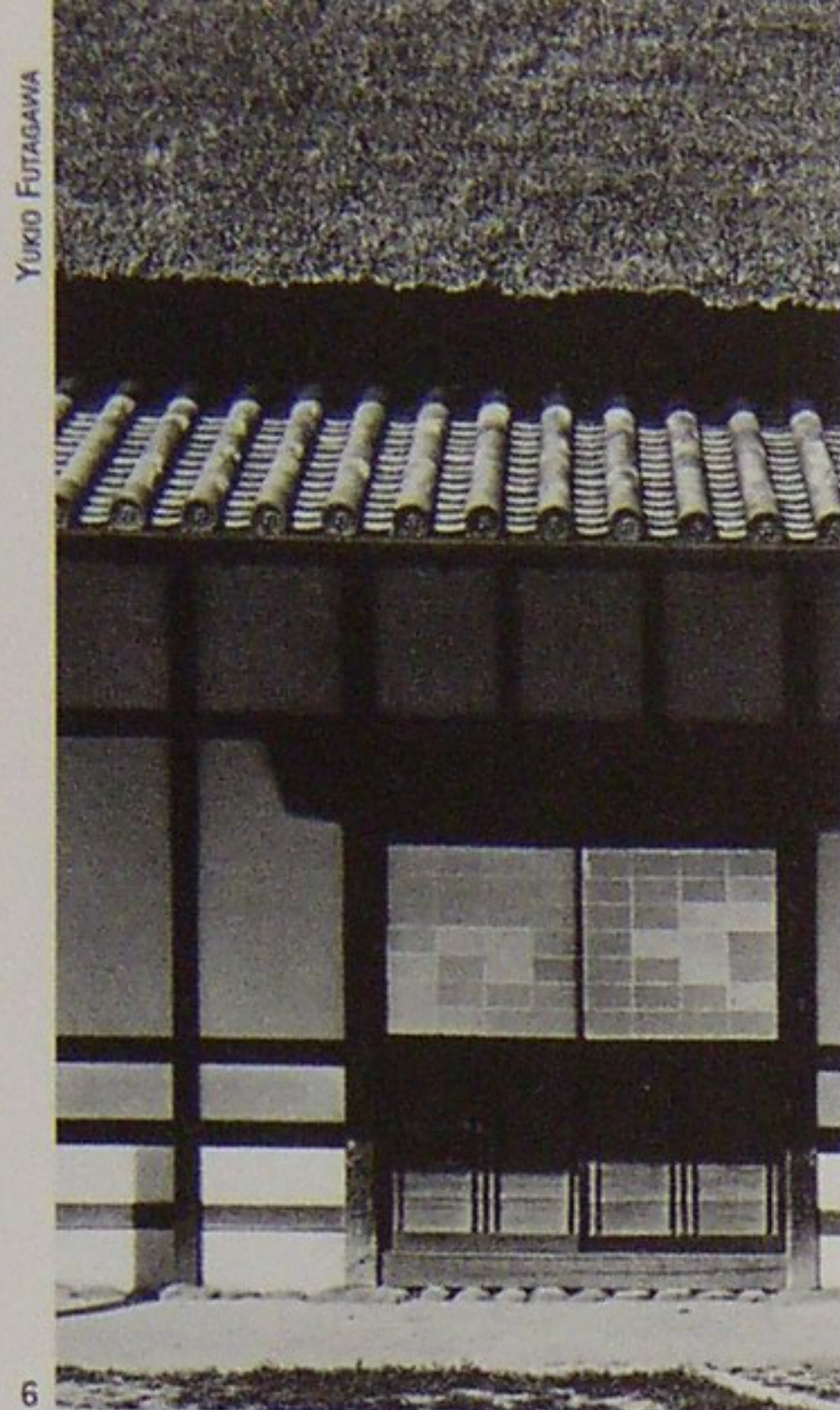
4



5

HEIKI HAVAS

5



6

6. La imagen de la arquitectura tradicional de Japón va asociada indiscutiblemente a la de sus cubiertas y a la tecnología desarrollada para resolver las imponentes estructuras de madera sin hacer uso de las posibilidades de la triangulación. Por su situación geográfica y su organización social, Japón ha alojado siempre una gran variedad de soluciones constructivas, como atestigua la coexistencia de soluciones de tejas y haces herbáceos que refleja la imagen.

7. La arquitectura de los templos hinduistas, edificios de gran riqueza y simbolismo, exhibe unas cubiertas totalmente esculpidas en piedra, en las que la estanqueidad se confía al gran espesor del material pétreo y, en consecuencia, los planos de escorrentía o el solape de placas pierden importancia y apariencia.

8. En las grandes construcciones de la Turquía otomana se manifiesta la tradición oriental de la bóveda en forma de cúpula inscrita en espacios ortogonales, lo que da como resultado la intersección de dos superficies distintas de escorrentía: los planos inclinados y las superficies de curvatura variable. La estanqueidad se resuelve mediante chapas metálicas engatilladas, trabajadas con el esmero de los latoneros que repujan para los turistas en los bazares actuales. En una 'arquitectura del aljibe', en la que no existe la canal de recogida para evacuar el agua fuera del edificio, la pendiente de escorrentía se reduce en el último tramo para formar los suaves aleros que expulsan el agua lejos de la fachada, pero con moderada velocidad.



7



8

En las áreas con mayor disponibilidad y tradición en el trabajo de la arcilla cocida se desarrolló la cubierta de tejas, que diferenciaba ya en el plano de escorrentía las líneas de canal y las líneas de cobija, consolidando la familia de las cubiertas de piezas colocadas a junta continua. El solape canal-canal y cobija-cobija, junto con el desnivel o cresta canal-cobija, son las garantías de estanqueidad de este tipo de cubierta. La magnitud de ambos parámetros –solape y desnivel– debe corresponderse con la pendiente mínima de colocación para garantizar la estanqueidad. Es la cubierta que ha acompañado la expansión de Roma, de la cultura árabe mediterránea e, incluso, de China y Japón.

Exigencias

1. Estanqueidad al agua

La lluvia precipita de forma muy diversa en cada clima, según la altitud (<200 m, 200-500 m y >500 m), la exposición orográfica (protegida, normal y expuesta) y la época del año. La combinación del tamaño y consistencia de la gota (nieve, gránizo, llovizna, goterón, etc.), la intensidad y duración de la lluvia, así como la velocidad y orientación del viento, cualifican la precipitación. La mayor movilidad de los arquitectos en la actualidad y de sus proyectos obliga a reconocer de forma atenta las características climatológicas de cada emplazamiento.

Durante muchos siglos la historia de la cubierta ha consistido en la búsqueda insistente de soluciones impermeables a la lluvia local. Hasta ya iniciado el siglo XVIII, la construcción no dispuso de materiales propiamente estancos frente a la penetración del agua por gravedad, por lo que la exigencia de estanqueidad se resolvía mediante la conformación de la cubierta según superficies de escorrentía en forma de planos inclinados, a semejanza del relieve de las montañas circundantes del lugar. En la actualidad podemos alcanzar incluso la estanqueidad frente el agua y el aire en condiciones de presión diferencial mediante membranas y juntas desarrolladas en la industria submarina.

Al aumentar la inclinación o pendiente de dichos planos se incrementa la velocidad con que el agua se escurre por la cubierta, reduciéndose el tiempo de presencia del agua y el riesgo de penetración. La garantía del éxito reside en la utilización de materiales con un bajo coeficiente de absorción de agua y en la formación de piezas del mayor tamaño posible, para reducir así el número de juntas y el riesgo de filtración.

El tratamiento de dichas juntas se ha realizado tradicionalmente mediante el solape de varios gruesos, solución que garantiza la estanqueidad si el agua no es capaz de remontar la fuerza de gravedad. Dado que las pendientes más pronunciadas fa-



9



10

GIORGIO CASALI

11

material de cobertura	soporte	fijación	solape longitudinal	solape transversal	pendientes mínimas altura cresta en mm		
					ondulada	>42 ≤30	≥ 10% ≥ 15%
chapas (**) perfiladas	discontinuo sobre correas	atornillado en la cresta	solape (*) simple	solape (*) simple	grecada	>42 30-42	≥ 5% ≥ 8%
					nervada	>42 30-42 ≤30	≥ 5% ≥ 8% ≥ 10%
(**) si no existe junta transversal -piezas enterizas- la estanqueidad mejora obviamente, ya que éste es el punto más vulnerable a las infiltraciones			(*) aumentando la longitud del solape y sellando las juntas pueden disminuirse estas pendientes mínimas			>42 30-42	≥ 10% ≥ 25%
		oculta	engatillado o clipado	piezas enterizas	pendiente mínima 3% pudiendo llegar según patentes al 0%		
chapas lisas (zinc, cobre, aluminio, acero...)	continuo	oculta: patillas de anclaje	engatillado: junta alzada o sobre listón	engatillado	5%		
paneles (**)	discontinuo sobre correas	oculta	junta especializada con o sin tapajuntas	solape simple y soluciones particulares	4%		
teja cerámica y hormigón	continuo o sobre rastreles	apoyo simple clavo o con clips	solape simple o encaje	solape simple o encaje	15%		
teja pizarra	continuo o sobre rastreles	clavo o gancho	solape simple	solape simple	30%		

vorecían el aumento de la velocidad de escorrentía, reduciendo así el riesgo de penetración del agua a través de las juntas, la longitud de solape podía también reducirse. Sin embargo, la mayor pendiente de la cubierta obligaba a fijar las piezas, que se desestabilizaban por la inclinación del plano de apoyo.

Los ocasionales temporales de lluvia acompañada de fuerte viento rompían este equilibrio y ocasionaban desperfectos y filtraciones esporádicas socialmente aceptadas. Un buen mantenimiento estacional antes de la época de las lluvias, así como la ventilación inferior de la cubierta, aseguraban que el incidente no llegara a más y no comprometiera la estabilidad de la estructura.

En caso de nevada intensa, los puntos más fríos de la cubierta (aleros, esquinas, limahoyas, etc.) eran los primeros en helarse al caer la primera noche estrellada. Con un deshielo rápido, estos puntos congelados o barreras de hielo podían interceptar la circulación del agua que escurría inferiormente por el manto de nieve hasta el punto de que, si no era suficiente la protección que proporcionaba el solape, el agua de deshielo penetraba en el interior del edificio.

Los materiales al uso -paja, tierra compactada, lascas esquitosas, lascas de madera e incluso terracota- eran porosos y requerían engrasados o espesores más importantes en las

zonas de lluvia persistente, como los climas atlánticos y tropicales.

La pendiente mínima en teja árabe es del 24% para una vertiente que no supere los 6 m, con ubicación protegida y en una zona de baja altitud, con solapes de 14 cm. Este valor mínimo puede alcanzar el 35% para una vertiente de hasta 12 m, con ubicación expuesta y en una zona situada por encima de los 500 m. Para una situación similar, cualquier teja plana, al no contar con la colaboración del solape, incrementa su pendiente mínima proporcionalmente a la longitud de la vertiente hasta alcanzar valores del 35% para una distancia de hasta 12 m, ubicación expuesta y en una zona situada por encima de los 500 m. En el caso de las tejas de lascas (lascas), la pendiente mínima puede alcanzar el 125%, con recubrimientos mínimos de 8 cm para una vertiente de hasta 12 m, en una ubicación expuesta y en una zona situada por encima de los 500 m.

El sindicato central del gremio alemán de techadores, en sus reglas fundamentales publicadas en 1922 y actualizadas en su edición de 1959, afirmaba: "no puede exigirse a las cubiertas seguridad absoluta en los casos de tormenta, aun cuando pueda considerarse como una cubierta realizada de acuerdo con las reglas establecidas. Los vientos y las tormentas ponen en peligro a cualquier cubierta". Esta constatación por parte de un colectivo de respetada credi-

bilidad evidencia las limitaciones de los sistemas tradicionales de cobertura. La evolución empuja hacia la utilización de placas industrializadas realizadas con materiales estancos, de mayor tamaño y con tratamiento de sellado de juntas a modo de calafateado.

2. Estanqueidad al viento

En la cubierta tradicional preocupaba la penetración del agua, por lo que nunca se prestó interés alguno a conseguir una estanqueidad notable al aire. Incluso la mayor parte de las construcciones vernáculas disponían de grandes chimeneas en el centro de la cubierta por las que no sólo se evacuaban los humos de la combustión, sino que también se ventilaba la habitación.

El espacio bajo la cubierta estaba constituido por locales ventilados -denominados buhardillas, golfes o penthouses- que actuaban de tapón para la penetración del viento, la radiación solar, la humedad y el polvo en el edificio. Se destinaba, en el mejor de los casos, a secadero o a almacén trastero. Incluso en los tratados de construcción se designaba este tipo de construcción con el nombre de 'cubierta fría'.

El aprovechamiento intensivo del volumen de los edificios, ya por carestía, ya por especulación del bien inmobiliario, condujo al aprovechamiento íntegro del espacio bajo cubierta, al que se consideraba como

9. Los mapas de riego, en la línea de los que iniciaron las NTE, resultan de gran ayuda para la construcción de cerramientos según las distintas localizaciones y condiciones climáticas.

10. Vista parcial de la cubierta de teja de la Casa Zigaina (1958) en Udine, del arquitecto Giancarlo de Carlo.

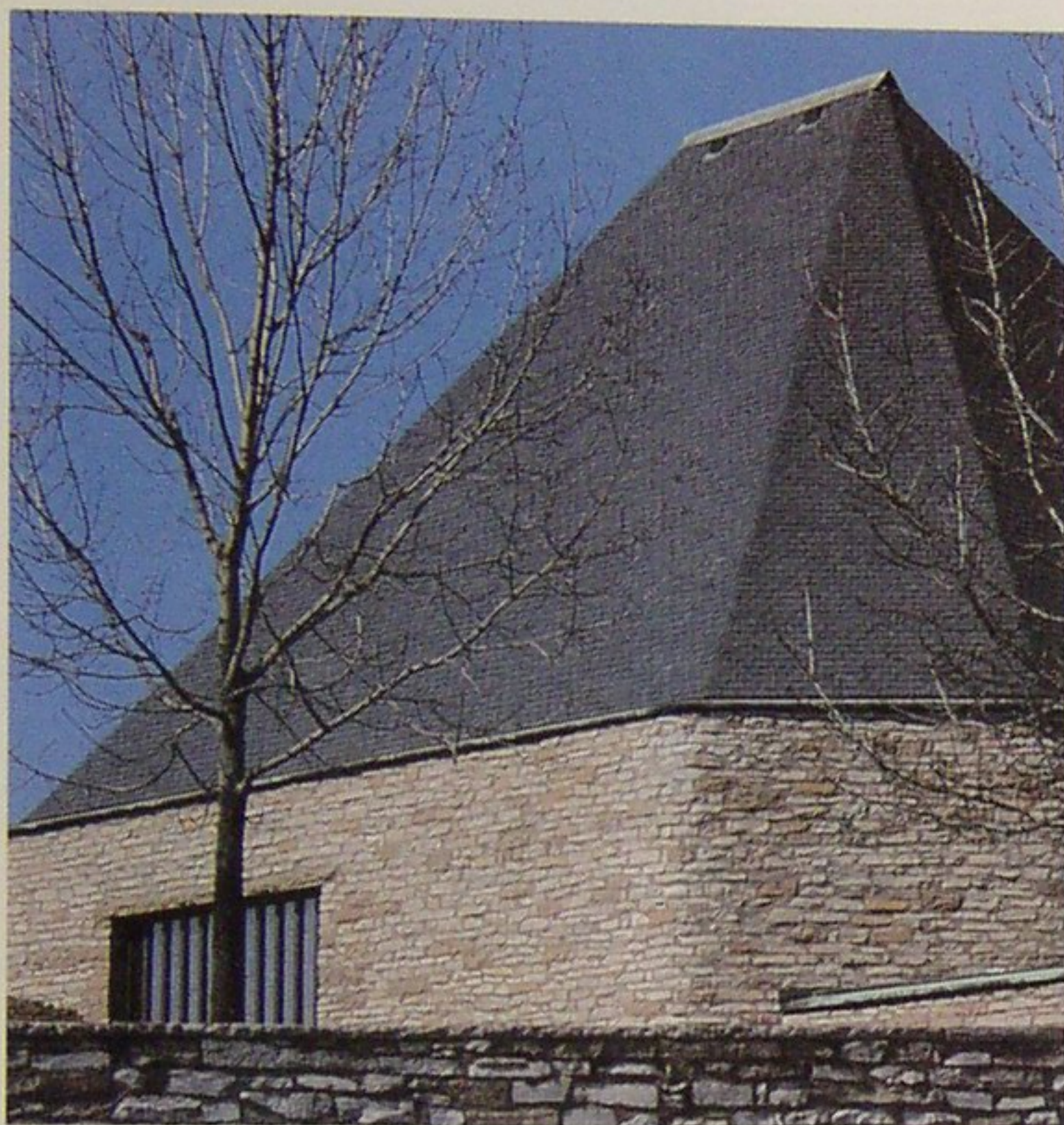
11. Cuadro de pendientes mínimas según materiales de cobertura.

Hasta la aparición, en el siglo XVIII, de materiales que impiden la entrada de agua por gravedad, la exigencia de estanqueidad de la cubierta se resuelve exclusivamente mediante la conformación de distintos planos de esorrentía.



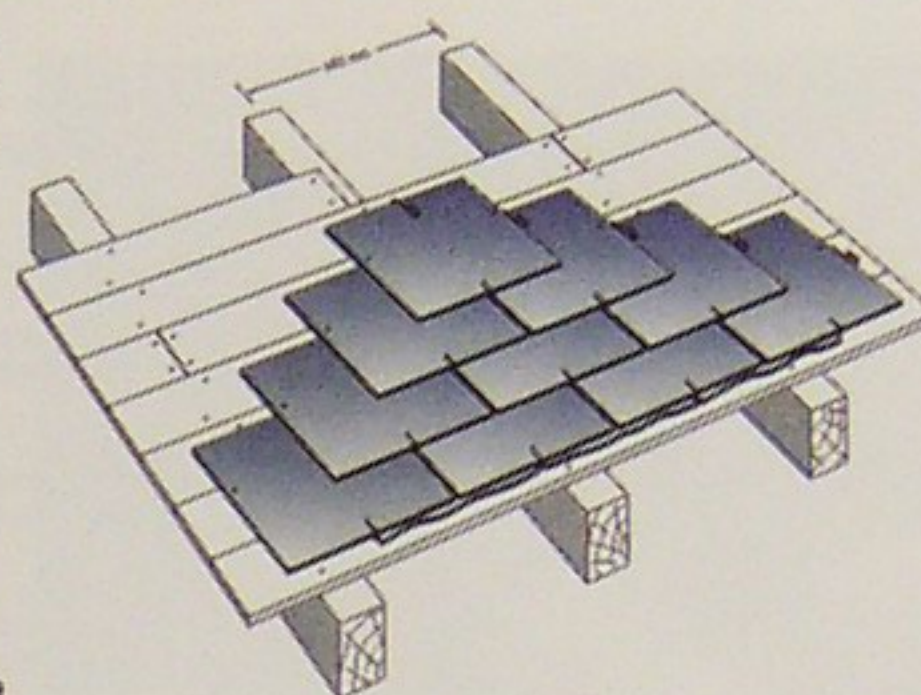
DANIEL GELABERT I FONTOVA Y PAULINO HERNANDEZ

14

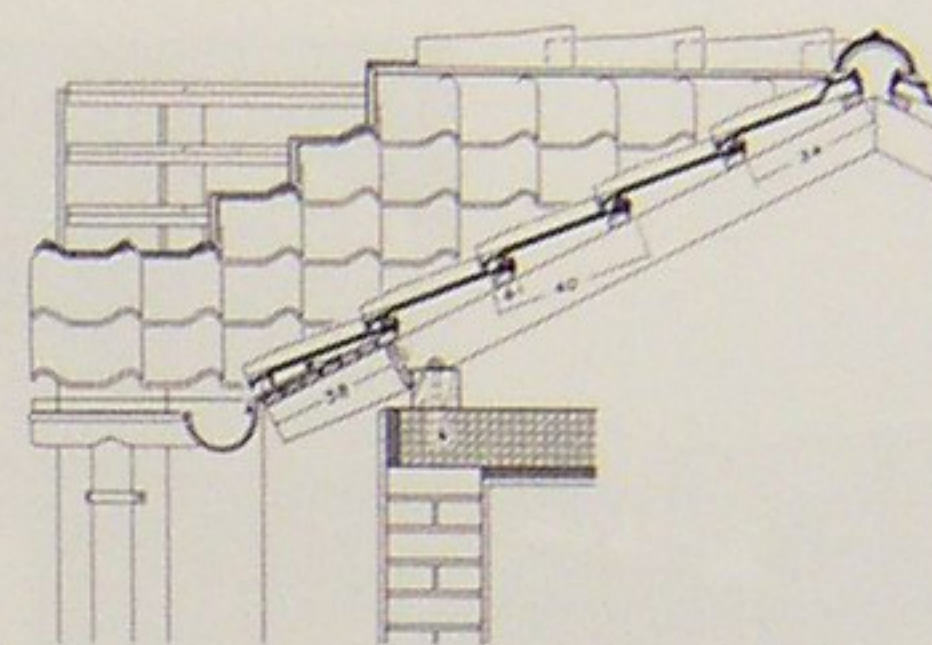


OLOF HULTIN

12



13



15

12 y 13. En las cubiertas de pizarra –en la fotografía, el crematorio de Skövde (1937–1940), de Erik Gunnar Asplund– las piezas se disponen en filas horizontales contrapeadas entre sí, de modo que una laja hace de tapajunta de las otras dos colocadas en la fila inferior. La sujeción de las pizarras se realiza, por medio de clavos o ganchos, a un tablero o enrastrelado situado sobre el soporte estructural (fuente: Cupa Pizarras).

14 a 16. La posibilidad de dar forma a la teja cerámica en su fase plástica previa a la cocción dio lugar, en el siglo XIX, al nacimiento de la teja plana, un ejercicio de diseño técnico resuelto mediante el riguroso tratamiento de las juntas por doble encaje para evitar la filtración de agua; se renuncia así a las soluciones artesanales de solape y rejuntado, lo que permite aligerar tableros y estructura y componer la cubierta como un mosaico en damero (en las fotografías, la rehabilitación del antiguo matadero de Palma de Mallorca, a cargo de Gelabert & Asociats, S.L.).

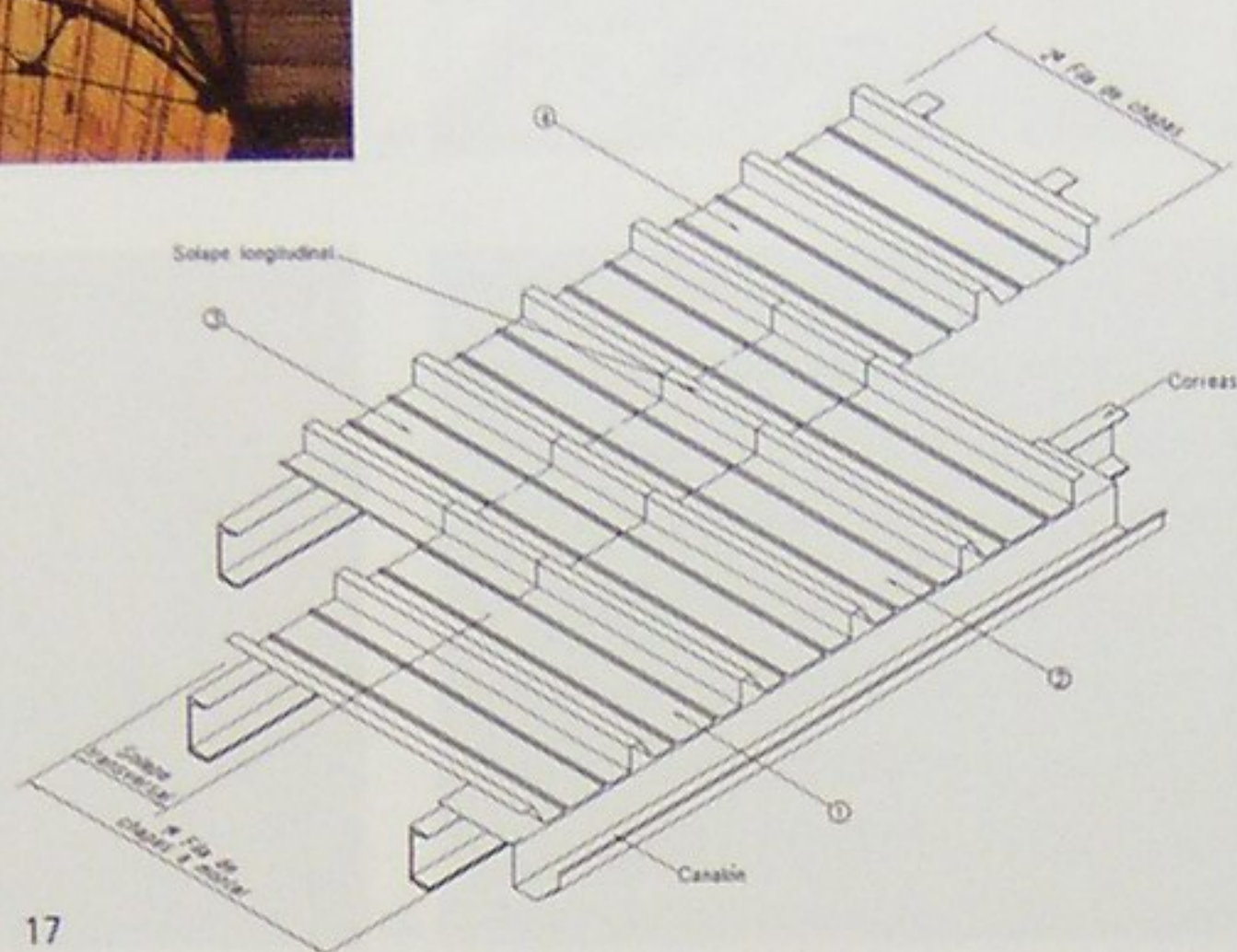
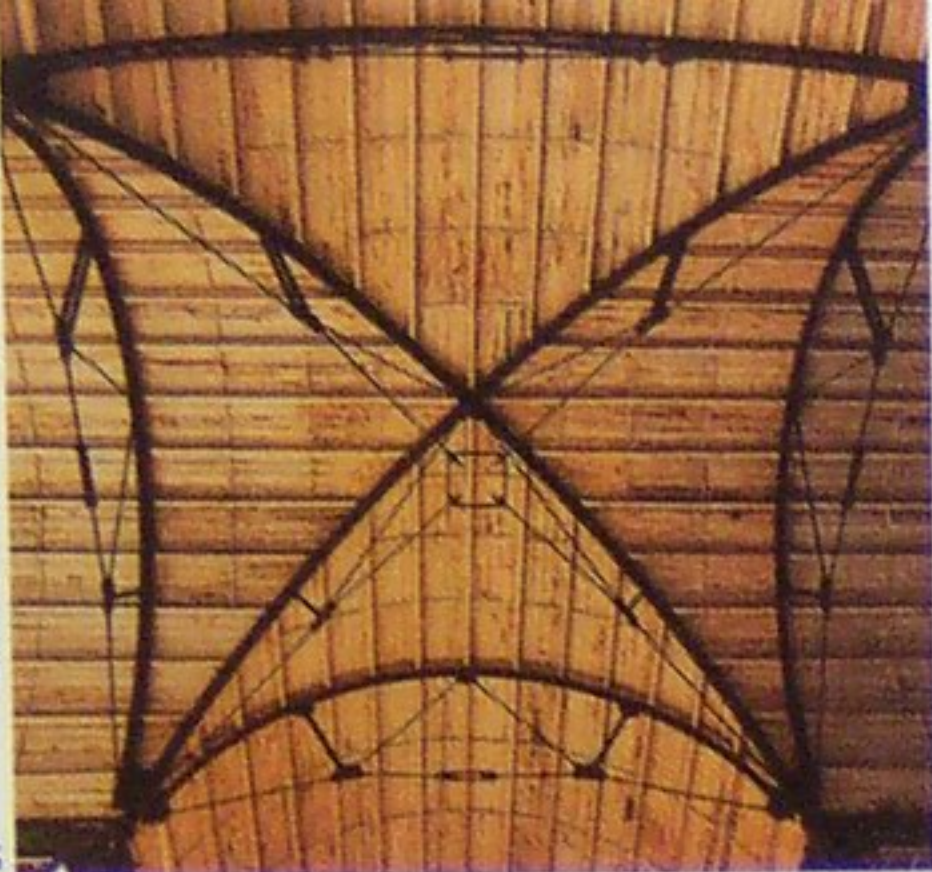
un ámbito habitable más, inicialmente destinado a marginados y bohemios pero convertido, finalmente, en un espacio envidiado y escaso, con cotización adicional en el mercado; lo que ha significado, en la mayoría de los casos, renunciar a la ventilación inferior de la cubierta, a la que ahora denominaremos ‘cubierta caliente’.

La cubierta hoy debe ser también estanca al aire, y para ello la cobertura ha de apoyarse, no ya en un entramado de llatas y cabios de madera de clavar, sino en un forjado continuo constituido por un envigado y un tablero superior estanco, lo que ha dado lugar a una cubierta mucho más sensible a la radiación solar y a las humedades de infiltración.

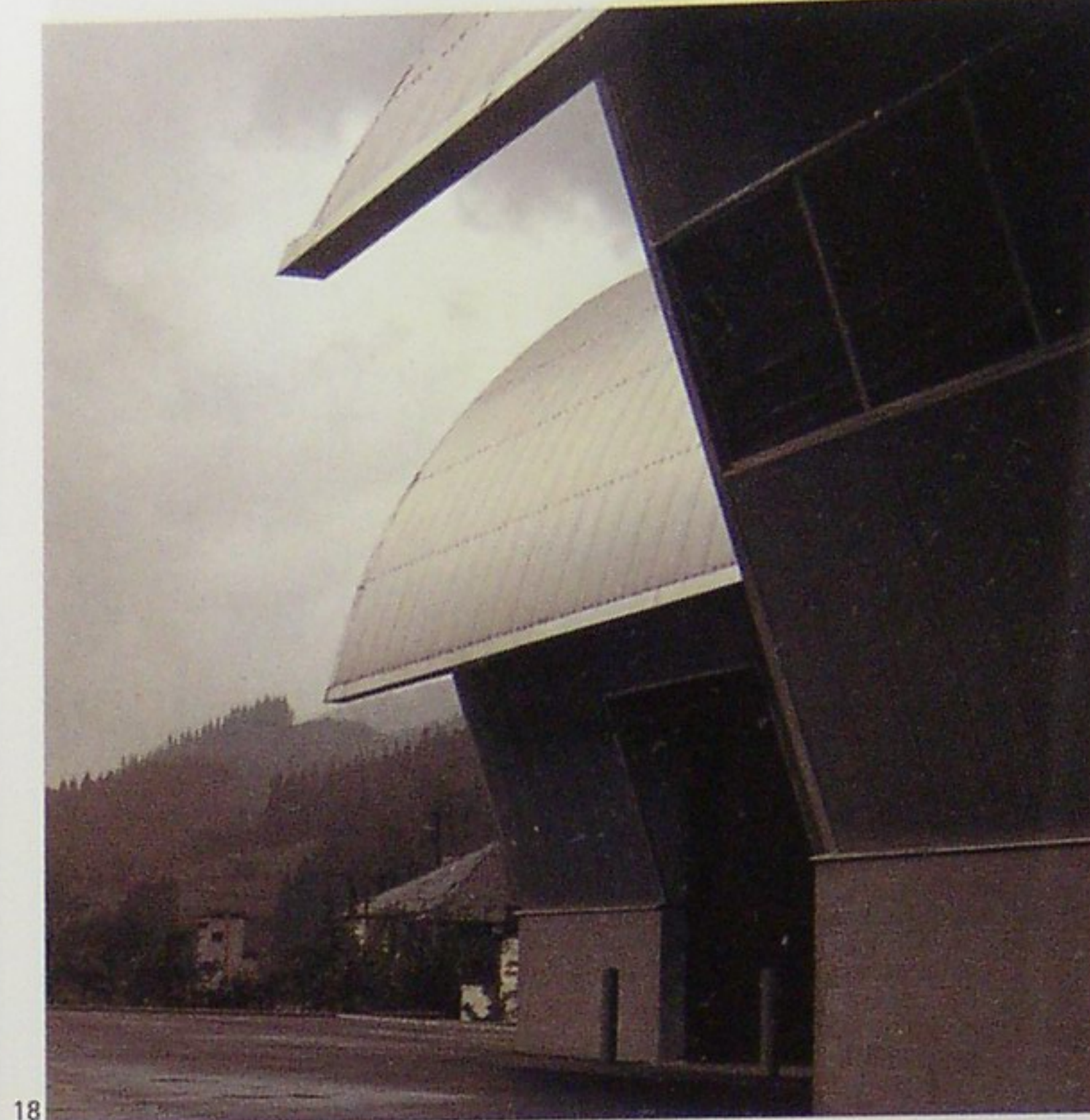
Es sensible a la radiación solar porque el calor que absorbe la cubierta ya sólo puede ser disipado libremente en una dirección. Es así como, inevitablemente, el calor restante se introduce en el interior de la buhardilla habitable, a pesar de la presencia de capas adicionales de aislamiento térmico, insuficientemente dimensionadas para saltos térmicos de hasta 60 grados. En pocos centímetros, 30 a lo sumo, la cubierta caliente tiene que asegurar suficientemente la estanqueidad, el aislamiento, la ventilación y el acabado inferior. Garantizar la ventilación dorsal de la cubierta en tan escaso espesor nos obliga a recurrir a tecnologías de fachada ventilada.

En segundo lugar, la cubierta actual es sensible a las humedades de infiltración porque la penetración del agua por acción del viento no puede evitarse de forma absoluta en las cubiertas por solape y sin sellado de juntas, en las que la ventilación inferior es absolutamente imprescindible para secar estas infiltraciones ocasionales, especialmente en las cubiertas de estructura de madera. La falta de ventilación dorsal de la cubierta obliga a rejuntar las tejas como si de ladrillos se tratara, e incluso a colocar refuerzos inferiores de estanqueidad mediante materiales con acreditada experiencia por sí mismos, pero considerados como de aspecto no suficientemente decoroso (láminas sintéticas, placas asfálticas o de fibrocemento, etc.).

Los grandes movimientos térmicos que experimenta una cubierta exigen que los sellados de juntas se realicen con morteros elásticos –pobres en aglomerante y con adición de cal– para evitar la rotura de las piezas por movimientos impedidos de dilatación / contracción o, incluso, de choque térmico. Los tableros inferiores de la cubierta, inicialmente de tabloncillos de madera, han ido evolucionando para facilitar tanto la estanqueidad (por medio de machihembrados) o la colocación de la teja (para lo cual es necesaria una perfecta coordinación dimensional), como la disposición del aislamiento (que va generalmente preadherido) o



17



18

el aumento de la separación entre vigas o correas (por medio de tableros perfilados de reducido peso y mayor momento de inercia).

La durabilidad del material de cobertura, la posibilidad de disipar la humedad ocasional que hubiera penetrado y la disminución del confort en verano debido a las fuertes radiaciones solares de nuestro país aconsejan recuperar la ventilación, que se induce de forma natural al calentarse el aire que penetra por las aberturas practicadas en la barbacana y sale por las aberturas protegidas en la cumbrera. En cubiertas de gran longitud de vertiente ($>8\text{m}$) esta ventilación debe ser incentivada con la colocación de piezas especiales que la faciliten (desde $1/30\text{ m}^2$ hasta $1/5\text{m}^2$).

3. Captación / disipación de energía

A excepción de los países de clima árido, donde las lluvias esporádicas son cortas e intensas y el agua que incide en la cubierta se conduce hacia cisternas o aljibes para aprovecharla en las épocas de carestía, no hay ejemplos abundantes de control energético del edificio a través de la cubierta.

En un entorno climático en constante evolución y con perspectivas favorables para un creciente aprovechamiento de las energías alternativas, bien sean renovables, bien sean procedentes directamente del sol o

de la atmósfera, el papel de la cubierta parece abandonar poco a poco su papel exclusivo de protección absoluta frente a las precipitaciones. En un futuro no muy lejano, la cubierta se planteará como un filtro más de la piel del edificio que reflejará, absorberá o transmitirá la acción que sobre ella incida (lluvia, radiación solar, viento, etc.) y en el grado que el arquitecto establezca, tanto como colaborará a disipar el calor metabólico que genera su propia actividad como edificio.

El calor incidente en el edificio por radiación directa a la cubierta es un factor importante a considerar en el equilibrio térmico de éste. En la actualidad, ante la dificultad de disponer de materiales reflectantes de la radiación térmica de forma selectiva (sí en verano, pero no en invierno) se plantean soluciones de doble cubierta: así, en la cubierta exterior se aprovecha la captación solar para las necesidades de ACS (agua caliente sanitaria) y, en la interior, la creación de sombras arrojadas para regular la aportación directa y la recogida de las precipitaciones con el fin de emplearlas en labores de refrigeración.

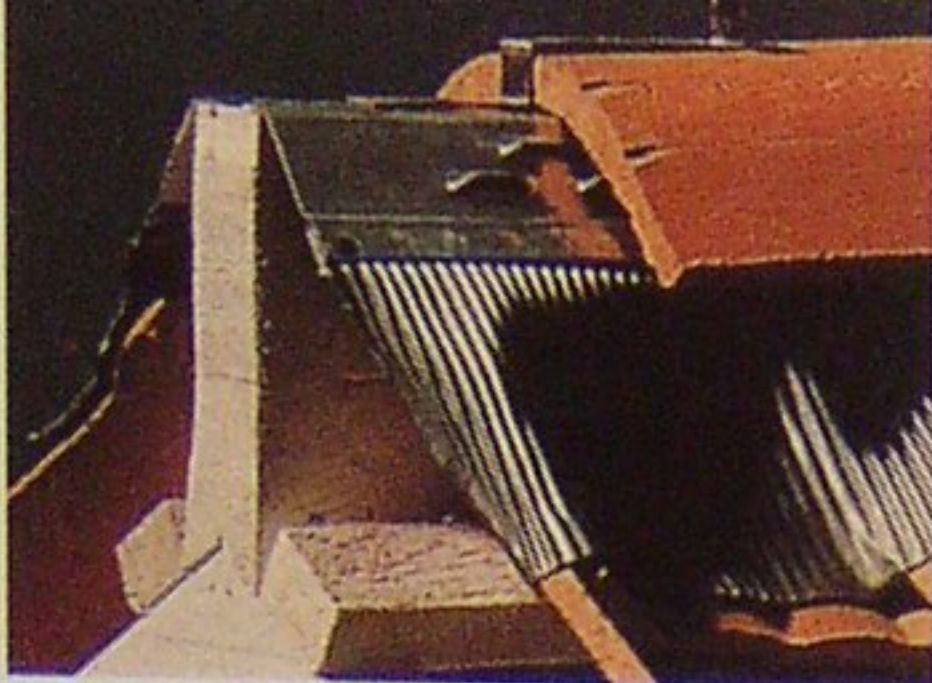
No hay que imaginar cubiertas de placas solares térmicas o fotovoltaicas para ilustrar estos comentarios, sino rescatar ejemplos tan cercanos como los invernaderos, los umbráculos, las pérgolas, etc., que son muestras de filtraje selectivo de la energía

17 a 19. En las cubiertas de chapa (17, fuente: Unión de Perfiladores) se reduce el número de juntas, especialmente las más expuestas —las perpendiculares a la línea de máxima pendiente—, pero el punto de riesgo es la fijación, que ha de ser mecánica. (18, nave industrial en Oñate, Guipúzcoa (1990-1991), de Beatriz Matos y Alberto Martínez-Castillo). Similares características pueden atribuirse a otras coberturas, tales como las placas sintéticas o las de fibrocemento (19, vivienda en Oleiros (1977-1979), de José Manuel Gallego).

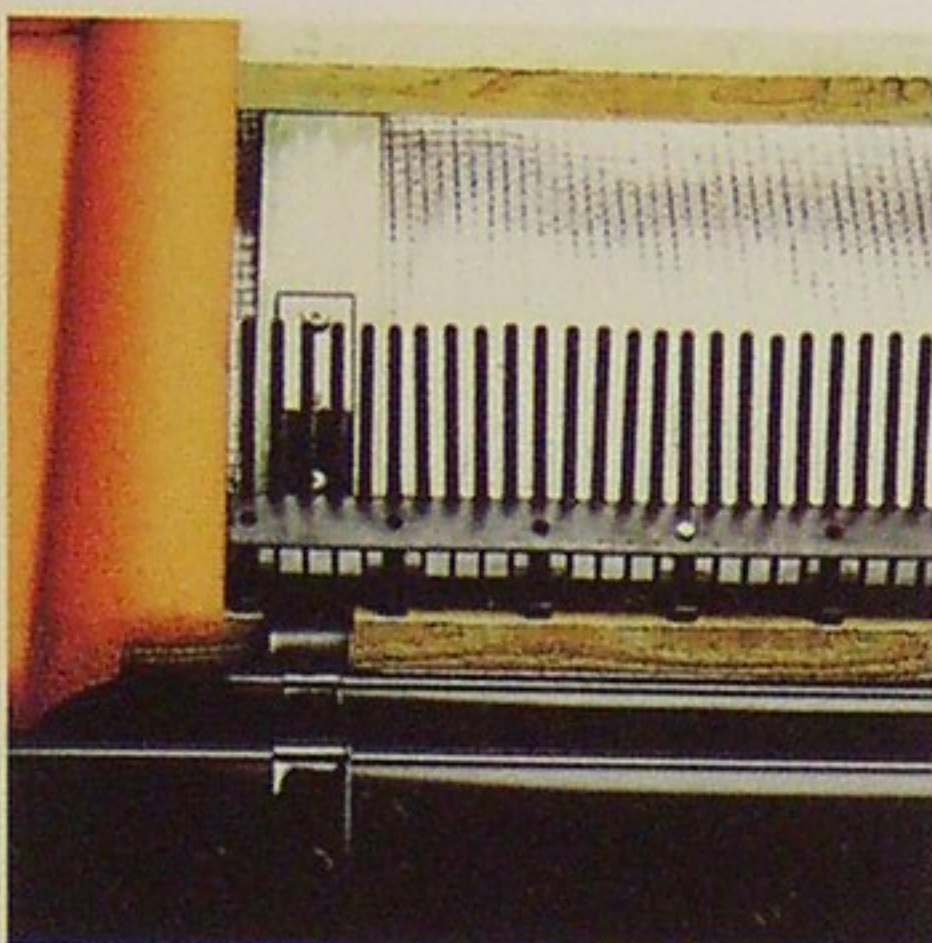


JUAN RODRÍGUEZ

20

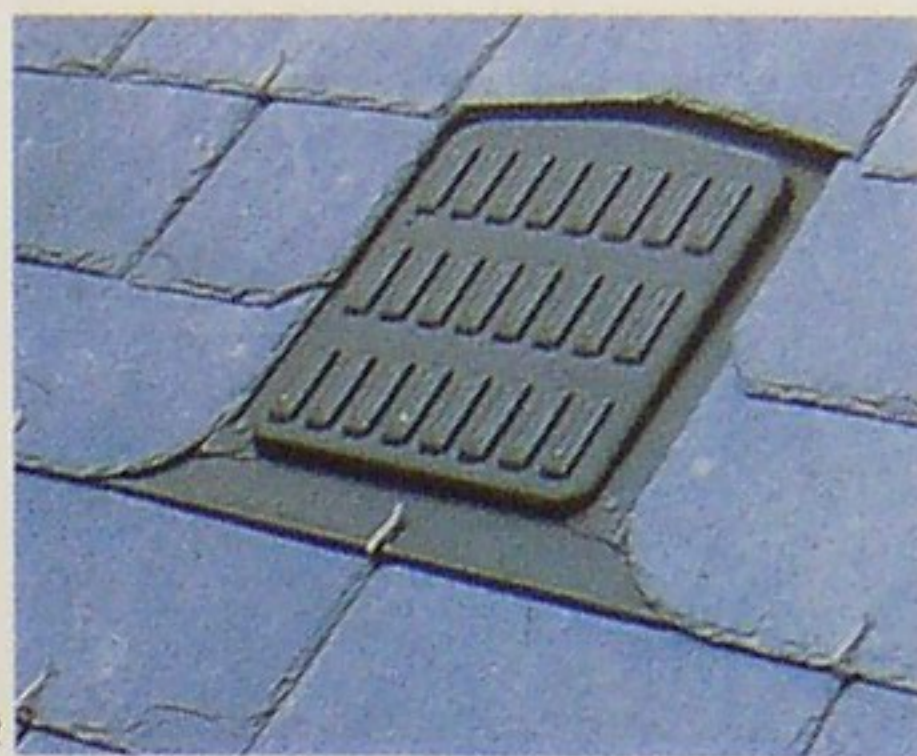


21



20 a 23. La ventilación del faldón por medio de chimeneas y piezas especiales constituye un requisito imprescindible para asegurar el confort higrotérmico del interior de los edificios; el mercado ofrece para conseguirlo una amplia gama de soluciones, como las que aquí aparecen, para teja cerámica y de pizarra (fuentes: 20 y 22, VM Zinc; 21, Uralita, y 23, Guiraud Frères).

22



23



24. Cubierta de zinc del Banco de España, Madrid, con gateras de ventilación ordenadamente distribuidas en el plano de cobertura.

24



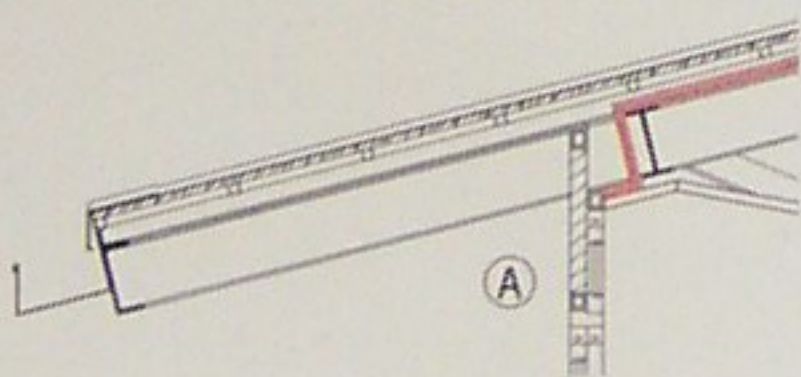
incidente; o la costumbre popular de irrigar las cubiertas de teja cerámica porosa para refrescar en verano.

4. Confort higrotérmico, acústico y lumínico

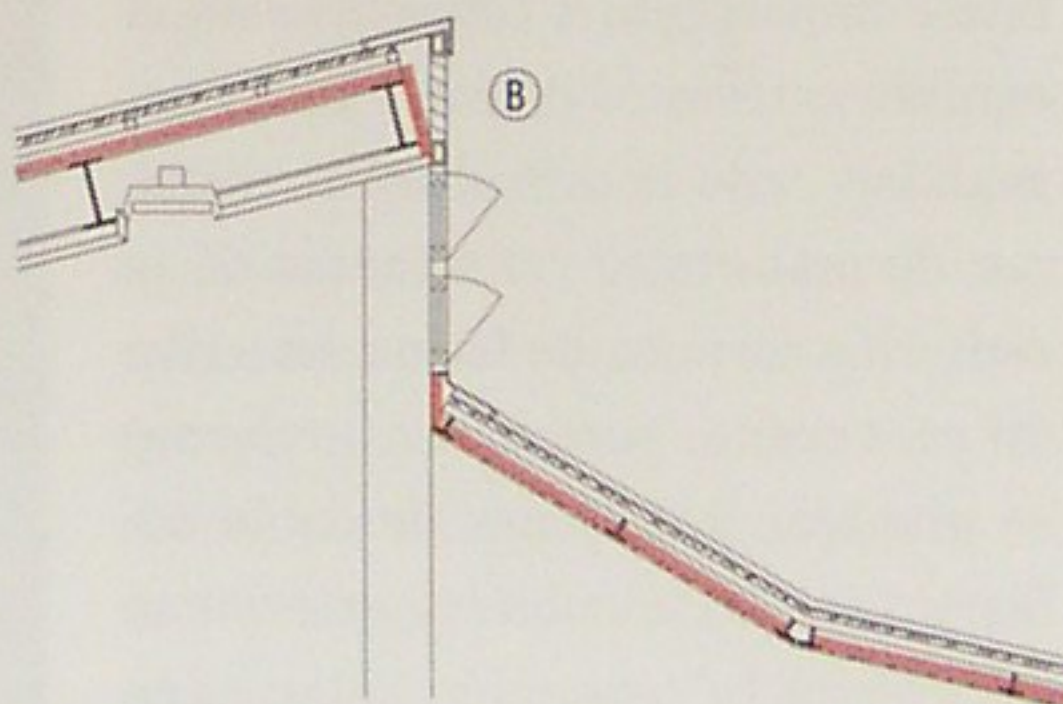
La implantación generalizada, a partir de la década de los setenta, de la utilización de los materiales específicos para aislamiento térmico en la edificación trajo como consecuencia un cierto olvido de los efectos de la radiación solar directa que, principalmente en verano, incide notablemente en la temperatura superficial de los paramentos del edificio y, más especialmente, en la cubierta. El aislamiento térmico se 'calcula' para disminuir la velocidad del tránsito del calor a través de los cerramientos del edificio suponiendo gradientes térmicos 'aire exterior-aire interior' no superiores, en el peor de los casos, a 30 grados. No considerar el efecto de la radiación solar directa significa obviar que el salto térmico real existente entre el exterior y el interior del edificio puede ser de 2 ó 3 veces superior al previsto y que, por lo tanto, la efectividad del aislamiento térmico es insuficiente. En el caso de las claraboyas, donde el calor queda atrapado en el interior del edificio por el efecto invernadero, esta circunstancia es aún más notable. Ventilar los espacios bajo cubierta, aumentar el coeficiente de reflexión del material de cobertura o, simplemente, arrojar sombra sobre el pro-

25 a 27. En el aula realizado por Josep Llinás para la Facultad de Derecho de Barcelona, la solución constructiva de algunas zonas de la cubierta garantiza, por medio de dos rejillas (A y B) situadas en los extremos inferior y superior del faldón, la circulación de aire por la cámara creada entre tablero aglomerado sobre el que apoyan las chapas de cobre, y el aislamiento.

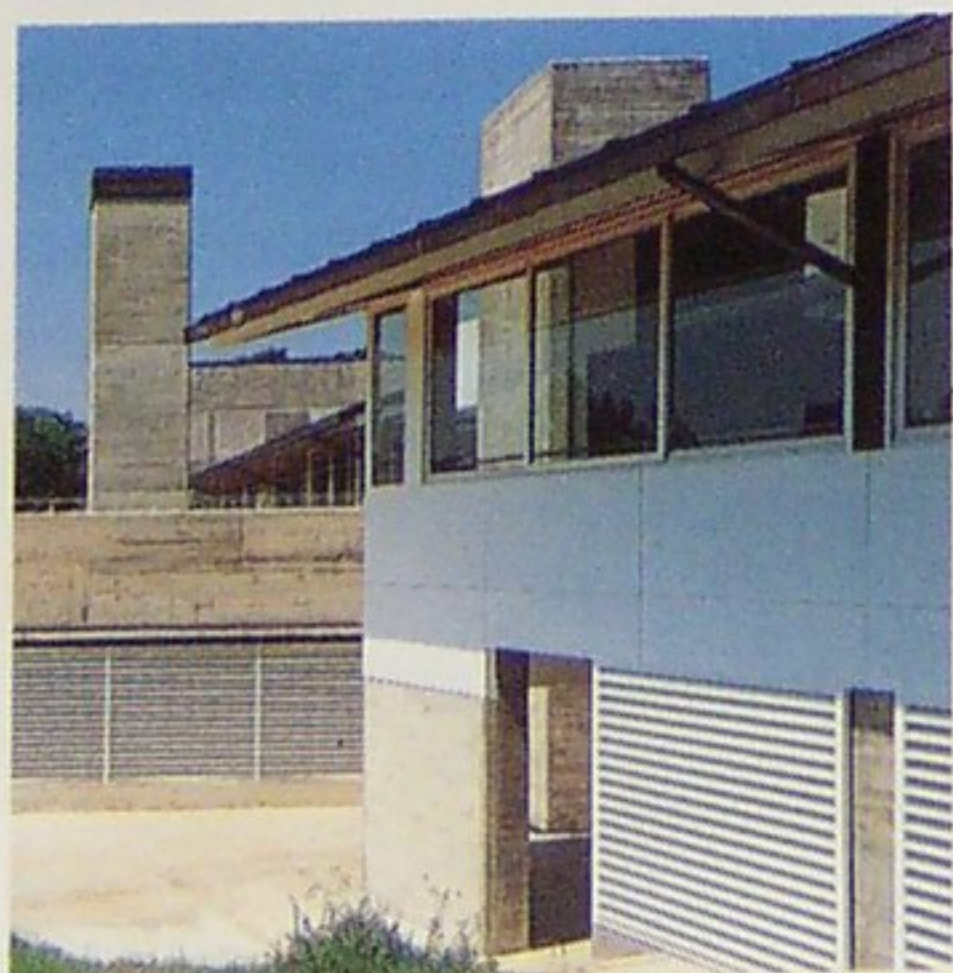
© TECTÓNICA



25

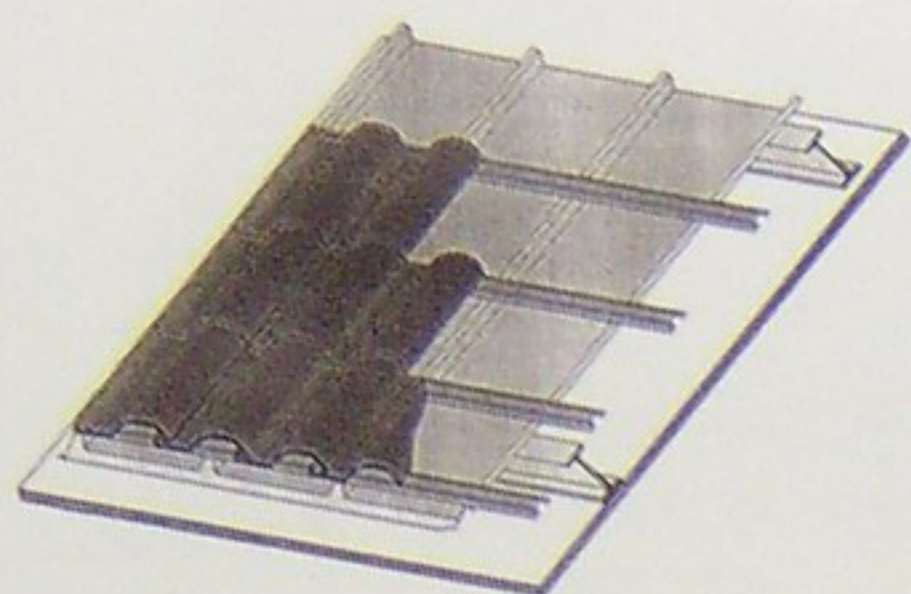


26



27

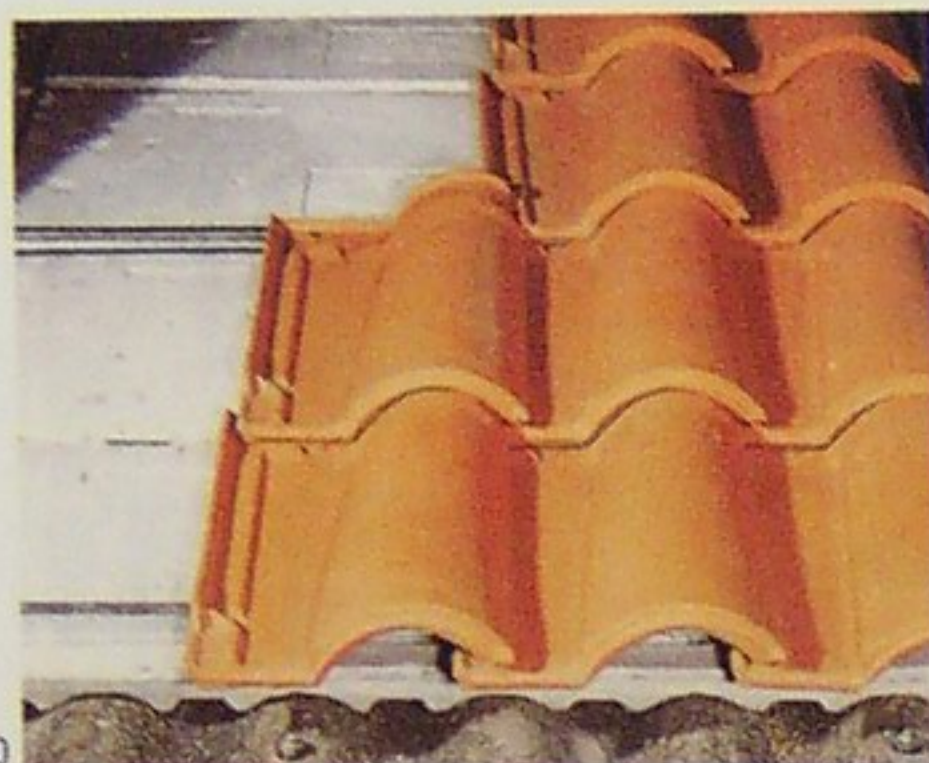




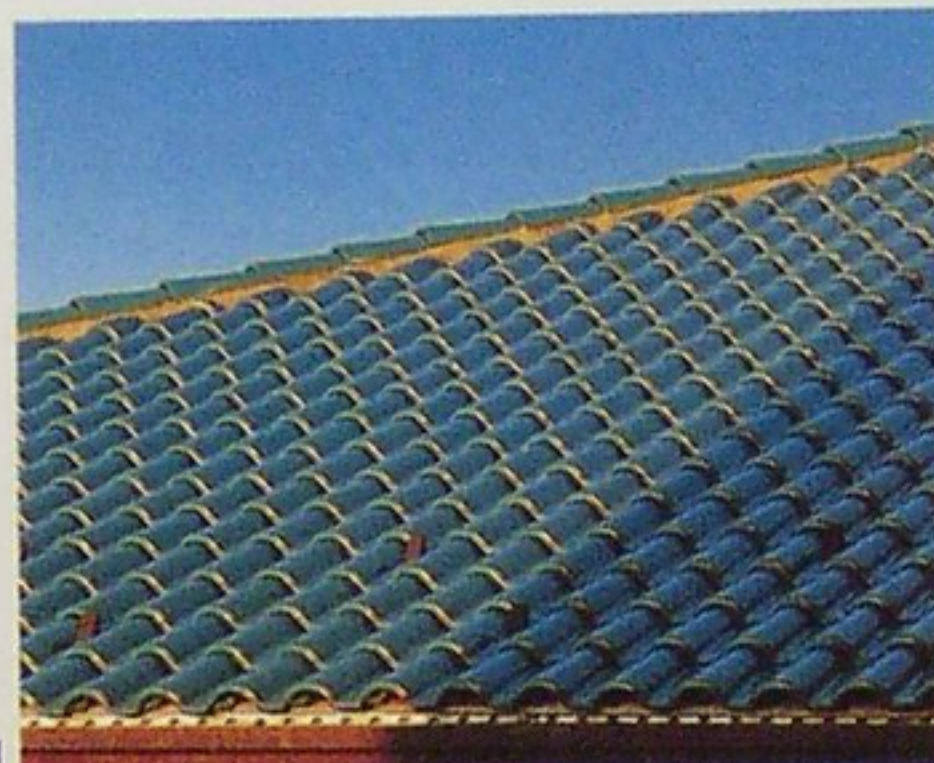
28



29



30



31

JAMES H. MORRIS



32

pio edificio mediante aleros y porches son recursos que es conveniente no olvidar en nuestra arquitectura más próxima.

La exigencia de impermeabilidad en la cubierta lleva muchas veces a soluciones extremas de estanqueidad casi absoluta al vapor de agua, lo cual favorece la formación de condensaciones en el intradós o en el interior de la propia cubierta, con el deterioro de los materiales que supone (corrosión, pérdida de aislamiento térmico, entumecimiento, etc.). El fenómeno resulta especialmente grave en edificios con una elevada presencia de humedad relativa (piscinas, granjas, industrias de la cocción y el secado, etc.), en los que no se ha previsto una instalación suficiente para garantizar un adecuado control higrotérmico del aire interior.

Por otro lado, las cubiertas pocas veces se ven afectadas por el problema de la inmisión de ruido aéreo, excepto en localizaciones deprimidas respecto a la fuente sonora, como es el caso de ubicaciones próximas a aeropuertos o a vías de gran tránsito rodado. El ruido de impacto tampoco ha sido una exigencia relevante en la arquitectura que nos ha precedido. Sin embargo, la proliferación de cubiertas ligeras, monolíticas, formadas con materiales de elevado módulo elástico y situadas en zonas de lluvias en régimen torrencial, como es habitual en el área mediterránea, ha puesto de actualidad esta exigencia. Ante la

dificultad de disponer de 'tejas blandas' o 'tableros flotantes', la única solución consiste en situar cielos rasos aislantes que también puedan colaborar, adecuadamente diseñados, al acondicionamiento acústico de los locales interiores.

La cubierta 'transparente' es un ideal muy antiguo de la arquitectura que el vidrio, orgánico o mineral, ha hecho posible tras la experiencia de los invernaderos. La excesiva transmisión acústica y térmica a través de la cubierta, más evidente en los climas mediterráneos, obliga a proyectar 'inteligente y responsablemente' las claraboyas —como si de ventanas en una fachada se tratara— para controlar su tamaño, disposición, orientación y ventilación, utilizando aquellos vidrios capaces de proporcionar una máxima difusión de la radiación visible y reflexión de la radiación infrarroja, con el fin de alcanzar no tan sólo ambientes de gran calidad, sino importantes ahorros de energía lumínica, muy apreciados en edificios industriales y comerciales.

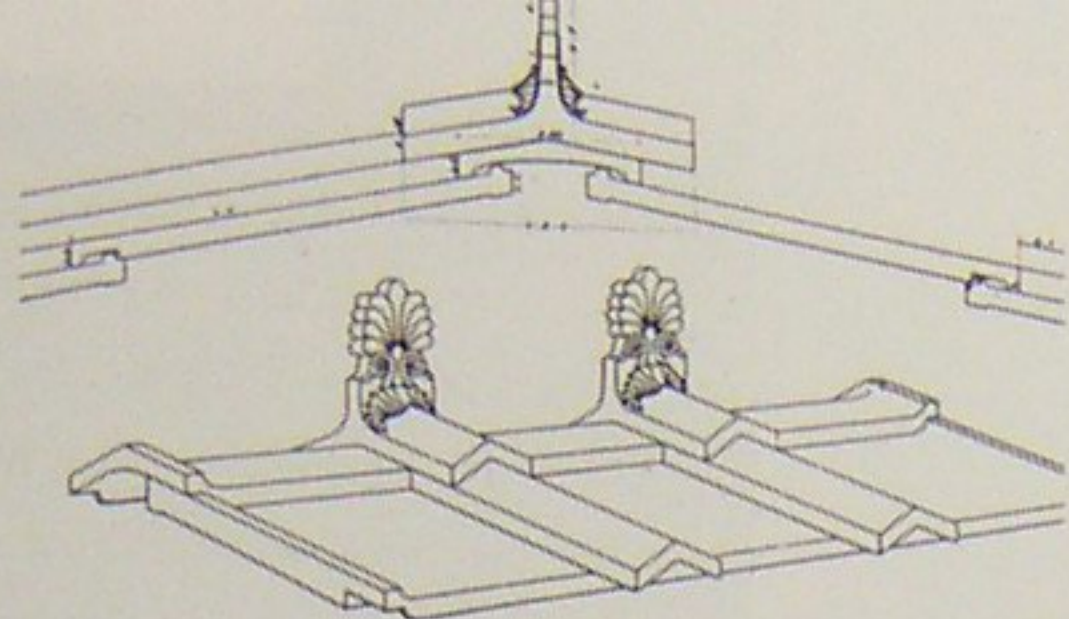
5. Seguridad estructural, contra el fuego y biológica

Las acciones principales a considerar especialmente en el proyecto de la cubierta son el peso propio y sus cargas, la acumulación de precipitaciones (agua, nieve o granizo) y la succión del viento en las vertientes a sotavento, especialmente en construcciones abiertas.

28 a 30. El tratamiento de la geometría de los soportes de las tejas por medio de resalte o perfiles sinuosos ha facilitado su puesta en obra e incrementado el número de soluciones. Además, la introducción de los plásticos espumados moldeables ha permitido que el aislamiento térmico pueda colaborar en las labores de ensamblaje y coordinación dimensional de la cubierta. De izquierda a derecha y de arriba abajo, enrastrelado sobre panel *sandwich* metálico, con cámara de ventilación intermedia y cielo raso que favorece el acondicionamiento acústico interior (fuente: Tejas Cerámicas Borja); teja sobre plancha de fibrocemento, y teja sobre panel de poliestireno expandido (fuente: Uralita).

31. La impermeabilidad de la teja cerámica está comprometida por su naturaleza porosa: una vez alcanzada su saturación, puede dar lugar a pequeñas infiltraciones. Las tejas de cerámica de gres, de mortero hidrofugado o esmaltadas, en la imagen —fuente: Guiraud Frères—, son opciones válidas para controlar este riesgo.

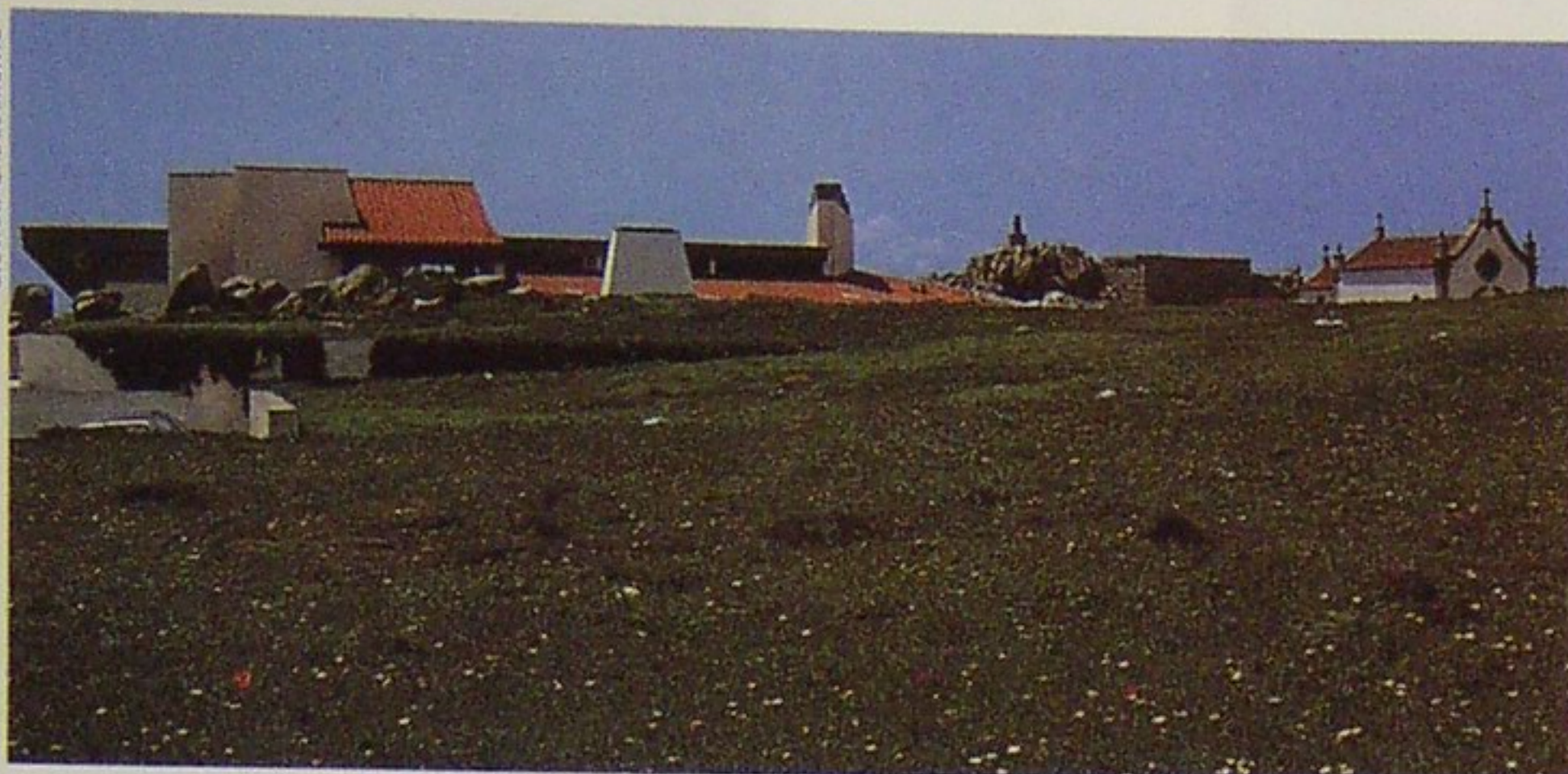
32. La radiación solar que incide sobre las construcciones a través de su cubierta puede atemperarse recuperando algunas de las elementales soluciones que ha aportado la arquitectura tradicional en forma de pérgolas, invernaderos o umbráculos, como en la Mediateca de Nîmes, de Norman Foster, (1987-1992), en la que algunas estructuras de lamas sobre la cubierta constituyen un filtro que colabora en el mantenimiento del equilibrio térmico del edificio.



33

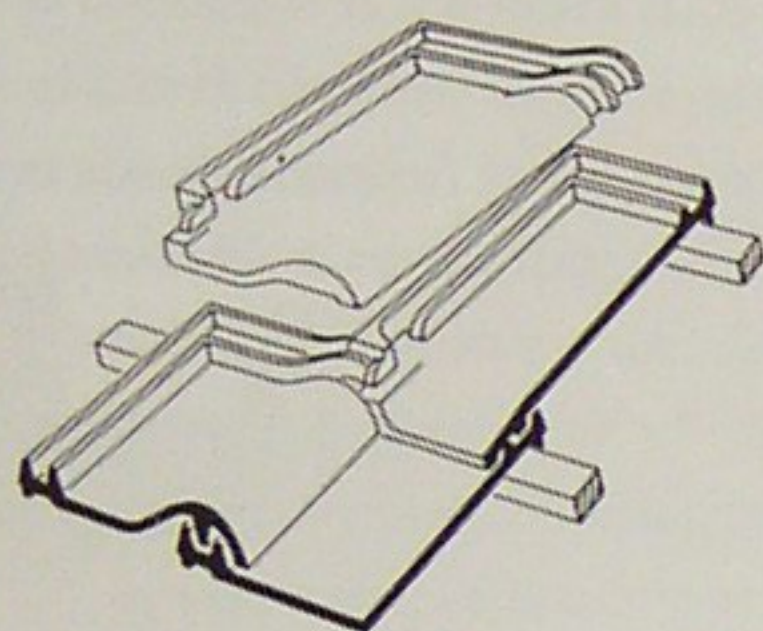
34

GIOVANI CHIARAMONTE



35

33 a 36. La fabricación artesanal de las tejas cerámicas tradicionales y la necesidad de mano de obra muy cualificada (33, detalle de cubierta del templo de Némesis, en Rhamnonte) han dado paso a sistemas caracterizados por una instalación más sencilla, una mayor estabilidad de las piezas y un perfeccionamiento en las uniones entre tejas (34, fuente: Tecur). A la izquierda, restaurante Boa Nova en Leça de Palmeira (1958-1963), de Álvaro Siza.



36

37 y 38. El aumento de la complejidad geométrica de los edificios llevó a la aparición de líneas de cambio de pendiente (cumbreras, limatesas y limahoyas), más susceptibles de verse afectadas por el viento o el agua que el resto de la cubierta. Para reducir la superficie de junta expuesta, estas zonas se protegían con pieles, láminas metálicas o elementos de mayor tamaño. En la actualidad, las modernas técnicas de moldeo de la teja cerámica han proporcionado piezas y accesorios especiales del mismo material de cobertura (fuente: Guiraud Frères).



37



38

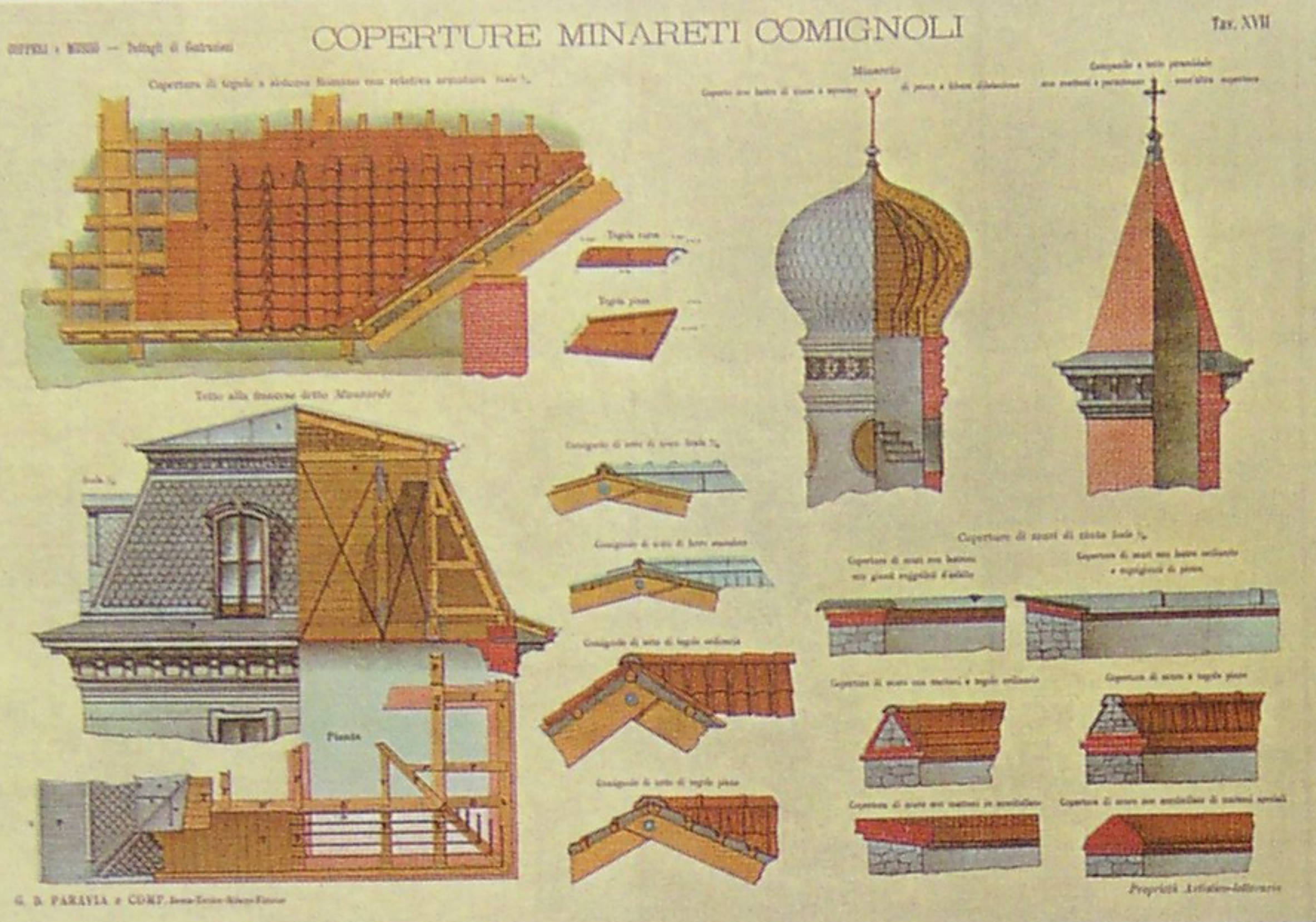
La reducción progresiva del peso propio de las cubiertas, gracias a los esfuerzos por alcanzar un uso óptimo del espesor y forma de los materiales, no ha hecho más que aumentar la importancia de las otras acciones que gobierna la naturaleza. En el caso de la nieve, no hay que olvidar la principal incertidumbre que supone su evolución tras la nevada y que se traduce en la formación de hielo, que se adhiere al material de cobertura, la lluvia que empapa y aumenta el peso del manto de nieve, o el rápido deshielo que desestabiliza el manto con peligro para saledizos de la cubierta (chimeneas, canalones, etc.), que pueden ser arrastrados al suelo.

En las zonas expuestas a las nevadas, hay que aumentar prudentemente la pendiente de los planos de la cubierta ($>30^\circ$) para aumentar la eficacia del solape, pero al mismo tiempo se deben colocar suficientes paranieves para evitar que el manto de nieve forme aludes que se precipiten de forma inesperada a la vía pública, con peligro para los peatones. En el entorno mediterráneo, la cubierta no se halla sometida a la presencia habitual de la nieve hasta superados los 1.000 m, altitud a partir de la que ya decrece notablemente la densidad de población y de construcción.

El viento no es sólo un peligro latente para las cubiertas desprotegidas inferiormente (aleros, porches y cobertizos), sino también para las pie-

zas de cobertura no fijadas al soporte. En las cubiertas de pendiente elevada ($>30^\circ$) ha sido siempre habitual la fijación con clavos, ganchos o mortero, pero en las cubiertas de menor pendiente, que son las más numerosas, la tradición ha mantenido la simple colocación en seco y por solape: todo lo más, con unos toques de mortero para el asiento de las canales. En el caso de la pizarra, las piezas mayores y más gruesas se colocaban en el alero, y las más débiles, en la cumbrera y sobresaliendo de la vertiente de barlovento de 5 a 7 cm. En el caso de la teja, es imprescindible por lo menos amorterar o fijar todas las aristas de la cubierta, o las cobijas, cada metro. El caso de cubiertas de grandes piezas ligeras, tipo *sandwich*, obliga a utilizar en cualquier caso las fijaciones mecánicas que indica el fabricante del sistema.

Aun cuando las cubiertas garantizan una resistencia en su conjunto, esta exigencia debe trasladarse a cada una de sus partes: saledizos, canalones, ganchos de mantenimiento, etc., para evitar que el tránsito esporádico de las visitas de inspección deteriore la cubierta por roturas, deformaciones o punzonamientos. No hay que olvidar tampoco la necesidad de garantizar la puesta a tierra de las cubiertas metálicas, por su elevada capacidad para acumular energía eléctrica estática debido a la acción del viento o a los cambios de temperatura.



39

39 y 40. La cubierta de pequeñas piezas ha ocupado buena parte de la artesanía de la construcción, tanto en labores de ejecución como de decoración. A la izquierda, una lámina del "Manual del Constructor", publicado a finales del siglo XIX (Editorial Paravia, Roma-Turín-Milán-Florenia). Debajo, Sea Ranch Shinefield House en California (1968), de Charles W. Moore.

La estructura de la cubierta debe ser especialmente estable al fuego (EF) para permitir no tan sólo la evacuación de los habitantes, sino también la labor de extinción del cuerpo de bomberos. Sin embargo, la retardabilidad (RF) del cerramiento de cobertura no debe ser excesiva, por cuanto es una de las principales vías de evacuación del calor y de los gases que genera un incendio, colaborando así a atenuar la acción del fuego interior. Sin embargo, en ordenaciones de edificación en hilera, tanto residencial como industrial, puede ser un camino que el fuego utilice para, salvando la medianera, afectar a las edificaciones vecinas. Es por ello que las normativas de todos los países exigen, en mayor o menor grado y según el riesgo, que las medianeras emerjan por encima de la cubierta con una altura suficiente para impedir este fenómeno.

Las propias cubiertas, especialmente las denominadas 'frías', pueden ser el origen y hogar de un incendio que afecte al resto del edificio. Entre los motivos destacan la proliferación del paso de instalaciones a través de la cámara o espacio ventilado bajo cubierta, y la presencia de aislantes térmicos combustibles próximos a las luminarias del espacio inferior. Los sobrecalentamientos producidos por accidente o falta de mantenimiento de las instalaciones pueden originar una com-

bustión que permanezca oculta a los usuarios del edificio el tiempo suficiente para que en el momento de producirse la inevitable detección el fuego, éste haya adquirido unas proporciones tales que lo hagan totalmente incontrolable. Es por ello que muchas normativas ya exigen, en ciertos casos, la situación de detectores en el interior del espacio bajo cubierta.

Todos tenemos recuerdos de las cubiertas tradicionales de nuestros pueblos, teñidas de líquenes o albergando floraciones de gramíneas o robustas plantas crasas ocasionadas por la acumulación de humedad, el polvo y el abono que proporcionan los excrementos de las aves. La cubierta, en definitiva, es un adecuado biotopo. Sin embargo, hoy por hoy, esta capacidad debe mantenerse bajo control para evitar la desorganización de la cobertura, el ataque físico y químico a los materiales y —en caso de que afectara a la cámara bajo cubierta— una cierta 'infección del edificio', notablemente molesta cuando se trata de ácaros, bacterias y mohos.

6. Durabilidad y mantenimiento

La única forma de asegurar la durabilidad de la cubierta es el mantenimiento. Cualquier cubierta exige dos visitas al año antes del período más lluvioso para proceder a su limpieza y control de estanqueidad. La acumulación estacional de polen, hojarasca, moho, hierbas, polvo o cen-

JOHN NICOLAIS

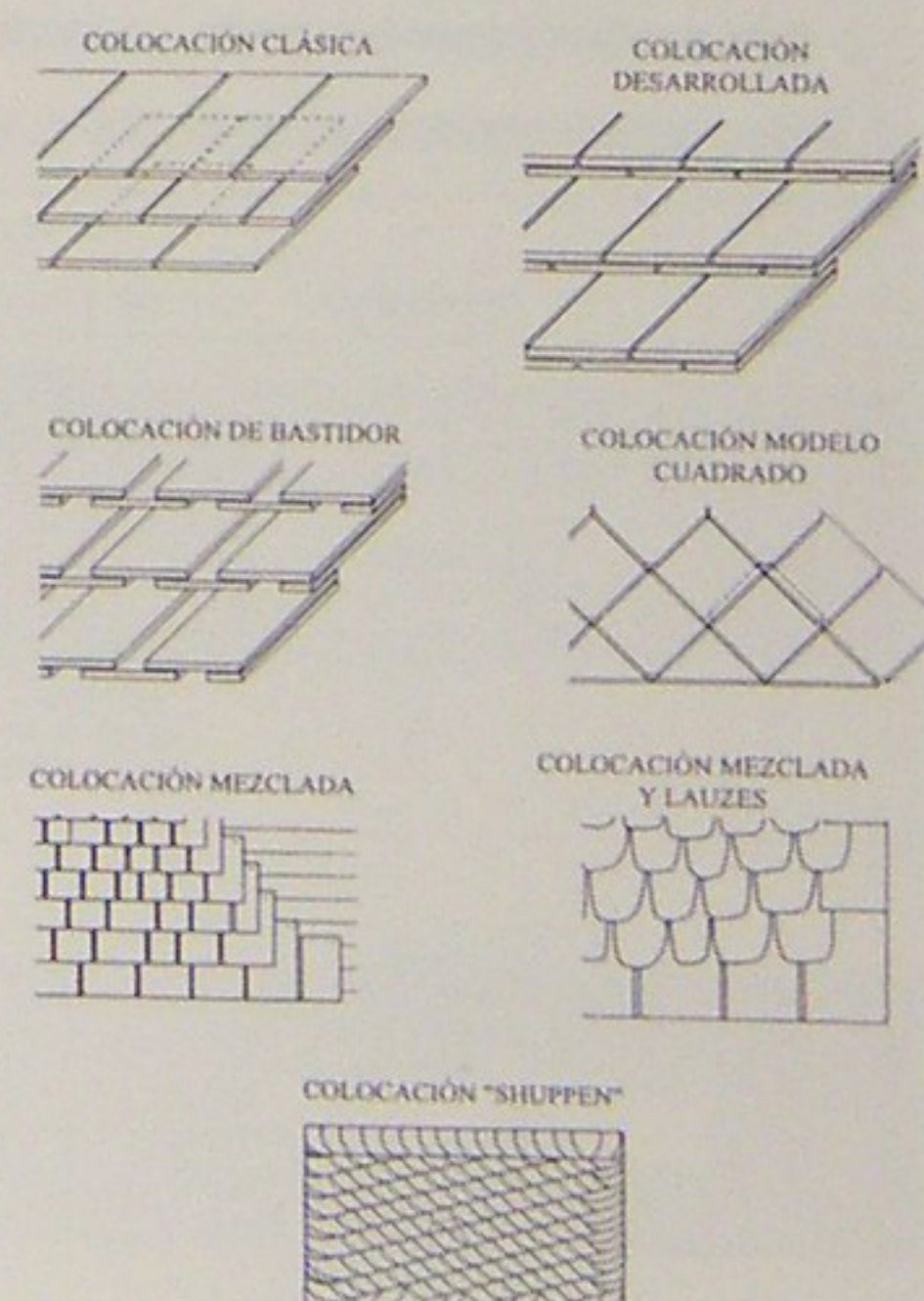


41. Las lajas sintéticas difícilmente alcanzarán los niveles de durabilidad del zinc o la pizarra, pero ofrecen, como contrapartida, ligereza, mayor rendimiento de colocación y gran variedad de acabados, en consonancia con nuevos usos a los que no se exige expresamente durabilidad a largo plazo (fuente: Siplast).

42. La riqueza de los sistemas de colocación de la pizarra es comparable a la de los aparejos de la obra de fábrica.



41



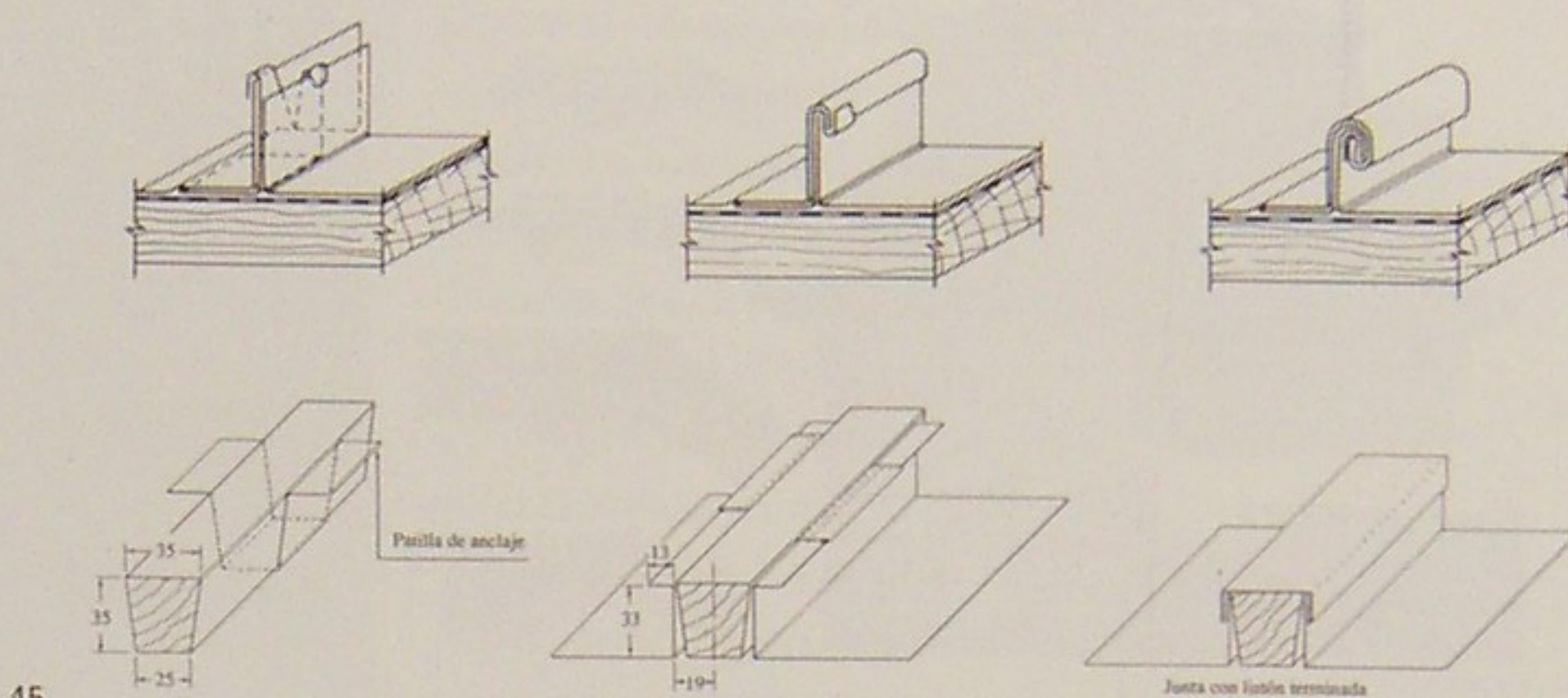
42

43 a 45. La chapa lisa de cobre (43) o zinc (44) se caracteriza por su maleabilidad para adaptarse a superficies curvas, aunque la complicada técnica del engatillado que requiere su puesta en obra, con la que se adquirió gran maestría en épocas pasadas, ha dado lugar a un oficio prácticamente minoritario y artesanal en nuestras latitudes (45, fases de ejecución de junta alzada y de junta con listón -fuente: CEDIC-).



43

44



45

COMPATIBILIDAD ENTRE MATERIALES DE COBERTURA

1. Corrosión entre metales (par galvánico)

Cuando se ponen en contacto dos metales diferentes en presencia de un electrolito (como el agua ligeramente ácida), se produce entre ellos un par galvánico que origina la destrucción del más electronegativo (en la escala, el metal de índice más bajo).

ESCALA: 1. Aluminio 2. Zinc 3. Hierro 4. Níquel

5. Estaño 6. Plomo 7. Cobre

Esta corrosión es tanto más rápida cuanto más alejados se hallen los metales en la escala electroquímica, siendo muy ligera si los metales son contiguos en la serie.

	cobre, metal blanco	plomo, estaño y soldaduras blandas	acero inoxidable 13% de cromo	acero inoxidable 18/8 austenítico	acero y hierro fundido	zinc	cadmio	cromo	cuproníquel, aluminio y bronce	magnesio y sus aleaciones (cromados)	níquel
aluminio y sus aleaciones	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
cobre, metal blanco		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
plomo, estaño y soldaduras blandas			*	*	*	*	*	*	*	*	*
acero inoxidable 13% de cromo				*	*	*	*	*	*	*	*
acero inoxidable 18/8 austenítico					*	*	*	*	*	*	*
acero y hierro fundido						*	*	*	*	*	*
zinc							*	*	*	*	*

Clave símbolos (dos símbolos en un mismo triángulo indican distintos grados de corrosión)

- * No aumenta la corrosión del metal
- * Puede aumentar ligeramente la corrosión
- * Puede aumentar intensamente la corrosión
- * Combinación no aconsejable

2. Bases soportes recomendadas para zinc y cobre

material	base soporte recomendada	con condiciones	incompatible
cobre	madera	hormigón (intercalando un cartón fieltro)	madera de cedro y las de baja densidad
	aglomerados (el espesor de la chapa de cobre ha de ser >0,6 mm)		
zinc	madera (pino, piceo, pino silvestre, álamo)	hormigón	madera (alerce, roble, castaño, red cedar, douglass, cedro blanco, abedul)
	aglomerados de maderas permitidas y con un pH neutro		aglomerado con colas fenólicas

zas, especialmente en los puntos de enlace de la cubierta, limahoyas y ranuras, puede ser motivo de perturbaciones en la normal circulación de escorrentía del agua, menoscabando la estanqueidad del tejado contra la lluvia. Después de dicho período se debe proceder a una nueva visita para reparar los efectos que el viento o la lluvia excesivos hayan producido. Visitar una cubierta significa tener fácil acceso a la misma, bien mediante escalera (<5 m) o bien desde el propio edificio (1 acceso cada 40 m). El tránsito a través de la cubierta se hace más a menudo de lo que parece, y generalmente por exigencia del mantenimiento de los elementos allí situados (chimeneas, pararrayos, lucernarios, etc.). Es por ello que debe hacerse de forma segura (ganchos de servicio cada 2 m), a ser posible, habilitando pasarelas o caminos fijos que permitan caminar cómodamente y utilizar carretillas para el transporte de materiales y aperos.

La vida útil de los materiales de cobertura es muy diversa según sea su constitución orgánica, mineral o metálica, por lo que merecería una visita cada cinco años por parte del facultativo. Las cubiertas metálicas merecen especial atención porque los fenómenos de corrosión, por su naturaleza electroquímica, dependen, en su velocidad de desarrollo y propagación, de factores de riesgo ambientales (proximidad al

mar, humedad ambiental, polución, tipo de lavado de la lluvia, etc.) y de las imprudencias realizadas durante la propia construcción de la cubierta (manchas de cemento, humedad atrapada, fijaciones con piezas de otros metales, etc.); incluso, de defectos en el aislamiento térmico que las sometan a persistentes condensaciones.

La helada es el enemigo principal de los materiales porosos, sean pétreos, cerámicos o derivados del cemento, por lo que habrá que exigir, siempre que exista este riesgo, materiales resistentes con porosidades mínimas que acrediten su resistencia a los ciclos de helada de acuerdo con los ensayos normalizados. La utilización de piezas de gres cerámico, menos porosas y más resistentes, abunda en esta evolución positiva, siempre y cuando se lleve a cabo una puesta en obra mediante fijaciones que eviten los desprendimientos y las roturas por choque térmico.

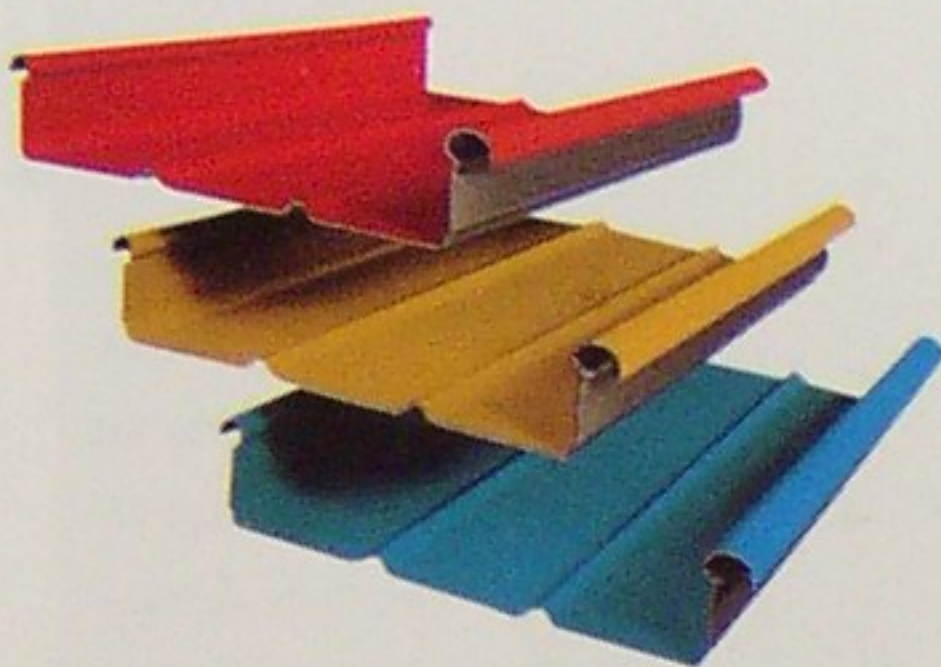
7. 'Constructibilidad': forma, material y puesta en obra

El concepto de 'constructibilidad' engloba la aptitud de un sistema constructivo para ser fácilmente puesto en obra; es decir, su facilidad de elevación y acopio, la simplicidad de herramientas y labores de transformación (corte, taladro, fijado, limado o sellado), la formación de operarios especializados, la versatilidad de las

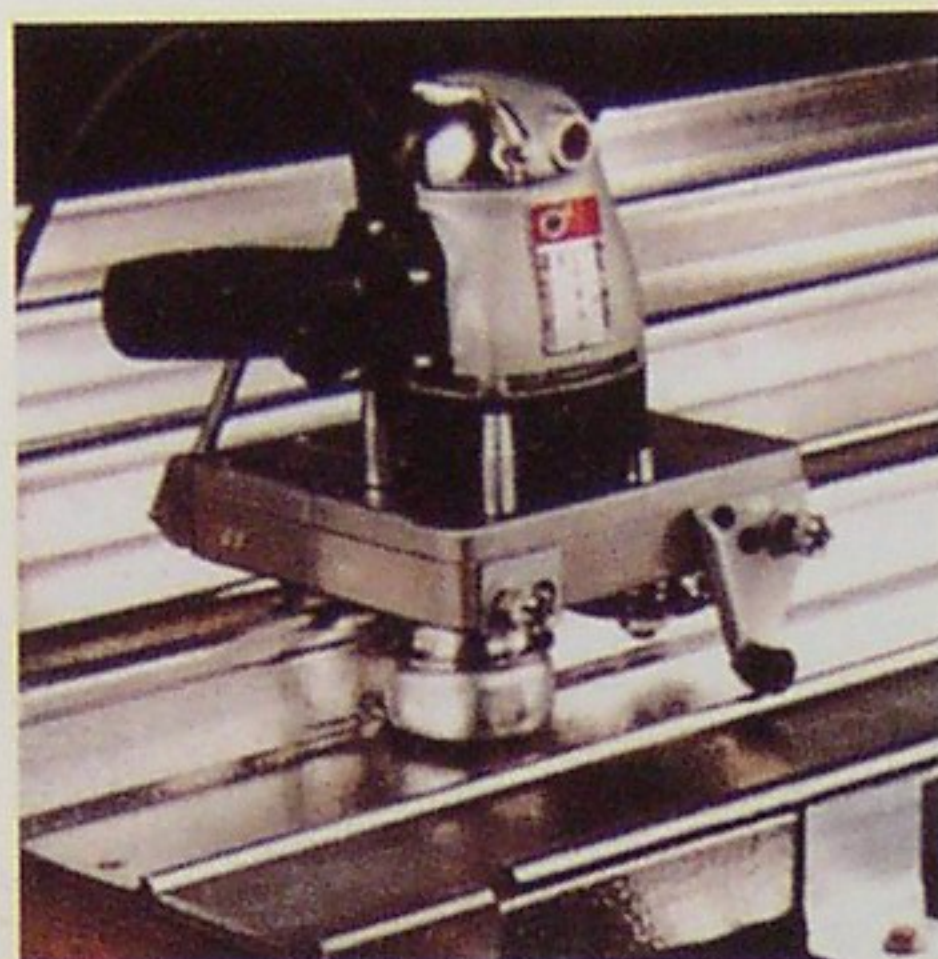
47



48



49



50



51

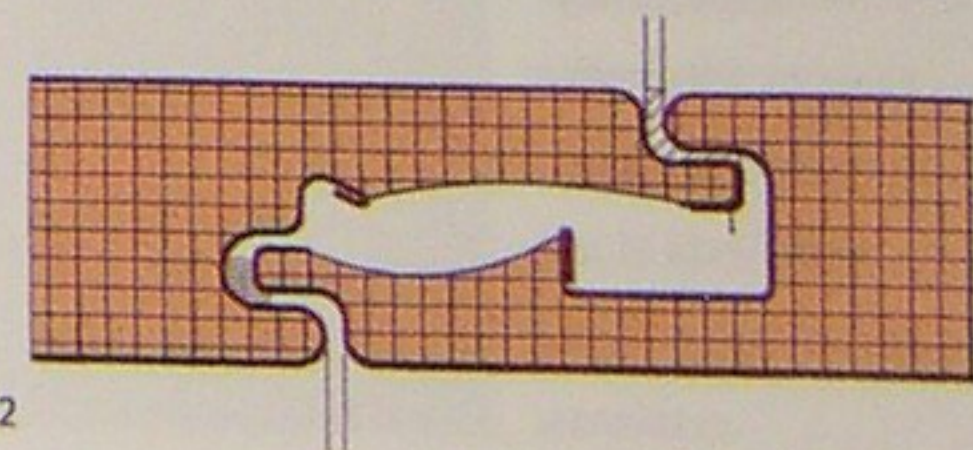
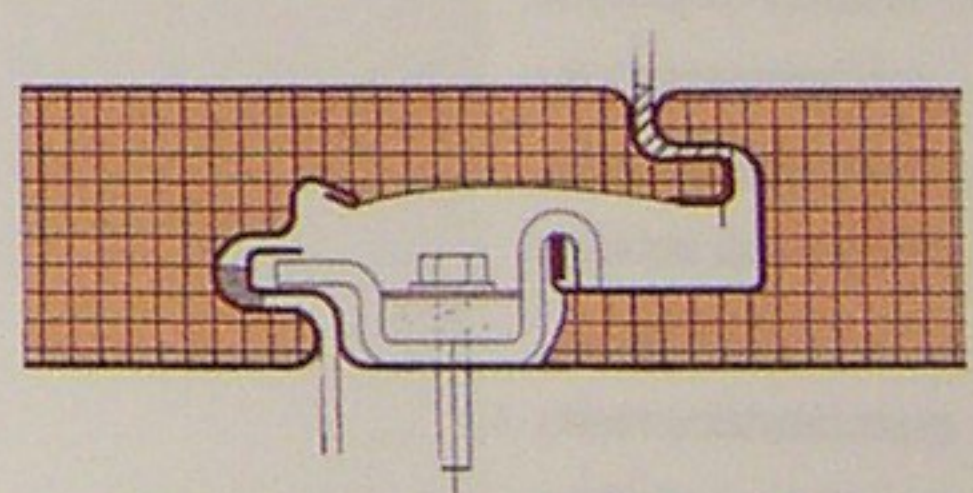
47. La pátina natural que el cobre adquiere con la exposición a la intemperie puede conseguirse en el proceso de fabricación de las chapas mediante baños químicos.

48. Revestimiento de cobre en la fábrica B. Braun en Mensulgen (1986-1992), de James Stirling, Michael Wilford and Associates.

49 y 50. La industrialización del plegado de piezas, los tratamientos de acabado superficial (49, chapas de aluminio lacado -fuente: Hoogovens Aluminium-) y la mecanización de la junta durante la puesta en obra (50, máquina perfiladora -fuente: Hoogovens Aluminium-) han actualizado los sistemas tradicionales de colocación de las chapas metálicas, ampliando sus posibilidades como opción de cobertura.

51. También han evolucionado las soluciones de juntas longitudinales, que llegan a configurarse como canales interiores capaces de evacuar el agua infiltrada y que hacen posible la cubierta como una superficie plana, aunque para ello hay que evitar las juntas transversales mediante la utilización de chapas enterizas (fuente: Guives Girona, S.A.).

52. La tecnología del panel *sandwich*, con una alta especialización de la junta, ha permitido recuperar de forma industrializada texturas arquitectónicas que, como la del cobre, habían perdido presencia por la complejidad de su puesta en obra (fuente: Robertson).



52

piezas especiales y accesorios, así como la seguridad y comodidad de la manipulación.

La cubierta de pequeñas piezas, sean lájas o tejas, es la solución más extendida en la pequeña edificación, por diversos motivos que favorecen su 'constructibilidad': en primer lugar, el pequeño tamaño de las piezas, lo que facilita su transporte y reducido peso unitario; en segundo lugar, el ajuste a las características geométricas de cada cubierta por el mecanismo del solape, tanto transversal como longitudinal.

En el caso de la teja, la implantación de la pieza plana moldeada mecánicamente ha permitido la confección de elementos nervados, de menor peso superficial (de 70 a 40 kg/m²) y mayor tamaño (menor número de piezas/m²: de 35 a 10 unidades de teja/m²). De este modo se obtiene un mayor rendimiento en la colocación, al sustituir el solape por dobles y triples encajes que garantizan la estanqueidad, ya que actúan como cámaras de descompresión y recogida del agua infiltrada sin necesidad de amorterar las juntas.

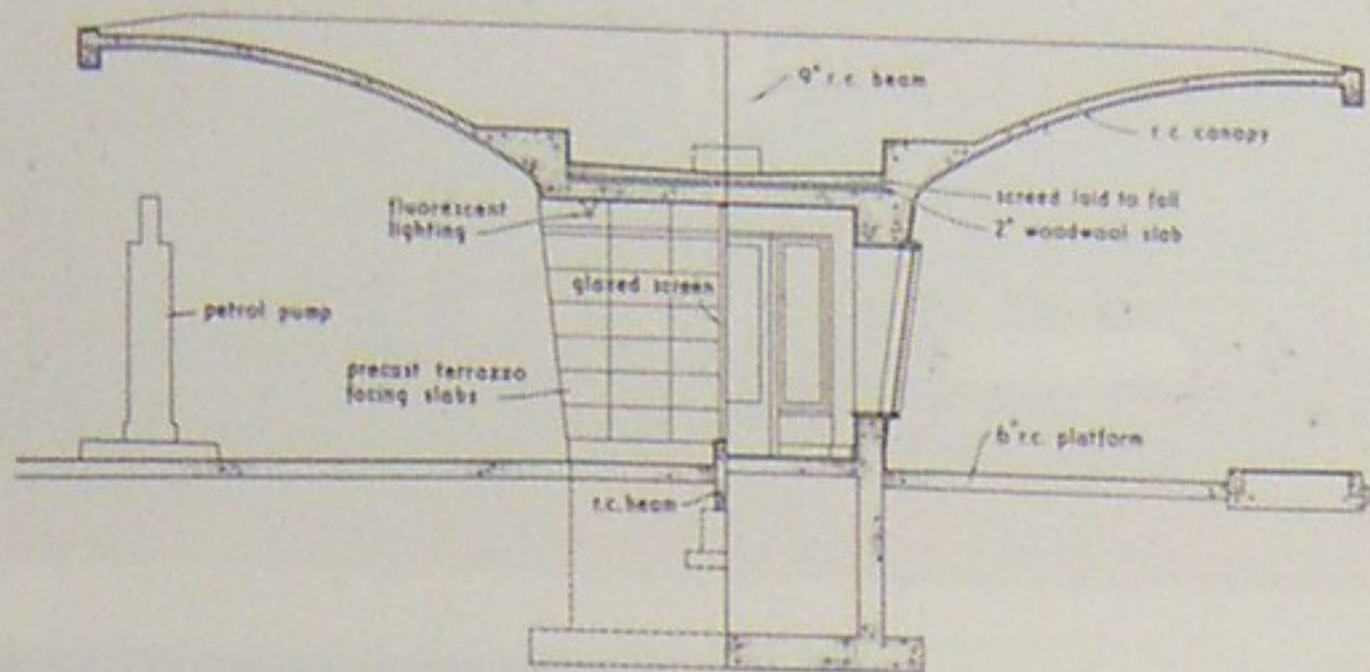
La complejidad geométrica de las cubiertas exige un sinfín de piezas especiales para resolver estética y constructivamente de forma acertada la cubierta. La costumbre actual en nuestro país de amorterar las juntas entre tejas reduce notablemente la necesidad de estas piezas, disponibilidad que se hace im-

prescindible cuando se coloca en seco. Sin embargo, se echa en falta una oferta de morteros ensacados y dosificados en central semejante a la disponible para revocos de fachada o para la colocación de losetas cerámicas.

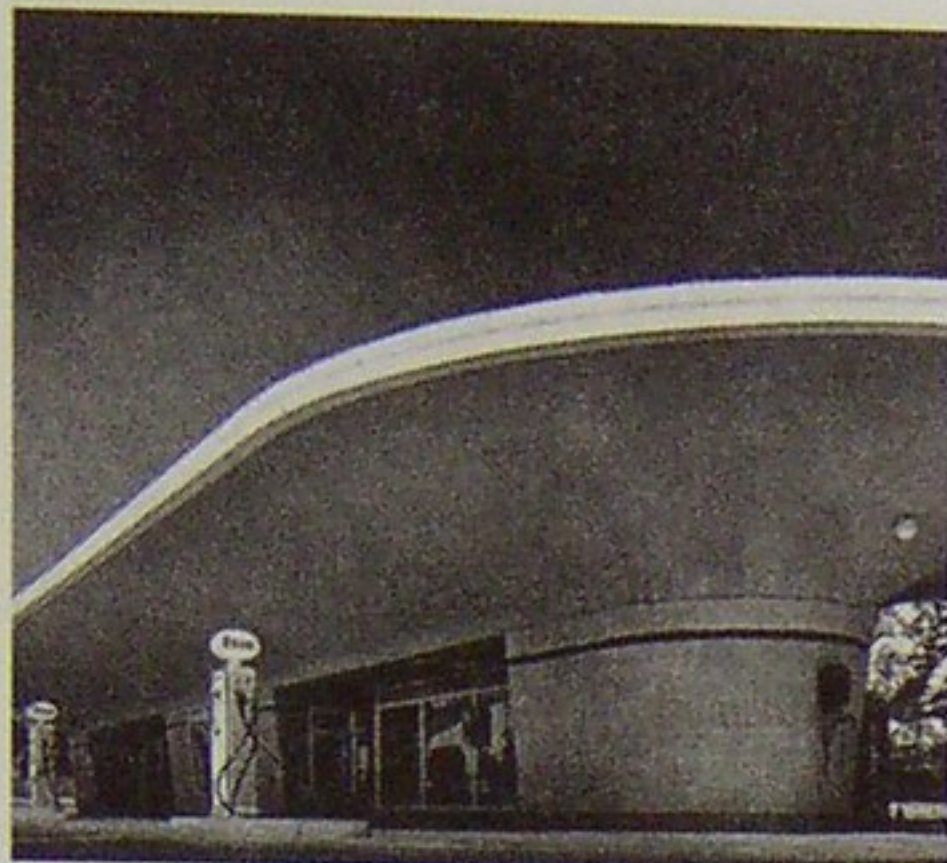
En el caso de las lájas, la mejora de las canteras de pizarra y la incorporación del fibrocemento, del zinc e, incluso, de las losetas asfálticas coloreadas han permitido una reducción progresiva de espesores, una homogeneidad creciente del material, una mayor estabilidad dimensional y de color, así como una mayor facilidad para el corte y la manipulación, todo lo cual otorga un impecable aspecto con una colocación fácil y de garantía.

En la mediana edificación, la cubierta de placas, sean lisas, onduladas o grecadas, es la solución más extendida, también por su buena 'constructibilidad'. Así, la utilización de placas permite reducir el número de juntas y controlar el riesgo de infiltración, particularmente en las juntas más expuestas: las perpendiculares a la línea de máxima pendiente de la vertiente. Así, se propicia que las placas sean rectangulares, con predominio de su dimensión en la dirección de la pendiente. La reducción del número de juntas, así como la mayor oferta de desniveles entre cresta y canal permite reducir su pendiente hasta incluso el 10%, sin recurrir necesariamente al cala-

53

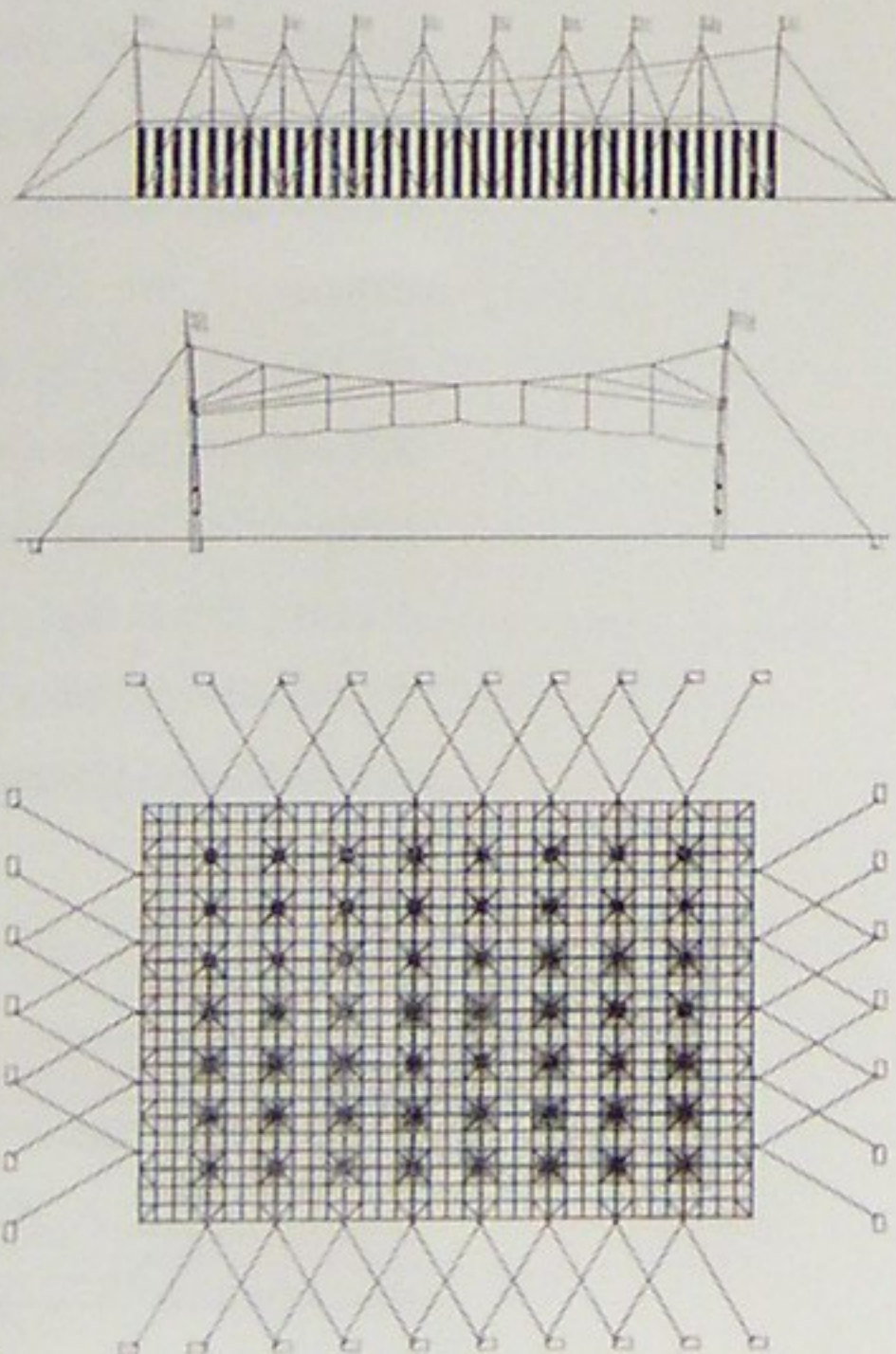


54



53 y 54. El hormigón armado aplicado a las estructuras de cáscara materializa el ideal de la cubierta continua y estanca, sin piezas ni solapes, como preconizaba Peter Behrens en las memorias de sus proyectos. La experiencia, tras la II Guerra Mundial, demuestra que esto no es posible, pero otro material amorfo, el asfalto fundido en este caso, puede proporcionar la estanqueidad necesaria en forma de revestimiento (sección e imagen de una gasolinera en Dover, realizada por J.M. Wilson, H.C. Mason and Partners).

57. La posibilidad de impermeabilizar los tejidos y su propia capacidad de trabajar a tensión de tracción ha dado lugar a las cubiertas tensadas, ejemplo de máxima compatibilidad entre estructura y cerramiento. Sus remotos orígenes se remontan a los pueblos nómadas, pero a partir del siglo XIX, con los espectáculos errantes circenses, adquirió un espectacular desarrollo constructivo, como manifiesta el uso local de los *envelats* catalanes.



55



56



55 y 56. Sede central del Museo de la Ciencia y la Tecnología de Cataluña, situada en el Vapor Aymerich, Amat i Jover (1907-1909), en Tarrasa, un edificio de Lluís Muncunill que constituye un ejemplo notable de la combinación de las bóvedas tabicadas como cubierta con una estructura en diente de sierra.

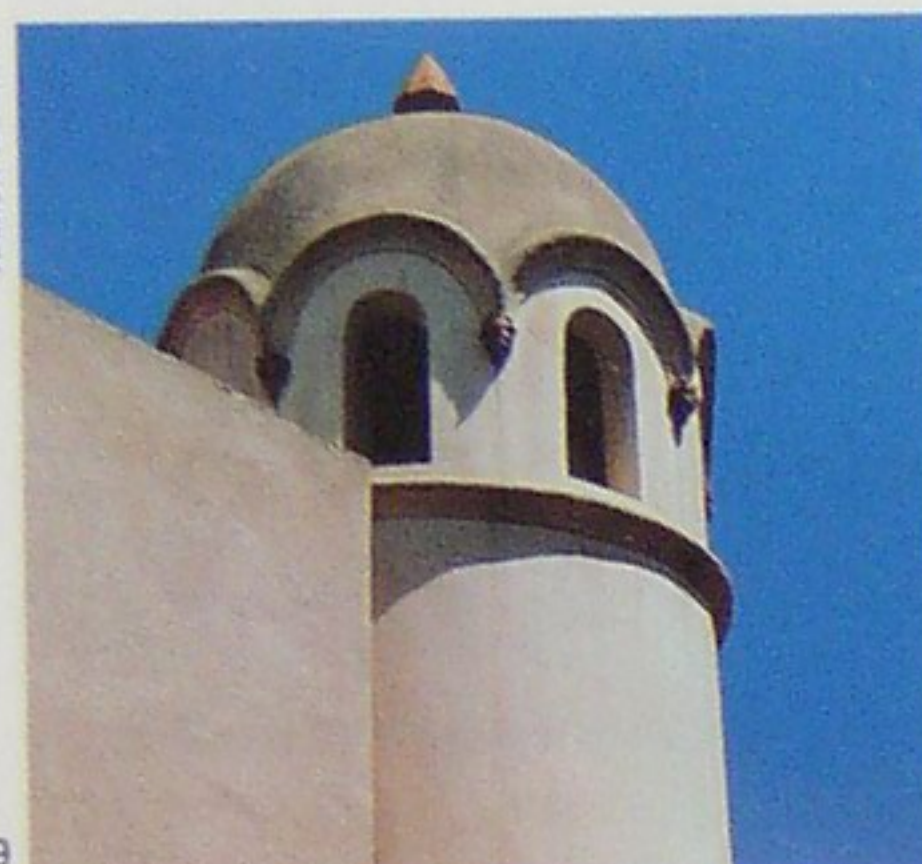
fateado de las juntas. El punto de riesgo es la zona de fijación, que en todos los casos debe ser mecánica para resistir las importantes tracciones a que da lugar la succión del viento. La prudencia aconseja situar la perforación que precisa el anclaje en la cresta de la onda, pero la rapidez de ejecución de los sistemas de tornillería autorroscante nos ha empujado, en aras de la productividad, a situarla en el valle, introduciendo, a cambio, juntas de estanqueidad con sistemas de arandelas de caucho comprimidas.

La utilización de placas metálicas grecadas ha significado también un retorno a los orígenes de la cubierta, ya que coinciden en un solo material las funciones impermeabilizantes y de tablero de cubierta. Sin embargo, su reducido espesor hace decrecer sus cualidades como cerramiento, al no garantizar un suficiente aislamiento al ruido de impacto y un mínimo amortiguamiento de la radiación solar. Estos *handicaps* no impiden que, en multitud de aplicaciones, sea la solución constructiva más empleada, principalmente por la importante reducción de peso que proporciona a las estructuras de gran luz. Sin embargo, hay que prestar gran atención a la protección contra la corrosión, que acecha no sólo a través de la lluvia ácida, sino también del rocío nocturno, las condensaciones interiores, los contactos con otros metales y los cortes o perforaciones

realizados a pie de obra en los que se destruye la capa de protección anti-corrosiva.

Una solución con futuro es el *sandwich* metálico prefabricado, que supera alguna de las objeciones antes citadas sin por ello renunciar a las ventajas de los elementos metálicos. Se trata de una línea de innovación con mucho futuro por las posibilidades que sugiere (introducción de yeso, madera, aislantes al vacío, rellenos alveolados confinados, etc.), aun cuando presenta dificultades de reciclaje posterior de los materiales en el momento del derribo (ya se habla de 'deconstrucción'), ya que no es fácil separar los elementos metálicos de los materiales plásticos.

Las cubiertas de láminas lisas (con espesores de 0,5 a 0,8 mm y apoyadas sobre tableros planos o grecados) de metales no férricos (zinc, plomo, cobre, etc.) fueron las primeras en proporcionar un material perfectamente estanco, como demuestra su aplicación en el acorazamiento de naves a finales del siglo XIX. La tecnología del engatillado que garantiza la estanqueidad de las juntas llegó a excelencias artesanales que se exhiben en los preciosistas manuales publicados. Sin embargo, el coste oscilante de los metales no férricos, la laboriosidad del tratamiento de juntas propio de la calderería más artesana, han relegado esta técnica a aquellas aplicaciones donde no hay



58 y 59. La cobertura de las estructuras de bóveda es un problema constructivo latente, sujeto aún a un interesante campo experimental donde se simultanean las soluciones con materiales amorfos, chapas y escamas de lajas.



otra alternativa lógica, bien por motivos de aspecto, espesor o complejidad geométrica.

8. Compatibilidad con estructura e instalaciones

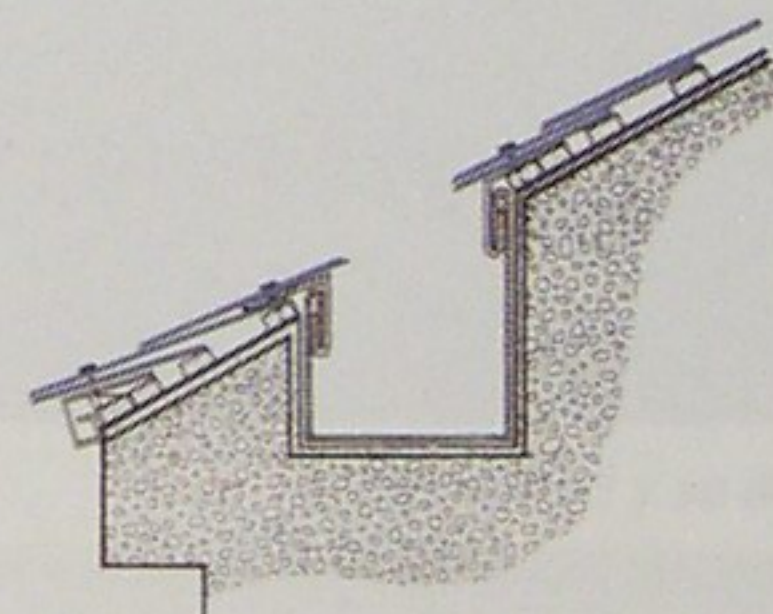
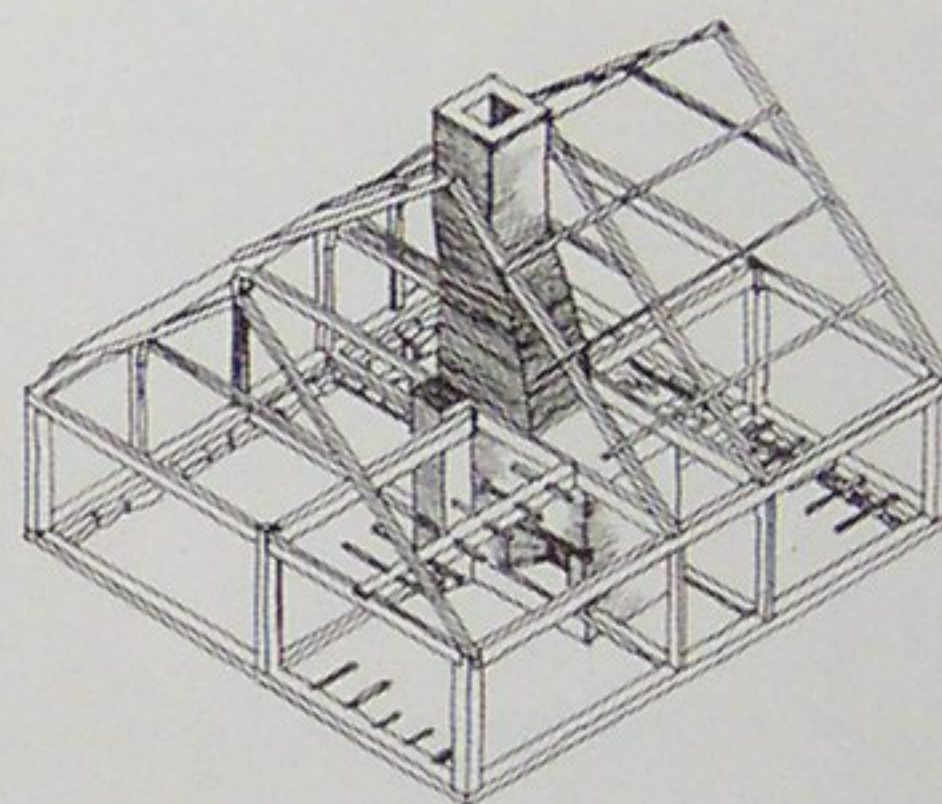
La compatibilidad con la estructura es, básicamente, de deformaciones; o, dicho de otra forma, de acuerdo de rigideces frente a las acciones comunes (gravitatorias, sísmicas y eólicas). Cuando se trata de acciones reológicas (temperatura y humedad) la cubierta debe tener el mínimo grado de solidaridad con la estructura para evitar que los ciclos periódicos frío-calor y humedad-sequía, que dilatan y contraen la cobertura, afecten directamente a la estructura, provocando su fatiga o desorganización. En este sentido, las coberturas de piezas colocadas en seco sobre una cámara ventilada aportan ventajas mayores, por la posibilidad de controlar y ajustar el grado de unión entre cobertura y estructura, así como por la de reducir la amplitud de los movimientos de dilatación y contracción.

La historia nos aporta ejemplos de tipologías en las que el acuerdo entre cubierta y estructura es algo más que compatibilidad: la cubierta en diente de sierra permite la captación de la radiación lumínica difusa, con el confort y ahorro que ello supone para muchas actividades, al tiempo que protege de la radiación térmica. La clave de su durabilidad reside en

garantizar una segura evacuación del agua a largo plazo.

La compatibilidad con las instalaciones es harto difícil de conseguir, y prueba de ello es que la mayoría de puntos de infiltración en las cubiertas se producen en los lugares de ajuste y encuentro entre las instalaciones descolantes y la cobertura. Hoy por hoy, las soluciones con mayor garantía pasan aún por una adecuada ordenación de la implantación de las instalaciones desde el propio anteproyecto del edificio, conjugando patios, chimeneas de agrupación e, incluso, espacios bajo cubierta.

La instalación propia de la cubierta, la evacuación del agua pluvial, aún se descuida muchas veces por exceso de confianza, olvidando la colocación de rebosaderos, infradi-mensionando los canalones, apurando su pendiente o encubriéndolos imprudentemente. La ocultación del canalón y su integración en el grosor de la fachada mediante el acrotorio ha sido una de las soluciones más apuradas de la historia de la construcción arquitectónica que merecería, por sí sola, una artículo de esta extensión. [T]



60 y 61. La casa de la pradera americana contaba con la aportación arriostrante de la chimenea de obra de fábrica para trabar, no sólo la cubierta, sino todo el armazón de madera del edificio. En otras latitudes, la propia estructura de la chimenea es el soporte de la cobertura.

62. Este detalle de canalón oculto en el faldón de cubierta (fuente: Cupa Pizarras) revela la necesidad de tomar precauciones en el momento en que se toma la decisión de permitir que el agua discurra ya por el interior del edificio.

63. La versatilidad de la teja como pieza constructiva es tan grande que pasó de la cubierta a la formación del alero e, incluso, a la de los primeros canalones, mediante la pieza llamada tortugada.



Evolución de la cubierta de teja en edificios de vivienda

La teja es una de las soluciones de cobertura de más tradición en nuestras latitudes. Aparentemente inalterable a lo largo del tiempo, ha ido incorporando paulatinamente algunos de los avances de la industrialización que parecían característicos de elementos constructivos 'tecnológicamente más avanzados'. De los cambios producidos en las cubiertas de teja y de la puesta al día de sus requerimientos, sobre todo a partir de la transformación del 'desván ventilado' en 'desván habitable', escribe Jaume Avellaneda, catedrático de Construcción de la Escuela de Arquitectura del Vallès, Barcelona.



ANGEL LUIS BALTANÁS

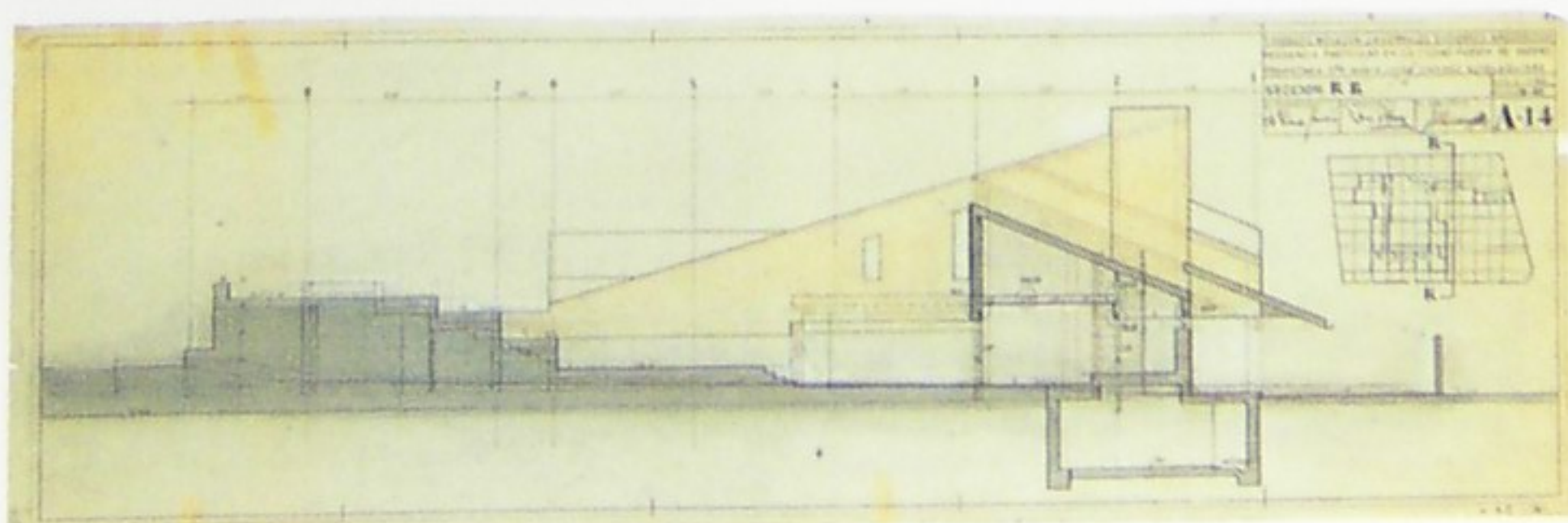
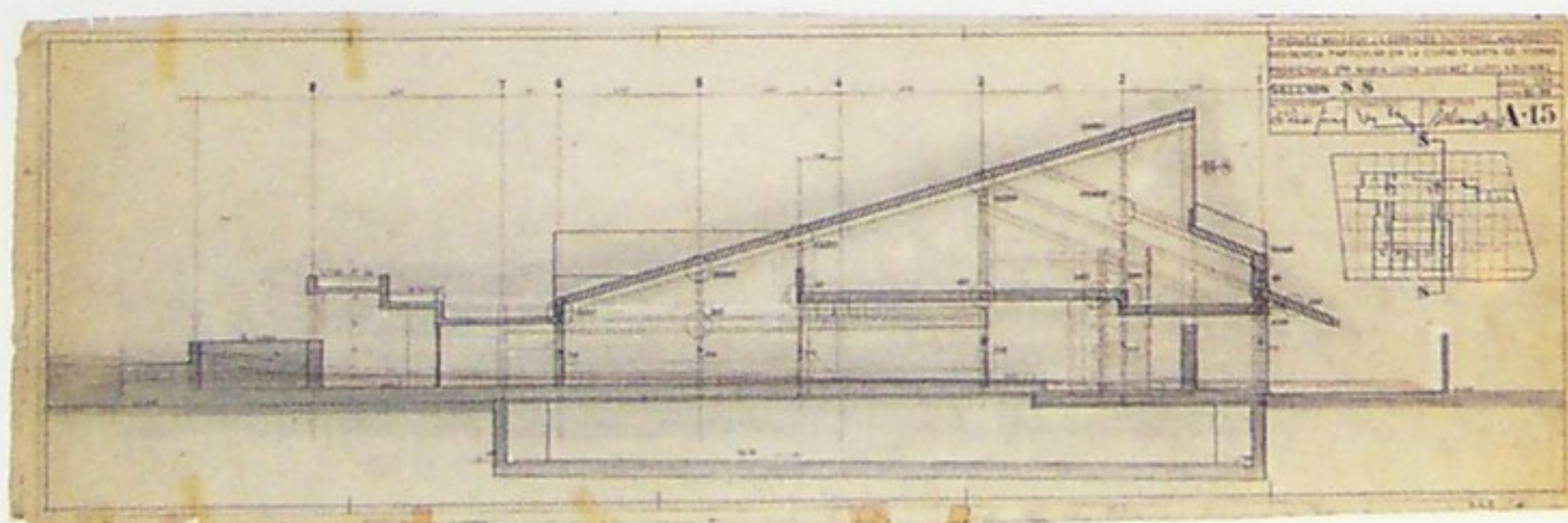
Muchos de nosotros hemos aprendido, y también enseñado, las asignaturas de tecnología de la construcción a partir de las exigencias que los diferentes elementos constructivos debían cumplir.

Los requisitos básicos que se consideraban entonces eran la resistencia, la estabilidad, el aislamiento térmico y la impermeabilidad. Era suficiente que el elemento constructivo cumpliera con estas demandas. Las fuentes teóricas que ilustraban esta manera de entender la construcción eran unos libros para muchos de nosotros paradigmáticos: "Saber Construir", de G. Blachere y "A. J. of Building Enclosure", de A. J. Elder.

Pasados más de veinte años, se puede decir que este enfoque basado en las exigencias de los elementos constructivos se nos ha quedado pequeño para concebir rigurosamente, pero también con pragmatismo, la construcción de la arquitectura: la construcción se ha hecho más compleja.

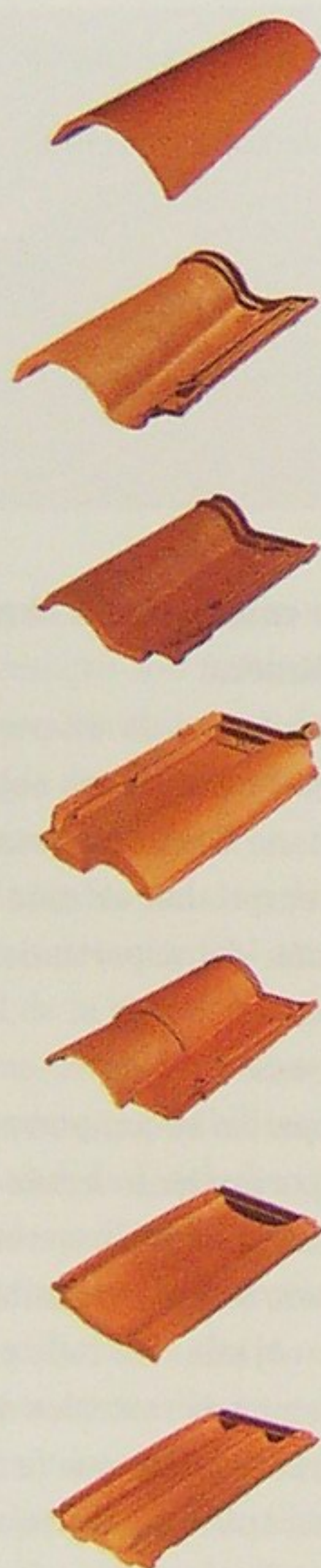
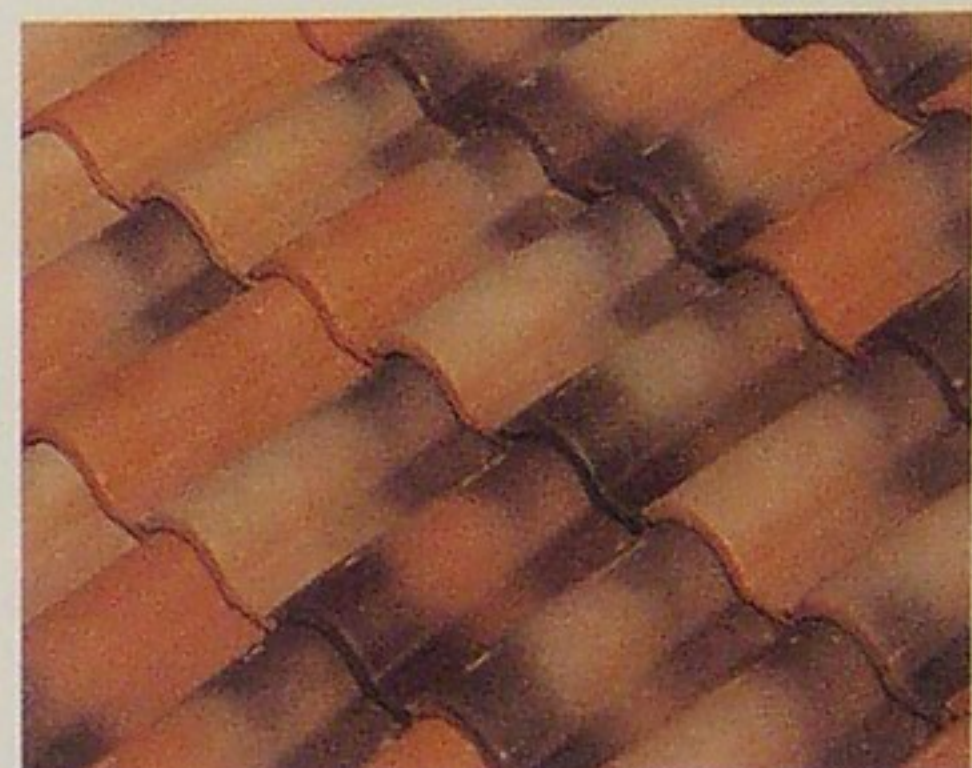
Hoy debemos pensar en una construcción que se adapte a la arquitec-

En la casa Huarte en Madrid (1966), de José Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún, la cubierta juega un papel preeminente en la concepción del proyecto: diversos espacios habitables quedan definidos bajo la protección de los grandes planos inclinados revestidos de teja plana de color malva.

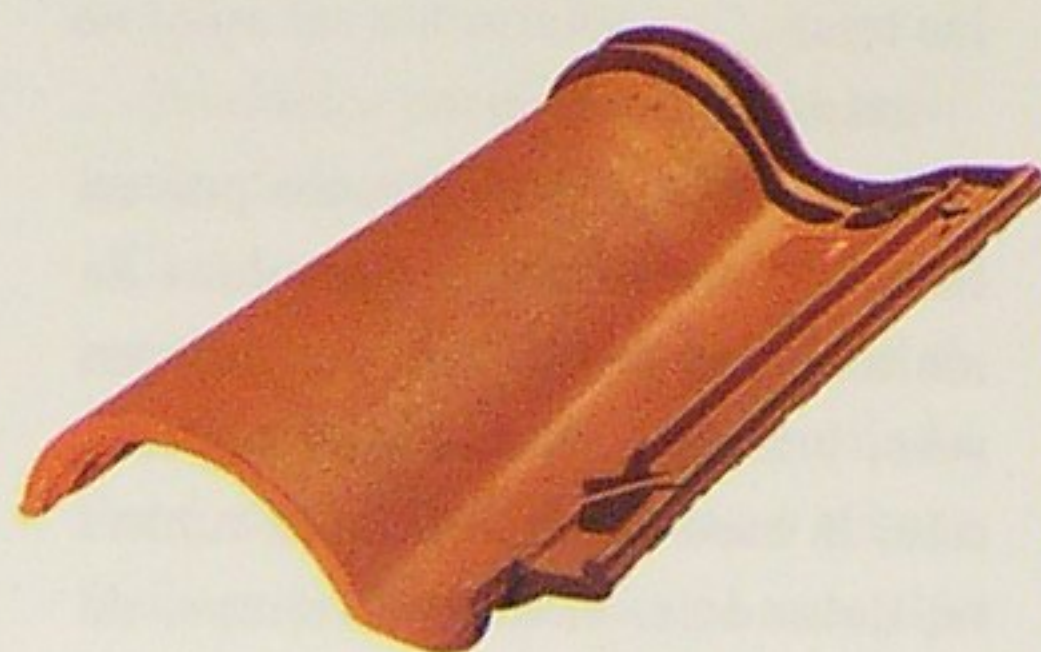




Diferentes tipos de tejas cerámicas y de mortero de cemento (fuente: Marley Roof Tiles).



Los actuales catálogos de tejas cerámicas proporcionan una amplia gama de colores y acabados (fuente: Guiraud Frères).



Un cuidadoso diseño del encaje de las tejas ha permitido mejorar la impermeabilidad de la cubierta (fuente: Guiraud Frères).

tura que se quiere hacer, sin entrar por ello en contradicción disciplinar consigo misma.

Debemos pensar en una construcción que mejore la calidad de vida de los individuos, cumpliendo tanto con las antiguas exigencias 'clásicas' como con otras que hasta hace poco se consideraban un 'lujo': aislamiento acústico, ventilación, aspectos ambientales del hábitat...

Debemos pensar cada vez más en una construcción sostenible. Debemos pensar en una construcción fiable: la sociedad exige hoy a la construcción casi la misma calidad que exigiría a un PC, a un automóvil o a cualquier electrodoméstico.

Debemos pensar, sobre todo, en una construcción 'construible'; fácil de ejecutar, optimizando el factor calidad-coste y con un riguroso control de la productividad.

Este artículo pretende analizar los principales cambios que se están produciendo en la construcción de las cubiertas de edificios de viviendas, como la aparición de nuevos productos, la utilización de nuevos

tipos constructivos o la puesta a punto de sistemas de construcción más industrializados; cambios que son motivados, según mi entender, por los factores anteriormente comentados.

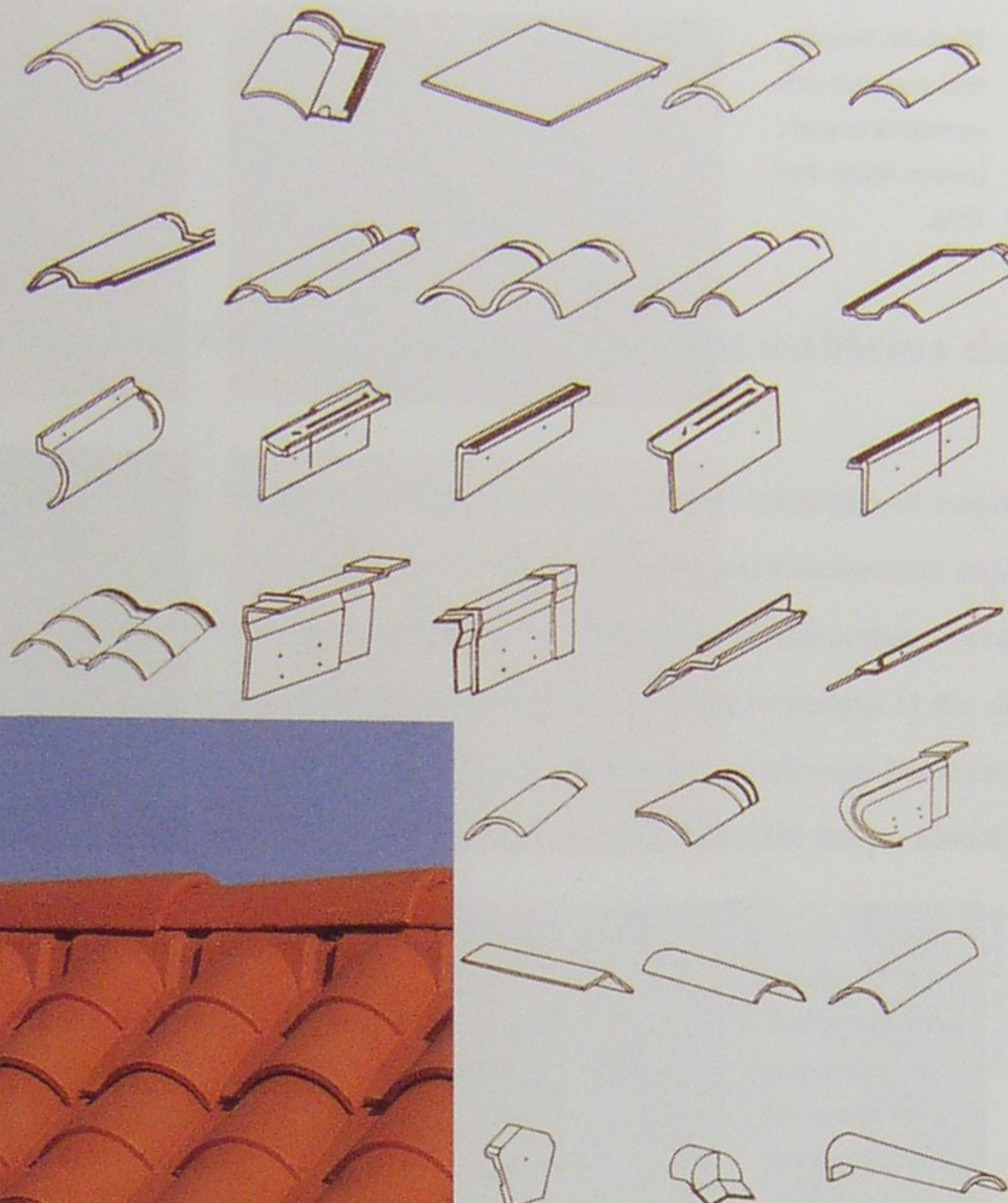
Nuevos productos para la cubierta

El revestimiento de tejas mejora la calidad y se diversifica.

A pesar de que el material de las tejas, de cerámica o de mortero de cemento, aparentemente no ha cambiado, ha experimentado un fuerte proceso de caracterización. La mayoría de las piezas son suministradas por el fabricante con certificación sobre sus principales características: resistencia mecánica, coeficiente de absorción, resistencia a la heladicidad, ausencia de eflorescencias, etc., lo que mejora considerablemente el grado de fiabilidad de la construcción.

Además del progresivo aumento de tamaño que han experimentado las tejas con objeto de mejorar la productividad en la puesta en obra, los

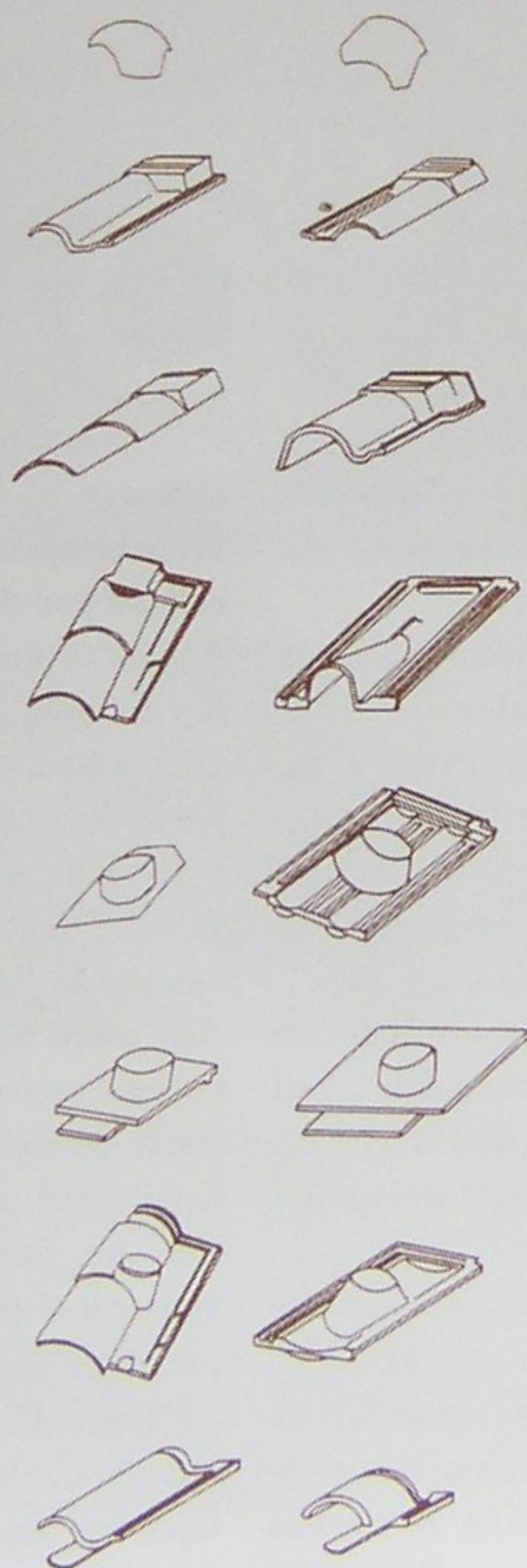
Ejemplos de
accesorios y piezas
especiales (fuente:
Guiraud Frères).



La mayoría de las tejas son suministradas por el fabricante con certificación sobre sus principales características –resistencia mecánica y a la heladicidad, coeficiente de absorción, ausencia de eflorescencias...–, lo que mejora considerablemente el grado de fiabilidad de la construcción.



Resolución del difícil
encuentro faldón-
cumbra mediante
una pieza especial,
del mismo color y
compatible con los
tipos de tejas
utilizados en el resto
de la cubierta
(fuente: Guiraud
Frères).



fabricantes han realizado una triple diversificación:

–Tipos: se han desarrollado multitud de formas de tejas, tanto de cerámica como de mortero de cemento. Un mismo fabricante puede producir tejas romanas, tejas árabes, tejas planas, tejas marselesas, tejas de doble canal... Al mismo tiempo, se ha mejorado considerablemente el diseño geométrico de los bordes, con el objetivo de aumentar la impermeabilidad al agua y la nieve.

– Colores y acabados: cada tipo de teja se fabrica en una extensa gama de colores y acabados: varias tonalidades, aspecto envejecido, esmaltadas...

– Piezas especiales: los fabricantes realizan piezas especiales que permiten resolver los puntos singulares del faldón: encuentros con paramentos salientes, cumbra, ventilaciones para la cámara de aire, etc. Es evidente que la existencia de esta panoplia de piezas mejora la calidad general de la cubierta, facilita su puesta en obra y elimina la improvisación.

El soporte camina hacia sistemas industrializados.

Existen productos de diferente complejidad que tienen como objetivo reducir la mano de obra artesanal y, al mismo tiempo, hacer más fácil la construcción del soporte del faldón de la cubierta.

– Sujeciones

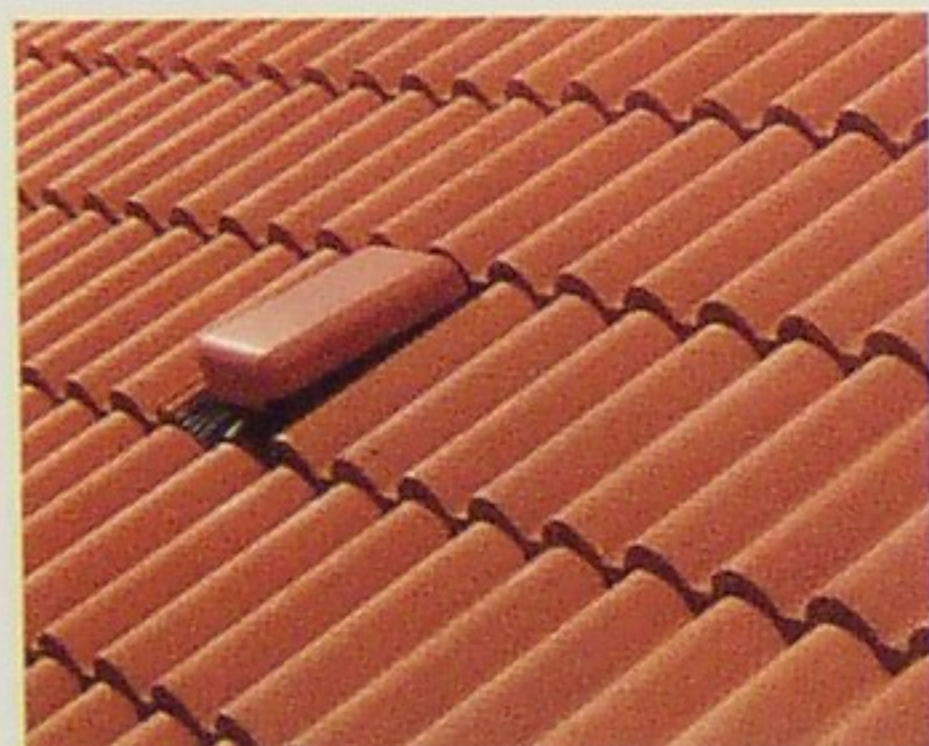
Si las tejas no se amorteran, mejora su comportamiento frente a los fenómenos de dilatación y retracción térmica, pero son más sensibles a las succiones eólicas. Se han puesto a punto sistemas de rastreles de madera o de perfil de acero que facilitan la fijación mecánica de las tejas sobre ellos por medio de un simple clip. Este sistema de sujeción mejora considerablemente la fiabilidad de la cubierta frente al desprendimiento de las tejas.

– Aislamiento

Componentes constituidos por un tablero de madera y una placa de aislamiento permiten construir en seco, y mediante una única operación, la base del faldón de la cubierta, dotándole, al mismo tiempo, de

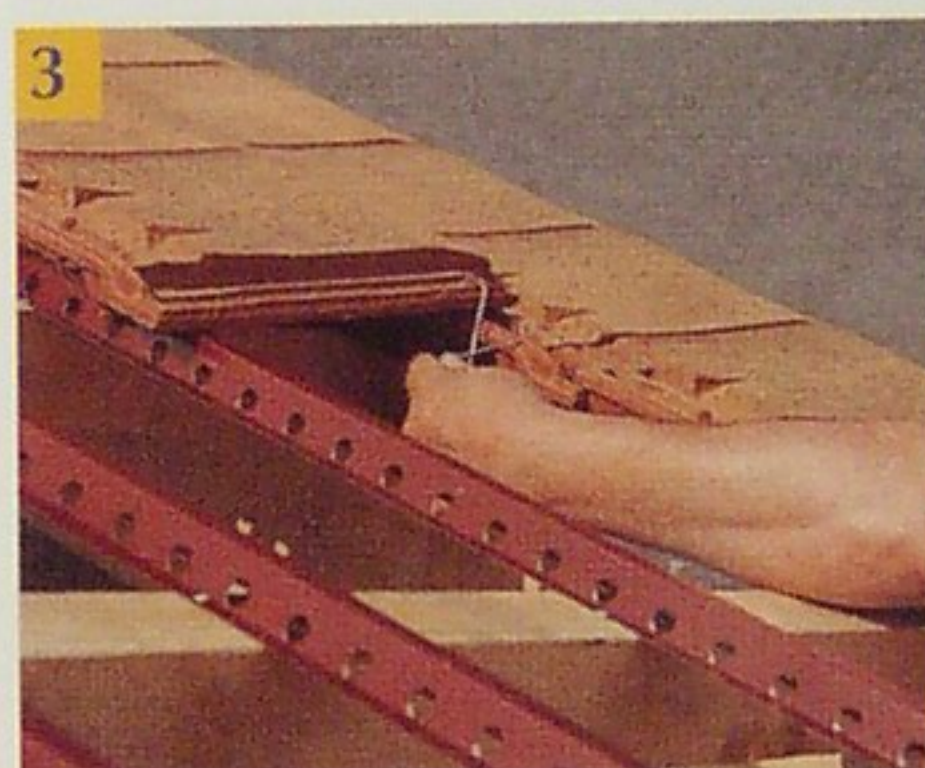
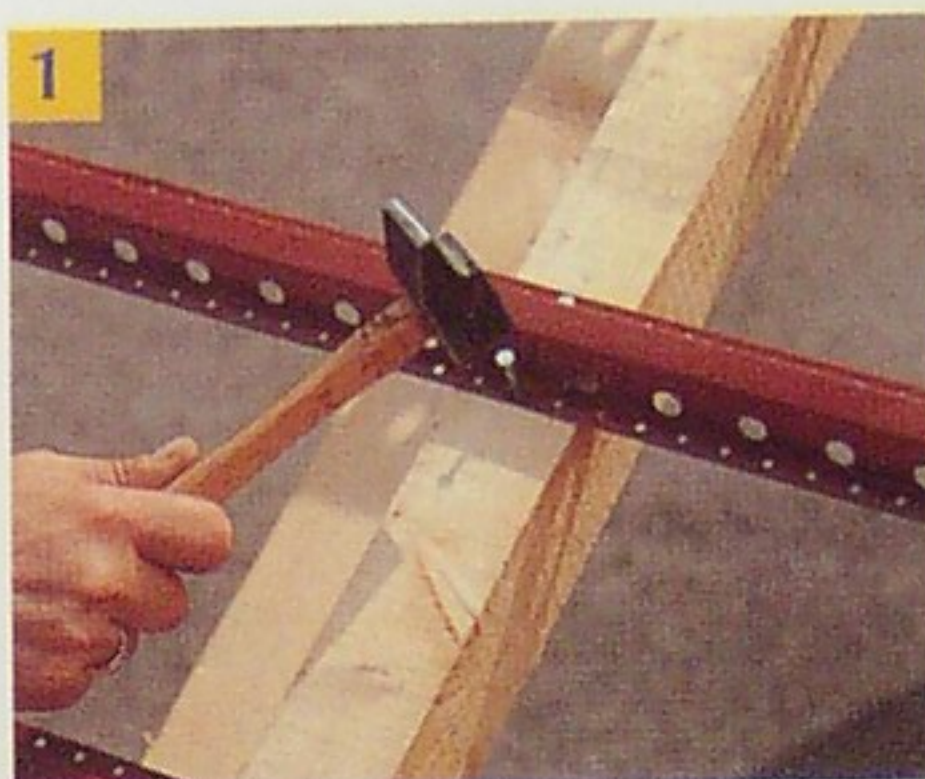


Puntos singulares del faldón, ejecutados con piezas especiales pertenecientes a un sistema constructivo de cubierta industrializado: cerramiento de cumbrera, limahoya de PVC y elemento de ventilación (fuente: Uralita, S.A.).



Montaje de rastreles y clips para la fijación de las tejas (fuente: Faynot).

1. Clavado de rastreles sobre cabios.
2. Colocación de tejas.
3. Fijación del clip a la teja.
4. Sujeción de clip a rastrel.



aislamiento térmico y resistencia. Estos productos son totalmente compatibles con los sistemas de sujeción comentados en el anterior apartado.

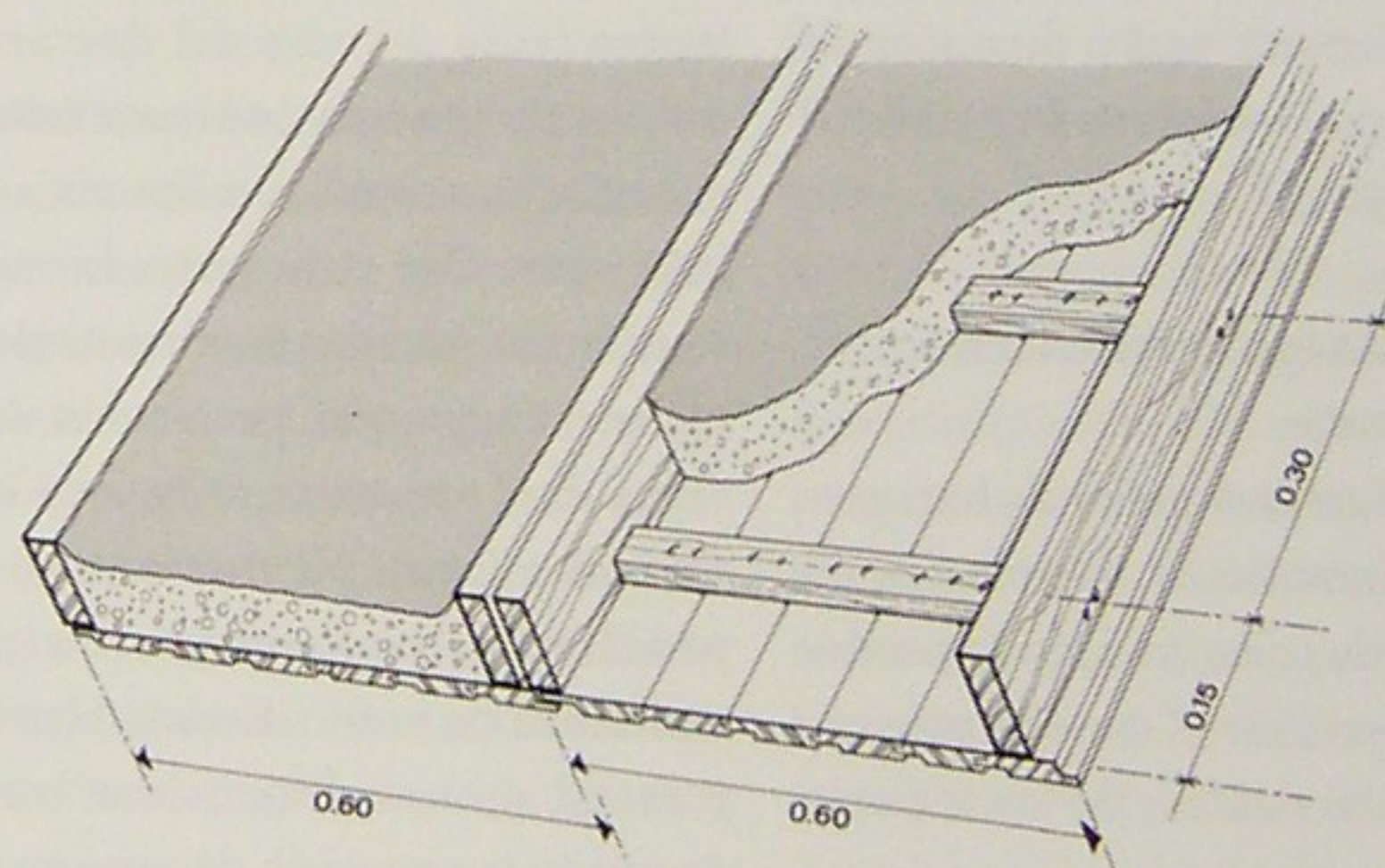
- Soporte estructural

Actualmente, existen soluciones para la construcción del armazón estructural de la cubierta con estructuras ligeras de madera o perfiles ligeros de acero que posibilitan, además, la habitabilidad del desván. Estos entramados son tecnológicamente independientes de la estructura general del edificio; es decir, es posible que la estructura de un edificio sea de pilares y losas de hormigón armado aun cuando la estructura de cubierta esté constituida por cerchas ligeras de madera distanciadas tan sólo 100 cm. En la construcción a la que nos dirigimos pueden tener cabida todos los materiales.

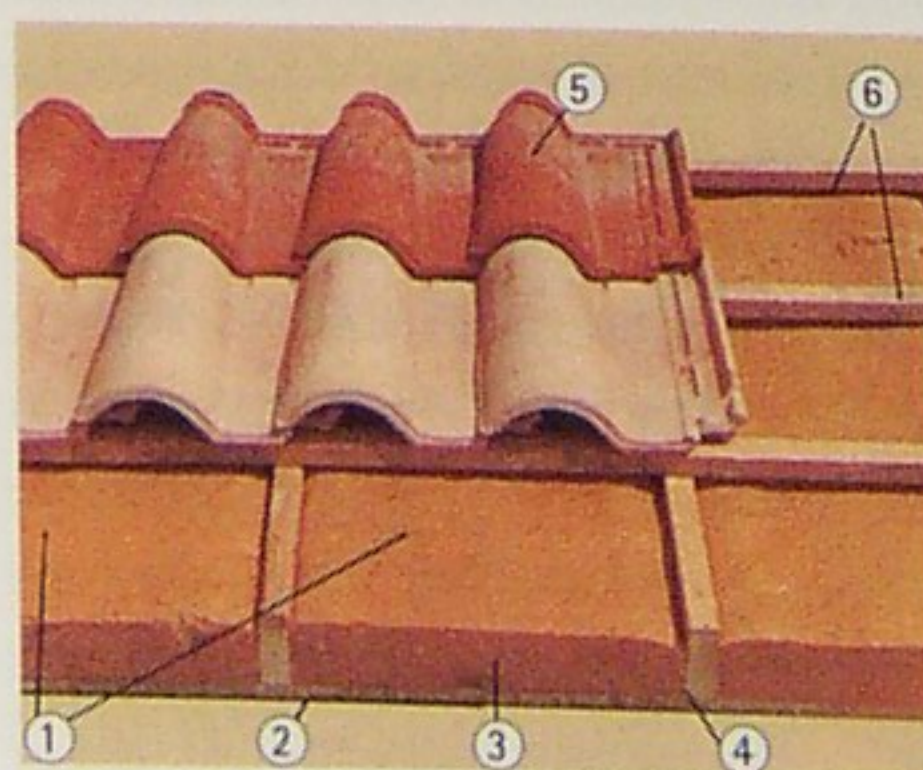
- Productos para conseguir la ventilación de la cubierta

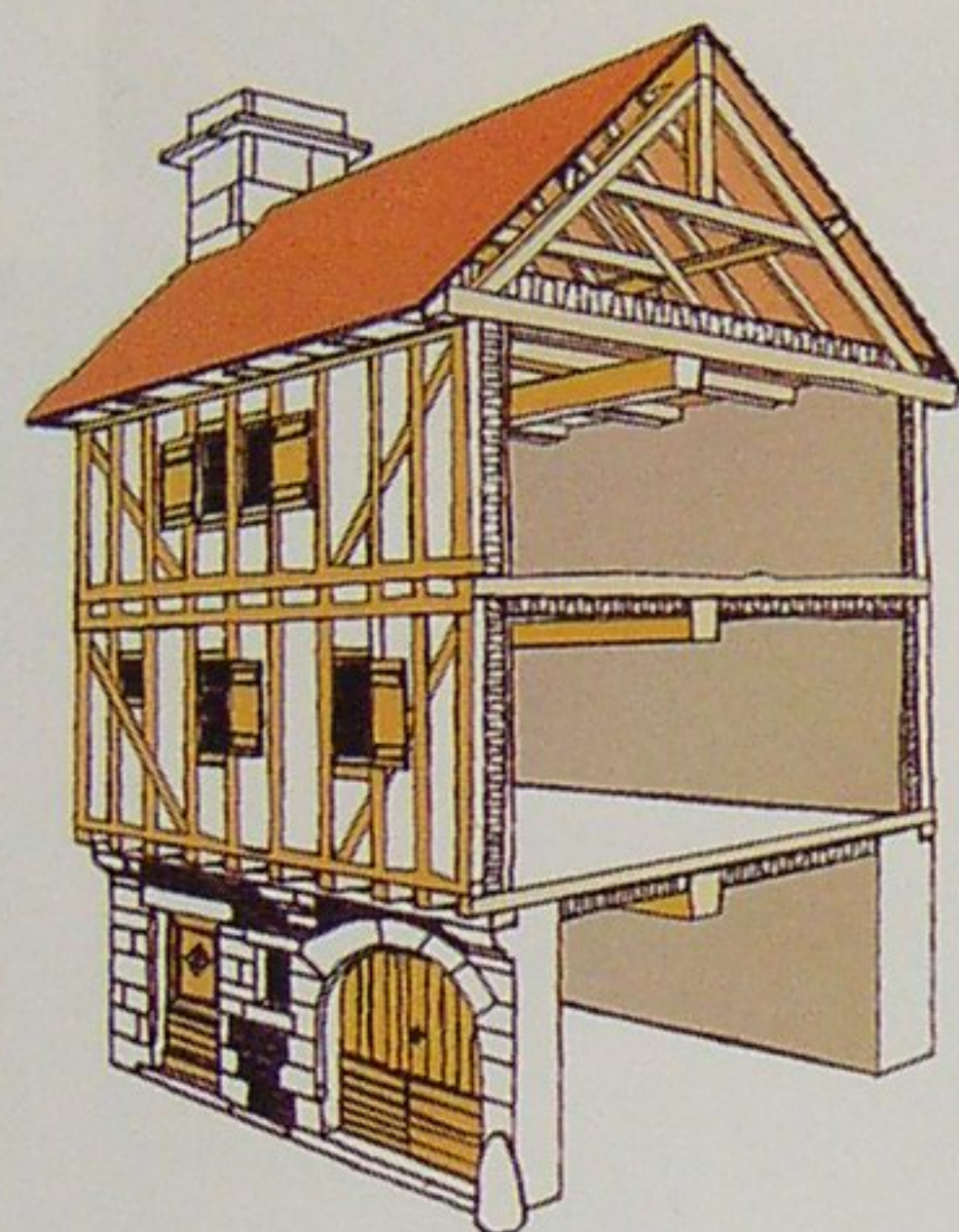
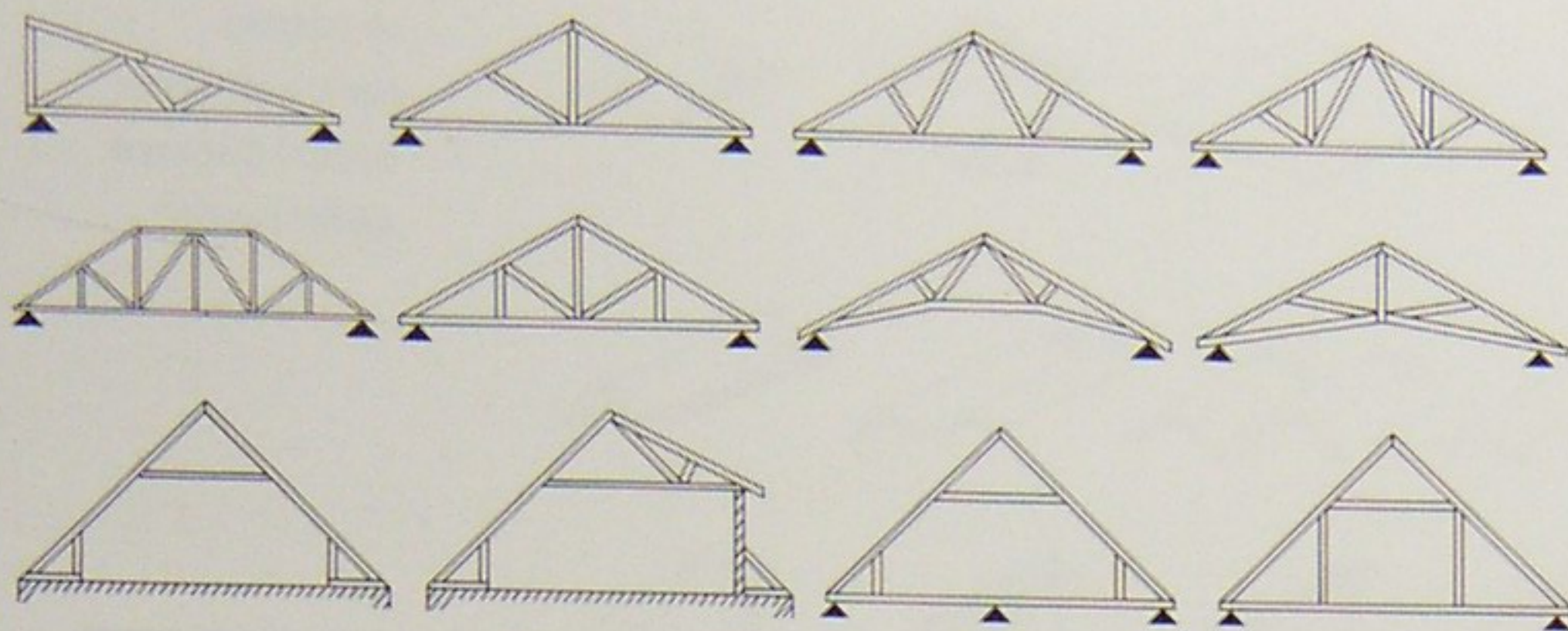
Como veremos más adelante, es importante dotar a la cubierta de algún tipo de cámara de aire ventilada. Para conseguirlo, y al mismo tiempo facilitar la construcción de este tipo

Algunos fabricantes ofrecen paneles que sirven de base al revestimiento, además de aportar a la cubierta aislamiento térmico y resistencia (fuente: Trilatte).



1. Ventilación.
2. Panel de techo.
3. Aislamiento de espuma de poliuretano.
4. Cabio.
5. Tejas.
6. Rastreles de soporte.





© ALAN FORBES



de solución, se fabrican piezas especiales, compatibles con los tipos de tejas utilizados, que se disponen en el alero y en la cumbrera, permitiendo la entrada y salida de aire, respectivamente. En muchas ocasiones estos productos forman parte de sistemas completos que resuelven la totalidad de la cubierta.

Cambio del tipo constructivo predominante

Uno de los factores que más han propiciado la innovación tecnológica en la cubierta de tejas ha sido la posibilidad de anexionar el espacio bajo cubierta a las viviendas de las últimas plantas.

El sistema constructivo constituido por forjado, capa de aislamiento térmico, cámara ventilada con tabiques palomeros, tablero de piezas cerámicas y revestimiento de tejas ha dado paso, sin excesiva reflexión, al constituido por soporte inclinado —generalmente un forjado de hormigón—, aislamiento térmico y capa de mortero ligeramente armada sobre la que descansan las tejas.

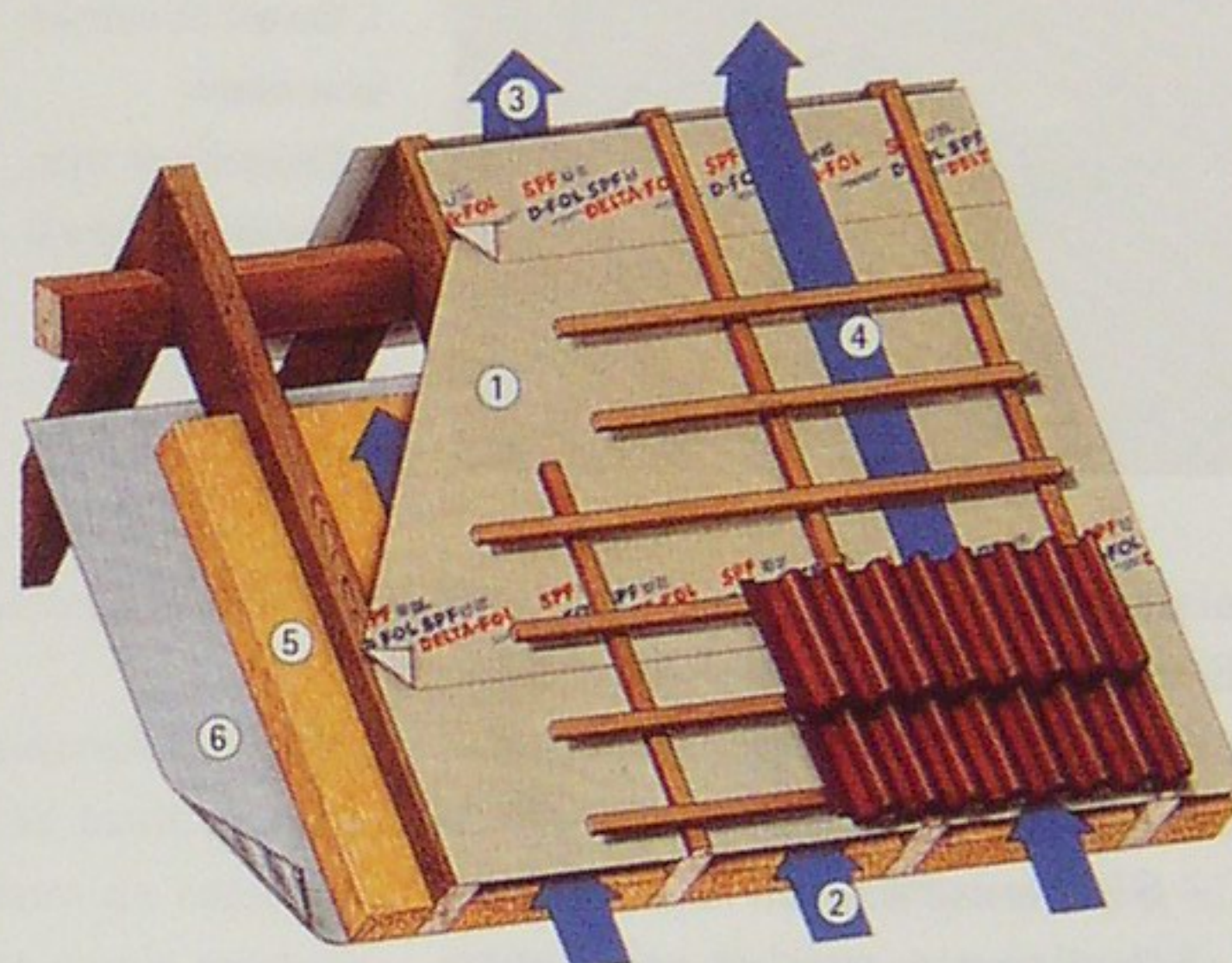
Se ha pasado del desván ventilado al desván habitable, perdiendo en este tránsito las innegables ventajas de la ventilación, con la que se asegura un buen comportamiento térmico de la cubierta en verano, al impedir el calentamiento del aire del desván. De este modo se evita la transmisión de energía no deseable a las viviendas inferiores. Por otra parte, la misma ventilación permite la eliminación del vapor de agua que, procedente de las viviendas, atraviesa el forjado de la última planta. El nuevo tipo que usualmente se construye funciona mal desde un punto de vista térmico y provoca, si no se dispone una barrera de vapor, la aparición de condensaciones en su interior, sobre todo si se coloca una membrana impermeable bajo las tejas con el objetivo de mejorar la impermeabilidad de la solución.

Los avances técnicos se dirigen a crear una lámina de aire permanentemente ventilada en el interior del faldón, entre el revestimiento de tejas y el aislamiento térmico; a este tipo de cubierta podríamos llamarla de 'faldón ventilado'.

La arquitectura tradicional ha aportado múltiples geometrías para construir el armazón de la cubierta con cerchas ligeras de madera (fuente: Gang-Nail® Systemes) y

configurar así un desván ventilado (axonometría de una vivienda de *pan de bois*. Fuente: AITIM); esta garantía de confort térmico interior queda comprometida al agregar el espacio

bajo cubierta a las viviendas de las últimas plantas, por lo que los avances técnicos se dirigen en la actualidad a crear una cámara de aire permanentemente ventilada en el interior del faldón.



Cubierta con faldón ventilado (fuente: Dörken).

1. Impermeabilización de seguridad.
2. Entrada de aire por el alero.
3. Salida de aire por la cumbrera.
4. Ventilación bajo la teja.
5. Aislamiento térmico.
6. Revestimiento interior.

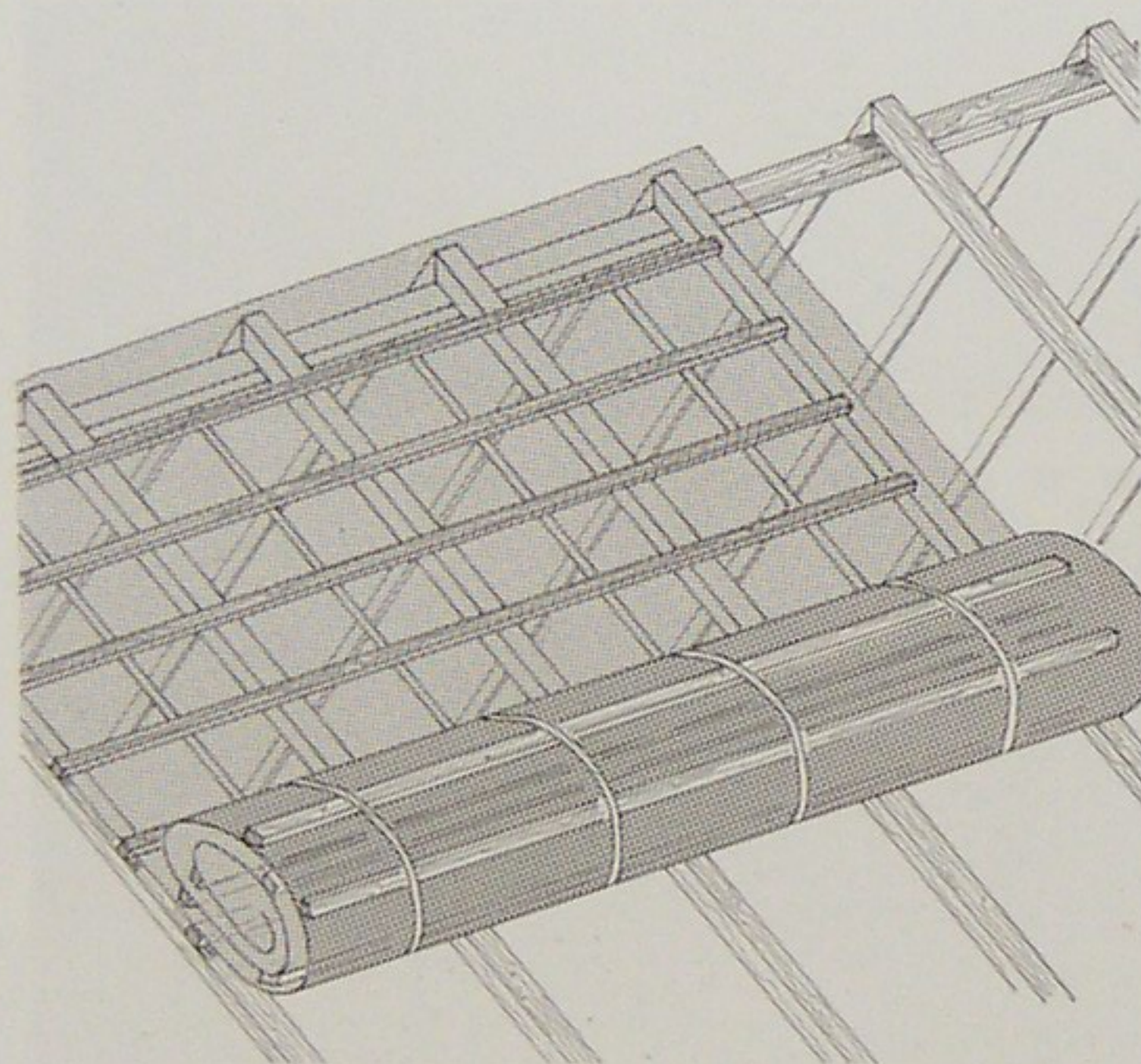
Detalle de pieza para la entrada de aire en una cubierta de faldón ventilado (fuente: Marley Roof Tiles).



La ventilación permite la eliminación del vapor de agua que atraviesa el forjado de la última planta, además de asegurar un buen comportamiento térmico de la cubierta en verano.



En grandes promociones, la optimización de costes lleva a respuestas tecnológicas complejas (fuente: Dragados y Construcciones).



En la actualidad existen algunas soluciones ingeniosas para construir con rapidez la cubierta; en este caso, los rastreles se colocan por desenrollado, lo que evita la operación del replanteo de los mismos (fuente: Somobi).



Las chapas metálicas conformadas, de dimensiones 1,33 x 0,45 m, se utilizan a menudo como revestimiento de cubiertas debido a su rápida colocación (fuente: Polytuil Decra®).

Como hemos visto en el apartado anterior, existen productos que hacen posible y fácil la construcción de este tipo de cubierta; tan sólo falta que técnicos y constructores se convengan de la necesidad de utilizarla.

La construcción es pragmática

La construcción tiende a optimizar la relación coste calidad; le corresponde principalmente al constructor asumir esta función utilizando su saber tecnológico y organizativo. Para unas características de calidad determinadas (por ejemplo, cubierta con faldón ventilado), pueden existir diferentes respuestas tecnológicas en función de la dimensión de la promoción.

Es posible que la construcción de la cubierta en promociones pequeñas aún se pueda realizar en nuestro país recurriendo a técnicas artesanales, con alta incidencia de mano de obra y productos 'tradicionales'. Esta actividad, que resulta hoy pragmática, explicaría la dificultad que tienen algunos magníficos productos de penetrar ampliamente en el mercado. No obstante, la tendencia de futuro, en la

medida en que escasee la mano de obra artesanal, será utilizar cada vez más sistemas industrializados, de precios competitivos, rápida y fácil puesta en obra y con suficiente flexibilidad formal para adaptarse a la arquitectura que se desea realizar.

En grandes promociones, la optimización lleva ya hoy inexorablemente a respuestas técnicas como los sistemas constructivos altamente industrializados. En estos casos, el proyecto ejecutivo desarrollado por el equipo técnico facultativo se queda corto: se requiere otro proyecto —que, básicamente, recae sobre el constructor— para evaluar con precisión las posibles opciones técnicas y desarrollar los métodos constructivos que definitivamente se emplearán en la construcción de la cubierta.

La cubierta, al igual que la estructura o la fachada, también debe ser concebida constructivamente: su construcción tiene que ser racionalizada y, sobre todo, adecuada a las condiciones variantes del escenario actual; el sector de la construcción nos ofrece muchas posibilidades para ello. [T]

Angel Fernández Alba y Fernando Cruz Alonso

Hospital de Manacor

Una interpretación de la cubierta como envolvente versátil, capaz de individualizar y diferenciar cada uno de los ámbitos de un extenso programa hospitalario, caracteriza el proyecto para el nuevo equipamiento sanitario de Manacor. Con la misma libertad expresiva manifestada en otras obras del mismo autor, se materializa un variado repertorio de planos inclinados, dientes de sierra, bóvedas vaídas y lucernarios de chapas engatilladas de cobre o zinc mediante el que el orden interno de funcionamiento del edificio, cuyo principal elemento articulador es el prisma que alberga las unidades de hospitalización, se hace patente en el exterior.



El bloque de habitaciones domina, por su mayor altura, los pequeños cuerpos que alojan las distintas áreas hospitalarias. Como remate de este prisma principal destaca el cuerpo de instalaciones, revestido de zinc y con cubiertas a dos aguas; a la derecha, los faldones de cobre y los lucernarios que iluminan un amplio corredor interior.

Kenneth Frampton escribió en 1995, a propósito de Angel Fernández Alba: “uno siente la tentación de describirle como un *roof architect*”. En efecto, en sus edificios, especialmente los que están concebidos en los últimos diez años, se presta una atención preferente a la cubierta, algo que es perfectamente constatable, siguiendo la lógica de la cronología de sus obras, en los proyectos realizados para la Facultad de Derecho de la Universidad de Alcalá (1988-91) y para la Cancillería de la Embajada de España en Estocolmo (1990-92) –cuya cubierta es asimilada por Frampton a “un caparazón tectónico particularmente poderoso”.

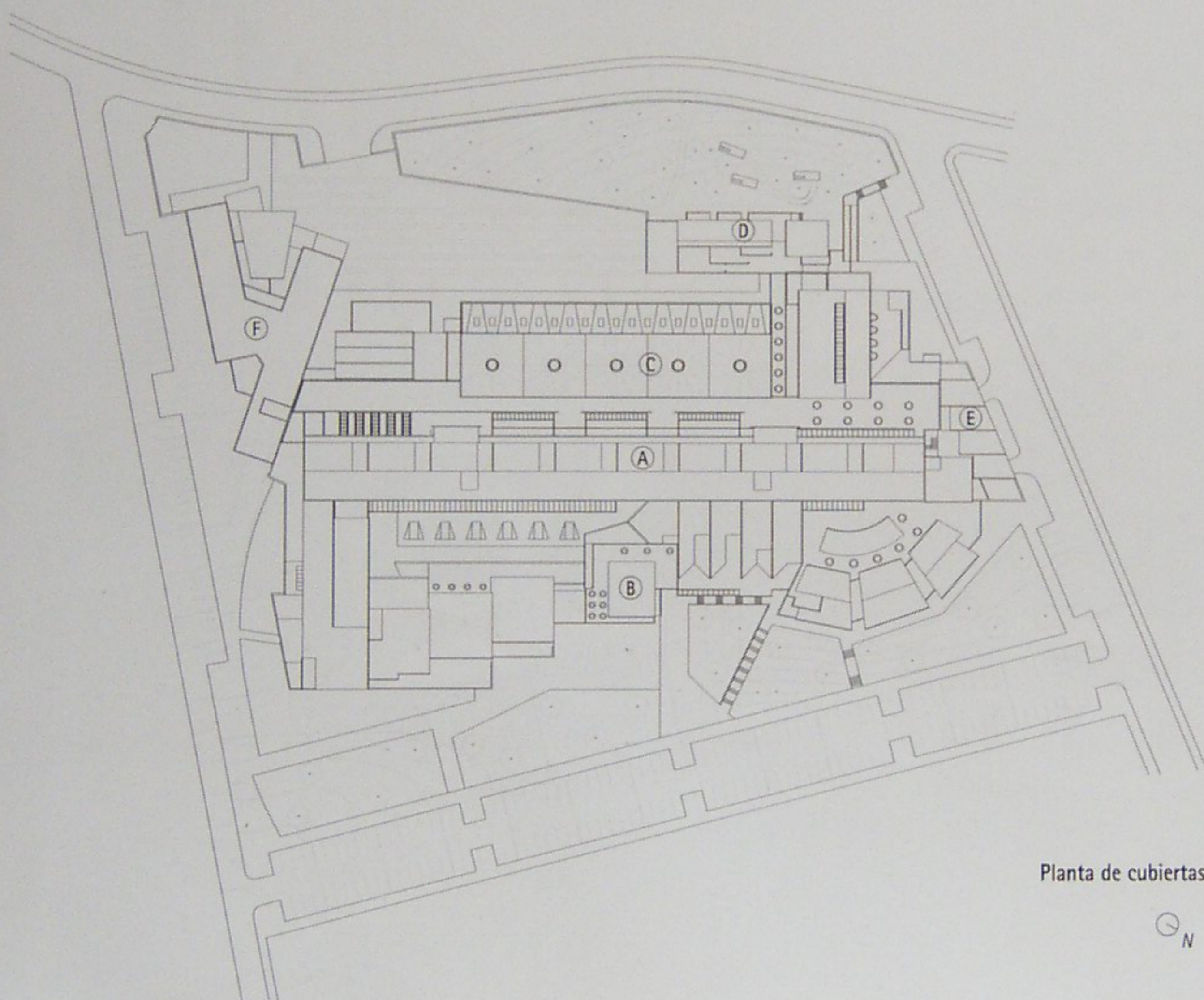
Pero, en la obra reciente de Ángel, donde la cubierta alcanza de un modo definitivo un protagonismo intencional que lleva al límite su capacidad expresiva es, con seguridad, en el Hospital Manacor (1991-95), como si fuera ésta la ocasión en la que el arquitecto alcanza la plena conciencia de estar ante un motivo recurrente de su sistema de valores, ante un rasgo característico de su obra que va a brillar con luz propia en otros proyectos posteriores sin que pueda ser entendido nunca como un manierismo previsible, sino más bien como un invariante que atiende, del modo más desprejuiciado y espontáneo, a la razón de ser originaria de la arquitectura. Volvemos a constatarlo así en dos si-

tuaciones muy significativas, tras Manacor, en el trabajo de Ángel: el Centro Comercial Las Ventas (1993-95) y el Centro de Salud La Latina (1994-98), “microcosmos sutilmente compilado por cubiertas de una o dos aguas”, según Frampton, de nuevo. Ambos edificios están en Madrid y en ambos la elocuencia de las cubiertas confiere un perfil diferenciador a cada uno de los fragmentos de varia arquitectura que, al entrar en contacto, contribuyen a la obtención de la forma resultante, entendida siempre esa forma como sistema de componentes ya definitivamente inseparables, pero que se hacen reconocibles como miembros interconectados del organismo final gracias, en gran medida,





El centro hospitalario se materializa como un organismo complejo, resultado de una integración de volúmenes y usos distintos; de esta diversidad formal y funcional es muestra elocuente la variedad de cubiertas que aparece en esta vista aérea.



Planta de cubiertas

El bloque de habitaciones (A) articula funcionalmente el conjunto: en su flanco oriental, acceso y consultas (B); al oeste, servicios internos (C) y tanatorio (D); al norte, urgencias (E), y al sur, oficinas (F).

a la silueta recortada de sus cubiertas. Volveremos sobre algunas de las ideas apuntadas, pero, antes de ello, quizá sea oportuno resumir brevemente los datos más objetivos del Hospital Manacor.

El programa

El Hospital Manacor se sitúa en el límite urbano de la población mallorquina que le da nombre. La densidad

de funciones de su programa queda finalmente ordenada en tres grandes apartados, coincidentes, a su vez, con tres conjuntos volumétricos característicos del edificio. Por una parte, el gran prisma central, destinado a las unidades de hospitalización y capaz para 200 camas, se orienta en el eje norte-sur como bloque lineal y pieza dominante en altura. En su flanco oriental se dispone

el acceso principal del edificio, que da paso a una calle interior de distribución general, y los pabellones de consultas externas (áreas de diagnóstico, radiología, exploraciones especiales, diálisis, psiquiatría, rehabilitación y cafetería). Al oeste quedan los servicios internos del hospital (laboratorios, esterilización, quirófanos, farmacia y cocinas). De este modo, en un edificio eminentemente público como lo es un hospital, la posición intermedia del gran prisma central sirve como filtro para graduar el grado de privacidad de los espacios de servicio que lo flanquean, abierto a todas las presencias en la parte oriental, y de uso más restringido, aunque no menos especializado, en la parte de poniente. El servicio de urgencias ocupa el extremo norte, y la parte de oficinas y administración, el extremo sur, instalada en un edificio preexistente, el antiguo Ambulatorio de Manacor, reformado interior y exteriormente para adecuarlo a la nueva imagen y a la nueva función requeridas para su integración en el esquema general. Finalmente, el ta-

El plano inclinado protagoniza las siluetas más características del edificio, haciendo participar a todo el cerramiento exterior de una misma idea envolvente.



El acceso principal se sitúa en el centro de la fachada oriental, bajo el cuerpo que alberga en la primera planta el salón de actos y que, sostenido en cuatro columnas, genera un porche de entrada. Un muro de mampostería, cuya textura –similar al pavimento de esta zona– contrasta con el aplacado de piedra arenisca que reviste la fachada, se levanta a uno de los lados, singularizando y delimitando este ámbito de llegada.

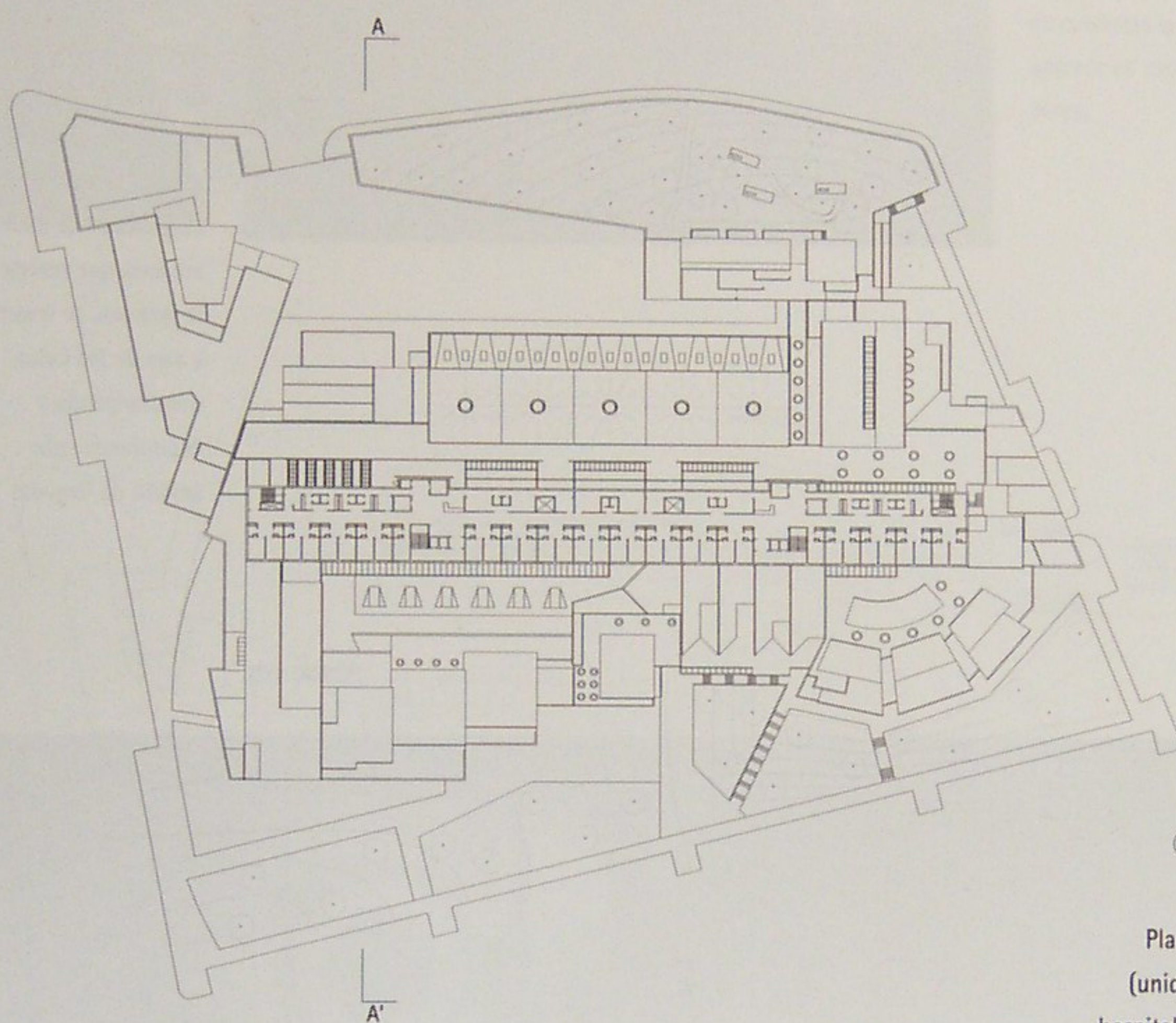


Alzado este





MATÍ PRYKÓ



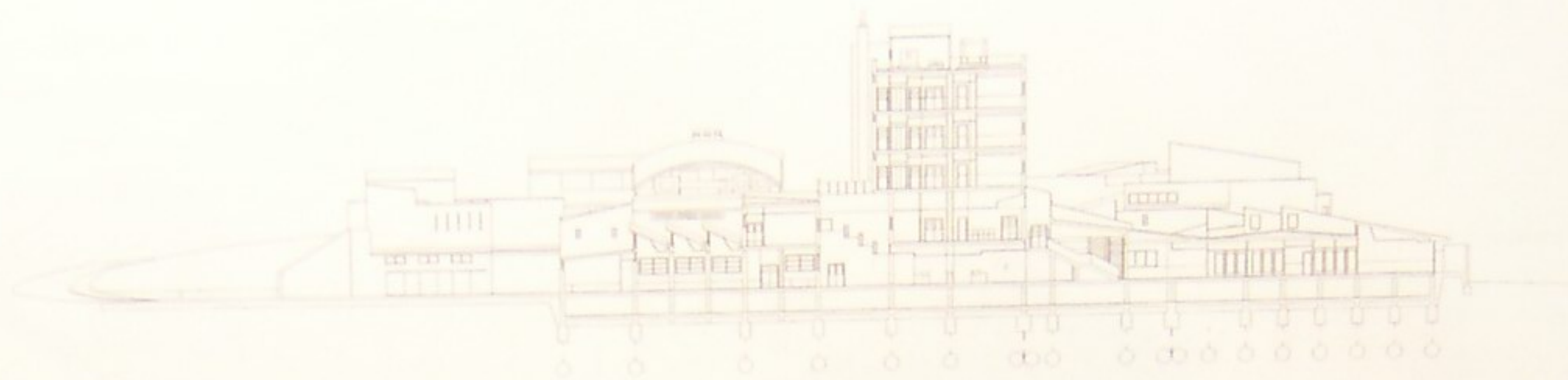
Planta tipo
(unidades de
hospitalización)



natorio, un cuerpo casi exento que sobresale del edificio en el extremo occidental, queda elevado con un sentido tumulario sobre una colina artificial ajardinada que aloja en el interior los servicios necesarios.

Piedra, cobre, aluminio y ladrillo

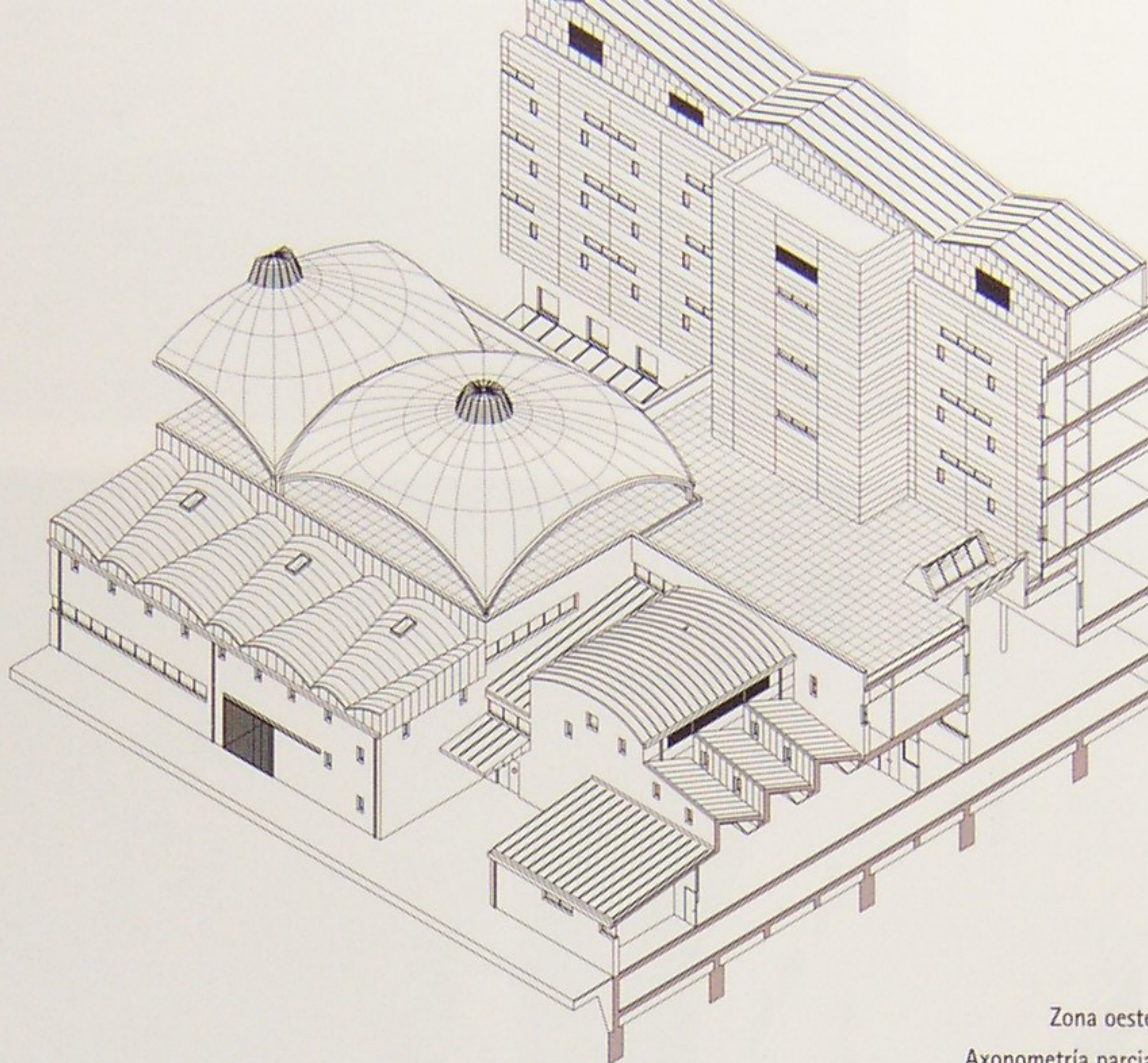
Si con lo anterior se explica, a grandes rasgos, las condiciones de uso a las que el Hospital Manacor da respuesta, la cualidad tectónica de la obra se muestra a través de los materiales y procedimientos que concretan su construcción. En un primer enunciado, distinguiendo paramentos exteriores y cubiertas como los dos grandes capítulos que afectan a la corteza del edificio, hallamos que el cuerpo de acceso y los tres pabellones de radiología están revestidos con piedra arenisca de la cercana Santanyi y que junto a la entrada principal se levanta un paño de aparejo rústico a hueso, como si el propio suelo, de la misma piedra local de Pinisalem, se elevara y se doblara para fijar el límite del ámbito asociado a la entrada. Sobre el cuerpo de acceso se halla el salón de actos del Hospital, que ve recubiertos sus muros por planchas de cobre iguales que las que resuelven su cubierta. Comprobamos en este hecho que la cubierta coloniza ciertos planos de fachada, saliendo de su marco convencional de aplicación. Con ello comienza también ahora a perder vigencia para nosotros la idea de caja de muros, hecha mediante encuentros ortogonales entre planos verticales y horizontales. El plano inclinado, finalmente, protagonizará las siluetas más características del edificio, haciendo participar a todo el cerramiento exterior de una misma idea envolvente. Así, el recurso de trasladar a la fachada el material de cubierta lo hallamos también en el cuerpo de remate del gran prisma central, de suaves pen-



Sección A-A'

La diversidad formal y volumétrica que manifiesta el conjunto se apoya, a su vez, en el empleo de un variado repertorio de materiales: así, se utiliza piedra arenisca de Santanyi en el revestimiento de algunos cuerpos, como los de acceso, hemodiálisis, radiología y urgencias –en la foto superior de la otra página–; chapas de cobre como elemento de cobertura más común, así como zinc –principalmente en el volumen situado en la cubierta del prisma principal– o acero cortén –en las cinco cúpulas sobre el área quirúrgica–. El ladrillo vitrificado de color blanco se emplea con especial profusión en las fachadas del edificio: tanto en la unidad especial, en el área quirúrgica y en el tanatorio –foto inferior de la otra página– como, especialmente, en el prisma principal, con excepción de su cara oeste –junto a estas líneas–, en la que se emplean paneles sandwich de aluminio.





Zona oeste.
Axonometría parcial

El tratamiento diferenciado de las cubiertas permite una lectura clara de la complejidad funcional del hospital, donde cada ámbito queda individualizado a través de un tipo determinado de envolvente exterior; pero además, debido al gran desarrollo en planta del edificio —el bloque de habitaciones es el único que se eleva sensiblemente sobre el resto—, esta articulación de volúmenes favorece, sin necesidad de patios interiores, la iluminación natural de las dependencias a través de lucernarios o dientes de sierra.



En la imagen, con cerramiento de ladrillo vitrificado, el bloque que alberga en planta baja los distintos departamentos clínicos y, en la primera, el área quirúrgica. Las chapas de cobre que revisten la sucesión de bóvedas contrapeadas son también empleadas en el canalón y en las bajantes, así como para realizar el alféizar de las ventanas y revestir los cargaderos, en contraste con las chapas de zinc utilizadas en la cubierta del tanatorio —el volumen que aparece al fondo de la fotografía—, cuyo cerramiento, en esta su área de instalaciones, está constituido por hormigón.

dientes que parecen evocar la cordillera que acompaña siempre lateralmente, como fondo de perspectiva, el camino desde Palma a Manacor. Este prisma central tiene su fachada hacia el oeste chapada con paneles de aluminio en hiladas horizontales (con piezas de 3,60 x 0,45 m. y de 3,60 x 0,65 m.), entre las que se recortan las ventanas para la iluminación (huecos rasgados en la parte alta) y para dar vistas y enmarcar el paisaje desde el interior (rectangulares a la altura del plano de trabajo).

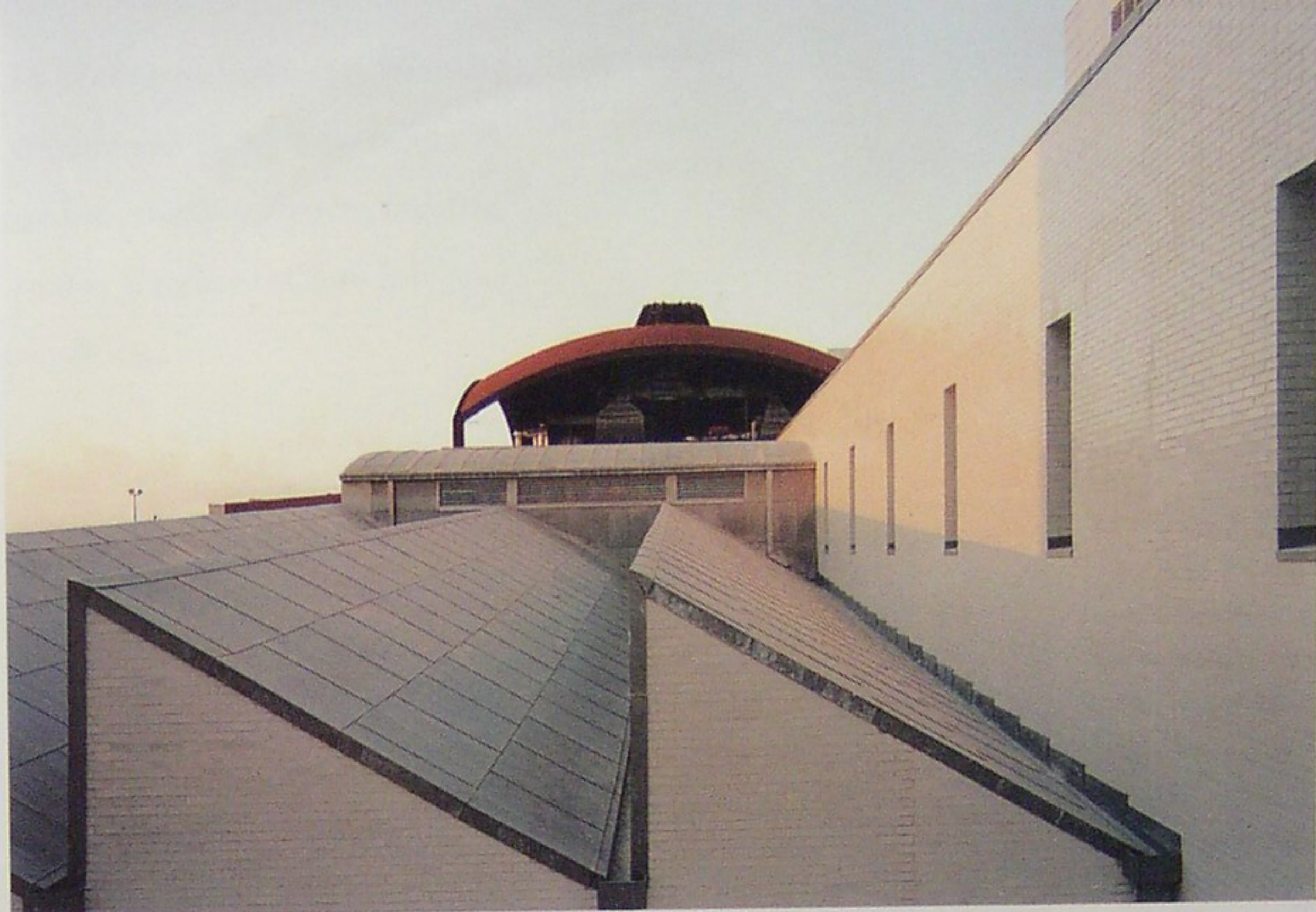
La fachada oriental del gran prisma central, a la que se orientan las unidades de habitación, siempre dobles, se ordena con grandes huecos abiertos en un cerramiento de fábrica de ladrillo visto vitrificado en blanco, el mismo acabado que se aplica al resto del edificio y que garantiza la tersura de su basamento cerámico.

Cubierta fragmentada

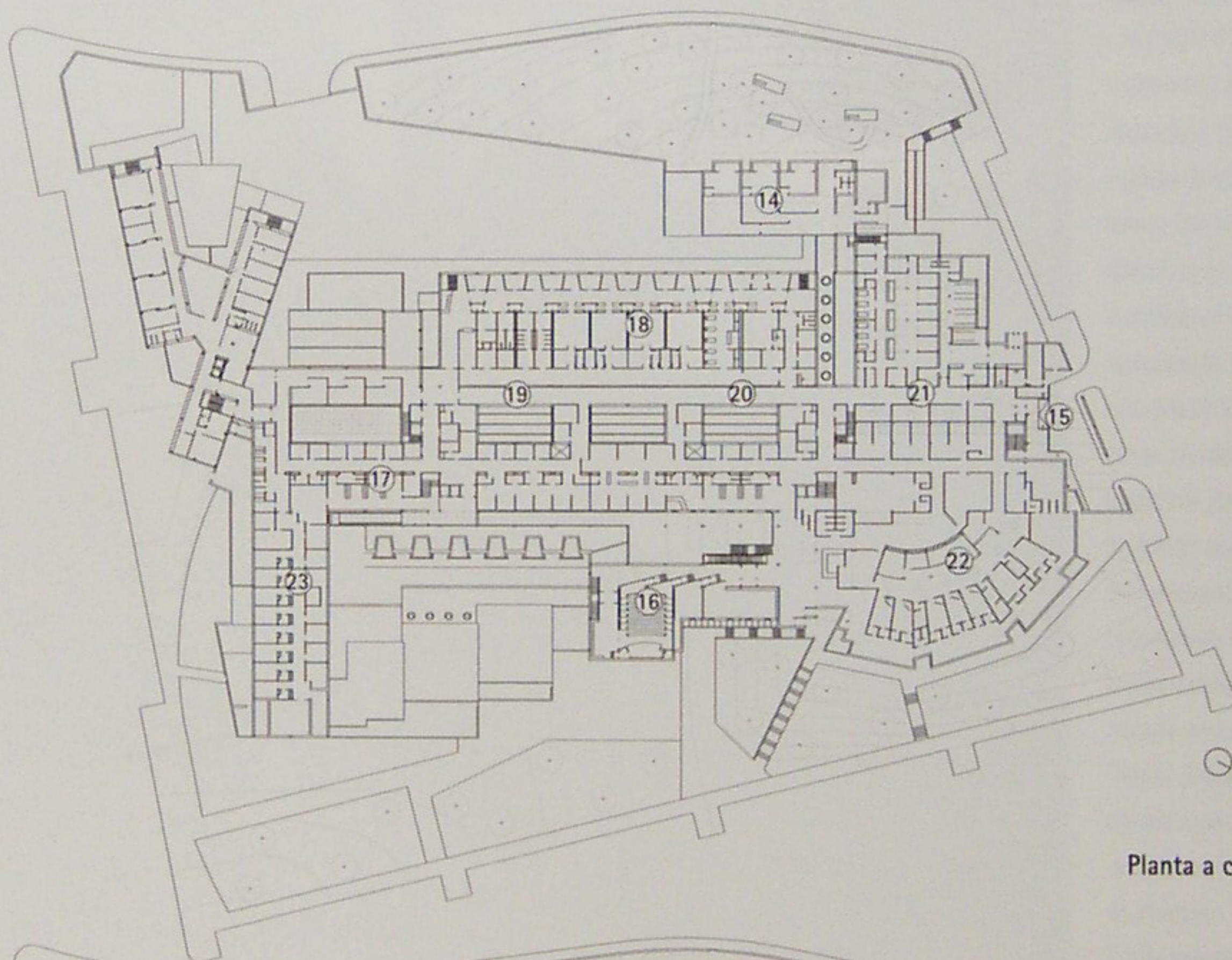
Llegamos ahora al capítulo de las cubiertas, dicho así, en plural, por la diversidad de trazados y acabados

que presentan. Con ellas verificamos que el hospital, como totalidad, está hecho de fragmentos de arquitecturas unidas entre sí, aunque el resultado no es tanto una suma de partes sino, más bien, un sistema de relaciones que mantiene a sus miembros enlazados y, como al principio se dijo, definitivamente inseparables, interdependientes y solidarios, de forma que para entender o explicar cada uno de ellos hay que referirlo a esa totalidad irreductible en la que está integrado. Y, sin embargo, sobre cada

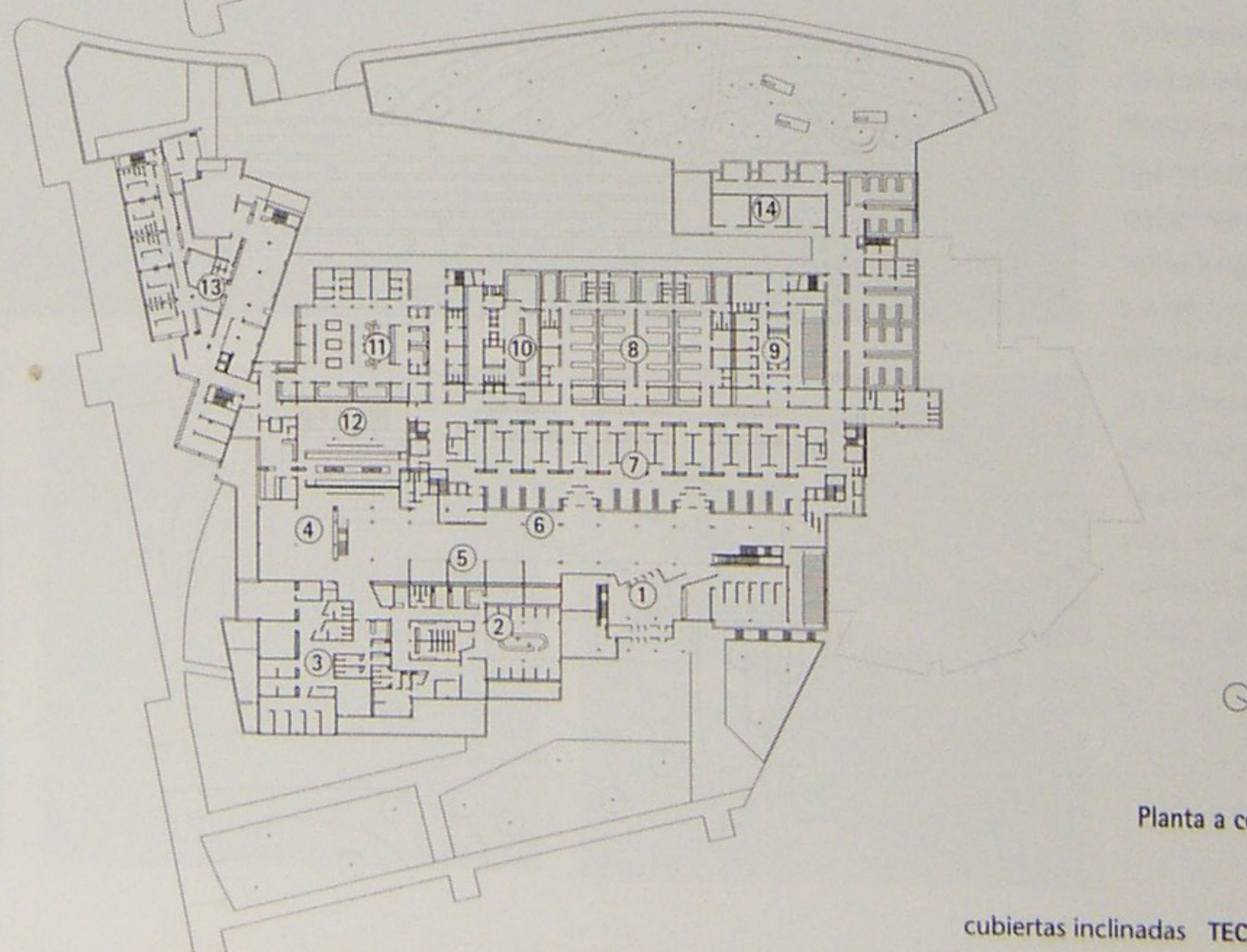
Una cubierta en
diente de sierra, en la
imagen, ilumina
cenitalmente parte de
la cocina del
complejo
hospitalario; como
cobertura se disponen
chapas de zinc unidas
mediante engatillado
simple.



1. Acceso.
2. Hemodiálisis.
3. Rehabilitación y radiología.
4. Cafetería.
5. Tiendas.
6. Calle interior.
7. Consultas externas.
8. Laboratorios.
9. Farmacia.
10. Esterilización.
11. Cocina.
12. Comedor de personal.
13. Oficinas y administración.
14. Tanatorio.
15. Urgencias.
16. Salón de actos.
17. Gabinetes médicos.
18. Área quirúrgica.
19. UCI.
20. Hospital de día.
21. Gabinete de exploraciones especiales.
22. Radiología.
23. Unidad especial.



Planta a cota +4.10



Planta a cota ± 0.00

uno de aquellos fragmentos que en
planta manifiestan un perímetro di-
ferenciado de las configuraciones
contiguas emerge un variado reperto-
rio de cubiertas formalmente autóno-
mas, un repertorio formal -tratado,
según los casos, con planchas de co-
bre o de zinc plegadas y engatilla-
das- que incluye planos de diversas
inclinaciones, pendientes alternantes
y escalonadas, en efectos de abanico,
en secuencias de dientes de sierra, y
también lucernarios poligonales y
circulares, bóvedas vaídas de acero



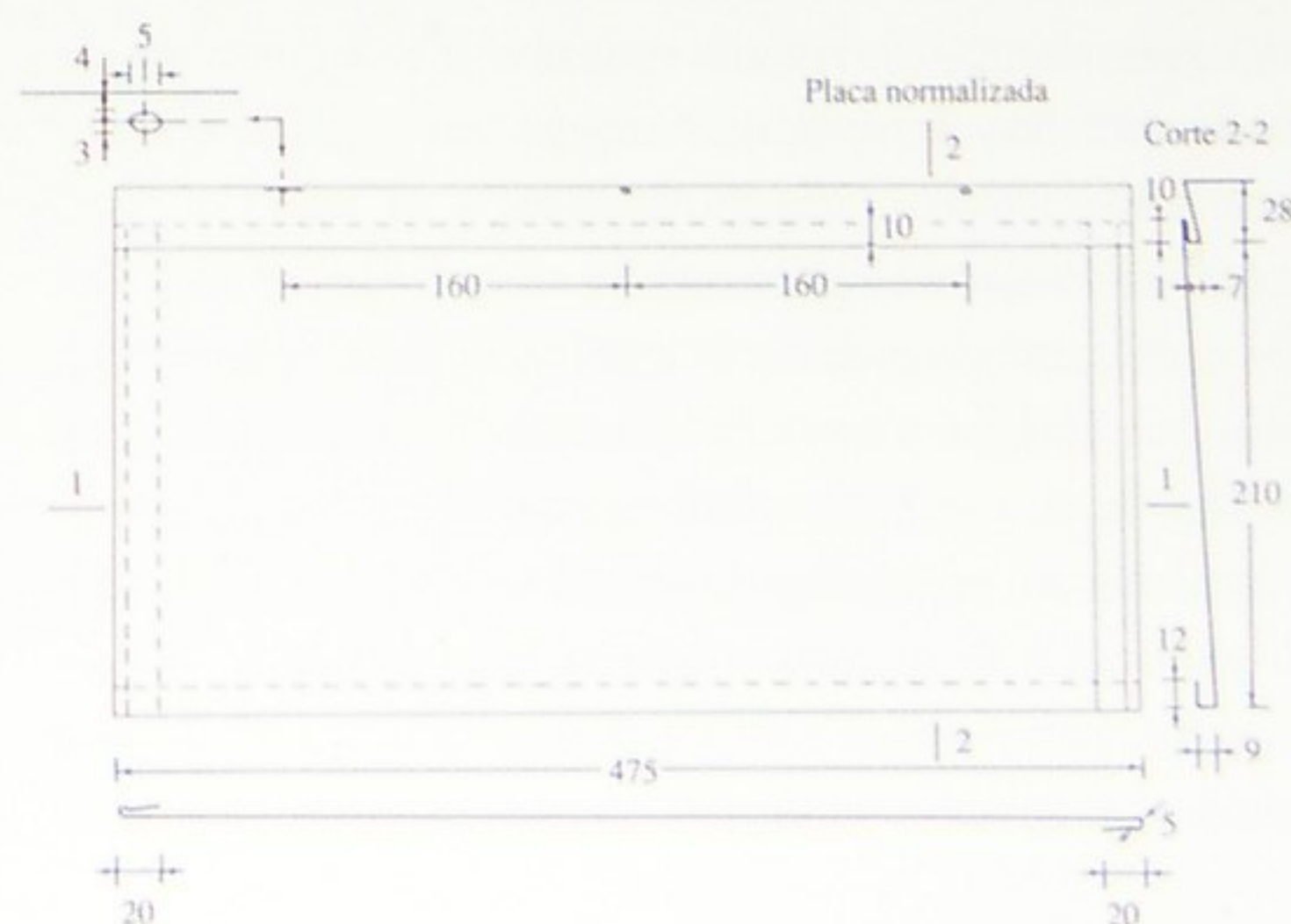
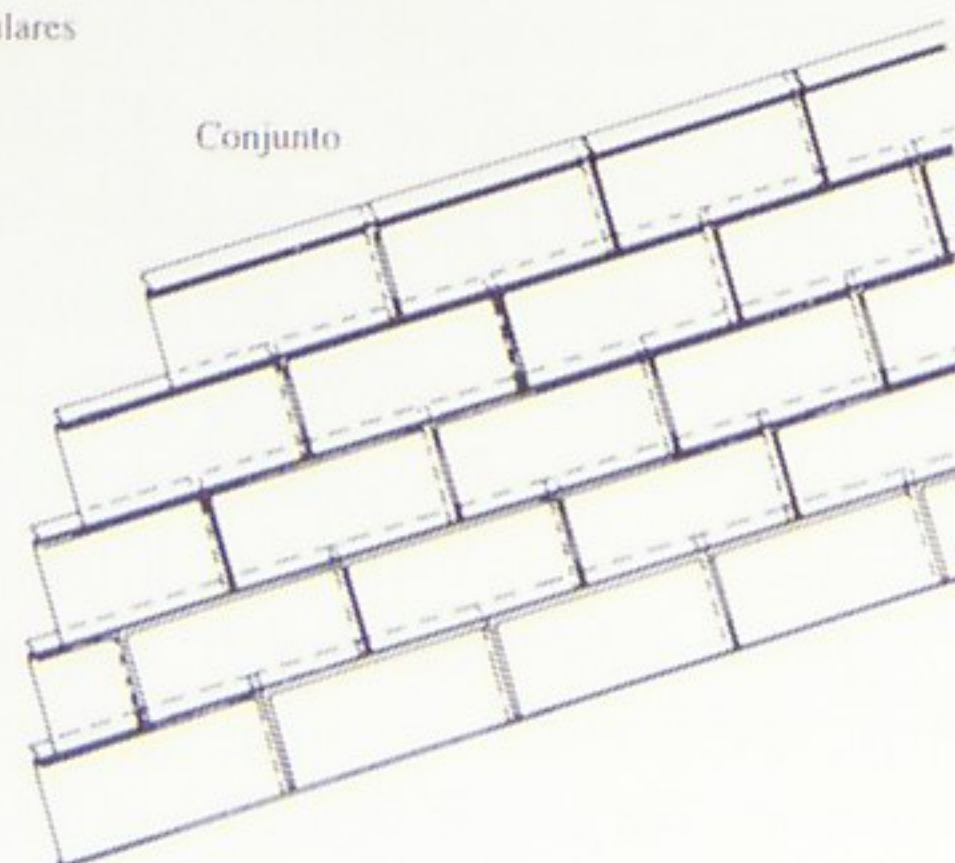
Alzado oeste

MATTI PRYKKÖ

El proyecto integra el antiguo ambulatorio de Manacor –al fondo de la imagen junto a estas líneas y en la fotografía superior de la otra página–, situado en la esquina sur del solar, que es objeto de rehabilitación y reforma para alojar en él el área de administración y oficinas del nuevo complejo hospitalario. Sobre el área quirúrgica se sitúan cinco cúpulas vaídas de acero cortén que protegen las instalaciones de los quirófanos, y una secuencia de bóvedas troncocónicas cubiertas con chapas de cobre unidas mediante engatillado simple. Las placas de cobre se fijan directamente al tablero por su parte superior –a modo de tejas– con clavos de cobre de cabeza plana, engatillándose a la pieza contigua y a la inferior. Resulta así una superficie de juntas homogéneas, muy adecuada en cubiertas con doble pendiente (esquema, fuente: CEDIC).



Placas rectangulares



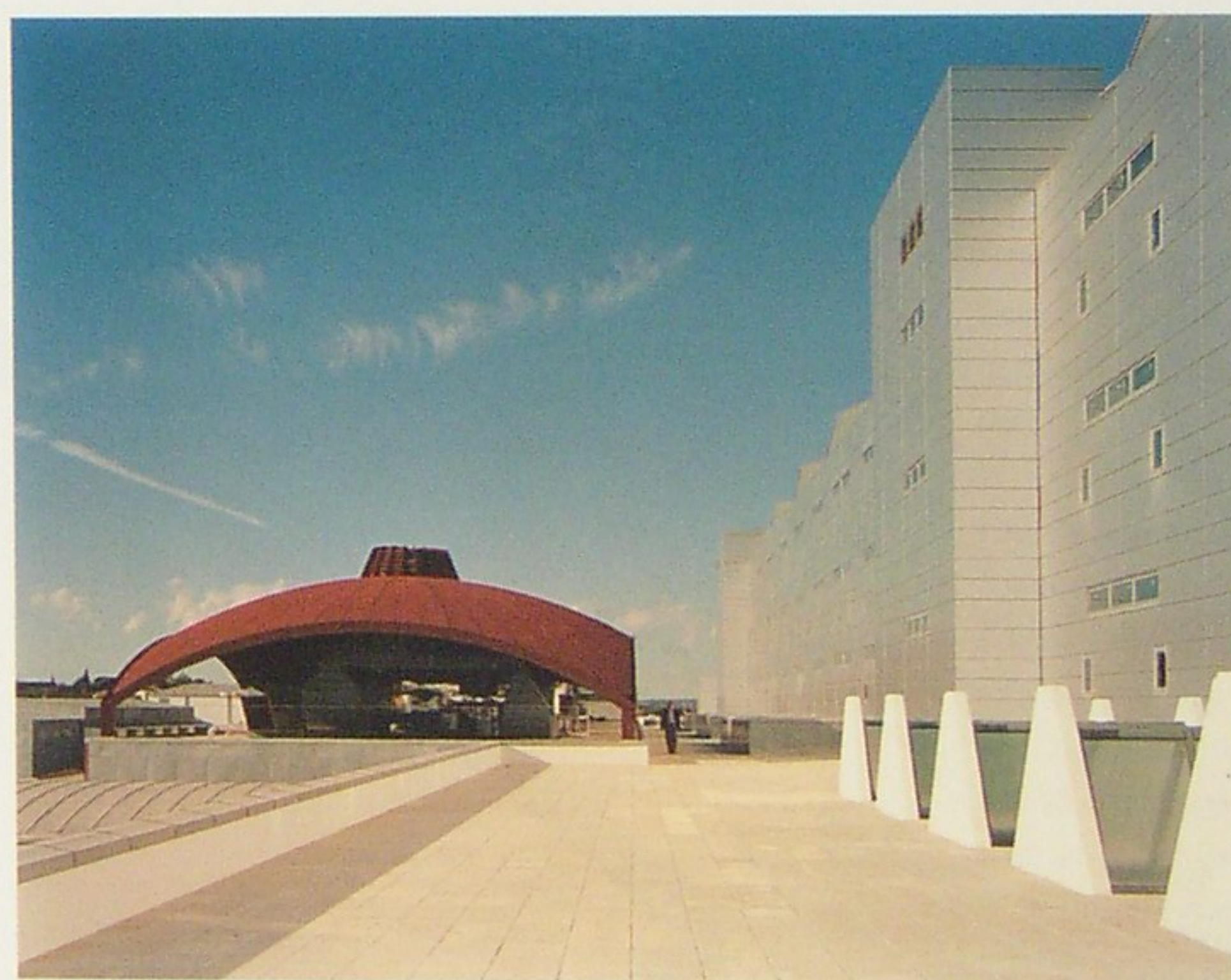
La planta de cubiertas permite comprender la ley interna que dirige las relaciones entre los diferentes fragmentos que integran el edificio.

cortén, bóvedas rebajadas rítmicamente contrapeadas, las dos últimas como interpretación contemporánea de los sistemas de bóvedas tabicadas tradicionales en la isla y, junto a las demás, pertenecientes a un mundo a la escala del hombre (aquel "microcosmos sutilmente compilado" al que aludía Frampton) que tiene, y esto es muy importante también en la obra de Ángel Fernández Alba, su correlato formal, como trasunto de la cubierta, en los techos que cierran el interior del edificio.

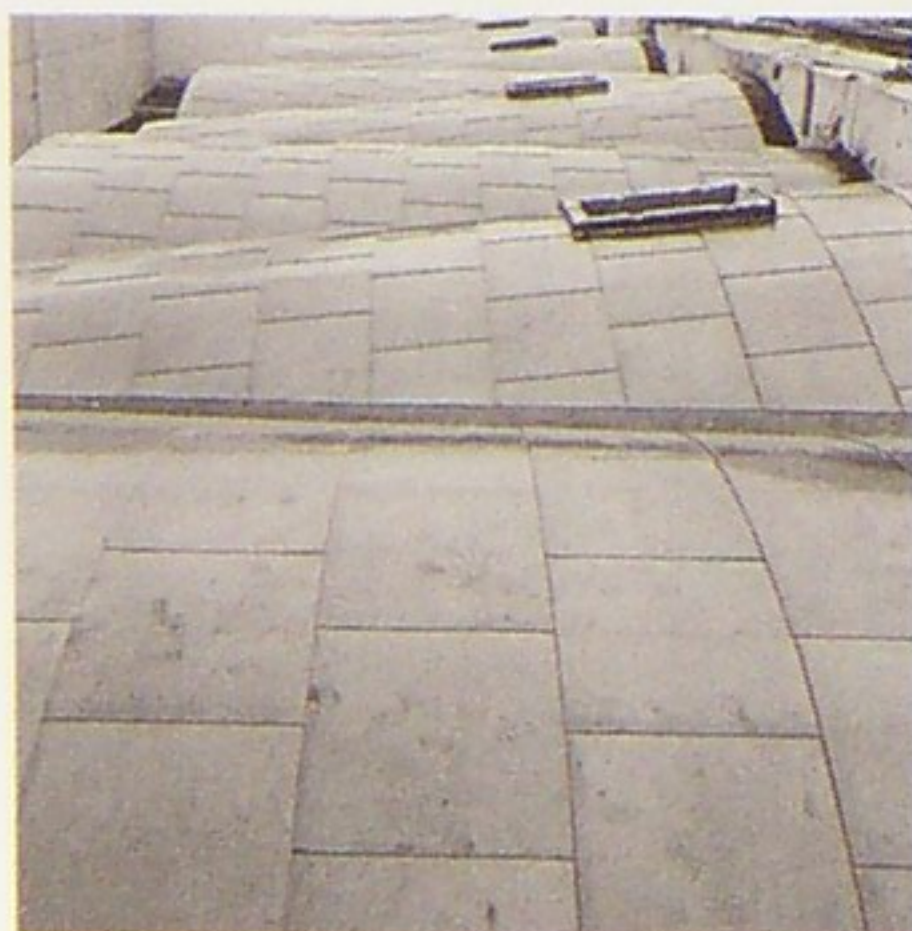
En efecto, si retomamos la idea de Frampton con la que inicié este texto, aquella que definía a Ángel como *roof architect*, y la traducimos como 'arquitecto de cubiertas', perderíamos una parte del significado y del verdadero alcance de su comprensión, ya que *to roof* es, a la vez, 'techar' y 'cubrir' un edificio, aludiendo a una misma acción que en español debe deslindarse en dos porque atañen al haz y al envés de un elemento que, en caso de ser único, desde dentro del espacio interior de la arquitectura es techo, y sólo desde y hacia fuera es propiamente cubierta.

El doble ámbito, el dentro y el fuera, al que el techo-cubierta se ofrece como cierre, hace explícita la ley de mutua correspondencia establecida entre la formalización espacial -tridimensional- de cada interior y su cubierta, entendida ésta co-

MATTI PYKKÖ

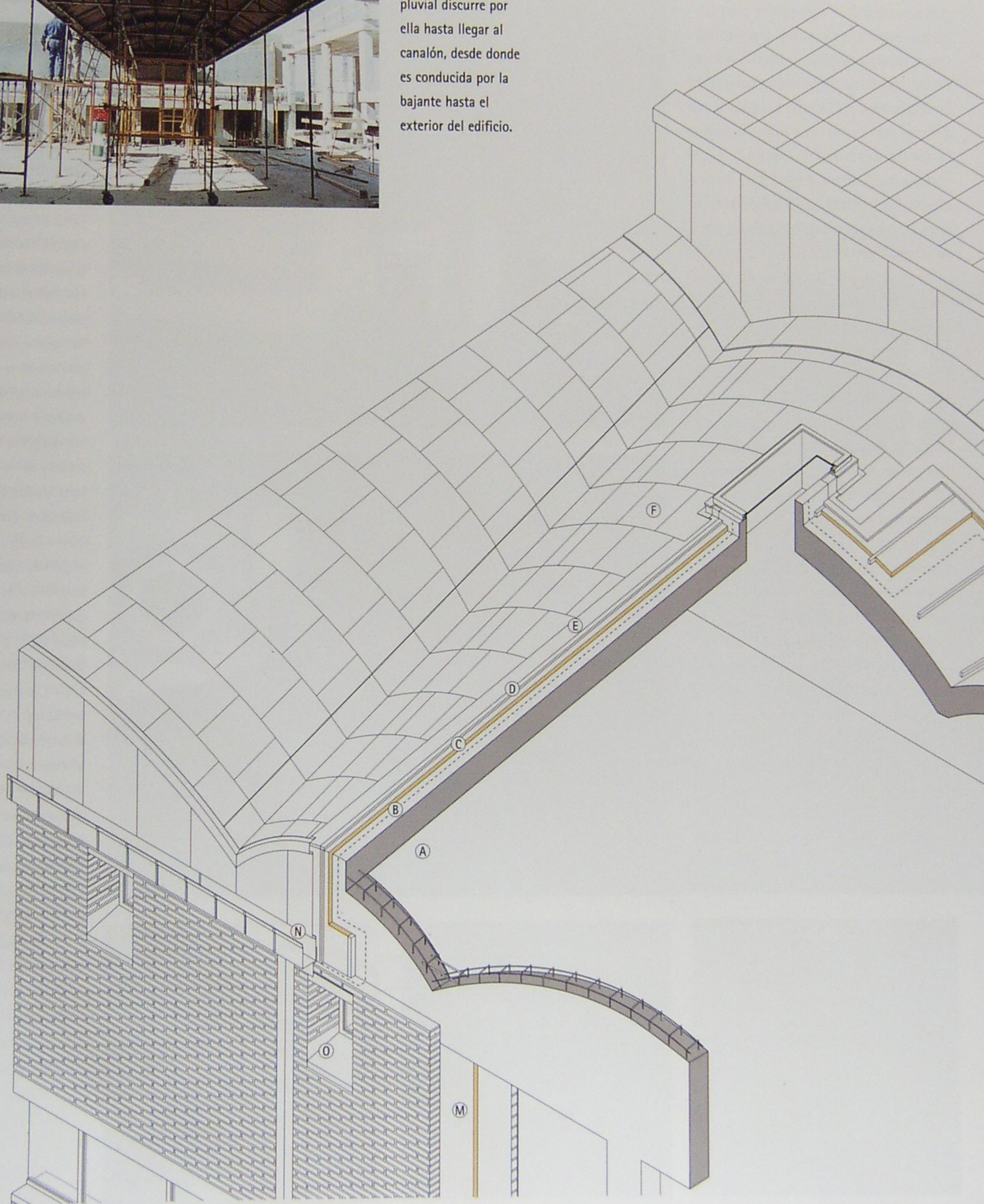


En la fotografía central, un aspecto de la cubierta de la planta primera, con los lucernarios que iluminan el espacio en doble altura destinado a comedor de personal. En la parte inferior de la página, fase de ejecución de las bóvedas, con los tableros hidrófugos de madera colocados para recibir el fieltro separador y las chapas de cobre, y dos imágenes del proceso de construcción de las cúpulas de acero cortén, cuya estructura está constituida por pletinas soldadas entre sí que conforman cuatro arcos laterales, tres anillos de arriostramiento y una serie de meridianos sobre los que se colocan las chapas de cobertura, también de acero cortén.





Fase de encofrado de la losa de hormigón que conforma la estructura de una de las bóvedas del área quirúrgica. La línea de encuentro entre dos bóvedas actúa como limahoya, de modo que el agua pluvial discurre por ella hasta llegar al canalón, desde donde es conducida por la bajante hasta el exterior del edificio.

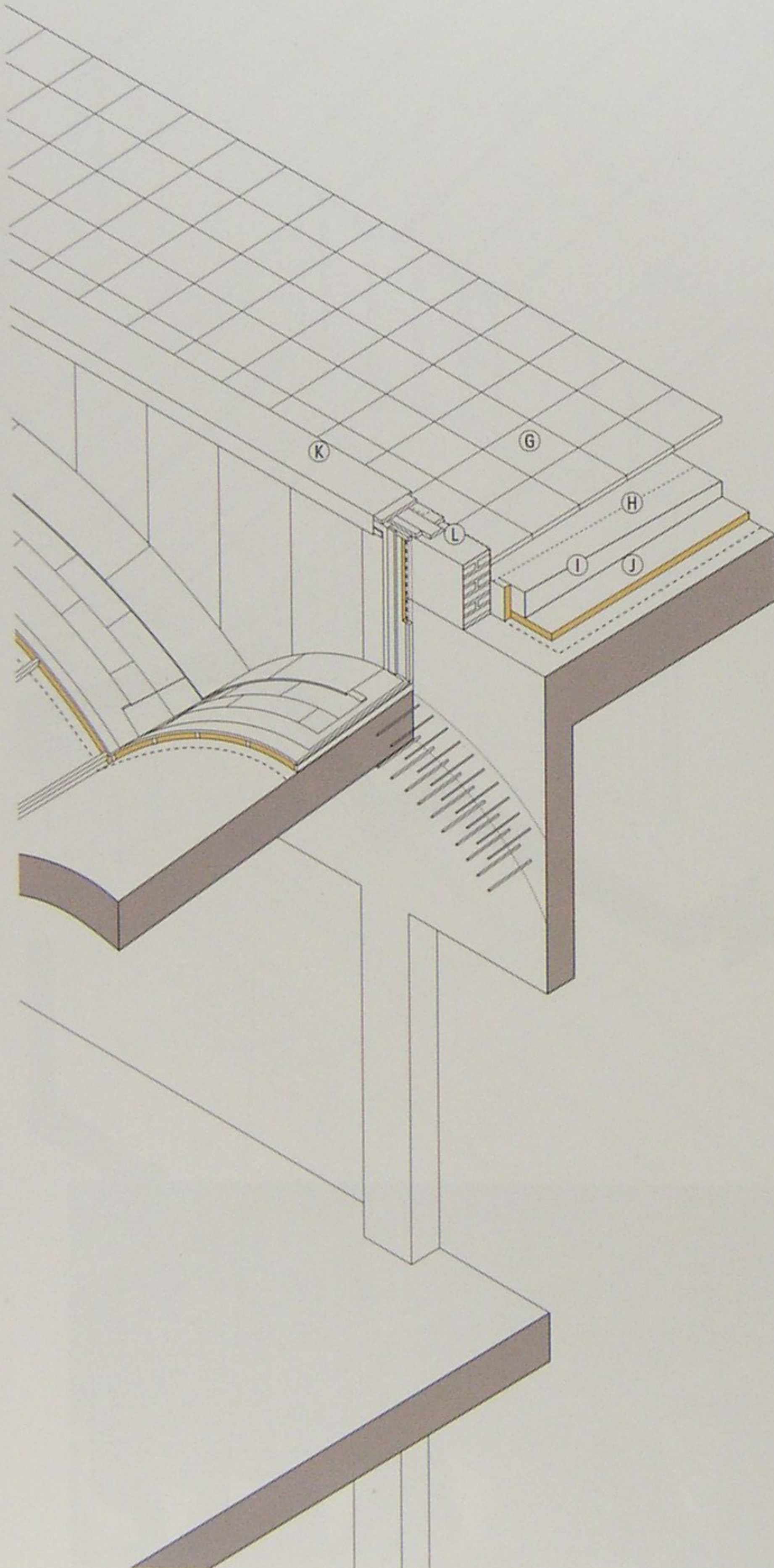


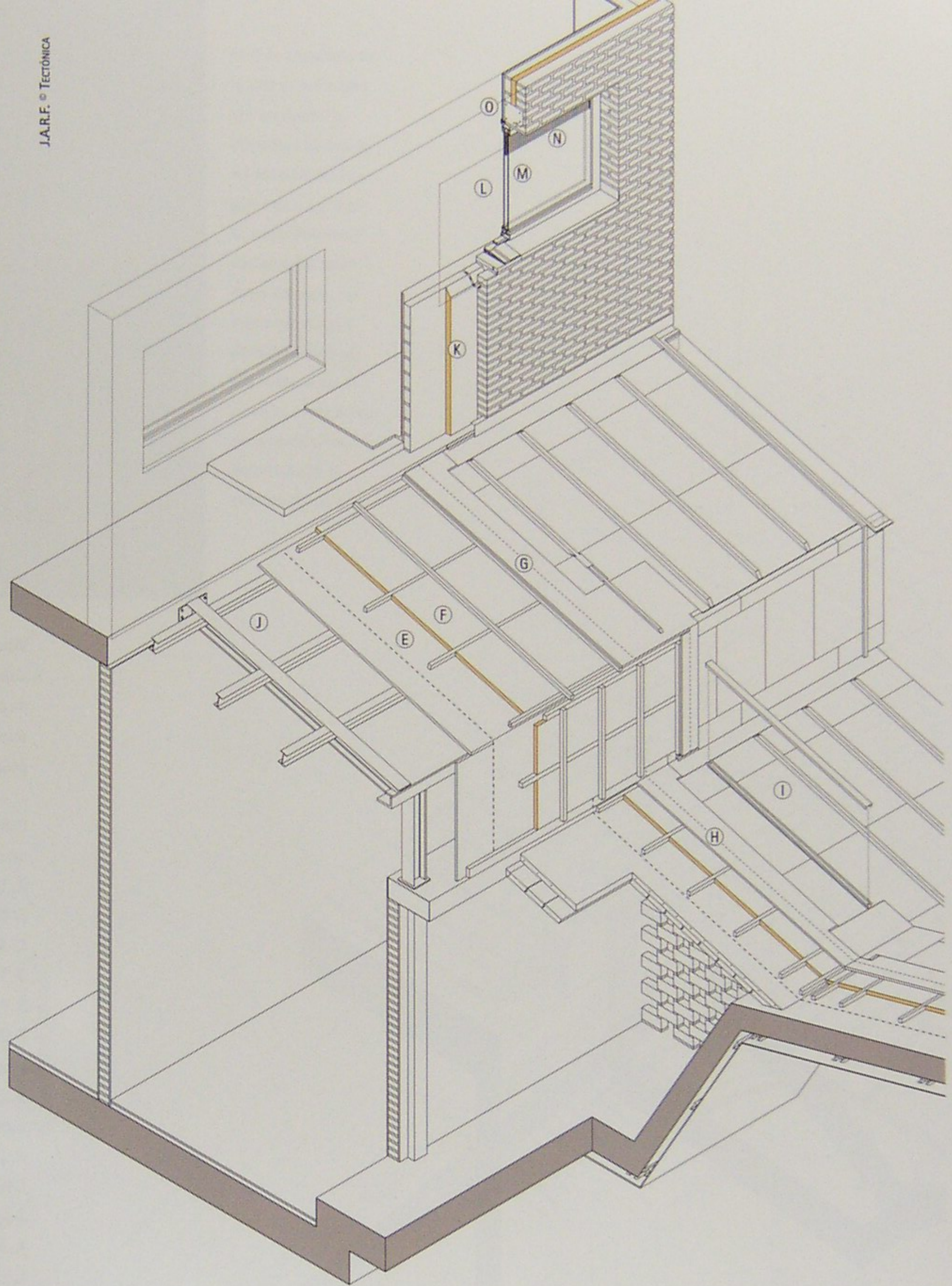


Vista del corredor del área quirúrgica, que, iluminado mediante lucernarios rectangulares, da paso, por la derecha, a despachos y salas de estar, y por la izquierda, a quirófanos y a pequeñas áreas de instalaciones.

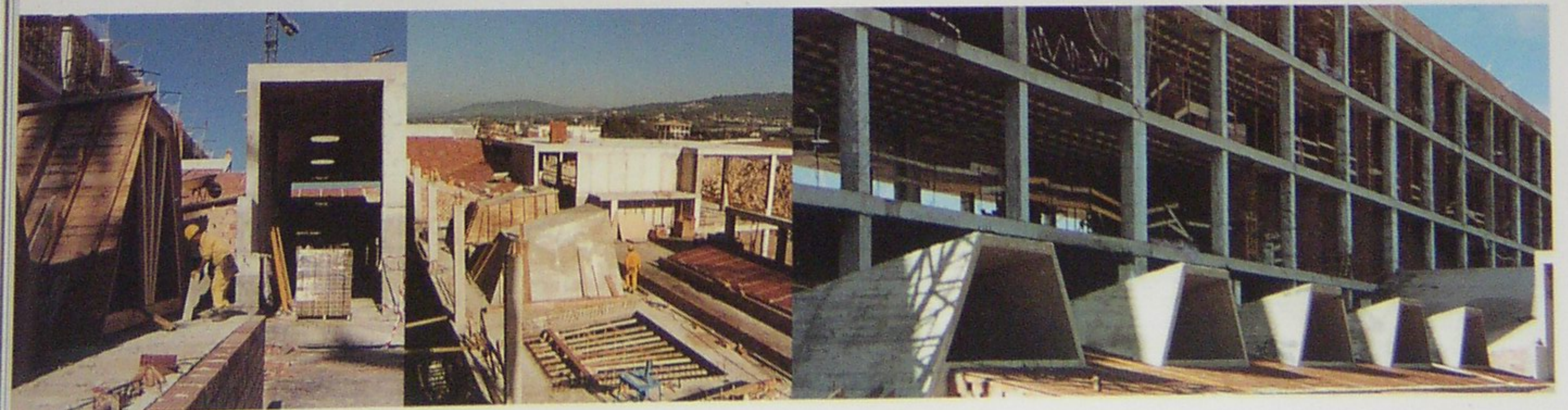
Cubiertas sobre almacenes y despachos en área quirúrgica

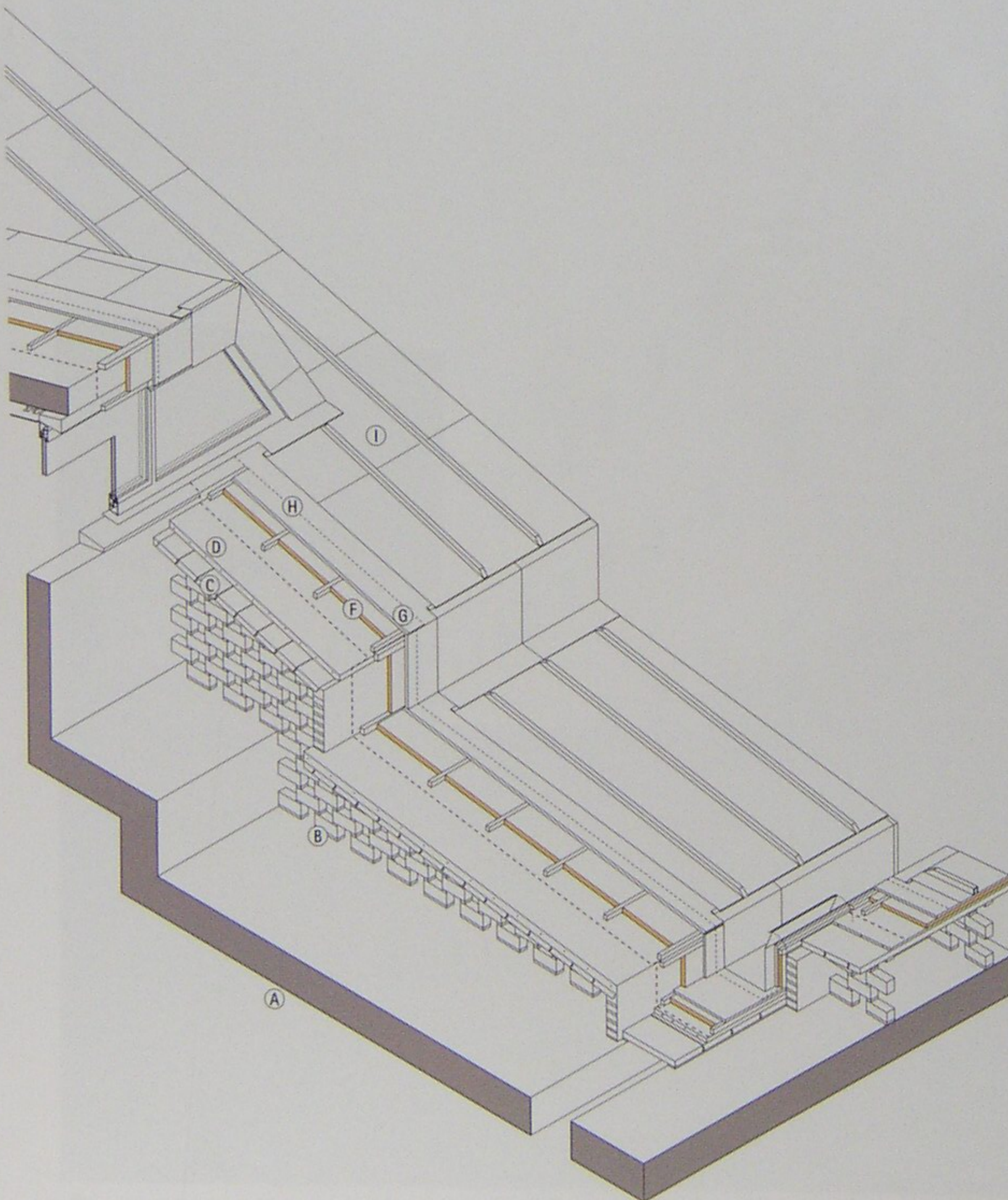
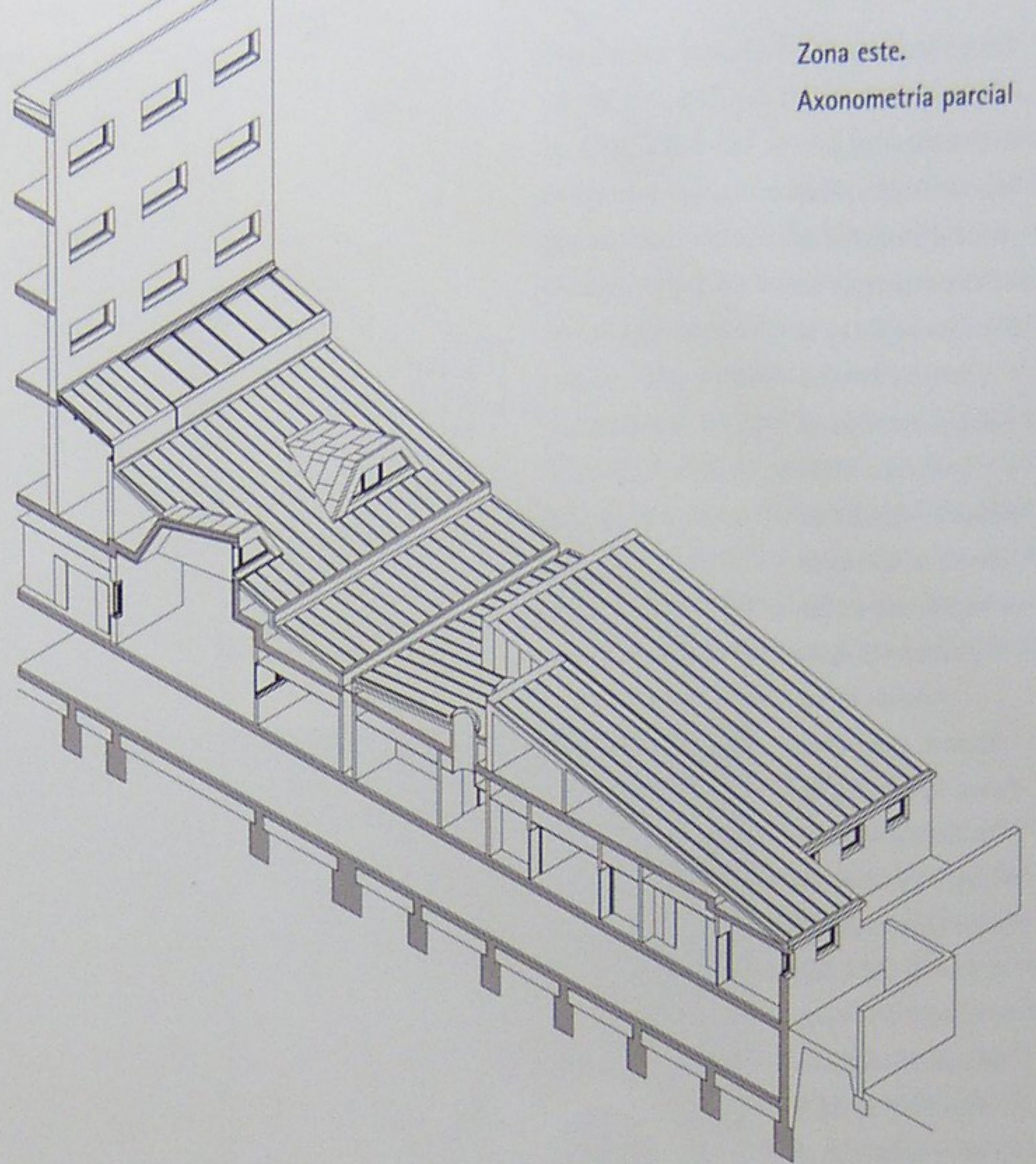
- A. Losa de hormigón.
- B. Barrera de vapor.
- C. Aislante térmico entre rastreles.
- D. Tablero aglomerado hidrófugo.
- E. Fieltro bituminoso.
- F. Chapas de cobre unidas mediante engatillado simple.
- G. Pavimento de losetas de piedra artificial sobre plots.
- H. Lámina impermeabilizante.
- I. Hormigón de pendiente.
- J. Aislante térmico.
- K. Remate de chapa plegada de cobre.
- L. Listón de madera embebido en mortero.
- M. 1/2 pie de ladrillo vitrificado blanco, aislante térmico rígido (poliestireno expandido) y 1/2 pie de ladrillo hueco doble.
- N. Canalón de cobre sobre pieza plegada de cobre apoyada en fábrica.
- O. Vierteaguas y dintel de chapa de cobre.





Fases de ejecución de
lucernarios: encofrado
y hormigonado de
casetones, y
formación de tablero
soporte de cobertura.



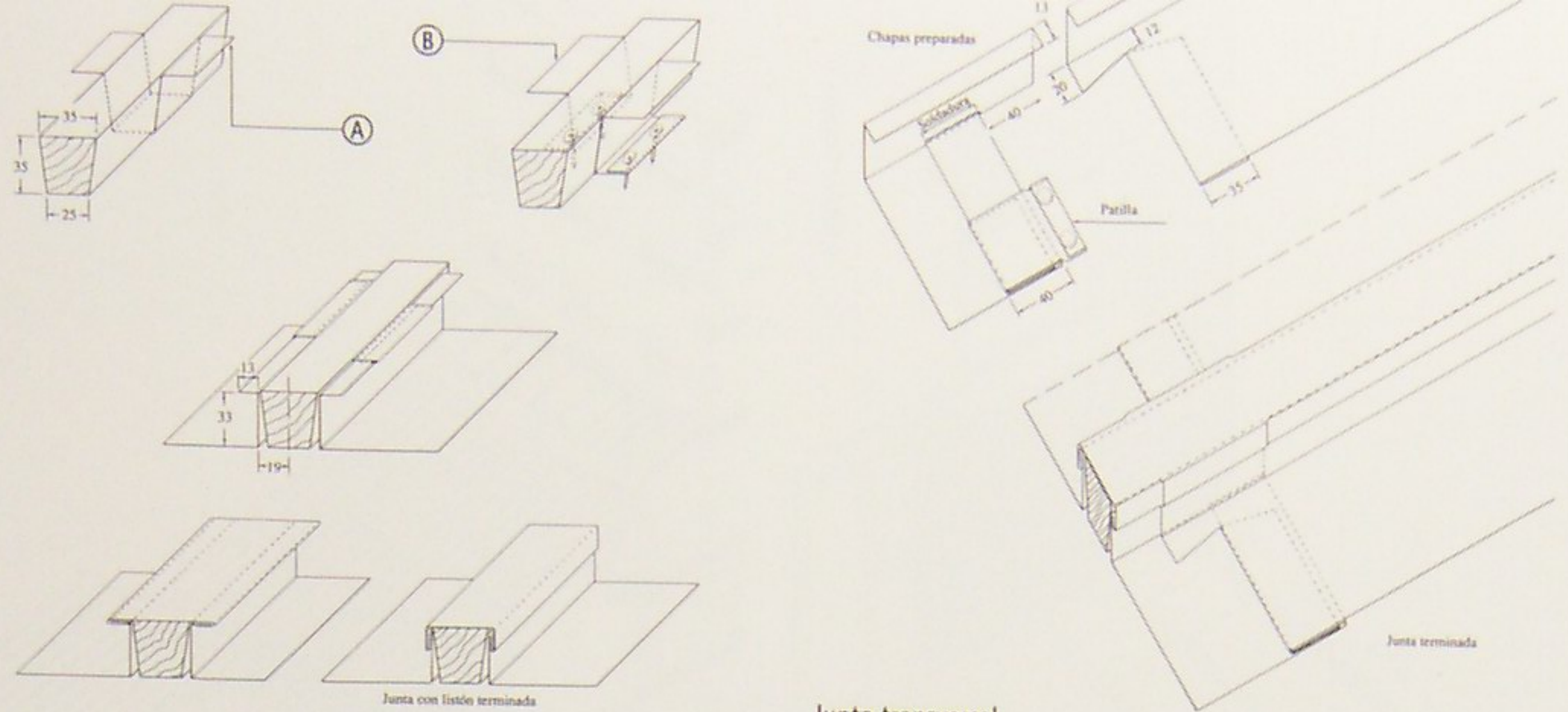


Cubiertas sobre zona de hemodiálisis y calle peatonal interior

- A. Losa de hormigón.
- B. Tabiques palomeros.
- C. Tablero de rasilla.
- D. Capa de compresión con mallazo.
- E. Barrera de vapor.
- F. Aislante térmico entre rastreles.
- G. Tablero aglomerado hidrófugo.
- H. Feltro bituminoso.
- I. Chapas de cobre unidas mediante junta con listón.
- J. Entramado de perfiles de acero laminado.
- K. 1/2 pie de ladrillo vitrificado blanco, aislante térmico rígido (poliestireno expandido), 1/2 pie de ladrillo hueco doble, enfoscado de cemento y enlucido de yeso.
- L. Carpintería de aluminio anodizado.
- M. Luna exterior de 6 mm e interior de 5 mm.
- N. Persiana veneciana de 35 mm alojada en la cámara entre vidrios.
- O. Cargadero de hormigón, pieza especial de descuelgue y vierteaguas de chapa de cobre.

Las chapas de cobre que revisten la cubierta sobre la calle interior están unidas entre sí mediante el tradicional sistema de junta con listón –a la derecha de estas líneas, esquema de junta con listón clásica e intersección con junta transversal de engatillado simple (fuente: CEDIC)–.

Además de los listones, que tienen forma trapezoidal, se utilizan patillas de anclaje –en forma de estribo (A) o clavadas al soporte (B)–, que se colocan a lo largo de aquellos con una separación de 35 ó 40 cm. Finalmente, el listón se tapa con un cubrejuntas, que se engatilla a los bordes laterales de las chapas contiguas y a las patillas de anclaje.





Desde el vestíbulo de entrada se accede directamente a un extenso ámbito que separa la zona de consultas externas de las áreas de rehabilitación, radiología y hemodiálisis. Concebida como una calle pública e iluminada por los seis lucernarios que interrumpen el gran faldón de cubierta, en ella está prevista la ubicación de diversas tiendas –a la derecha de la imagen.

REFERENCIAS

Obra: Hospital de Manacor.
Autores: Angel Fernández Alba y Fernando Cruz Alonso.
Promotor: Insalud. Ministerio de Sanidad y Consumo.
Arquitectos colaboradores: Soledad del Pino, Rafael Pérez, Alicia Montero e Ilse Wolff.
Aparejadores: José Luis Benavides y José Angel Sánchez Cantalejo.
Ingenieros consultores de estructura: Gogaite, S.L.
Ingenieros consultores de instalaciones: Energy Systems.
Empresa constructora: Ferrovial, 91 586 27 91.
Cubierta: Cubranor, 91 501 84 37.
Electricidad: Crespo y Blasco, 91 535 12 59.
Fachada de ladrillo: Tejerías La Covadonga, 942 25 16 00.
Pavimentos: Terraconti España, S.A., 91 661 21 93.
Carpintería de acero inoxidable: Dacin, S.A., 91 646 22 98.
Carpintería (RF) de acero inoxidable y acero lacado: Cimesa, 976 50 35 09.
Situación: Carretera Manacor / Alcudia, s/n. 07500 Manacor.

mo techo trasdosado. Así, la cubierta es fiel reflejo de la centralidad o la axialidad del ámbito al que se superpone, define con su trazado cada pieza individualizable y explica la continuidad de las circulaciones entre elementos diferenciados del conjunto. En consecuencia, es en la planta de cubiertas del Hospital Manacor donde entendemos, mejor que sobre ninguna otra de sus plantas, la ley interna que rige las relaciones entre los diferentes fragmentos que integran el edificio completo como organismo.

Iluminación cenital

Pero la planta de cubiertas admite también otra lectura con la que desvelar un nuevo secreto del Hospital Manacor, atendiendo a otro valor fundamental para la determinación espacial de los interiores en la arquitectura: la luz natural, una luz cualificadora que para Ángel tiene un protagonismo que las cubiertas acentúan de forma significativa, ya que sus lucernarios y dientes de sierra tienen obviamente la misión de iluminar cenitalmente aquellos ámbitos interiores a los que les está vedada, por su posición relativa en el conjunto, la salida a fachada. Pero conseguir que la luz cenital llegue a todas las plantas es algo que tiene que ser pensado desde el proyecto sobre las secciones transversales del edificio; es decir, es la sección la generadora de la estructura y jerarquía de la luz del edificio; es la sección el mejor instrumento para resolver un perfil que es visualmente imperceptible para el observador y que es también el único capaz de dar solución al problema que plantea una obra de la profundidad de ésta. En el Hospital Manacor resulta sorprendente comprobar que, sin necesidad de un solo patio interior, la luz natural tiene una intensidad perfectamente graduada y una presencia constante e irrenunciable en cada uno de sus rincones, una presencia que acompaña los recorridos del visitante y que le permite tener la experiencia de que cada espacio tiene siempre su propia luz, una iluminación natural asociada y característica que desde la cubierta se ordena, modula y dirige. [T]

Eduard Bru**Casa Cabaní en Castellar de N'Hug, Barcelona**

El perímetro irregular y la acusada pendiente de una parcela situada frente a un excepcional paisaje de montaña sirven de estímulo al autor del proyecto para levantar una singular vivienda unifamiliar en un pueblo próximo al Pirineo catalán. Sometida a las ordenanzas del lugar, que exigían el uso de mampostería de piedra y teja árabe, la casa Cabaní desafía la rigidez de la construcción pétrea y se muestra como un volumen flexible que, en busca de las mejores vistas, se arquea en planta, dando lugar a una inusual disposición en diagonal de las tejas en cubierta.



El proyecto partía de bastantes pies forzados: en primer lugar, las características de la parcela, muy condicionada por su perímetro y su pendiente, así como por las vistas; en segundo lugar, la obligación de usar ciertos materiales (lo que no implicaba, sin embargo, una forma determinada de construir). Estas circunstancias hacían augurar un resultado de lo más convencional, adaptado a una visión 'folclórico-montañesa'; sin embargo, la casa Cabaní muestra una libertad difícilmente imaginable *a priori*, y ha conse-

guido al mismo tiempo pasar desapercibida en un paisaje que, por otra parte, tampoco necesitaba altisonancias.

Con un emplazamiento excepcional en el barrio de Cal Ros, en Castellar de N'Hug, Eduard Bru realiza varios proyectos: éste de la casa Cabaní, la casa Peypoch y la Oriol, de los que se ha construido por el momento sólo el primero.

Topografía accidentada

La parcela está orientada hacia las visiones de las cordilleras prepire-

naica y pirenaica y se convierte, por su pendiente y geometría, en generadora del proyecto.

La pendiente es bastante acusada, lo que permite la construcción de varios niveles que adquieren características diferenciadas: el más bajo se incrusta en el terreno, emergiendo conforme bajan las cotas: en la zona más enterrada se encuentra la biblioteca, y a su lado, una chimenea, la salida al jardín y el garaje. Sobre este nivel, las otras dos plantas se liberan del contacto con el terreno y

La curva que dibuja la planta de la vivienda responde a varios condicionantes que van desde la propia configuración de la parcela, a la búsqueda de la mejor orientación para disfrutar de la panorámica del valle —salvando el único obstáculo: una vivienda de poca altura situada en el límite inferior—, y al deseo de mantener un hermoso álamo existente que la construcción rodea.

buscan definitivamente la relación con el paisaje, por encima de cualquier obstáculo. Así, el forjado de la primera planta, que rebasa en voladizo la planta inferior, marca una nítida línea de separación entre los dos cuerpos de la vivienda.

Inicialmente, la casa Cabaní estaba planteada para tener unos espacios comunes en el centro (garaje y biblioteca, en planta baja; cocina, en la primera); dos estudios o talleres colocados a ambos lados de la cocina, y unos dormitorios en el nivel superior.



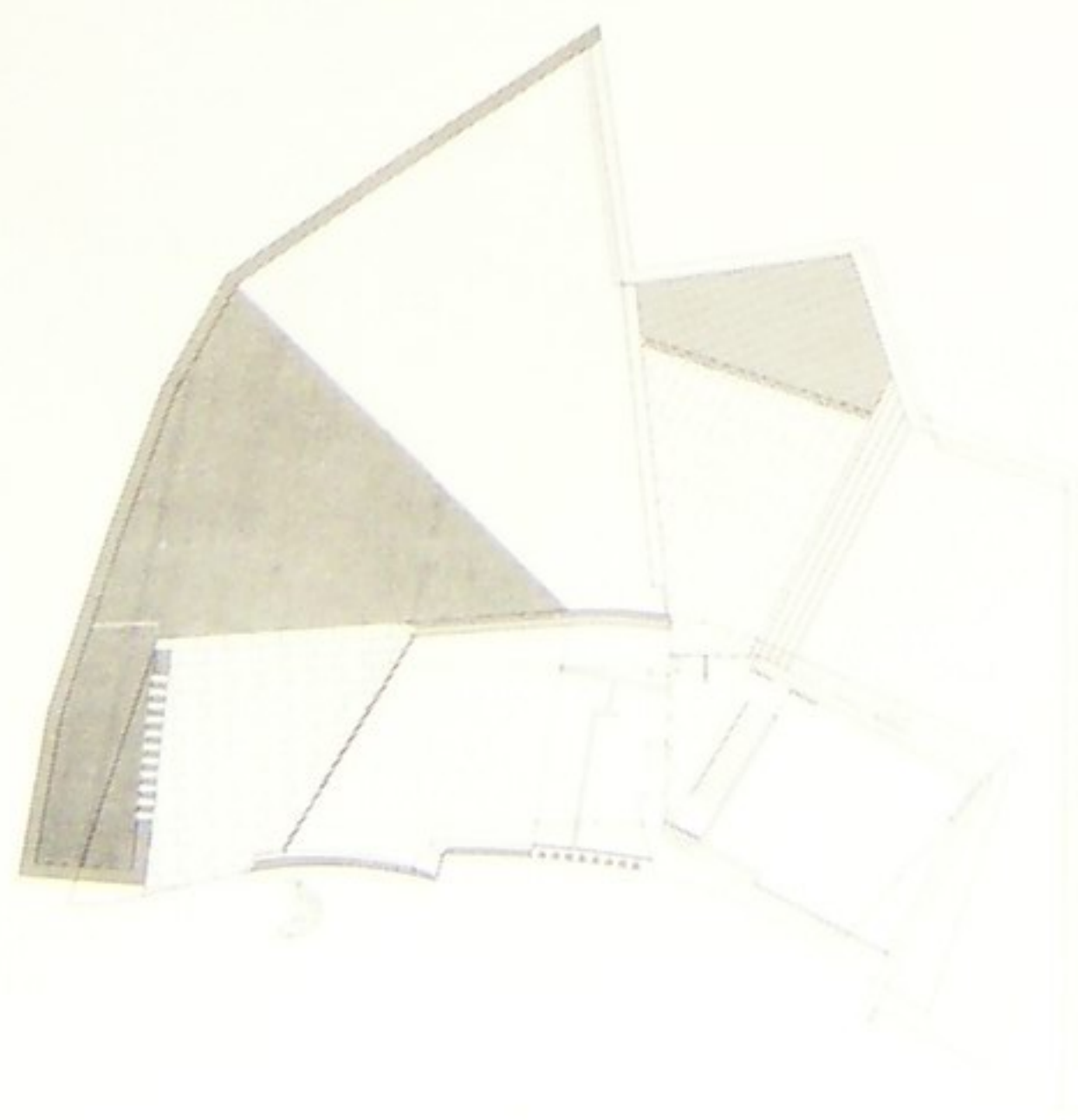
El espacio habitable de las distintas plantas dispone de zonas vacías en sus extremos, bien exteriores, protegidas por rejas o abiertas, o bien interiores en torno al altillo, que aprovechan la máxima altura que permite la cubierta tanto en el estar como en el dormitorio principal.

Las cubiertas se desarrollan longitudinalmente, con un salto intermedio que limita

la superficie del altillo en el que se sitúan dos dormitorios.



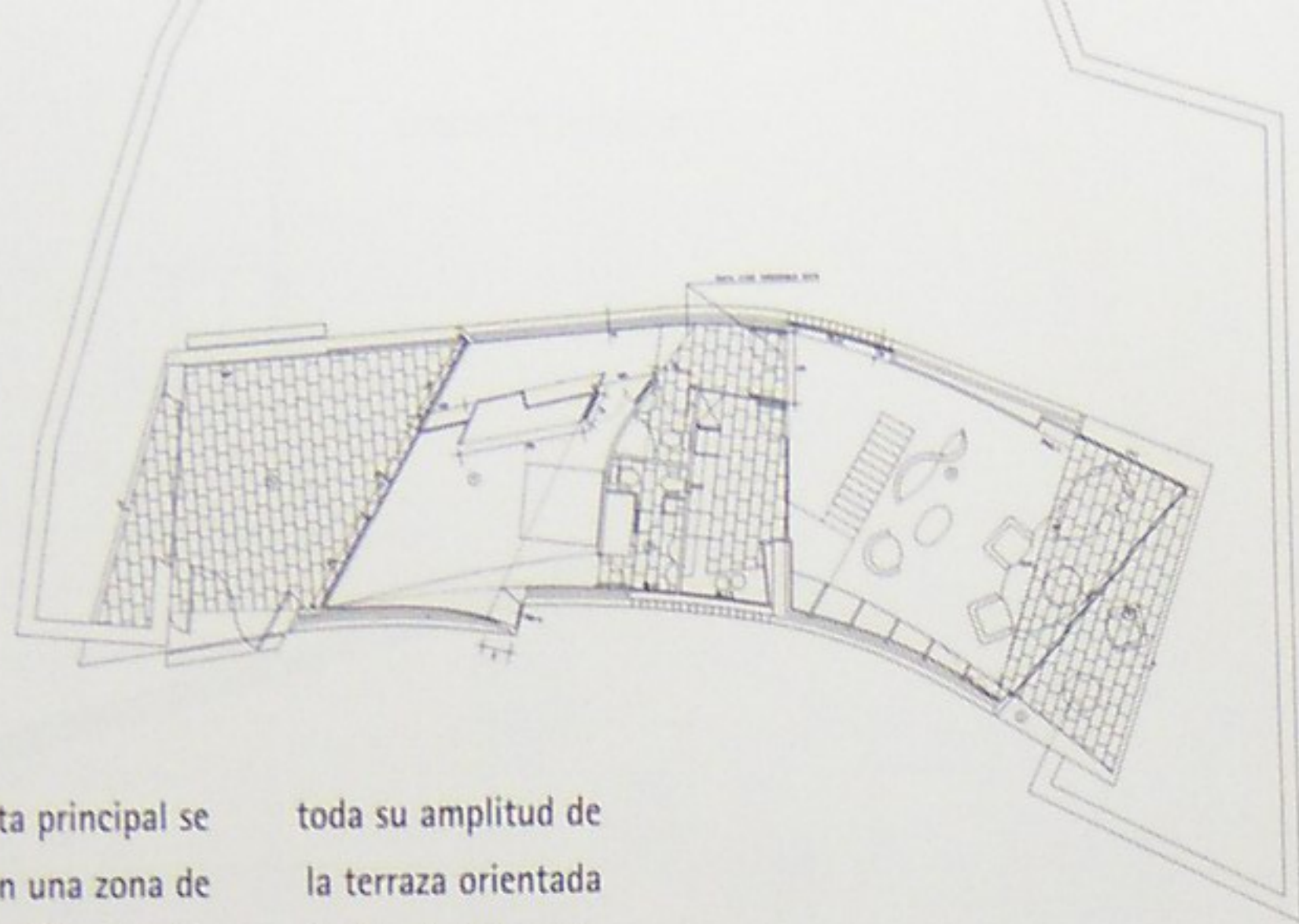
Planta altillo



En el dibujo de los niveles de la parcela se aprecia cómo la orografía impone los quiebros en la planta de la vivienda y cómo esa geometría creada articula a su vez el jardín, fundamentalmente con la continuidad de trazos y pavimentos de la entrada de la planta inferior.

De esta forma se configuraba una vivienda que, en realidad, eran dos. El programa se modificó al poco tiempo de comenzar la construcción para formalizar verdaderamente una única vivienda: uno de los talleres pasó a convertirse en dormitorio principal y en entrada, mientras que el otro se transformó en sala de estar, acaparando todas las visiones de las montañas; por encima, el altillo mantuvo su división en dos dormitorios.

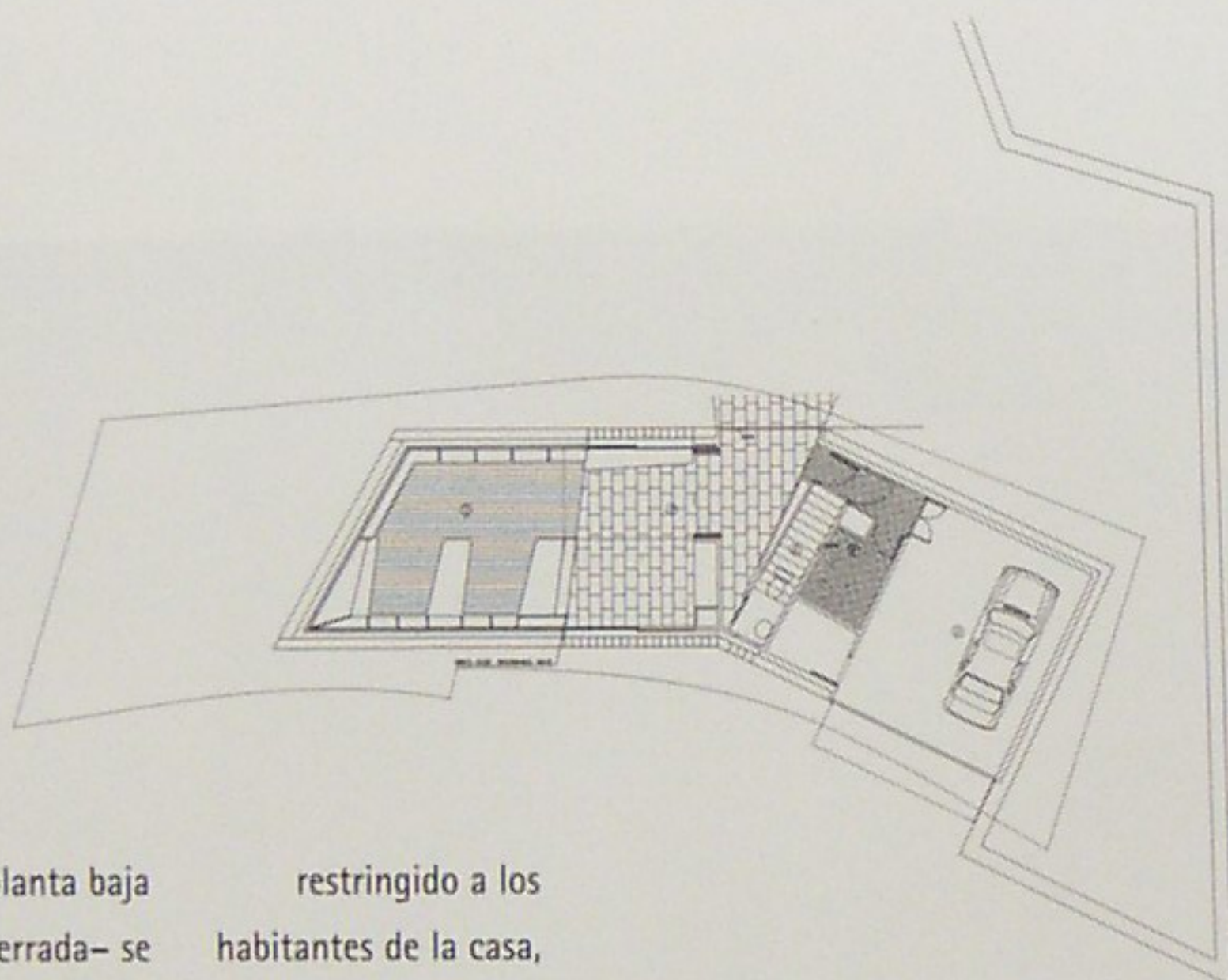
En cuanto a la geometría, la parcela presenta un contorno irregular,



La planta principal se divide en una zona de entrada, el dormitorio principal, la cocina, los servicios y el estar, que disfruta en

toda su amplitud de la terraza orientada hacia el valle, cuyo pavimento entra parcialmente en el interior.

Planta principal



En la planta baja –semienterrada– se sitúa el garaje y la biblioteca y cuenta con un acceso que a pesar de estar parcialmente oculto al ser de uso más

restringido a los habitantes de la casa, tiene la misma dignidad que el principal ya que es, en definitiva, el que más se utiliza.

Planta baja

quebrado en zonas y curvo en otra. Precisamente, este último límite sirve de argumento para la definición del volumen, ya que la vivienda se adapta a él. Las trazas curvas, además, enfocan el proyecto hacia el paisaje y, al mismo tiempo, permiten rodear un álamo existente.

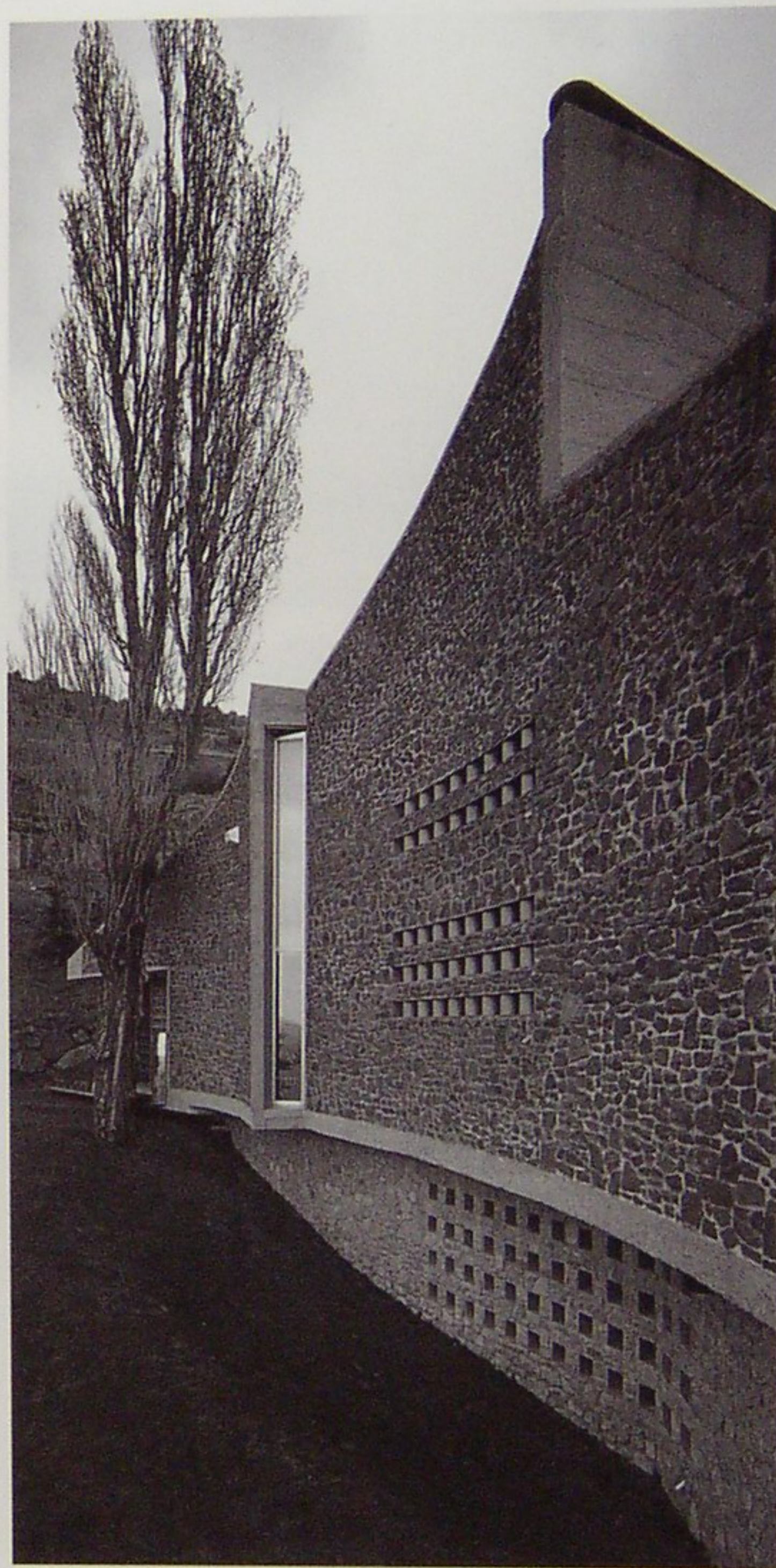
Los otros límites de la parcela definen las terrazas descendentes del jardín, y los muros del cierre de la parcela, en la parte superior e inferior de la finca, abrazan al volumen de la casa.

Concepción laminar

La volumetría del edificio queda definida por los dos muros curvos, que se van exfoliando como si hubieran sido sometidos a tensión; esta exfoliación lleva gran parte de la riqueza volumétrica de la vivienda hacia su perímetro. Las separaciones entre las distintas capas llegan a ser de considerable tamaño, y permiten la aparición de huecos que buscan una visión lejana de forma casi tangencial al propio muro. Uno de estos vanos se convierte en el de mayor tensión, ya

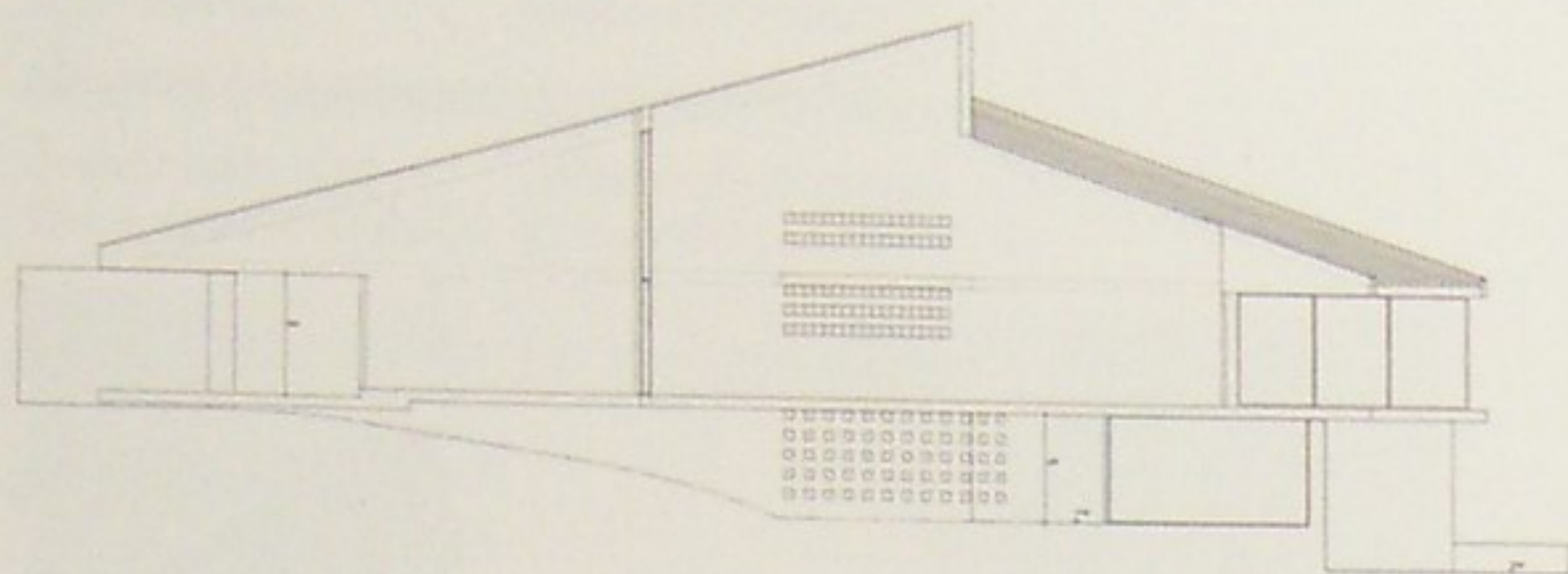
En la zona central de la vivienda se han agrupado los espacios que necesitan conductos de salida para ventilación y humos, conformando

al exterior una chimenea bien definida que se sitúa en el salto de los dos faldones de la cubierta (fotografía bajo estas líneas).

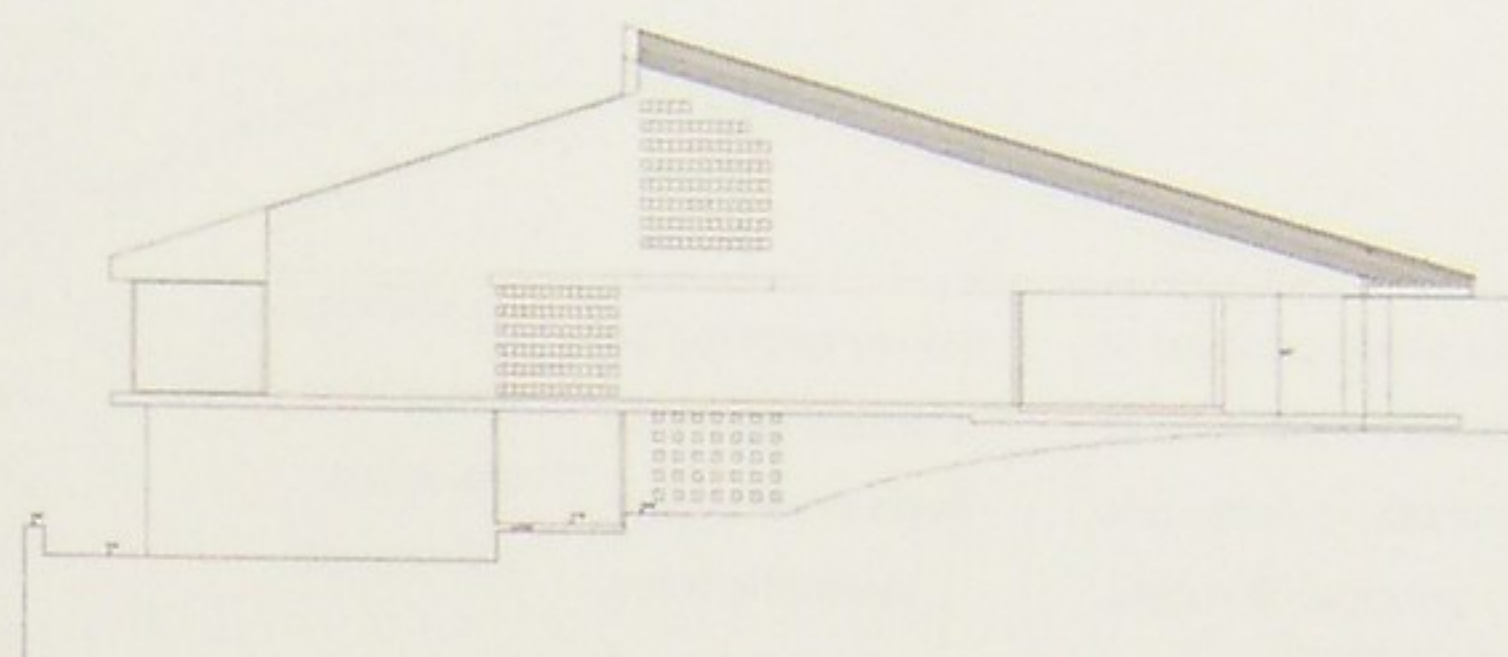


que el falso techo interior, al aproximarse a la ventana, se eleva hasta el límite superior de ésta. Dentro de esta misma habitación se dispone como elemento de protección una puerta corredera de acero y desarrollo curvo que es, a su vez, una nueva capa en la sucesión de este muro laminar.

Los muros curvos no sólo tienen aberturas producidas en ese 'proceso de exfoliación', sino que también tienen pequeños orificios concentrados en gran cantidad en los tramos centrales, que resultan de la colocación



Alzado oeste



Alzado este



de encofrados perdidos de chapa de acero de sección cuadrada (muro inferior), o bien de tubo hueco cilíndrico (muro superior); elementos que enfatizan la diferenciación entre los dos cuerpos de la casa, que también se distinguen por el tipo de piedra empleado en la mampostería, aunque en este caso fue debido a que a lo largo del proceso constructivo desapareció la primera cantera.

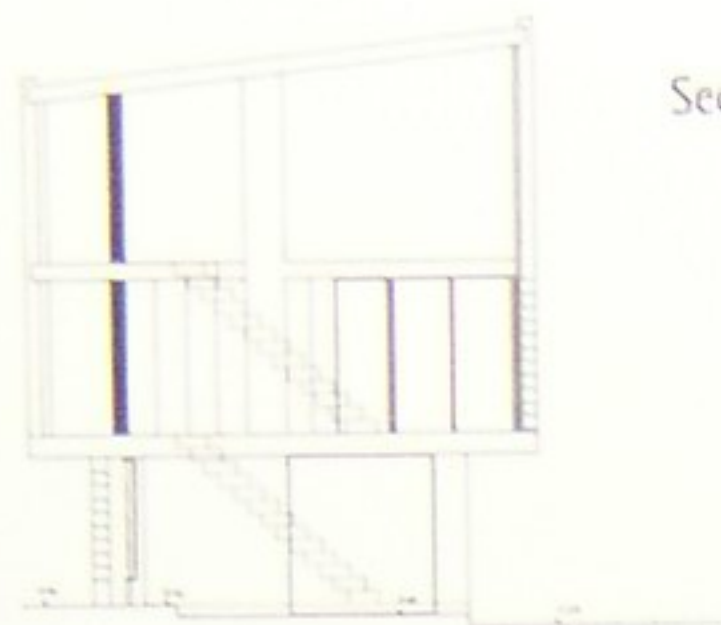
Piedra y teja cerámica

En cuanto a los materiales construc-

tivos, se le ha sacado el máximo partido a los impuestos por las ordenanzas para este tipo de construcción: paredes de mampostería de piedra y teja árabe en cubierta, que, sin embargo, no han determinado un sistema constructivo: los grandes huecos y voladizos en las paredes de mampostería demuestran que la vivienda no se realiza con un procedimiento de muros de carga convencional; se utiliza una estructura de hormigón —cuya presencia se subraya dejándola vista— en aquellos puntos en los que la

elaboración de la mampostería tendría complicación (grandes vanos) o donde, además, se requiere una mayor cantidad de acero (voladizos).

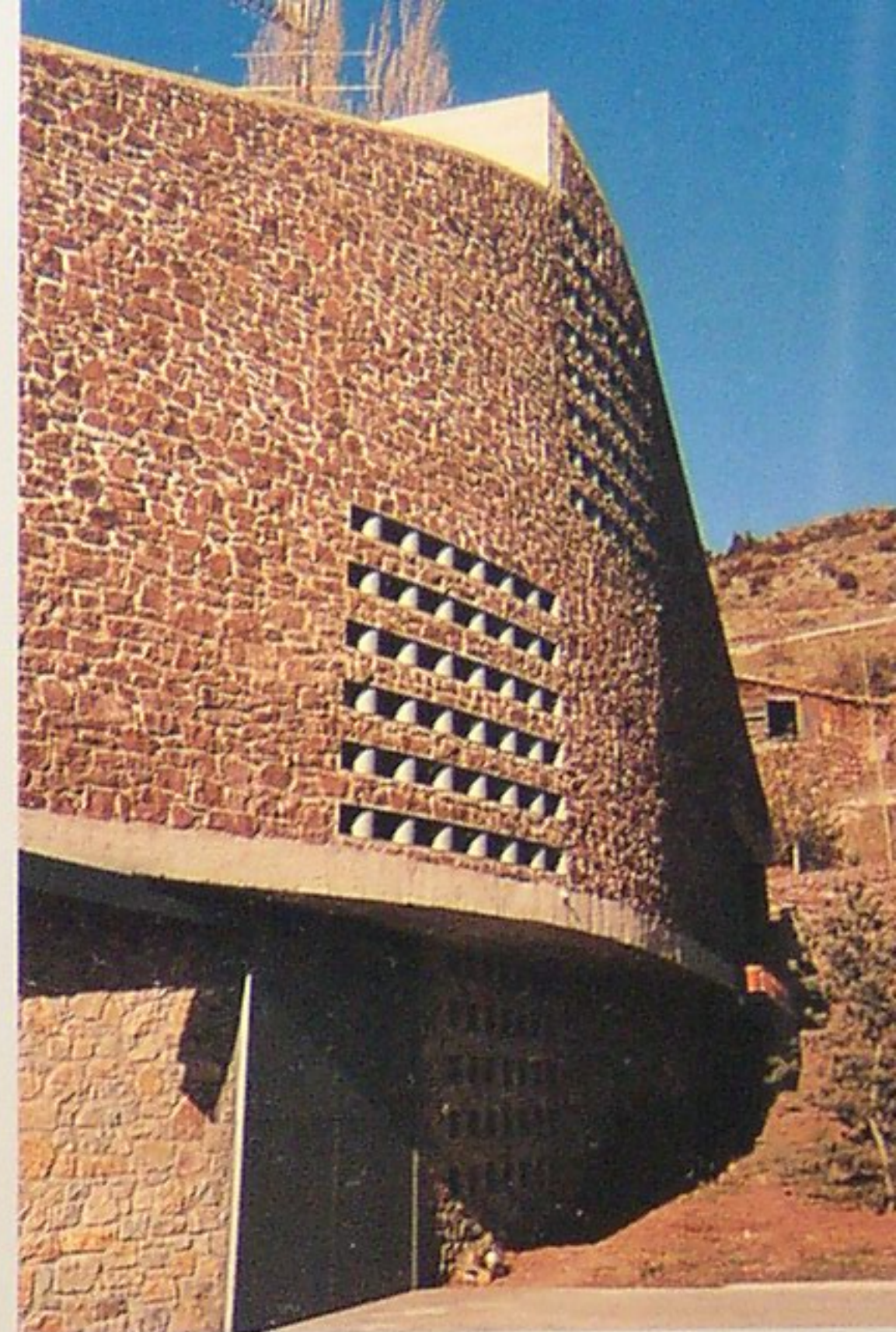
La utilización de la teja para la cubierta presenta la dificultad de tenerse que adaptar geométricamente a unos límites curvos. Finalmente se soluciona colocando la teja con una alineación en diagonal que tiene uno de los muros curvos como límite superior (limatesa) y el otro como limahoya; este último, además, sirve de (continúa en pág. 48)



Sección transversal



Sección longitudinal

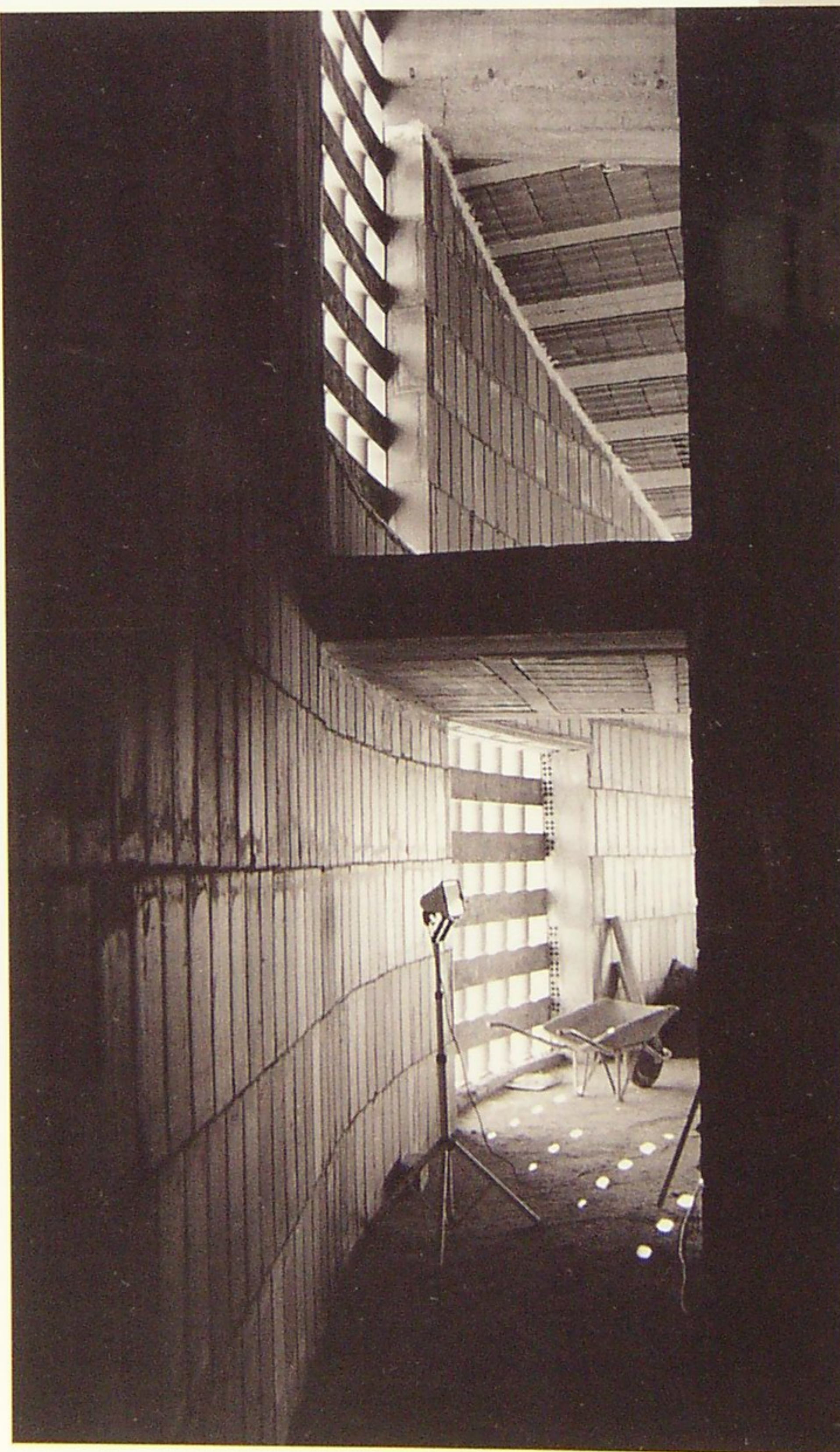


Los alzados muestran cómo la geometría de la cubierta –y la necesidad de mantener los aleros horizontales– obliga a definir una doble pendiente en la misma haciendo que el muro lateral más elevado también funcione como limatesa.

En la fotografía de la derecha se aprecia la colocación vertical de la rasilla hacia el interior de la vivienda para, con esta disposición, lograr una superficie curva y no poligonal.

En la misma imagen se distingue la utilización de tubo hueco cilíndrico como encofrado perdido en la ejecución de las aberturas dispuestas en los muros laterales.

EDUARDO BRU



CONSTRUCCIÓN

Los muros (A) están realizados con mampostería tomada con hormigón, colocando como trasdós un tabique de ladrillo hueco doble que sirve como encofrado perdido; de esta forma se consigue la geometría deseada en el muro. Interiormente se dispone una cámara de aire, un aislamiento de poliestireno extruido y una rasilla de grandes dimensiones colocada en vertical para facilitar la realización de la curva –su disposición en la forma usual generaría una poligonal, no la curva necesaria–. La rasilla se enfosca y empasta, para luego pintarse interiormente.

Los muros de mampostería tomada con hormigón constituyen la estructura vertical de la vivienda; sobre ellos, un forjado unidireccional (B) de semiviguetas de hormigón y bovedillas cerámicas forma la estructura horizontal. En algunas zonas ha sido necesaria la colocación de una doble semivigüeta para salvar una luz cercana a los siete metros.

Sobre la planta inferior, y en sus extremos, el forjado se convierte en una losa (C) bastante armada para soportar las cargas de los muros en voladizo de la planta superior. El attillo, con un forjado similar al anterior, ata superiormente el conjunto, como también lo hacen los forjados que constituyen la cubierta, que impiden que se abran los muros. Por otra parte, éstos van recercados con hormigón o con granito (D).

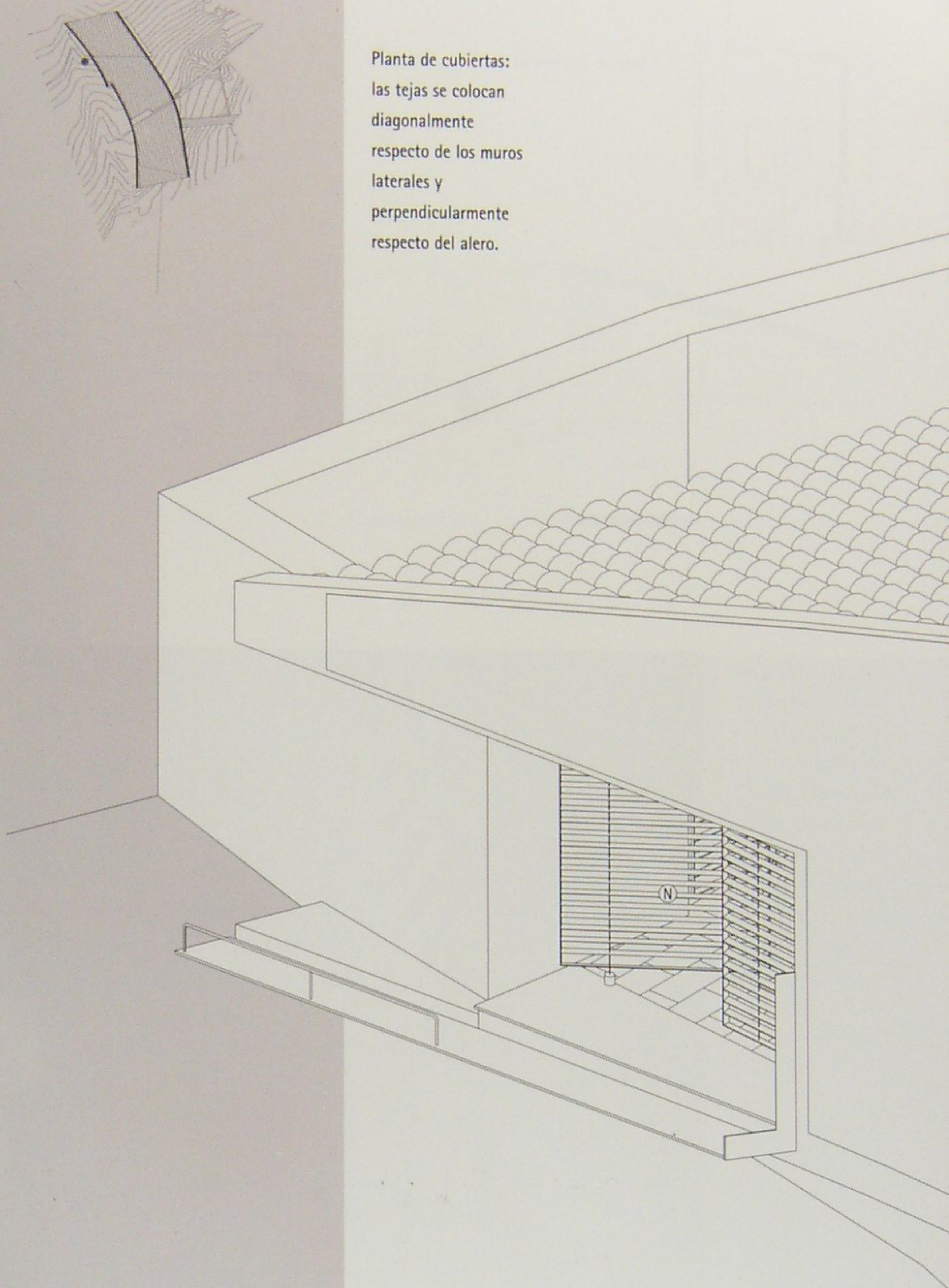
En los voladizos, donde la armadura tiene una evidente importancia, desaparece la mampostería para manifestarse, externa y únicamente, como hormigón.

En la planta inferior, el forjado se sustituye por una solera, (E) que incorpora las protecciones habituales de aislamiento y polietileno, con una capa de mortero sobre la grava para impedir que se dañe la lámina de polietileno durante el proceso de ejecución. Por su parte, la cubierta (F) tiene una capa de poliestireno extruido sobre el forjado; el aislamiento se tapa con una rasilla que luego se enfosca, y sobre ésta, se coloca la teja, tomada en determinados puntos con mortero. El encuentro con el muro (G) definido como limatesa tiene un aplacado de granito que esconde una lámina impermeable –y que impide la entrada de agua a través del muro–. En la parte inferior (H), otra lámina impermeable y una chapa de aluminio forman el canalón, que es recogido también por una pieza de granito sobre el segundo muro.

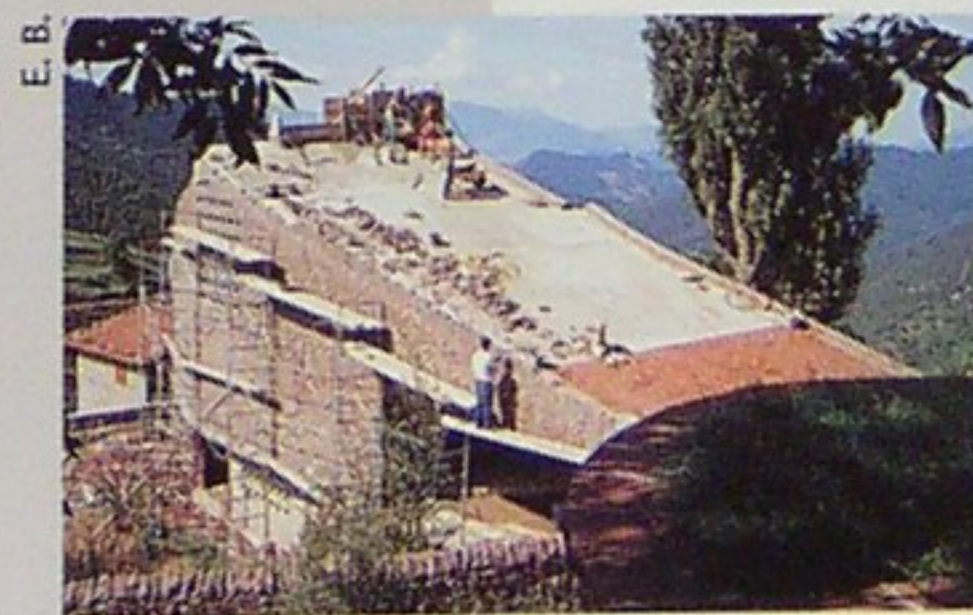
Los pavimentos son de parqué (I) en la planta inferior (biblioteca) y de linóleo (J) en las otras plantas. Sobre el forjado de planta primera (K) se coloca un aislamiento para evitar las pérdidas caloríficas con el nivel inferior y con el exterior, solucionando de esta forma el posible puente térmico que resultaría de manifestar el canto del forjado al exterior sin ningún tipo de protección. Sobre el aislamiento, una capa de mortero, la capa de nivelación y el linóleo. En el canto del forjado (L), se abujarda el hormigón, cuyo árido proviene del mismo tipo de piedra usada en la mampostería para poder igualar los tonos.

En cuanto a la carpintería, en la zona acristalada se coloca aluminio lacado (M) en blanco, con precercos de acero galvanizado; de este último material son todas las rejas exteriores (N): unas son fijas; algunas, pivotantes y otras, correderas. Las puertas que deben aportar seguridad y, al mismo tiempo, oscuridad, están realizadas con chapa de acero sobre bastidor de tubo hueco de acero; alguna de ellas tiene directriz curva, de la misma forma que su guía (ver detalle en la siguiente doble página).

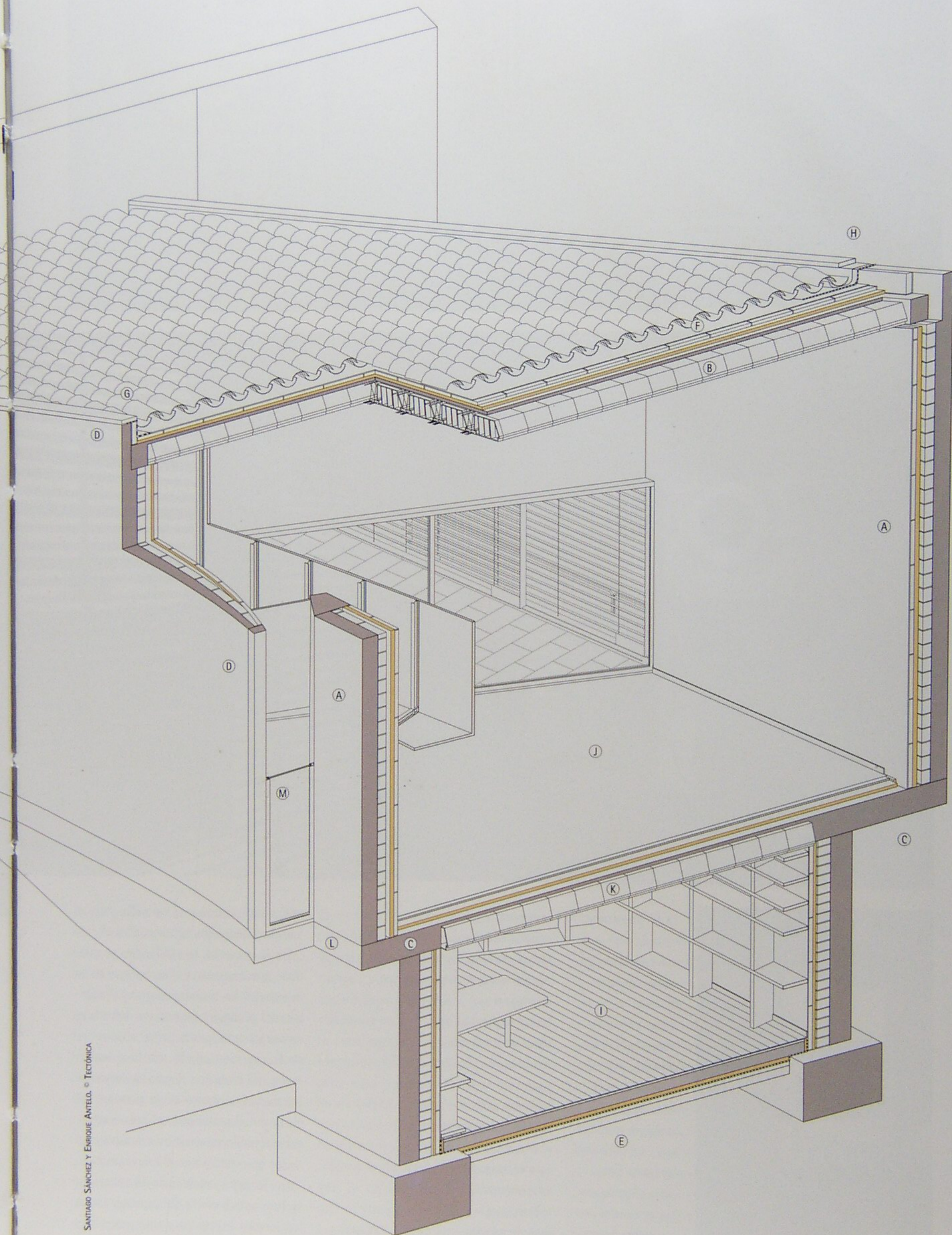
Por último, la escalera (ver fotografía en la siguiente doble) está realizada con dos zancas de chapa de acero, con perfiles laminados (en T) que las unen y que sirven de apoyo a la huella de madera. También de acero, las barandillas están soldadas a la zanca; una solución similar es empleada para el desembarco de la escalera, en el altillo.



Planta de cubiertas:
las tejas se colocan
diagonalmente
respecto de los muros
laterales y
perpendicularmente
respecto del alero.



En las cubiertas uno de los muros laterales funciona como limatesa y el otro como limahoya, por lo que es recorrido por un canalón de chapa de aluminio, y ambos están rematados por una pieza de granito.





En la vivienda se entienden los huecos de dos maneras opuestas, bien como un amplio vano para disfrutar del paisaje, o bien fragmentándolos para que dejen pasar la luz pero proporcionen privacidad, como son los abiertos en los muros laterales o los cerrados por celosías de lamas.



E. B.



En el interior de la vivienda juega un importante papel la disposición de los falsos techos que crecen o menguan dependiendo de su situación, así en el dormitorio (sobre estas líneas) el espacio es entendido bajo y protector pero aprovecha toda la altura disponible en contacto con el vano longitudinal abierto

en el muro; se recupera el sosiego espacial mediante un cierre de acero curvo que ciega el dormitorio (ver la planta de este hueco en la página siguiente). La imagen de la izquierda corresponde al paso que une la zona de acceso con el estar (fotografía de la derecha de la siguiente página).

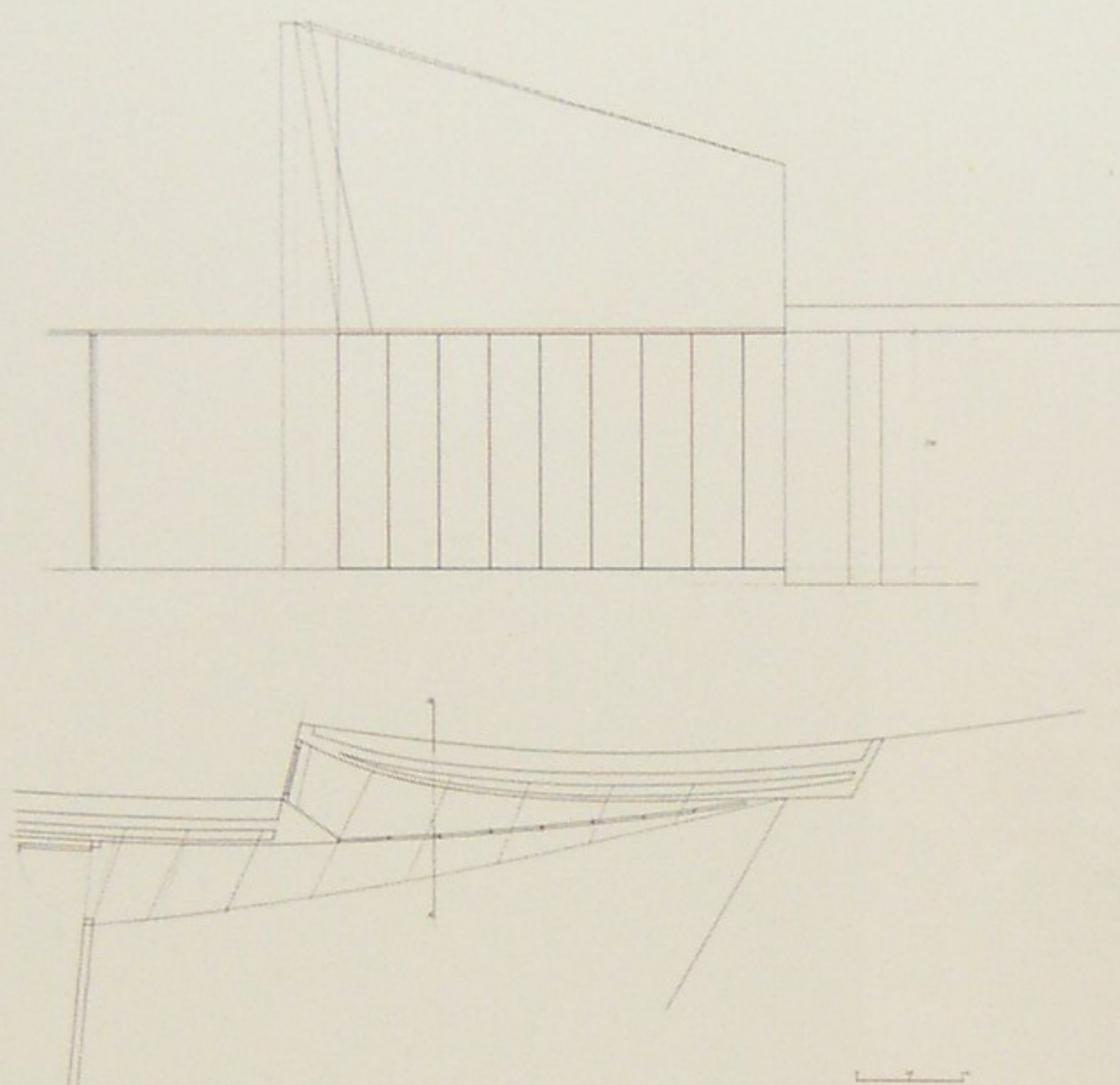
apoyo para realizar el canalón, ya que 'mueren' todas las aguas contra él.

En la cubierta, la exfoliación se produce aún con mayor libertad que en el muro: el falso techo se dispone al margen del plano del forjado, su definición es puramente volumétrica y visual, y su forma viene dada por la relación entre las distintas dependencias, con los distintos planos de la pared e incluso con el mobiliario, al que es necesario considerar como una lámina más de las que configuran el cerramiento.

En la zona central de la vivienda se han agrupado la chimenea y todos los locales húmedos y que necesitan



En el alzado oeste el muro se abre acristalándose toda la altura del hueco y estableciendo una relación crítica con las distintas alturas de los falsos techos en el interior (sección y planta en esta página).



Detalle del hueco de fachada del dormitorio con la disposición del falso techo y cierre curvo de acero.

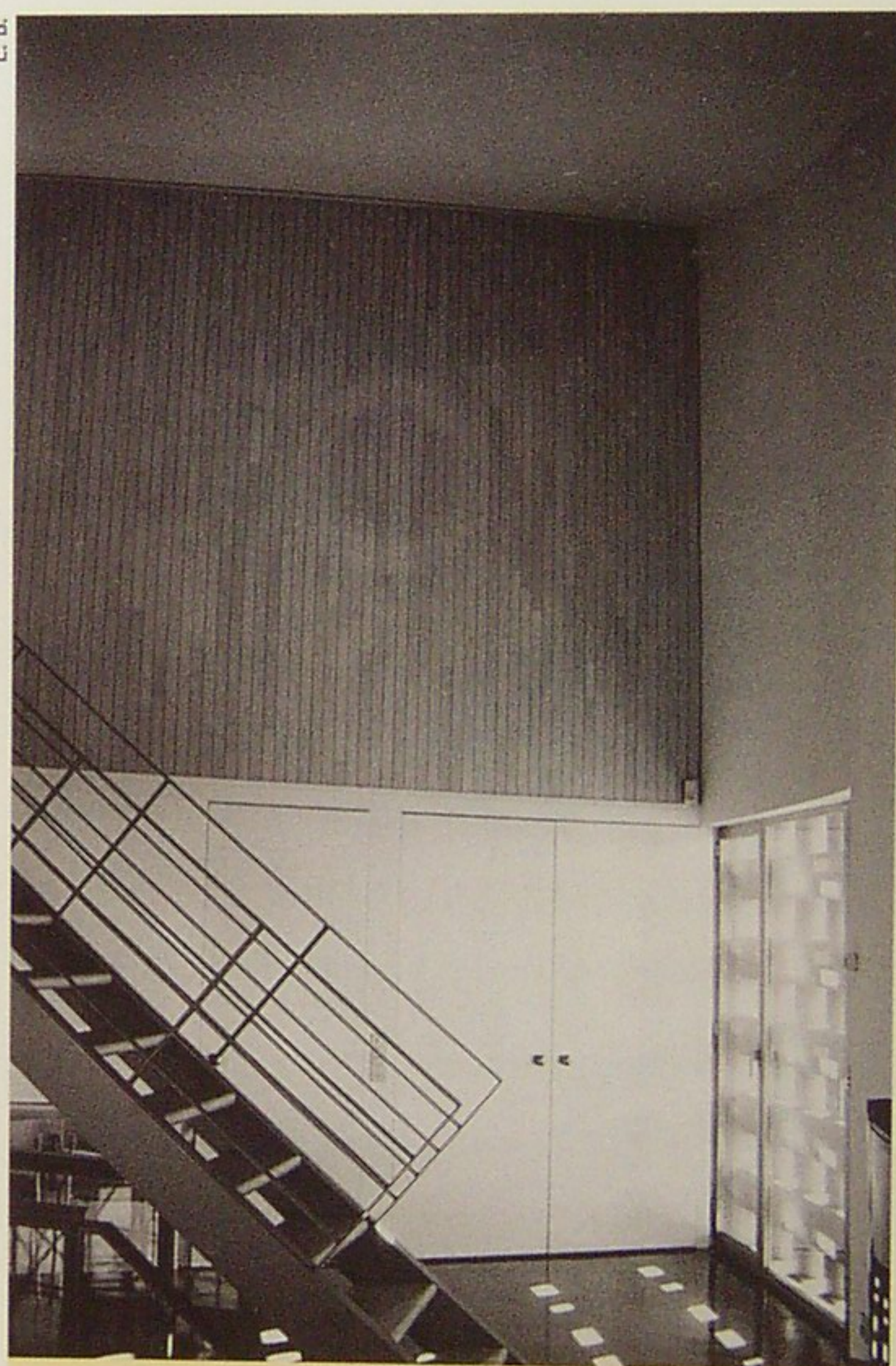
de un conducto de ventilación –cocina y servicios–. De este modo, se facilita la racionalidad del trazado y la accesibilidad de las instalaciones.

Además, la chimenea se convierte en un volumen de importante tamaño, ya que agrupa varias salidas de humos: se trata de una forma contundente que se sitúa en el salto entre los dos faldones de la vivienda y que tiene rasgos evidentemente escultóricos.

A modo de conclusión, los temas que han definido esta vivienda pueden resumirse en dos: en primer lugar, la intensa relación del proyecto con el terreno, que, como se ha venido

describiendo, tiene múltiples lecturas: por un lado, la inmediata –la edificación se empotra en la ladera del monte– y por otro, la lejana –la edificación busca abrirse a las amplias vistas del valle–; pero también, la de la casa entendida como un volumen contundente, adaptado al paisaje y su orografía y que, al mismo tiempo, busca establecer una relación amable con el terreno a través de elementos de transición, como son las ligeras escaleras metálicas. Y en segundo lugar, la volumetría rica y expresiva que se consigue con la definición de los distintos cerramientos. [T]

E. B.



REFERENCIAS:

- Obra:* Vivienda unifamiliar Casa Cabaní.
- Autores:* Eduard Bru / OAS (Bru, Arbona, Balagué).
- Colaborador:* Neus Lacomba.
- Cálculo de estructuras:* Robert Brufau.
- Contratista:* Construccions Peypoch, 93 825 70 56.
- Herrería:* Buscall, S.L. Tel.: 93 821 11 87.
- Vidrios:* Casasayas Sala, S.L., 93 821 27 81.
- Carpintería de madera:* Massana, S.L., 93 821 10 41.
- Carpintería de aluminio:* Buscall, S.L., 93 821 11 87.
- Teja cerámica:* Material Baganes, 93 824 44 78.
- Piedra:* Construccions Peypoch, 93 825 70 56.
- Albañilería y hormigones:* Construccions Peypoch, 93 825 70 56.
- Fontanería:* Lampistería Serra, 93 823 62 69.
- Situación:* Barrio de Cal Ros. Castellar de N'Hug. Barcelona.

Rafael Moneo

Museo de Arte Moderno y Arquitectura en Estocolmo

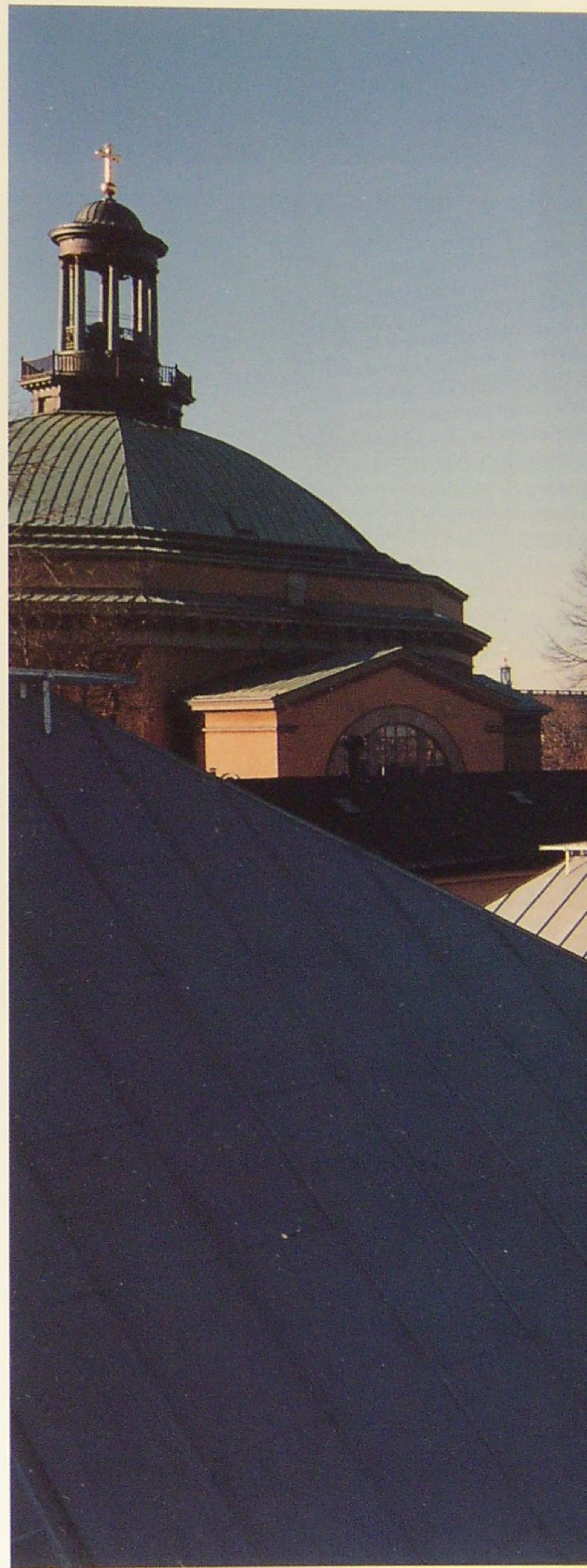
En un lugar en el que "la fragmentación y la intervención mínima son los rasgos más típicos" (R. Moneo), la silueta de las cubiertas del Moderna Museet evoca una arquitectura "discontinua y quebrada, como la ciudad de Estocolmo". La delicada piel de cartón-yeso que acoge las obras de arte, la envoltura intermedia de hormigón que define los nítidos contornos oblicuos de la cubierta y un forro de zinc exterior coronado por escueltas 'cajas de luz' materializan una concepción constructiva basada en la superposición y continuidad de pieles,



Vista aérea de Estocolmo y de la isla de Skeppsholmen, donde se ubica el nuevo museo. Por medio de las cubiertas de sus salas de exposiciones, el edificio establece un sutil diálogo tanto con la gran cúpula con linterna de la capilla vecina —a la derecha— como con el resto de edificaciones que lo rodean.

mediante la que el nuevo Museo de Arte Moderno y Arquitectura se ha convertido en el más reciente icono urbano de la capital nórdica.

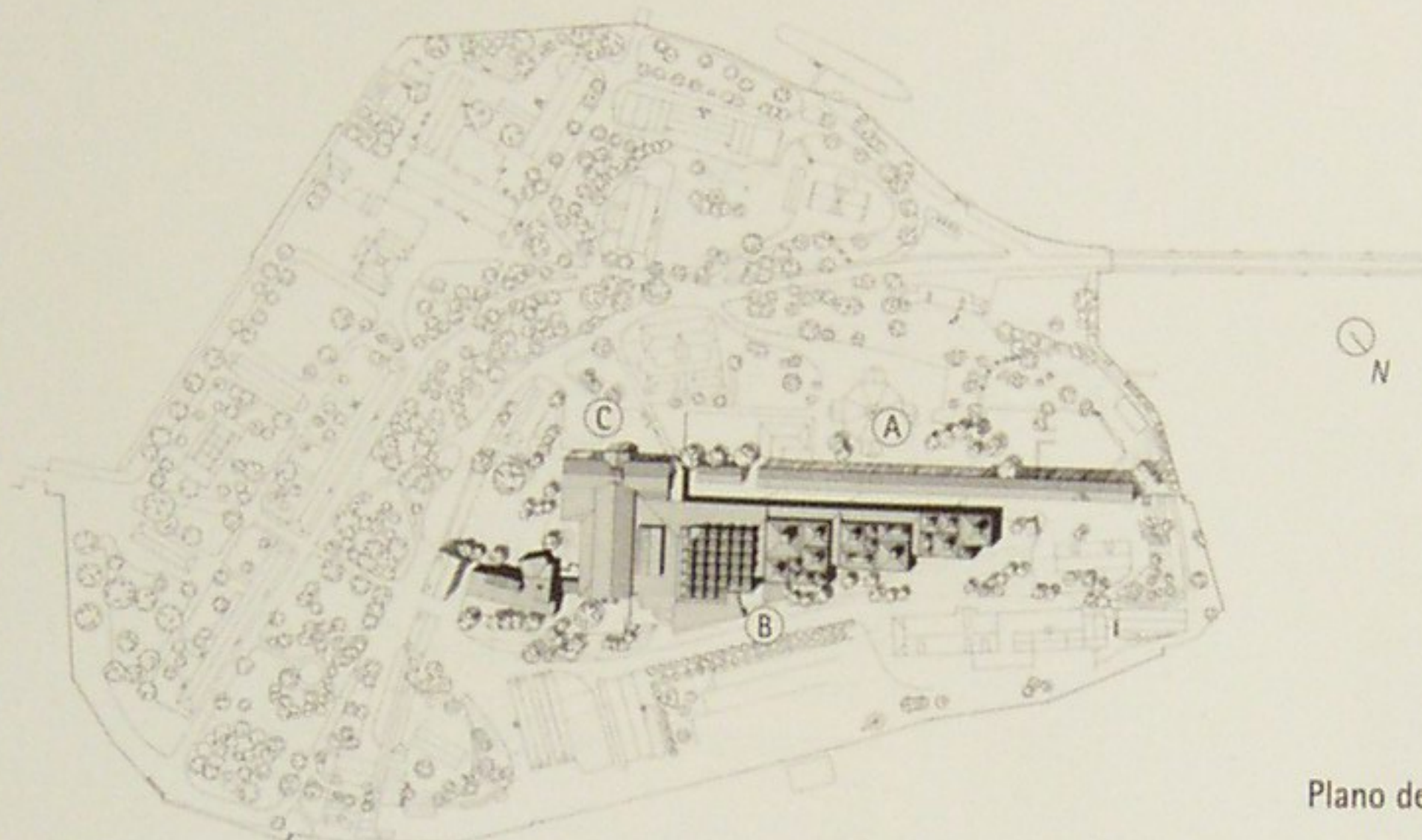
ÅKE E: SON LINDMAN







El edificio se sitúa en la parte más elevada del solar, junto al Tyghuset (A), un antiguo arsenal militar del siglo XVII y marcado desarrollo longitudinal, cuya orientación (sureste-noroeste) es asumida en el nuevo Museo de Arte Moderno (B) como eje vertebrador de las circulaciones principales. El proyecto incorpora el antiguo gimnasio castrense, el Exercisskolan (C) —sede, hasta la construcción del nuevo edificio, del Museo de Arte Moderno—, para albergar las salas de exposiciones del nuevo Museo de Arquitectura.



Plano de emplazamiento



Aspecto parcial de la fachada noreste, con algunas salas de la colección permanente del Museo de Arte Moderno, a la derecha de la imagen, y el cuerpo acristalado en el que

se ubica el restaurante, con espléndidas vistas sobre el mar y la ciudad, a la izquierda.



La discreción y el respeto por el entorno que caracterizan esta intervención fueron muy valorados por el jurado que otorgó a Rafael Moneo el primer premio en el concurso internacional de 1990, origen de este proyecto.

Sobre estas líneas, el alzado noreste del conjunto, en el que se pone de manifiesto cómo el proyecto, rechazando toda monumentalidad, se apropia de la diversidad y fragmentación volumétrica del entorno urbano.



No importa que escaseen las señalizaciones para encontrarlo, o que sea relativamente complicado dar con su entrada; ni es un problema que sus alzados estén semiocultos bajo la nieve o que se esconda tras un tupido follaje. En Estocolmo, todos saben perfectamente dónde se encuentra, el nombre de su autor, las anécdotas que han rodeado la elección de su color e, incluso, muchos ya lo han visitado y tienen una opinión formada respecto a su arquitectura. En efecto, de mantenerse el impresionante interés que está suscitando, el nuevo Museo de Arte Moderno de Estocolmo se podrá pronto añadir a la lista de los recientes fenómenos de masas tipo 'Guggenheim-Bilbao'. Como mínimo, el Moderna Museet –para usar su sonora denominación original– ha entrado en la reducida lista de lo que un visitante apresurado no puede perderse en la Capital Cultural Europea 1998.

Codo a codo con el Palacio Real de Tessin el Joven o la Biblioteca de Aspplund, con el Ayuntamiento de Ragnar Östberg o la Concerthuset de

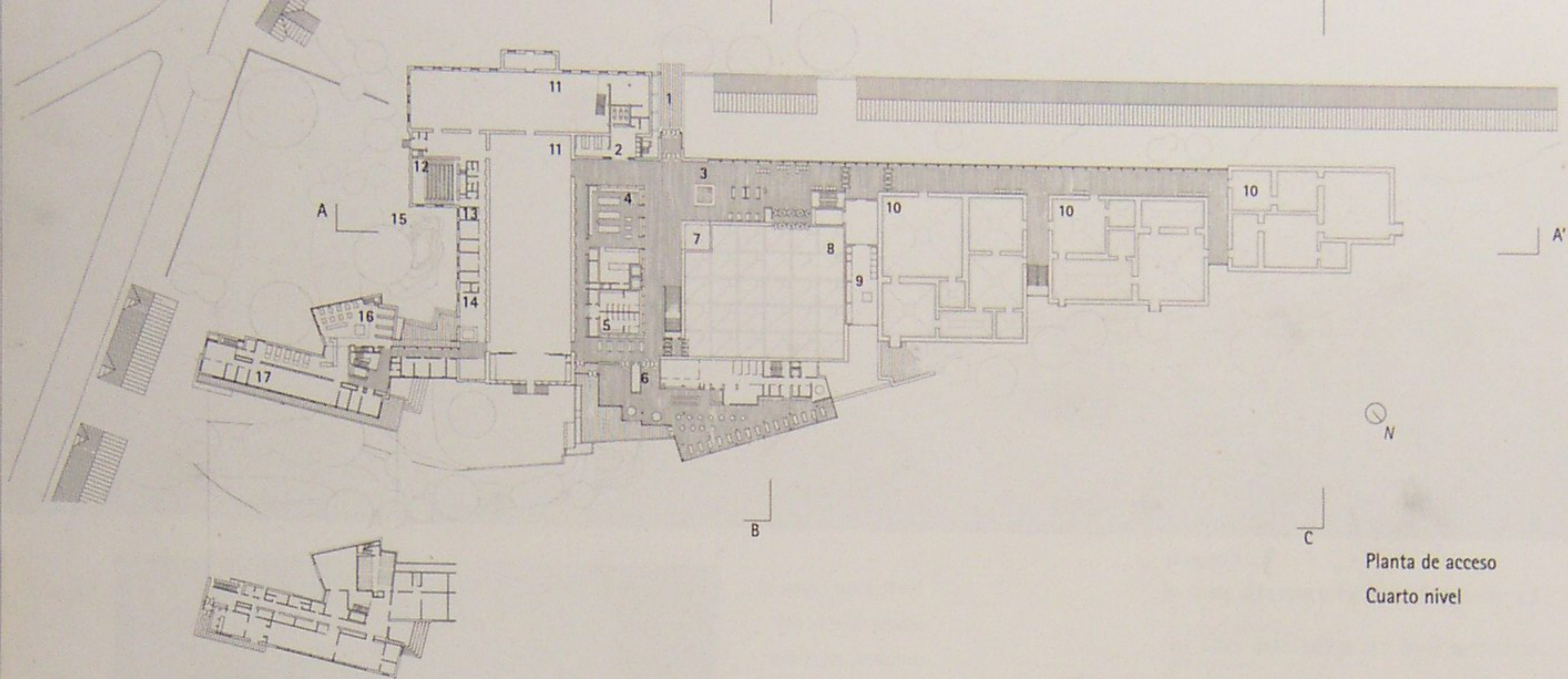
Ivar Tengbom, el trabajo de Moneo se ha convertido en uno de los edificios de referencia de esta apacible ciudad báltica. Aunque se trate –muy en línea con los tiempos y en sintonía con la estricta moral nórdica que aborrece toda ostentación– de un *landmark* más bien virtual, debido a su escasa visibilidad y a su integración en el contexto. De hecho, es notorio que la discreción y el respeto por el entorno que caracterizan esta intervención fueron muy valorados por el jurado que otorgó a Rafael Moneo el primer premio en el concurso internacional de 1990.

Mas, si el “no caer en la tentación de la monumentalidad” franqueó al autor navarro las simpatías del tribunal, seguramente la decisión de alejar la intervención del borde de la isla ha sido la clave del éxito de su propuesta. Escogiendo como emplazamiento la cresta de la colina –desmarcándose de los planteamientos de la mayoría de los demás concursantes– Moneo se acercó al alargado edificio del Tyghuset, el antiguo arsenal militar (obra, en parte, de Ni-

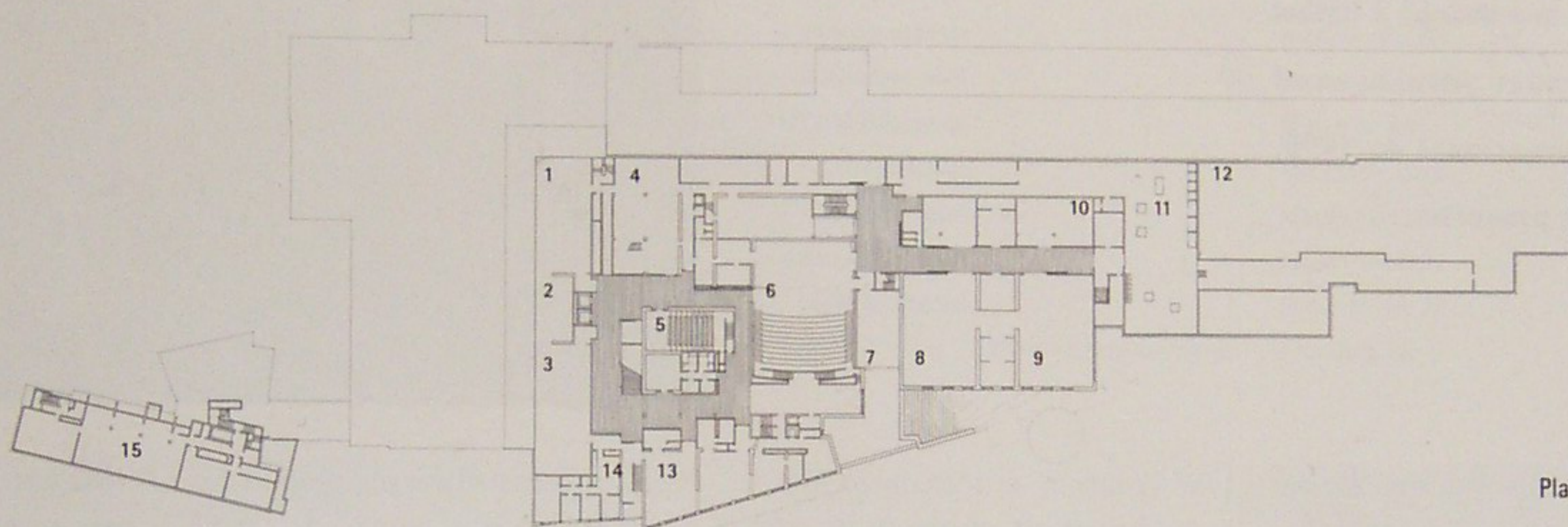
codemus Tessin el Joven), aceptando, y casi buscando, el apoyo y la orientación de esta histórica construcción que, desde el siglo XVII, ha ido vertebrando la isla de Skeppsholmen.

La posibilidad de relacionarse estrechamente con las principales preexistencias de este privilegiado enclave es, en cualquier caso, sólo una de las ventajas que la solución elegida ofrece, compensándose con creces el ingente movimiento de tierras (se removieron alrededor de cincuenta mil metros cúbicos de roca) necesario para nivelar el solar. Entre los aspectos más beneficiosos hay que destacar aquellos de tipo funcional y distributivo, ya que con la disposición escogida, el acceso, las zonas expositivas, las cafeterías y la tienda pueden organizarse en un único nivel. En cambio, los depósitos y almacenes, los talleres y las oficinas, jugando con el desnivel, logran un acceso directo desde la calle perimetral tres plantas más abajo; además, talleres y oficinas pueden contar con unas vistas envidiables e iluminación solar directa.

El cerramiento se retranquea con un escalonamiento que enfatiza la singularidad de las salas de exposición permanente, adaptándose al mismo tiempo al entorno construido.



Planta de acceso
Cuarto nivel



Planta segundo nivel

Planta de acceso. Cuarto nivel
(cota +14.3 m)

1. Acceso principal.
2. Guardarropa.
3. Información.
4. Librería.
5. Aseos.
6. Restaurante.
7. Vacío.
8. Exposiciones temporales (Museo de Arte Moderno).
9. Almacén y montaje de exposiciones temporales.
10. Exposiciones permanentes (Museo de Arte Moderno).
11. Exposiciones permanentes (Museo de Arquitectura).
12. Sala de conferencias.
13. Oficinas.
14. Cafetería.
15. Patio del Museo de Arquitectura.
16. Biblioteca.
17. Laboratorios de investigación.

Planta segundo nivel (cota +8.6 m)

1. Exposiciones fotográficas.
2. Galería.
3. Exposiciones gráficas.
4. Biblioteca de fotografía.
5. Sala de proyecciones.
6. Auditorio.
7. Restauración de documentos.
8. Restauración de pinturas.
9. Restauración de esculturas.
10. Archivos.
11. Cuarto de instalaciones.
12. Almacén.
13. Talleres.
14. Oficinas.
15. Archivo de planos.



Entre el antiguo arsenal y el nuevo Museo de Arte Moderno se configura un patio alargado atravesado en uno de sus extremos por una marquesina que define el acceso principal al nuevo edificio –al fondo de la fotografía, una de las fachadas laterales del Exercisskolan.

Los dos museos disponen de la misma entrada, situada discretamente en la fachada suroeste, entre el antiguo arsenal y el Exercisskolan.



Iluminación natural

Por otra parte, el problema de la iluminación natural en el caso de los espacios expositivos –asunto conflictivo en cualquier área expositiva– encuentra una relativamente más fácil solución con este esquema, ya que, habiéndose concentrado la gran mayoría de las salas en la planta superior, se puede recurrir de forma extensiva a la luz cenital. Rafael Moneo ya había experimentado con este sistema en las galerías del madrileño Museo Thyssen-Bornemisza (y lo seguiría haciendo con la Casa de Cultura de Don Benito), aunque tenía

presentes –como él mismo se encarga de recordar en la memoria del proyecto– muchos antecedentes ilustres, desde la Dulwich Gallery de John Soane hasta el M.O.C.A. de Isozaki, el Portland Museum de I.M. Pei o la ampliación de la National Gallery de Venturi.

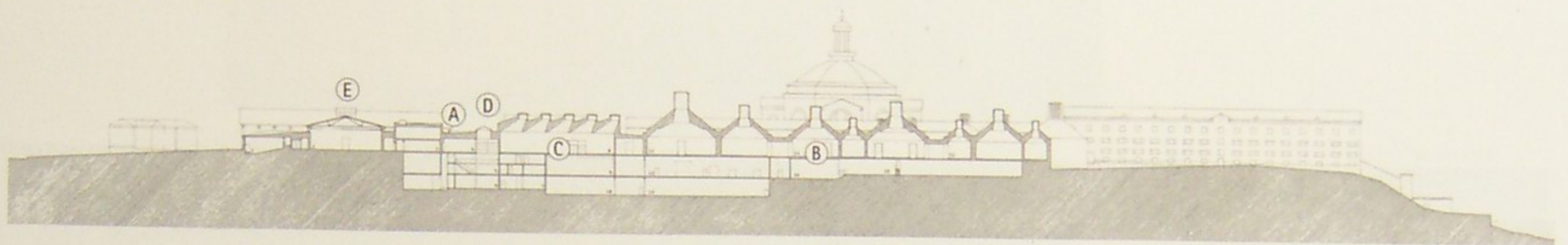
Es verdad, sin embargo, que la modesta cantidad de luz que se ha dejado finalmente filtrar desde unos lucernarios conceptualmente tan importantes, ha originado cierta polémica. La presencia de la luz natural en las salas es efectivamente reducida, inferior a lo previsible, aunque hay

que considerar que la extrema variabilidad del soleamiento –veranos luminosos frente a inviernos grises y sombríos– era escasamente controlable. Sin una drástica reducción de la influencia de la luz exterior, difícilmente se hubiera podido conseguir el mantenimiento en las galerías de unas condiciones de iluminación óptimas, y es de suponer que presiones por parte de la dirección del Museo, en el sentido de primar la más dócil iluminación artificial, hayan pesado en la decisión final.

En cualquier caso, en el Museo de Estocolmo el tema del tratamiento

Sobre estas líneas, vista desde la marquesina de acceso hacia el patio longitudinal, con una perspectiva del exterior de la galería que se constituye en espina dorsal de las circulaciones del Museo de Arte Moderno.

El acceso, las zonas expositivas, las cafeterías y la tienda se organizan en un único nivel, favoreciendo uno de los aspectos ejemplares del edificio: la claridad de sus recorridos.



Sección A-A'



El vestíbulo principal (A), común para los dos museos y con un mostrador de información –en la fotografía– situado junto a la entrada, articula los principales recorridos del edificio, concebidos con gran racionalidad. Hacia el noroeste, un corredor conduce hasta los tres bloques de salas de exposición permanente del Museo de Arte Moderno (B), precedidos por la sala de exhibiciones temporales (C).



Un espacio en triple altura (D), que puede ser observado a través de una cristalera desde el vestíbulo de acceso –aparece en la imagen superior y junto a estas líneas–, alberga la biblioteca de fotografía.

de la luz en las salas de exposición asume una importancia aún mayor que de costumbre ya que, a través del diseño de los lucernarios, se consigue una fuerte caracterización formal del proyecto. En efecto, las linternas que culminan los troncos de pirámide que constituyen el techo de las distintas salas, se convierten en la característica más reconocible y, desde la distancia, más visible de toda la intervención. Gracias a estos elementos la silueta de la isla de Skeppsholmen cobra vida durante las largas horas de oscuridad de los inviernos árticos. La poética sucesión de las linternas iluminadas, que varían altura y tamaño según las dimensiones de las salas que coronan,



Dirigiéndose desde el
vestíbulo de entrada
hacia el sureste
—fotografía junto a
estas líneas— se
alcanza el Museo de
Arquitectura (E), que
ocupa la edificación
con cubierta a dos
aguas del
Exercisskolan
—imagen superior de
esta página.

da origen a una inolvidable estampa nocturna, especialmente desde Strandvägen, el elegante *boulevard* al otro lado de la bahía.

Articulación orgánica

Esta solución de cubierta, que a los adictos de Kahn hará recordar la del proyecto del Trenton Community Center (New Jersey, 1954), adquiere todavía más relevancia debido a su notable extensión longitudinal y a la horizontalidad de su punto de arranque. Casi se podría decir que, desde ciertos puntos de vista, los mismos alzados parecen no ser más que el necesario soporte de la cubierta, acaparando esta última todo el protagonismo. Por otro lado, la armónica articu-

lación de los cuerpos piramidales es suficiente para introducir una referencia orgánica que facilita enormemente la integración del edificio con su entorno. Se trata de una sutil ambigüedad hábilmente introducida por Moneo que, a pesar de la influencia *aaltiana* en su obra y de su antigua colaboración con Utzon, ha ido con el tiempo alejándose de la inspiración más organicista de estos maestros (salvando quizás la excepción de la Fundación Miró en Palma de Mallorca). Sus proyectos más recientes —no hay más que pensar en el Kursaal de San Sebastián o en el Auditorio Nacional de Cataluña, en Barcelona— arrancan más bien desde su idea de 'compacidad', fulcro de la investiga-

ción actual de este autor. De hecho, las agrupaciones de salas del Moderna Museet son un ejemplo de esta preocupación por conseguir volúmenes compactos, independientemente de la libertad con la cual se aborda la organización de los espacios interiores.

A pesar de todo, la importancia atribuida al entorno y a la integración con la arquitectura fragmentaria y quebrada de Estocolmo hace que Moneo haya, en esta ocasión, optado por un compromiso en el cual las ideas de despliegue y compacidad consiguen convivir armoniosamente. En este sentido, quizás, el volumen que alberga la biblioteca, los archivos, las oficinas y los talleres del Museo de Arquitectura representa una



Además de ocupar el antiguo gimnasio castrense, el Museo de Arquitectura se extiende en un nuevo edificio que presenta un carácter marcadamente contrastado con el

Museo de Arte Moderno: pintado de blanco y concebido como una maca de volúmenes, en su interior se localizan biblioteca, laboratorios de investigación y archivos.

Frente a la inconfundible silueta de las cubiertas del Museo de Arte y los paños prácticamente ciegos de sus salas de exposiciones, en el edificio que alberga la biblioteca y los archivos del Museo de Arquitectura se opta básicamente por la cubierta plana y por grandes paños de vidrio, contribuyendo a configurar un frente construido "discontinuo y quebrado". En la fotografía de esta página, el área de investigación, iluminada cenitalmente desde el noreste.

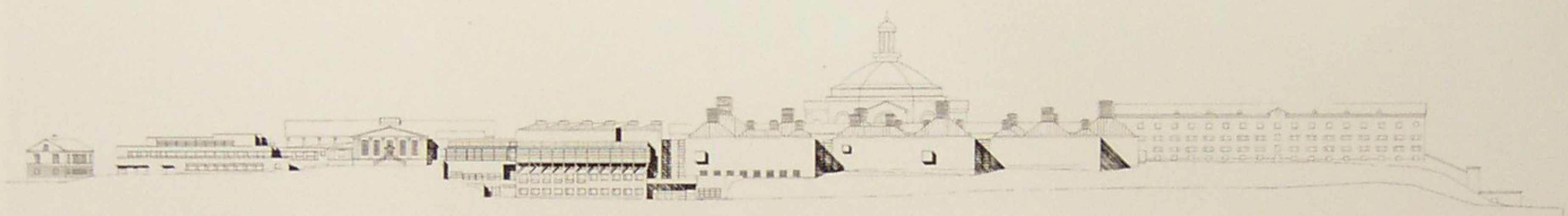


litar y sede, desde el 1958, del Museo de Arte Moderno, fue traspasado al Arkitekturmuseet, quedando parcialmente englobado entre las dos nuevas edificaciones.

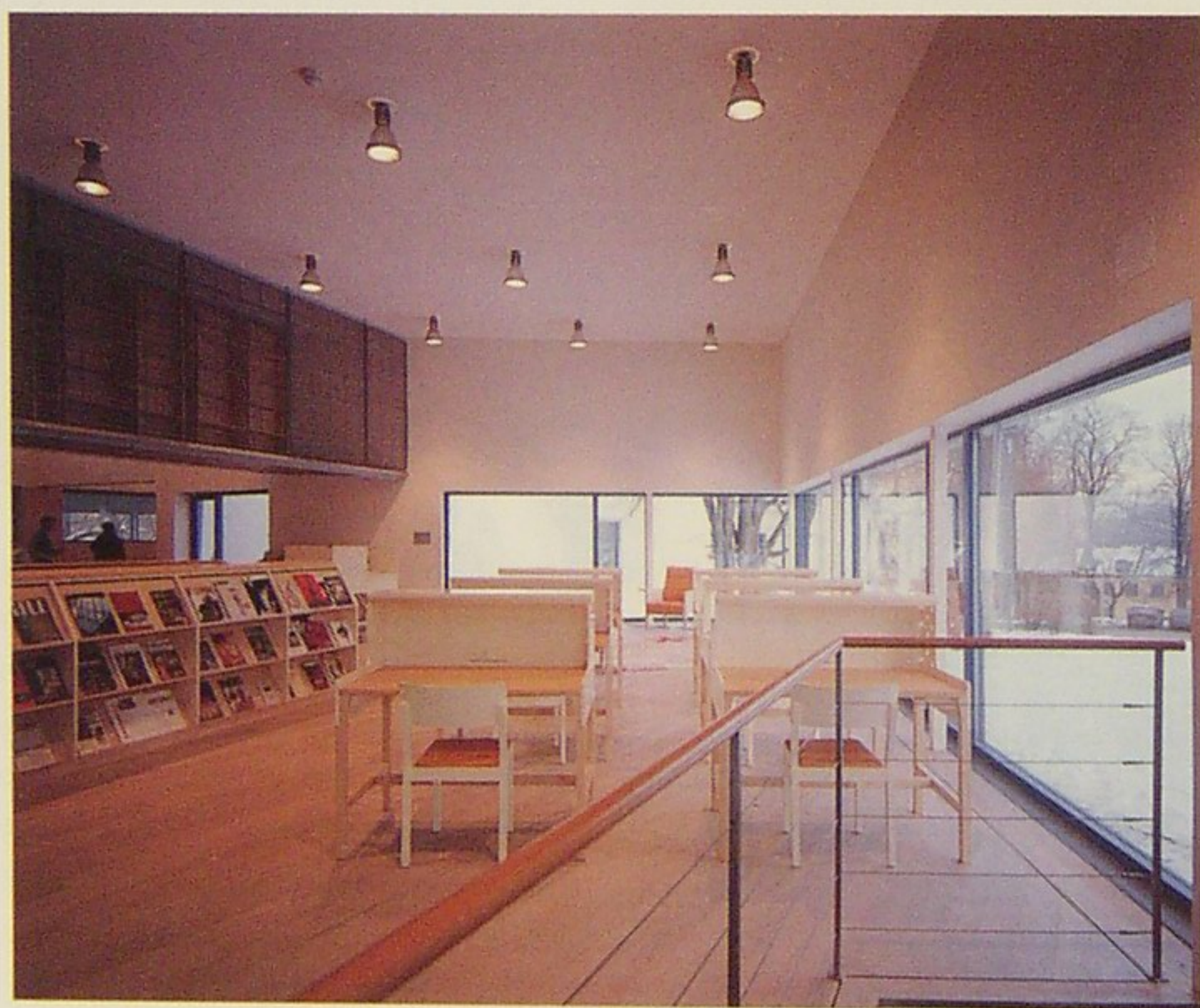
Organización funcional

La entrada principal, común para los dos Museos, se sitúa justamente –y discretamente– en uno de los lados del neoclásico ex-gimnasio militar, bajo una discreta marquesina que conduce hasta el generoso, y muy horizontal, espacio del vestíbulo. Aquí el visitante tiene que tomar una decisión: puede girar a la derecha hacia el Museo de Arquitectura; virar a la izquierda en dirección al largo pasillo abierto que organiza el Museo de Arte Moderno; bajar la escalinata que le conducirá hacia los auditoriums y la biblioteca; o, cruzando transversalmente el edificio, dirigirse a la cafetería, donde encontrará una magnífica vista de la ciudad y los jardines de Djurgården, al otro lado del canal. Tome la dirección que tome, no va a sentirse defraudado, ni tendrá la sensación de adentrarse en un espacio desconocido, ya que la claridad de los recorridos, ejemplar en este edificio, transmite una sensación de apacible familiaridad. En la misma línea, el cuidado diseño de los

nota discordante. A pesar de su elegancia y lucidez, este culto homenaje al funcionalismo sueco aparece relativamente poco amalgamado con el resto de la intervención, y es posible que esto se deba al hecho de que este volumen no estaba previsto en la primera propuesta del concurso. Se añadió en un segundo momento, debido a la incorporación en el conjunto del Museo de Arquitectura; a causa de la misma decisión, el Exercisskolan, edificio en forma de T, antiguamente destinado a la instrucción mi-



Alzado noreste



Arriba, imagen de la nueva ala del Museo de Arquitectura desde el patio, con el gran hueco de esquina que ilumina la sala de lectura de la biblioteca y, en el cuerpo posterior, los laboratorios de investigación. En este área el proyecto adquiere una fisonomía distinta: mediante una escala más doméstica y una composición más figurativa de huecos se produce una

aproximación a las antiguas edificaciones que aún se conservan en el lugar. A la izquierda, la sala de lectura de la biblioteca, comunicada visualmente con el patio sureste del conjunto museístico, al que también se abren el ala de oficinas, la cafetería y la sala de conferencias del Museo de Arquitectura.

detalles, colores y materiales, y los elementos de mobiliario diseñados expresamente (bien distinta valoración merecería el mobiliario de catálogo escogido por la propiedad) contribuyen a crear una atmósfera relajada, muy en consonancia con la imagen idealizada que tenemos de cierto 'confort nórdico', despreocupado y racional.

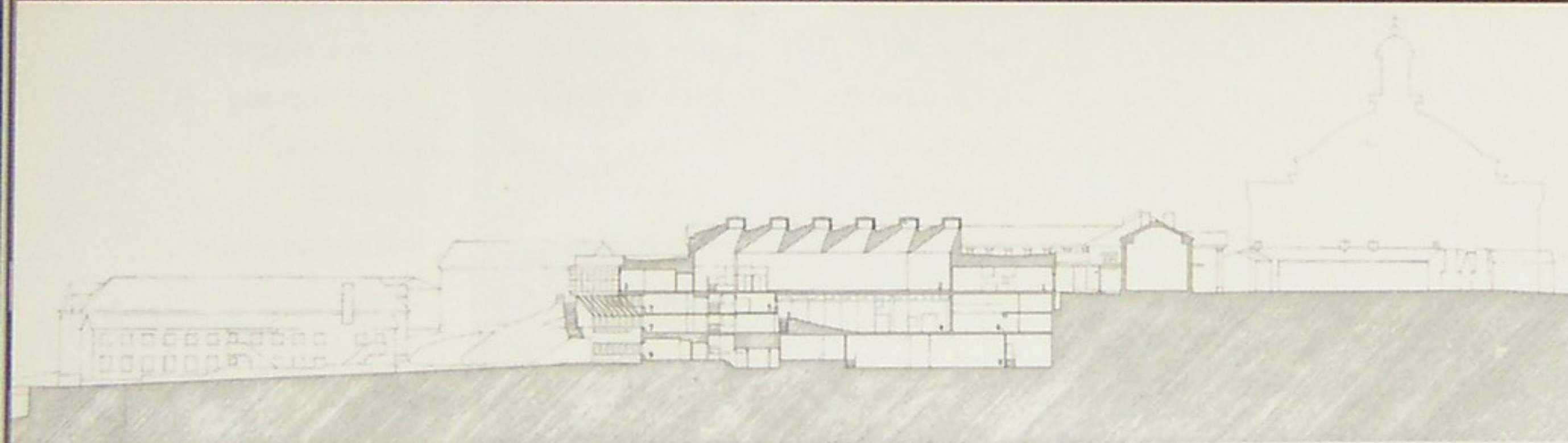
Visto lo visto, desde luego podemos, si no compartir, por lo menos entender la incredulidad de los miembros del jurado cuando, al abrir el pliego

que contenía el nombre del autor premiado, se hallaron frente al del español Moneo en lugar del de un colega escandinavo, como suponían. Aunque el mismo Moneo, en una vieja entrevista, daba la clave para prever este futuro éxito: "esto tiene que ver quizá con una actitud ante la obra en la que no es tanto proponer un lenguaje o un método de trabajo lo que preocupa, cuanto el desarrollo de ideas capaces de resolver los problemas específicos de cada proyecto", y de cada lugar, nos permitimos añadir. [T]

El volumen blanco, que se presenta como un culto homenaje al funcionalismo sueco, no estaba incluido en la propuesta original del concurso, sino que se incorporó cuando se decidió que el Museo de Arquitectura también formara parte del conjunto.



Una trama regular de lucernarios de la misma dimensión ilumina la sala de exposiciones temporales, reflejando en la cubierta el carácter unitario de este espacio frente a la compartimentación y la variación de tamaño de las áreas destinadas a la colección permanente, según refleja la fotografía superior de esta página; en la inferior aparece la zona del vestíbulo que da paso, a la derecha, a la sala de exhibiciones temporales, y al fondo, a la galería que da acceso al resto de áreas expositivas.



Sección B-B'

LA CONSTRUCCIÓN DEL MUSEO

ESTRUCTURA

La estructura general está realizada en hormigón armado, exceptuando el área de exhibiciones temporales, que dispone de cerchas de acero en la cubierta.

El ámbito expositivo del Museo de Arte Moderno se agrupa en cuatro bloques: uno de ellos está dedicado a las exhibiciones temporales, y es un único espacio de planta rectangular (de 36 x 30 m) iluminado por lucernarios que se distribuyen según una malla regular de 6 x 6 m de módulo. Están conformados mediante un entramado de acero que tiene como base las mencionadas vigas trianguladas metálicas –traídas desde Finlandia en dos partes y soldadas en obra–, cuyos extremos se apoyan sobre los muros de cerramiento de hormigón. En el exterior, los lucernarios se manifiestan como un con-





junto homogéneo de troncos de pirámide de eje esviado, rematados superiormente por prismas rectangulares que permiten la entrada de luz natural por tres de sus caras.

Frente a la condición de espacio indiferenciado de este área, los otros tres bloques albergan salas de diversos tamaños, destinadas a la importante colección de arte moderno que debía acoger el nuevo museo. En este caso, las cubiertas se formalizan como troncos de pirámide de eje recto, también rematados por linternas de acero galvanizado que permiten la entrada de luz, en este caso por todas sus caras. Se ha mantenido constante la pendiente de los faldones de hormigón, de modo que la abertura superior que recibe las linternas y la altura de éstas varían proporcionalmente al tamaño de las habitaciones.

El esquema plantea salas cuadradas y rectangulares: las primeras, de 6, 9, 12, 15 y 18 m de lado, y las segundas, de 12 x 6 y

de 18 x 9 m. Estas dependencias están cubiertas por unas losas de hormigón *in situ* que van conformando los faldones inclinados. A pesar de la fragmentación volumétrica en distintas unidades, en cada conjunto de salas la cubierta actúa como un único 'caparazón', apoyado sobre el perímetro y sobre dos o cuatro pilares intermedios que luego quedan ocultos por la compartimentación interior.

EL SOLAR Y SU ENTORNO

Aunque el nuevo edificio aprovecha la topografía natural del solar, el movimiento de tierras constituyó una fase especialmente ardua de la obra: la excavación del terreno, de roca granítica, requirió el empleo de explosiones controladas de dinamita.

Además, la parcela estaba surcada por galerías subterráneas de origen militar, una de las cuales ha sido recuperada para comunicar el Museo de Arte Moderno con el de Arquitectura. Junto a la dificultad

de excavación, esta circunstancia condicionó la posición del sótano, que finalmente se elevó respecto al esquema inicial. Por otro lado, las ordenanzas reguladoras dictaban severas limitaciones de altura: el volumen del museo no podía subir por encima de las edificaciones históricas vecinas.

Con estos condicionantes se llevó a cabo el ajuste dimensional del nuevo edificio, principalmente el de sus secciones más características, correspondientes a las salas de exposiciones. Además de captar y regular la luz natural, las cubiertas debían ser los elementos de diálogo con los alrededores, para adaptarse tanto a la pequeña escala de las antiguas edificaciones militares, con las que el nuevo museo comparte la isla, como a la discontinuidad de la arquitectura del resto de la ciudad.

CERRAMIENTO Y CUBIERTA

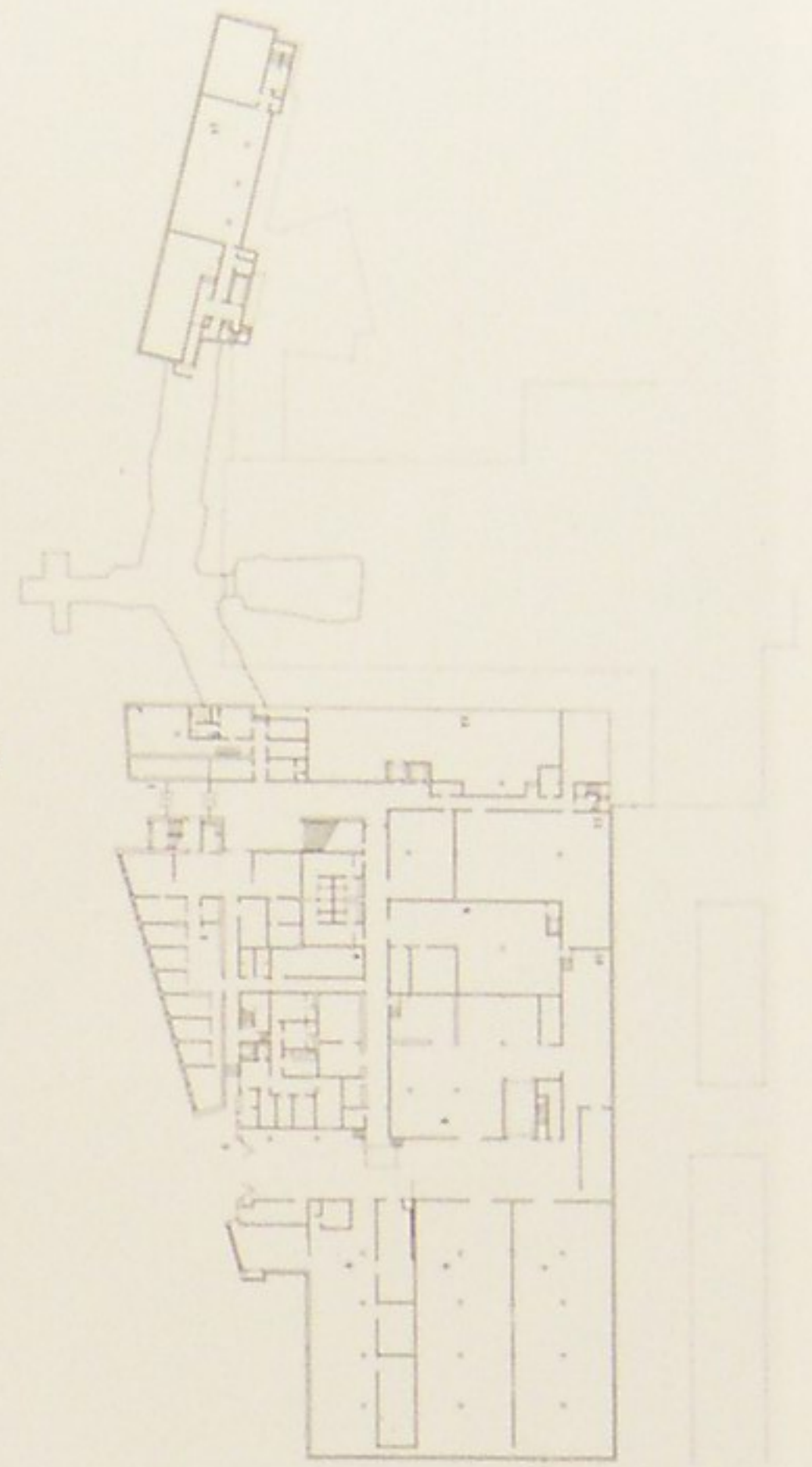
Una de las lecturas más atractivas del edificio es la que propicia la sección ver-

En el área de exposiciones temporales los lucernarios se conforman como troncos de pirámide de eje esviado rematados por linternas prismáticas que permiten la entrada de luz por tres de sus caras. La estructura de la cubierta, frente al uso generalizado del hormigón en el resto del edificio, está realizada con vigas trianguladas de acero; sobre estas líneas, el interior de la sala, a la que se accede desde el vestíbulo principal, al fondo de la imagen.



AKÉ E: SON LINDMAN

Fase de cimentación del edificio: la excavación del solar se llevó a cabo con cargas de dinamita, por tratarse de roca granítica. Estaba surcado por varias galerías de origen militar, una de las cuales –aparece en la fotografía– se ha conservado para comunicar por el sótano el Museo de Arte con el de Arquitectura.



Planta primer nivel (cota +4.8 y +3.7 m)
Almacenes, instalaciones y archivos



AKÉ E: SON LINDMAN

Vista parcial de una de las salas de exposición permanente durante la fase de colocación de la subestructura de acero que, atornillada a las losas de hormigón realizado *in situ*, servirá de soporte a la envolvente interior, a los carriles electrificados y a unos anclajes para el cuelgue y exposición de obras de arte; adosada al hormigón se aprecia la instalación contra incendios.

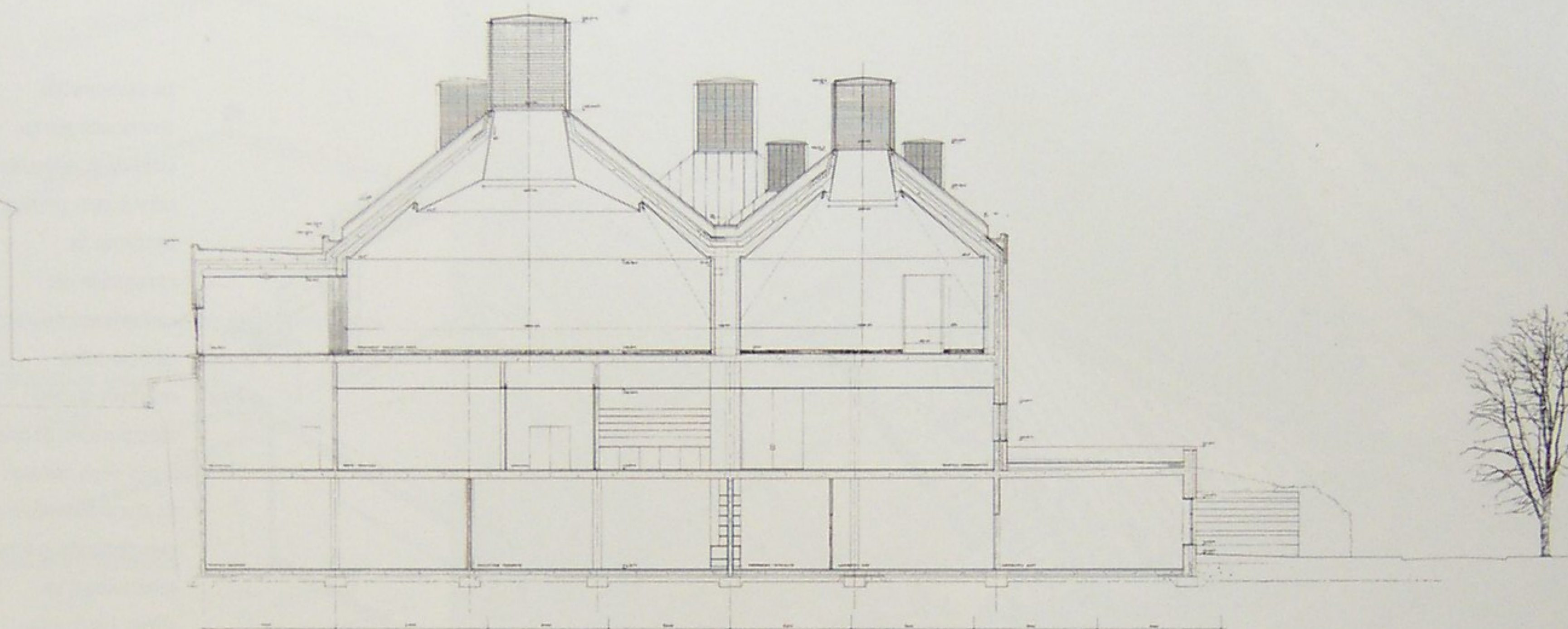
tical por las salas destinadas a la colección permanente, ya que en ella se pone de manifiesto la condición del cerramiento como resultado de una superposición de 'pieles continuas', y en la que también se revela la considerable amplitud del espacio destinado a cámara de aire, inusual en nuestras latitudes pero obligatoria en los países nórdicos para cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico interior. Además de responder a esta necesidad práctica, la dimensión de las cámaras ayuda a subrayar la nitidez de ese esquema basado en la agregación de distintas envolventes en que parece apoyarse la concepción constructiva del edificio.

Así, en un análisis de fuera a dentro, se aprecia una primera piel exterior correspondiente a las planchas metálicas de la cubierta, sobre la que se elevan los prismas de acero de las linternas; a continuación, una segunda, esta vez estructural, de hormigón, que conforma tanto el muro de cerramiento –también de contención, según las zonas– como los faldones de cubierta, y una última envolvente interior de paneles de cartón-yeso que, además de constituir la super-



La base estructural de la cubierta de cada agrupación de salas actúa como un único 'caparazón', aunque el encofrado del

hormigón va conformando las distintas 'artesas', que disponen de un cuello superior para recibir los lucernarios.



Sección transversal por salas de colección permanente



El trazado de las instalaciones, queda oculto tras la envolvente interior de cartón-yeso; en la imagen aparecen las bajantes, y se aprecia cómo en los largueros de acero que cuelgan de la cubierta van montados unos carriles para la instalación eléctrica; sólo en algunos lados se coloca un segundo larguero que permite la formación de un espacio para colocar la rejilla a través de la que se produce la impulsión del aire acondicionado.

ficie acabada que sirve de telón de fondo de las obras de arte, configura en su parte superior un cuello abocinado que canaliza los rayos luminosos y actúa como pantalla difusora de la luz que penetra a través de las lamas de acero de las linternas.

El cerramiento vertical está compuesto por el citado muro de hormigón, de 20 cm de espesor, al que se adosan los paneles de aislamiento térmico, para dejar a continuación una cámara de aire cuya ventilación queda garantizada por medio de pequeños orificios abiertos en la hoja exterior de medio pie de ladrillo, con mortero monocapa de color terracota como revestimiento exterior. En la cara interior del muro, sobre un entramado de perfiles de acero galvanizado, se colocan paneles de cartón-yeso acabados con 2 centímetros de escayola, que también resuelven la división entre salas.

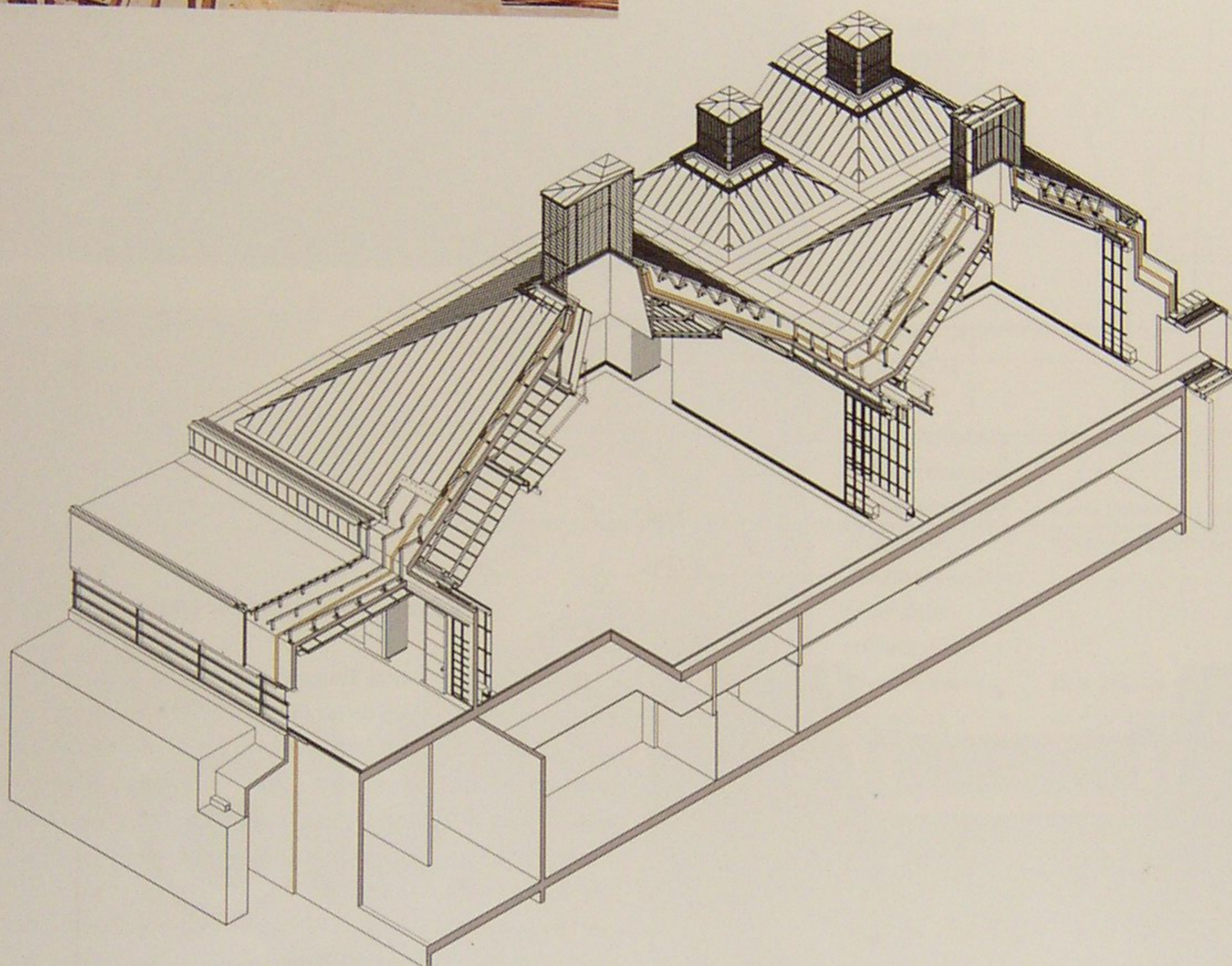
Por su parte, sobre el hormigón que conforma el faldón de cubierta se dispone el aislamiento y una estructura auxiliar a base de pies derechos y largueros de madera que permite dejar una cámara de aire ventilada entre los paneles de



ÁKE E: SON LINDMAN

Una de las lecturas más atractivas del edificio es la que propicia la sección vertical por las salas destinadas a la colección permanente: en ella se pone de manifiesto la condición de cerramiento como producto de una superposición de pieles continuas.

J.A.R.F. © TECTÓNICA

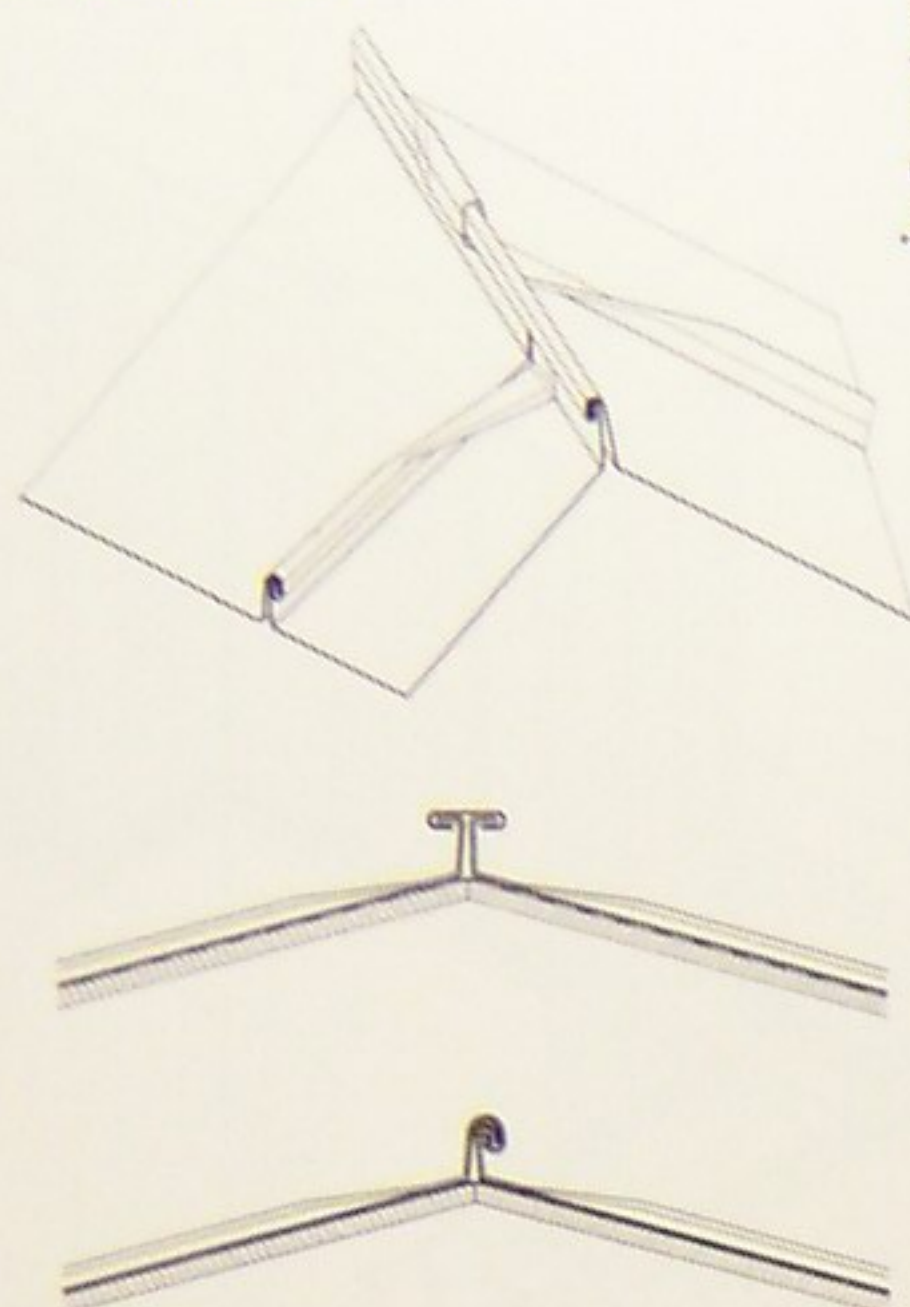


La axonometría seccionada por las salas de la colección permanente permite confirmar la concepción del cerramiento del edificio como resultado de una superposición de tres pieles –con cámaras de aire intermedias– caracterizadas por su continuidad: en primer lugar, una envolvente interior de cartón-yeso que constituye el paramento de las salas y que delimita unos espacios intersticiales entre ellas para la ubicación de instalaciones; en segundo, la losa de hormigón, que constituye la estructura y conforma los faldones de la cubierta, y en tercer lugar, las chapas de zinc que, sobre un tablero aglomerado protegido por un fieltro –en la imagen superior izquierda– constituyen la cobertura, interrumpida por las aberturas centrales sobre las que se sitúan las linternas de acero.



ÁKE E: SON LINDMAN

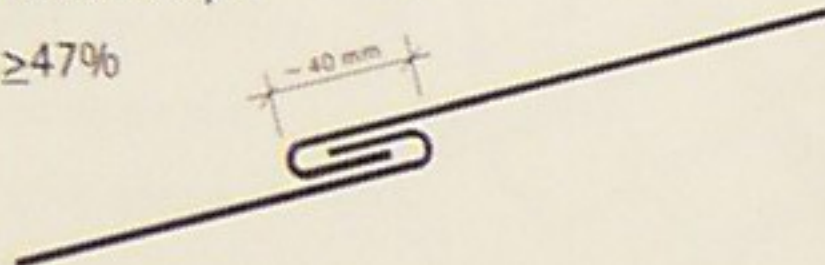
Sobre la base estructural de la cubierta se colocan unos pies derechos de madera –en primer término– que permiten configurar una cámara de aire ventilada entre el plano de cobertura y el aislamiento situado sobre la losa de hormigón.



Juntas transversales y uso según pendientes.

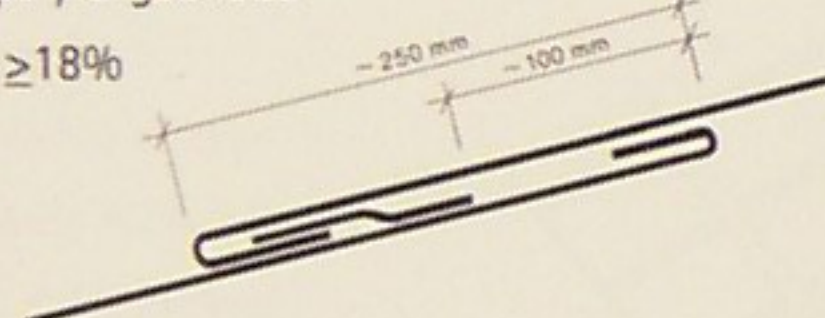
Engatillado simple

$\geq 47\%$



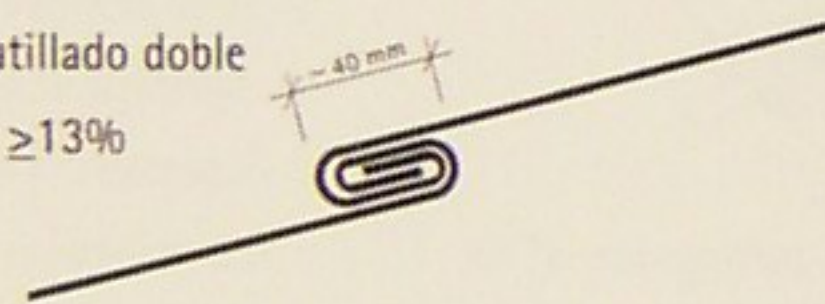
Solape y engatillado

$\geq 18\%$

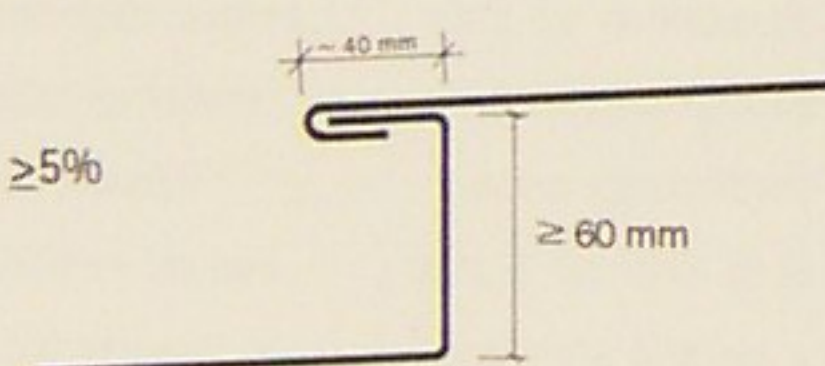


Engatillado doble

$\geq 13\%$

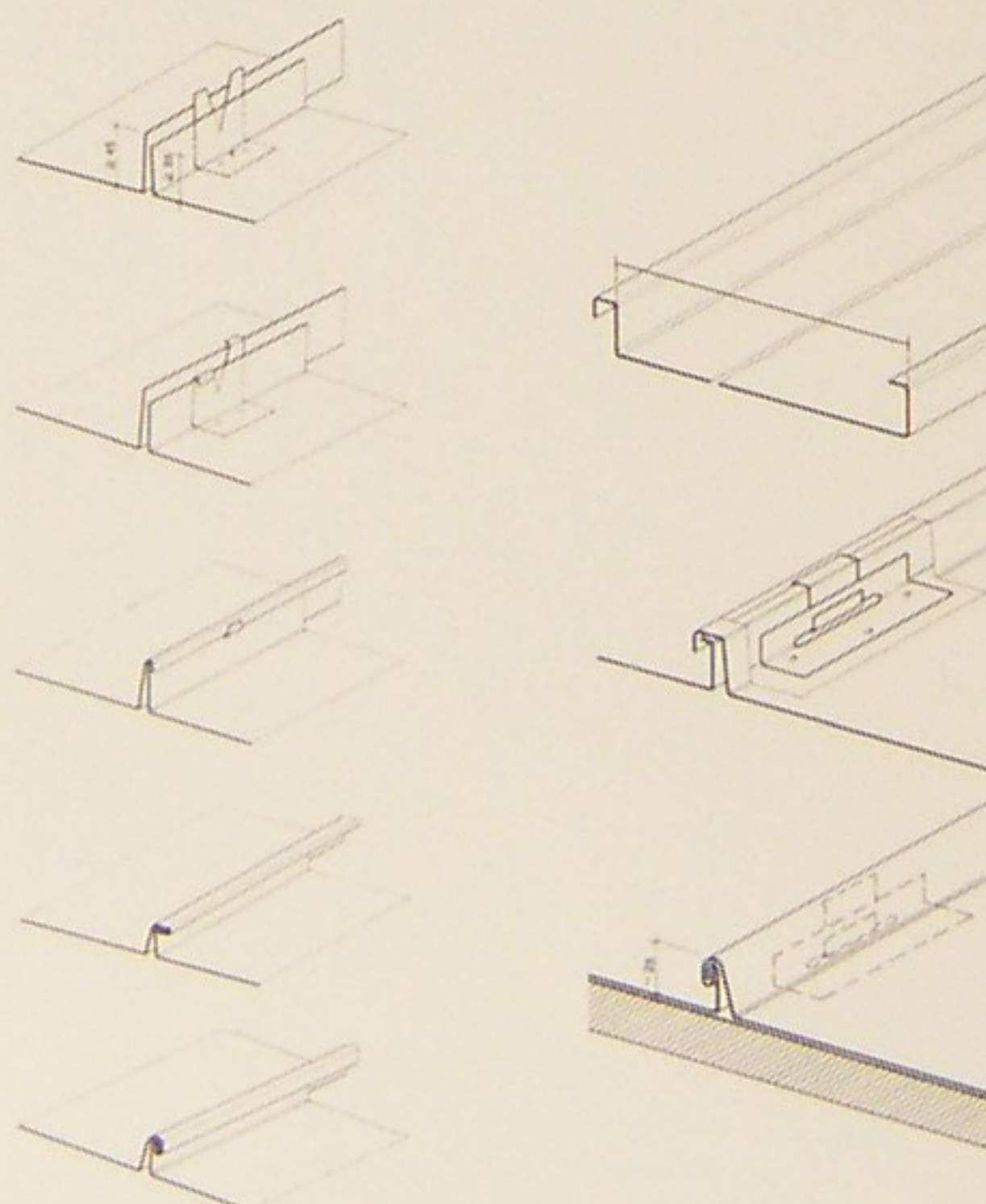


$\geq 5\%$



aislamiento y el tablero aglomerado hidrófugo que sirve de soporte, con un fieltro intermedio, a la cobertura, realizada con planchas de zinc prepatinado unidas entre sí mediante el sistema de junta alzada. En el interior queda visto un falso techo acústico —compuesto por placa de yeso de 13 mm de espesor y panel aislante enlucido, con un armazón metálico entre las dos hojas—, colocado mediante una subestructura de acero galvanizado que tiene como soporte superior e inferior unos largueros, también de acero, colgados de una secuencia de perfiles que se atornillan a la losa de hormigón.

Los largueros se sitúan en dos niveles: a la altura del encuentro entre el muro y el faldón (recorriendo el perímetro de las



Junta alzada. Sistema tradicional

Junta alzada. Sistema Profimat/Falzomat

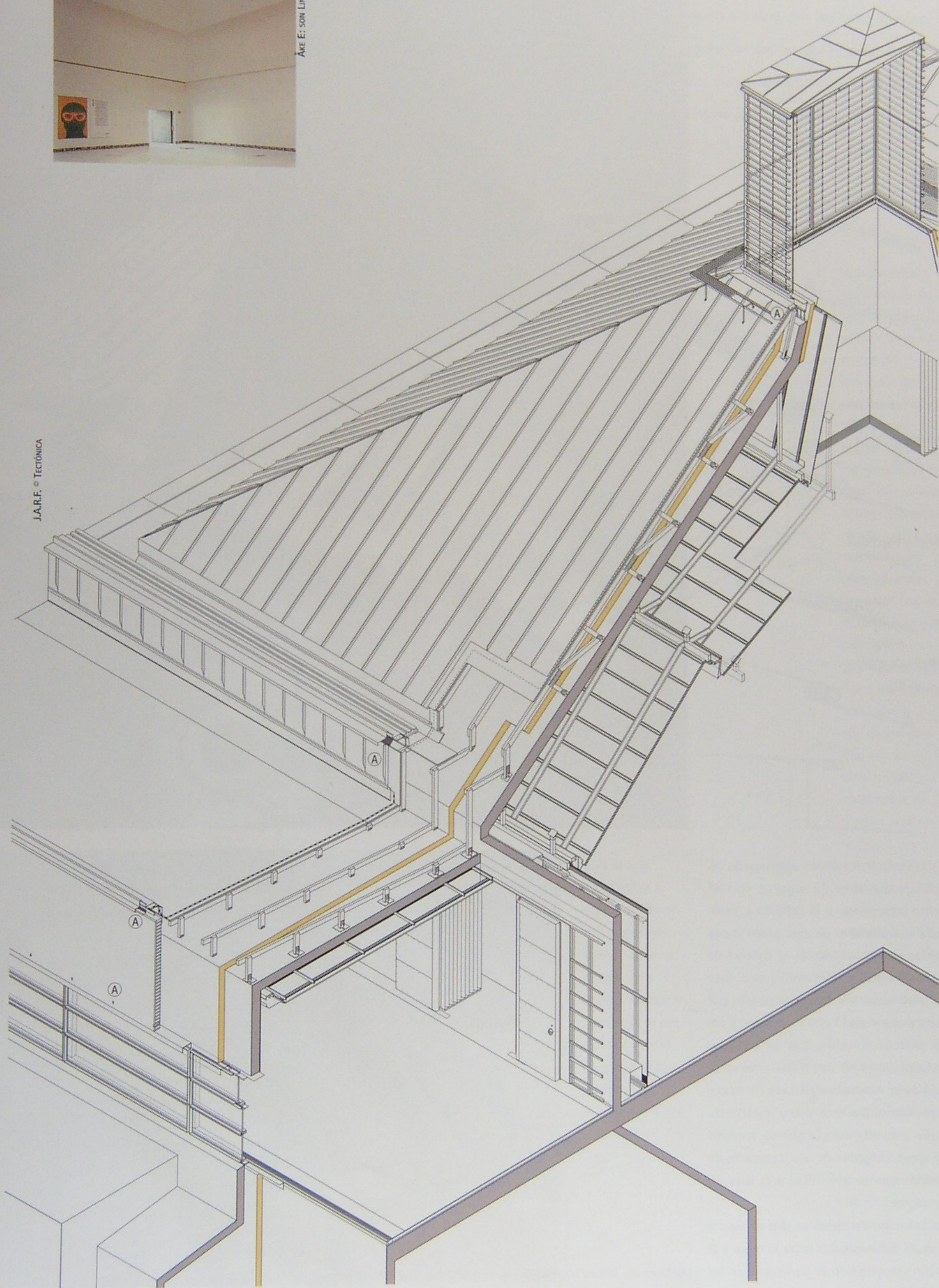
La unión entre las chapas prepatinadas de zinc se realiza mediante junta alzada, con el sistema Profimat/Falzomat de la empresa Rheinzinc®, que, basado en la solución tradicional, aporta un plegado previo en la pieza que facilita su puesta en obra y la realización del engatillado mediante máquina. Además, la utilización de patillas móviles mejora la libre dilatación de las

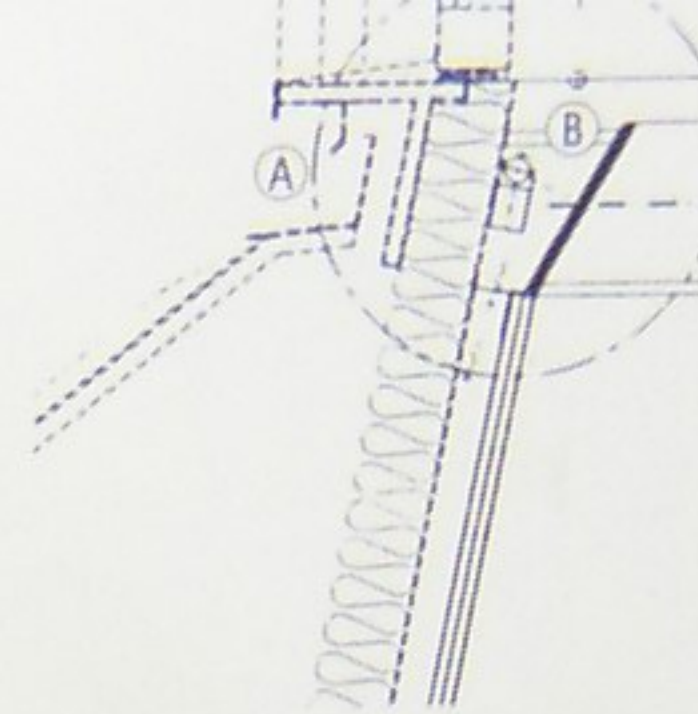
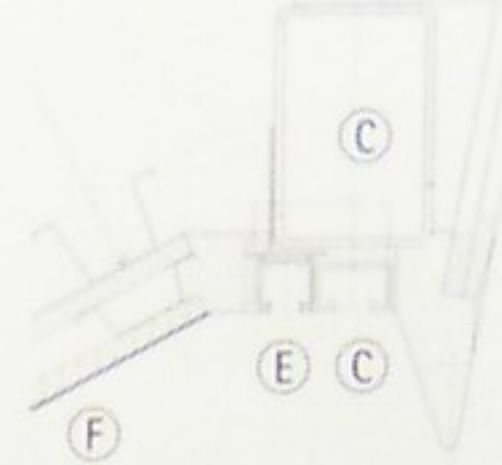
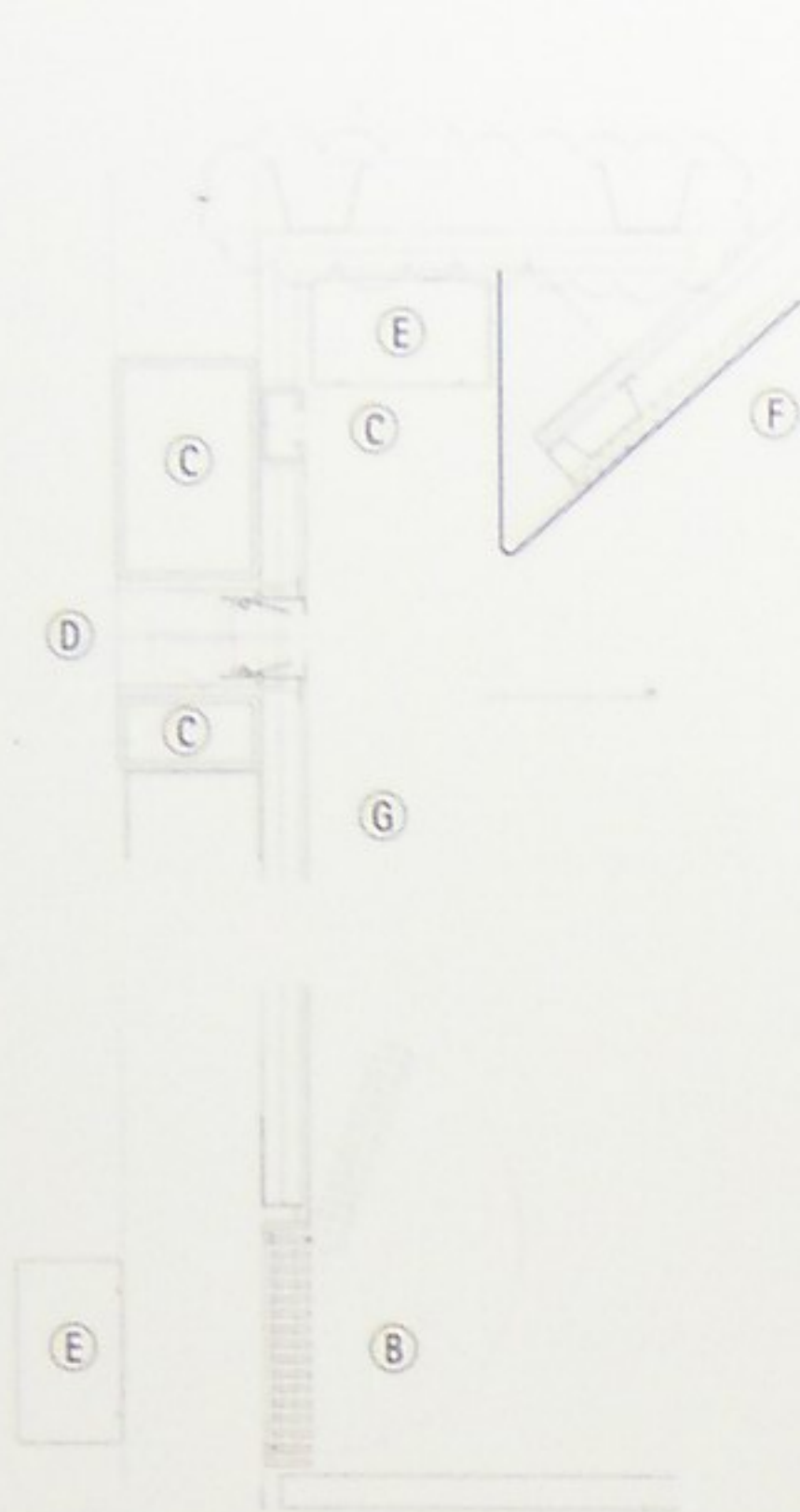
chapas. En la parte superior de la página, algunas soluciones de cumbrera y tipos de engatillado para juntas transversales según la pendiente. La primera —por engatillado simple— es la solución general utilizada en el Museo, y la segunda —por solape y engatillado—, se emplea en el encuentro con el canalón, que está realizado en acero inoxidable.



ÅKE E. SON LINDMAN

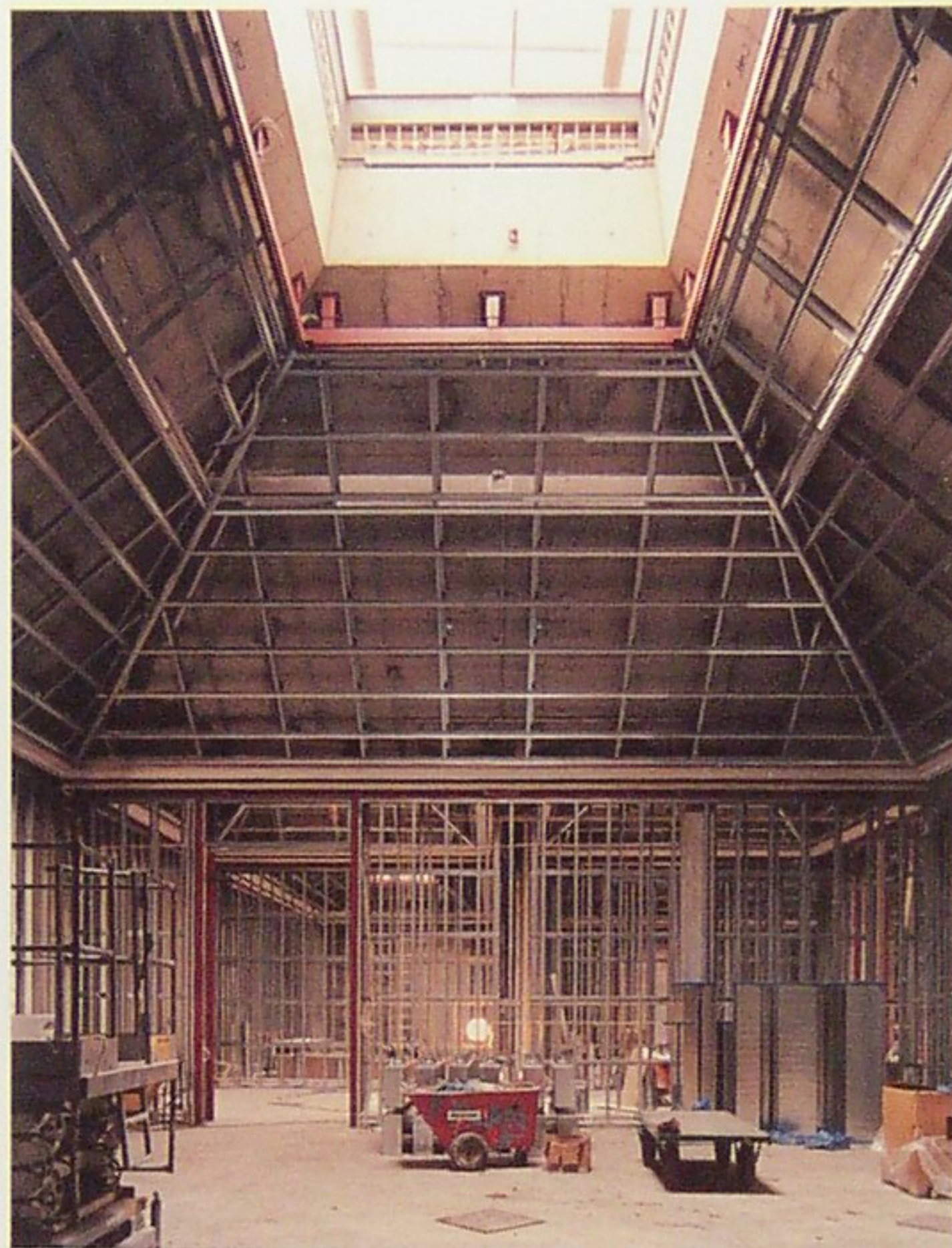
J.A.R.F. © TECTÓNICA





Además de subrayar la nitidez del esquema 'en capas' del edificio, las cámaras de aire facilitan el adecuado acondicionamiento higrotérmico del interior. Así, el cerramiento exterior de ladrillo enfoscado o la piel de zinc (que, en la cubierta sobre la galería se sustituye por una membrana impermeabilizante autoprotégida encima del tablero) dispone de determinadas zonas (A) en las que se establece una circulación de aire de la cámara con el exterior. Por otro lado, existe una especialización en la piel interior, como reflejan los detalles situados sobre estas líneas: rodapié/rejilla registrable para retorno del aire acondicionado (B); anclajes para sujeción de obras de arte (C); impulsión de aire (D); carriles de electricidad (E); panel acústico (F), y paneles de cartón-yeso con 2 cm de escayola (G).

En las fotografías, vista del montaje de la subestructura de acero galvanizado para la sujeción de la envolvente interior, y aspecto final de una de las salas: la zona de impulsión de aire acondicionado se aprecia como una ligera hendidura sobre la puerta.



salas), y enmarcando los huecos sobre los que se situarán las linternas. En las salas de mayor tamaño (las de 15 y 18 m de lado), en las que el gran desarrollo de la cubierta lo exige, se dispone un 'anillo' intermedio. Es también en estas salas donde la envolvente interior, además de los dos 'pliegues' correspondientes a los encuentros entre paño vertical e inclinado y entre este último y la parte inferior del cuello abocinado, presenta un tercer quiebro que fragmenta el plano oblicuo en dos.

INSTALACIONES

Pero no es la sujeción del falso techo la única función de estos largueros de acero, sino que su notable sección (100 x 150 mm) está dimensionada para servir de soporte a unos anclajes especiales para el cuelgue y exhibición de obras de arte, además de ser la base para el montaje de carriles electrificados. Parcialmente encubiertos tras los 'pliegues' del revestimiento interior, estos elementos se ofrecen con discreción a la vista de los visitantes.

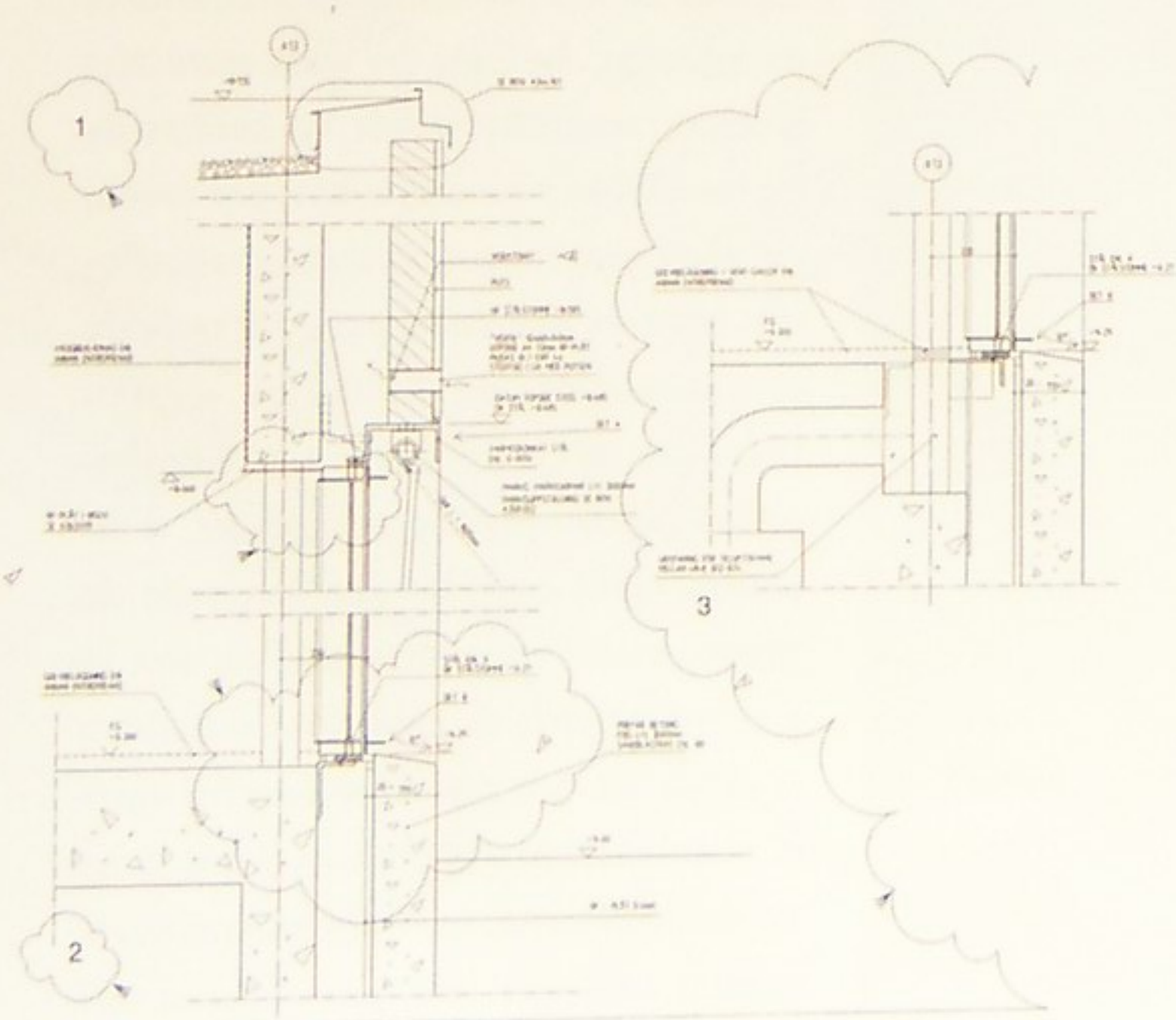
El trazado general de las instalaciones se organiza con gran racionalidad, concentrándose en el espacio libre que queda entre salas contiguas, delimitado por el trasdós de los revestimientos interiores de aquellas. Se trata de unas estrechas galerías, accesibles desde las jambas de los huecos de paso entre salas por medio de unos paneles practicables realizados con madera contrachapada forrada de piezas macizas de abedul de sección triangular. Así, en el interior de estos espacios quedan ocultas las bajantes, el cableado eléctrico o las conducciones de climatización, cuya impulsión de aire se produce a través de conductos situados a la altura del 'pliegue' de encuentro entre el plano vertical y el oblicuo, y que tiene un doble retorno, también independiente para cada sala: uno, por el punto más elevado del cuello abocinado, en contacto con el

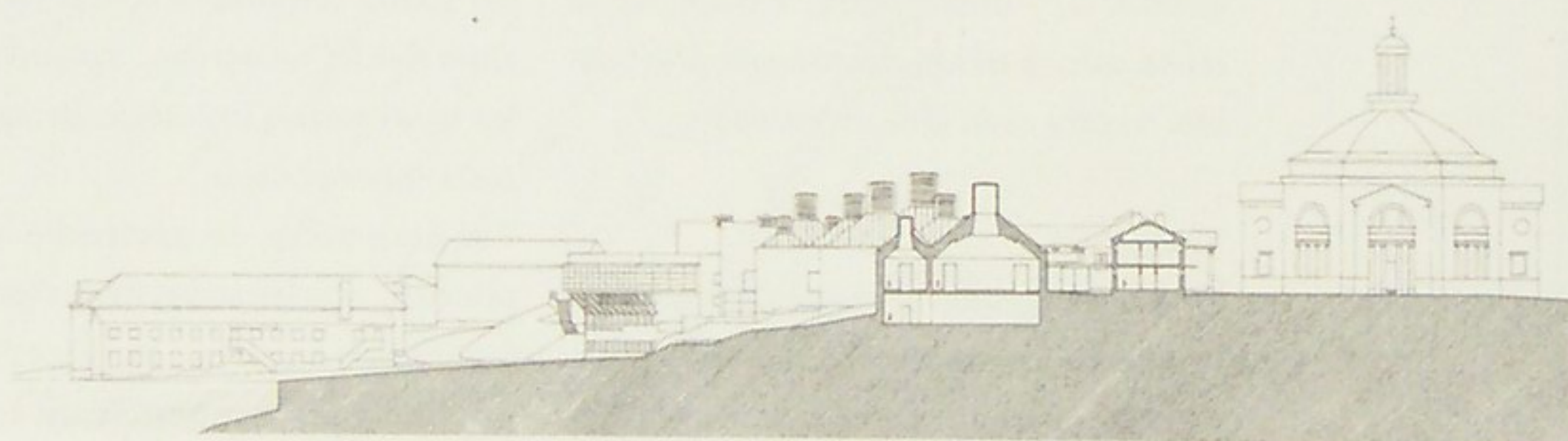
(continúa en pág. 70)



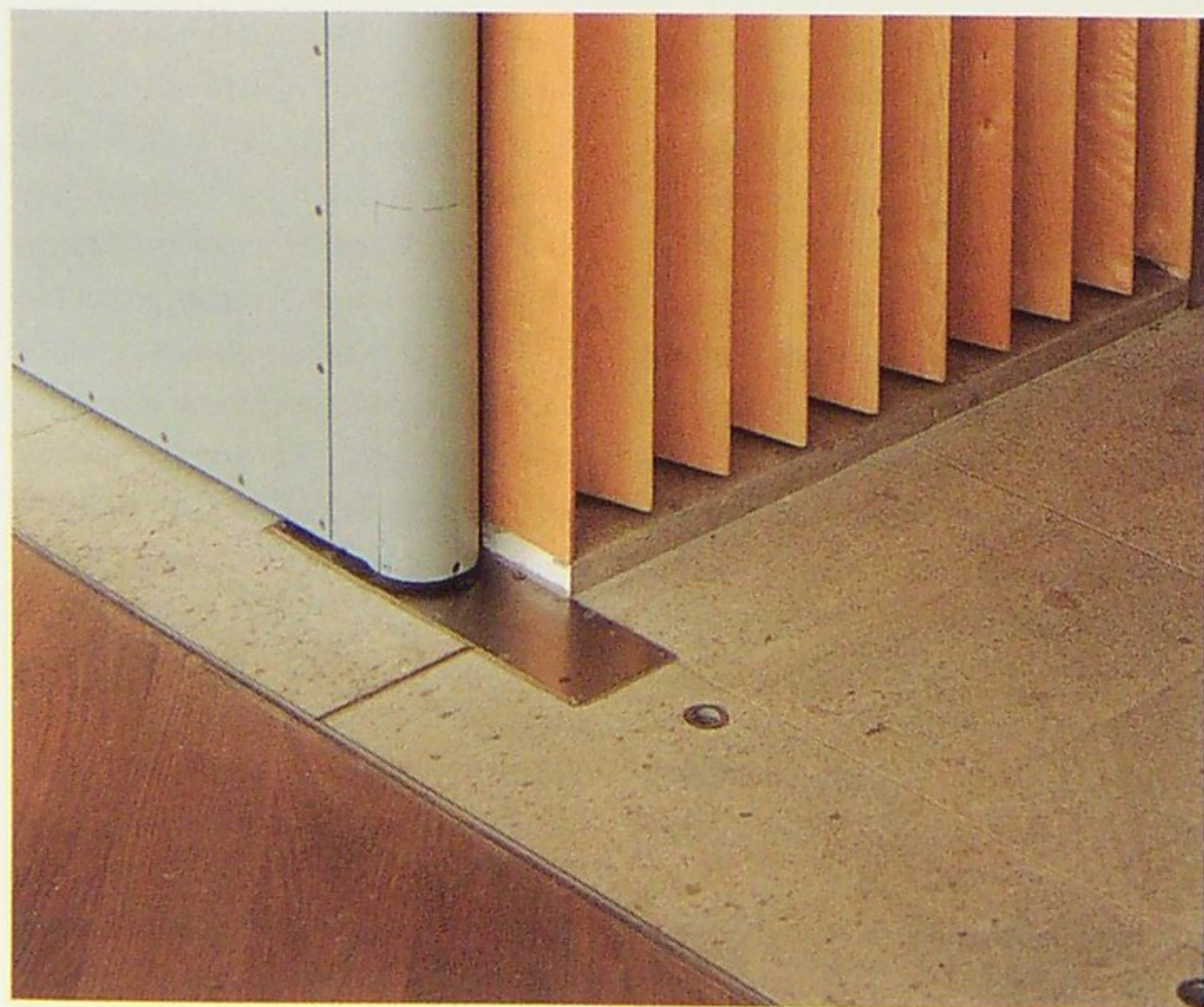
Salida al patio situado frente al Tyghuset desde la galería principal orientada al suroeste, con la cristallera que acompaña su trazado protegida mediante toldos motorizados. Sobre el enfoscado color terracota se aprecian los orificios de ventilación de la cámara de aire existente entre la fábrica de ladrillo y el muro de hormigón.

Sección por el cerramiento exterior en la zona de la galería, en la que se reflejan los pequeños orificios de ventilación, la perfilaría de acero utilizada como carpintería y la rejilla de impulsión de aire que recorre el suelo de este ámbito longitudinalmente, según muestra la fotografía situada bajo estas líneas.

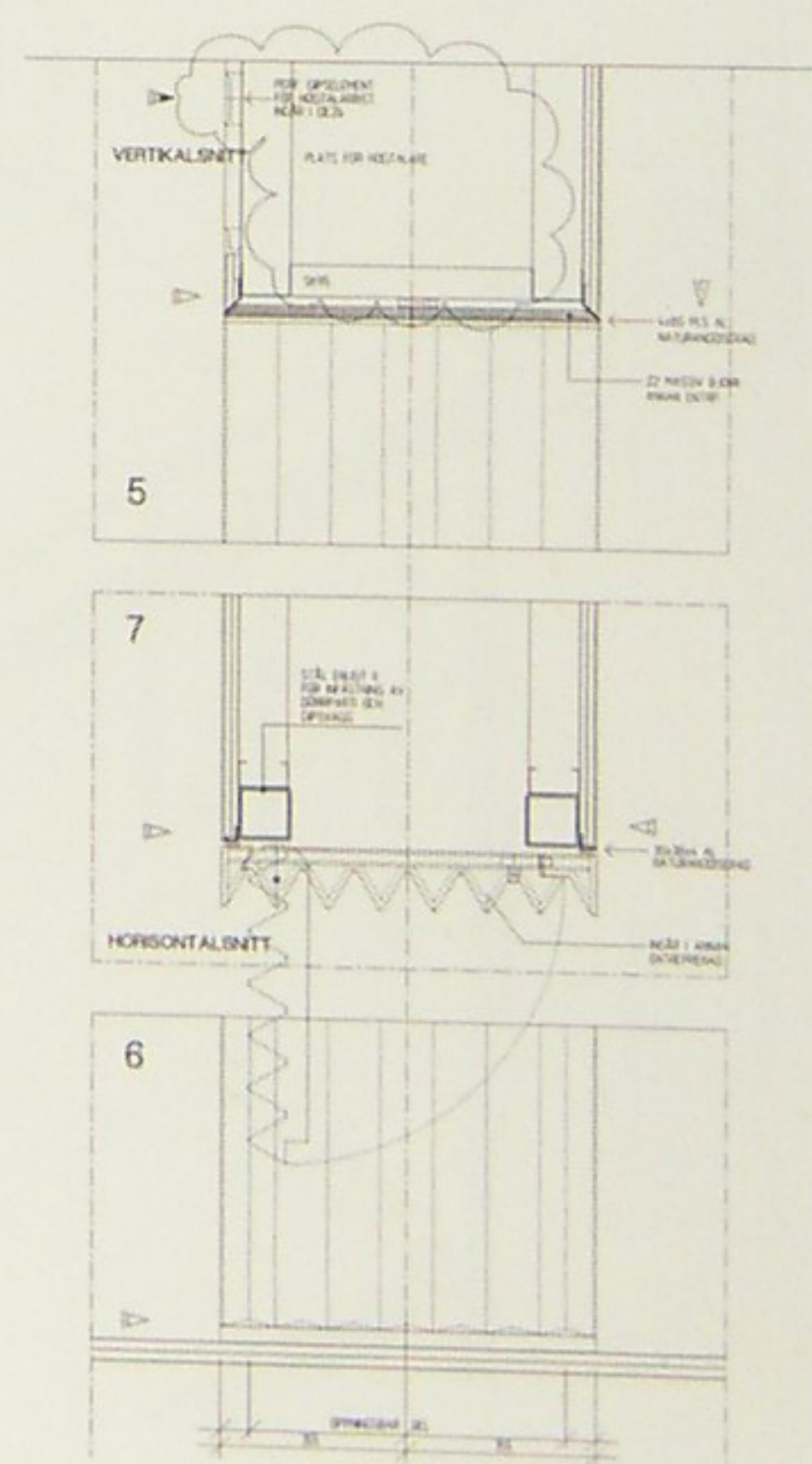




Sección C-C'



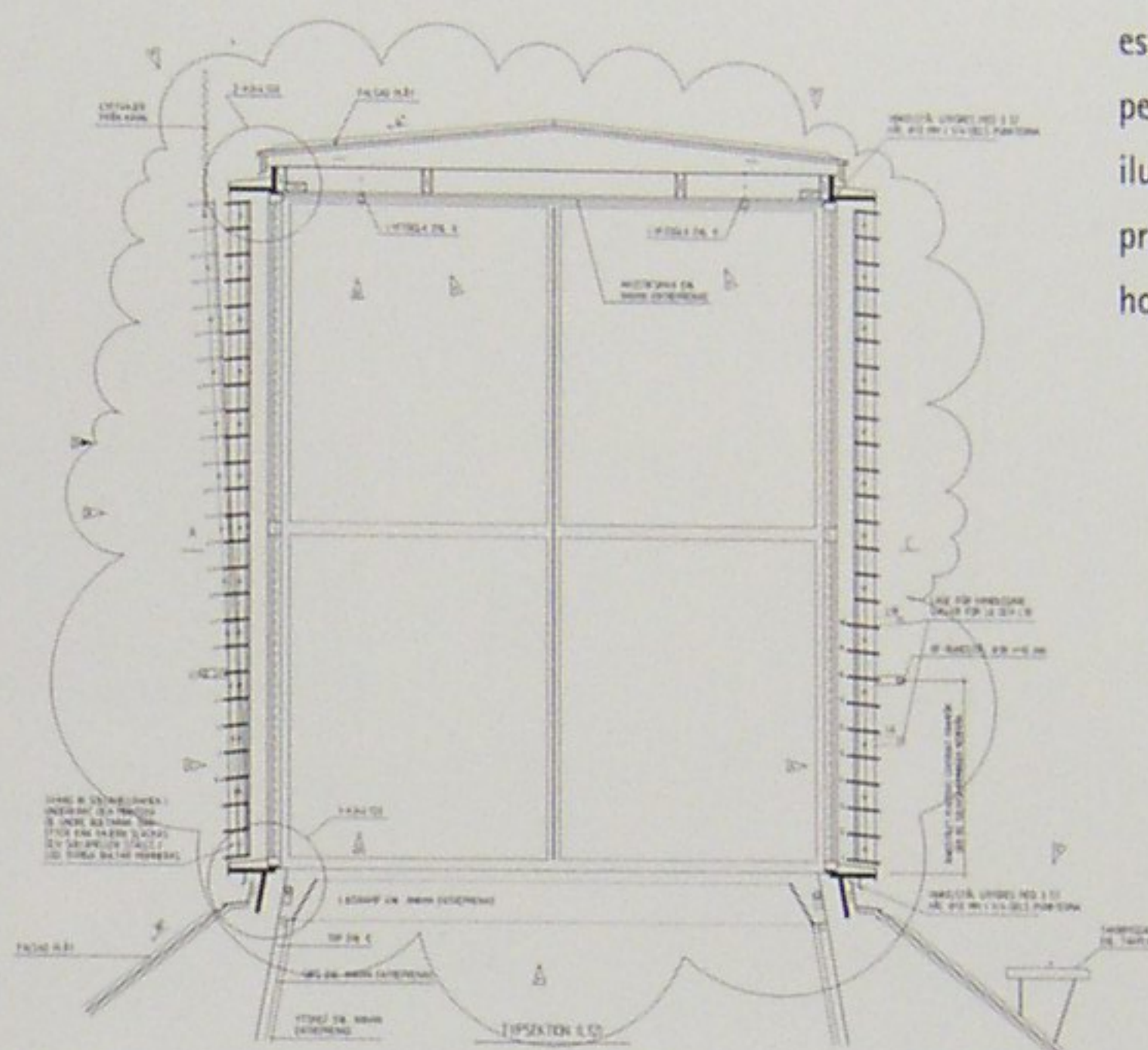
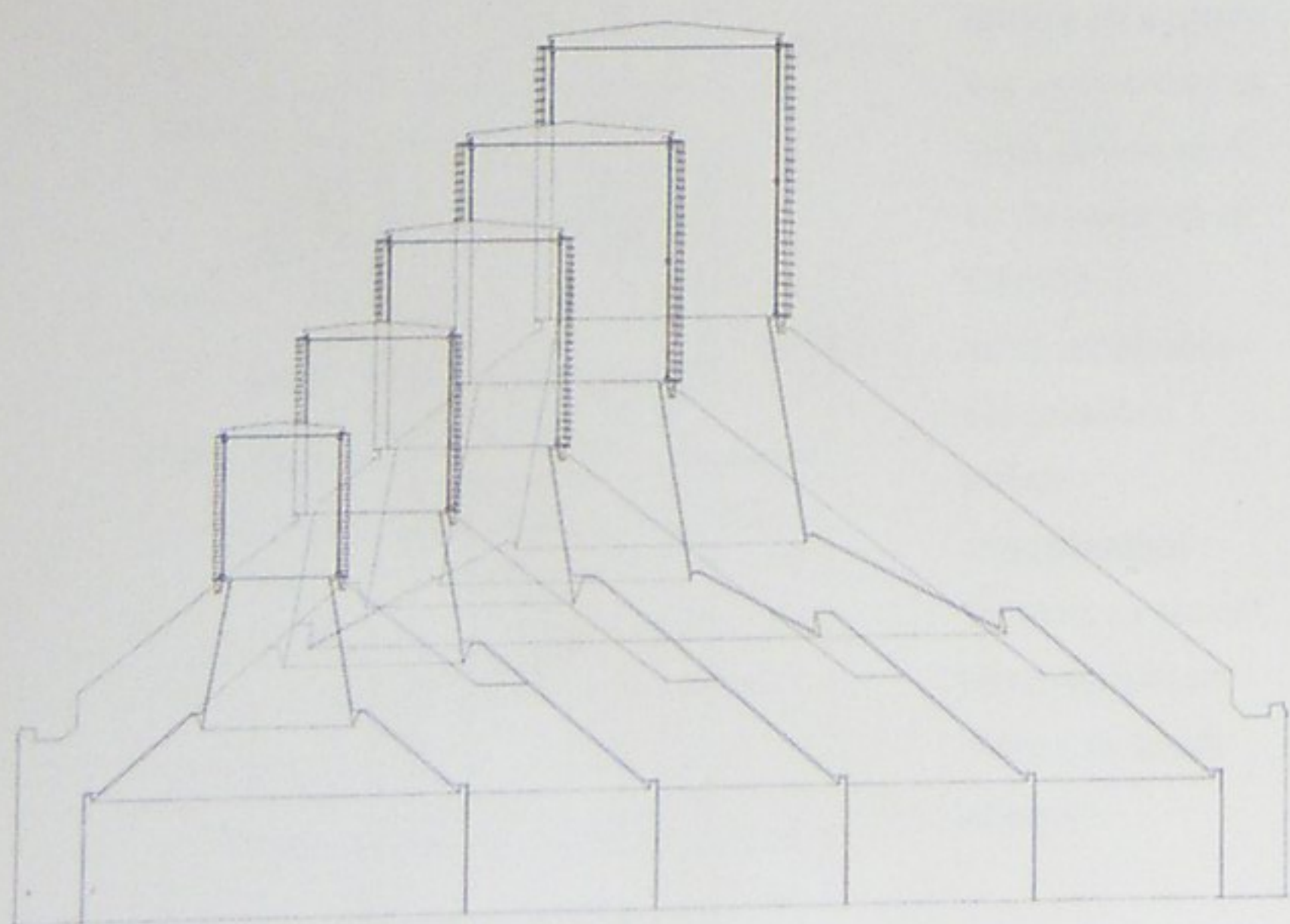
En las jambas de las puertas de paso entre salas se colocan unos paneles practicables para permitir el acceso a las galerías de instalaciones que se desarrollan entre las divisiones de las distintas habitaciones. Están realizados con madera contrachapada, forrada de piezas de madera maciza de abedul de sección triangular.





Las dimensiones de los lucernarios –hay cinco tipos distintos– varían en función del tamaño de las salas: en todas ellas se ha llevado a cabo un estudio geométrico tanto de las linternas como de

la piel interior y de la longitud del cuello que ésta conforma en la parte superior –y que actúa como pantalla difusora– para regular la incidencia de los rayos solares.



El control en la entrada de luz ha afectado también a la anchura de las lamas de acero: en las caras noreste y noroeste, así como en la parte alta de las otras dos, las lamas son más estrechas, para permitir la máxima iluminación, dando prioridad a los rayos horizontales.

lucernario, y otro inferior, a través de la rejilla que, a modo de rodapié practicable, recorre cada área expositiva.

ILUMINACIÓN

Precisamente por el papel determinante que en la imagen del nuevo edificio y en su relación con el entorno juegan los lucernarios, una de las acciones decisivas del proyecto fue lograr, con las limitaciones de altura dictadas por las ordenanzas antes mencionadas, no sólo una silueta sugerente para la ciudad, sino también la proporción exacta para conseguir una adecuada entrada de luz natural.

Así, se estudió minuciosamente la dimensión de la abertura superior, la longitud e inclinación del cuello difusor, la separación y el grosor de las lamas y la pendiente de la piel interior, según la singular trayectoria solar en Suecia, caracterizada por la poca altura del sol durante todo el año –aunque con muchas horas de luz durante el verano–, y con el objetivo principal de dar prioridad a los rayos horizontales. Para ello fueron contruidos modelos a escala 1/4, mediante los que se determinó que la esquina inferior

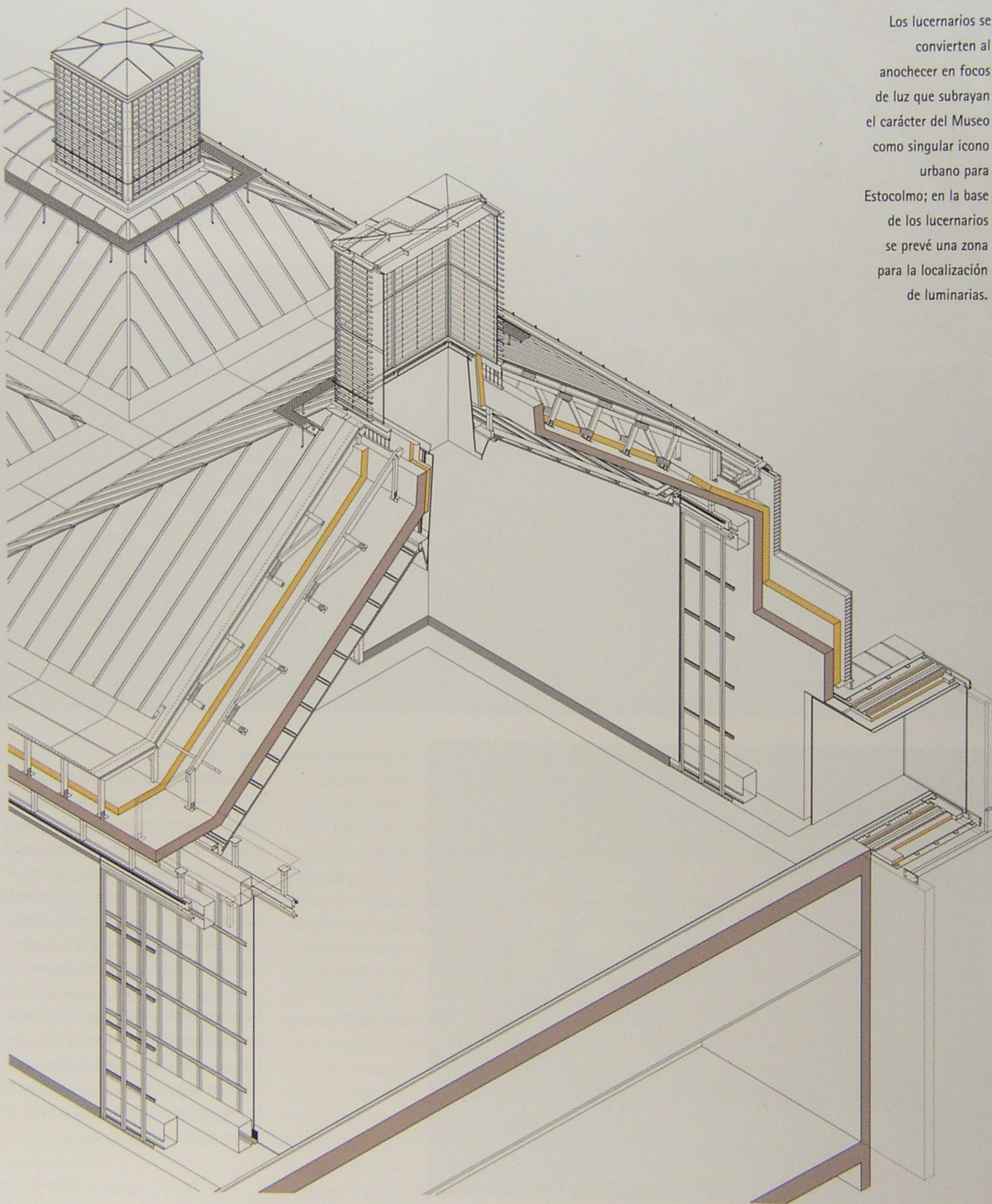
del cuello coincidiera con el ángulo máximo del sol en verano, evitando así que los rayos solares incidieran de manera directa sobre el suelo.

Por otra parte, se pretendió desde el principio que las lamas de los lucernarios fueran horizontales y no excesivamente gruesas, para que redujeran lo menos posible la entrada de luz. Sin embargo, razones de seguridad del museo hicieron necesario el empleo de pletinas de acero galvanizado de 10 mm de espesor, que fueron colocadas con una pequeña inclinación respecto a la horizontal (6 grados). Pero para no oscurecer innecesariamente el interior de las salas, se decidió reducir la anchura de las lamas donde fuera posible: así, en las caras orientadas hacia el noreste y noroeste, las pletinas son más estrechas, como también lo son en la parte superior de las caras sureste y suroeste, ya que aquí, dada la altura de las linternas, incluso la incidencia más desfavorable de los rayos solares no afectaría al interior.

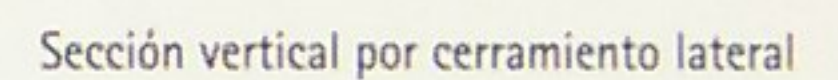
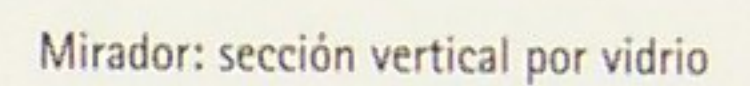
Detrás de las lamas se sitúa un vidrio difusor que impide que la sombra de éstas produzca un efecto de rayado en el suelo y las paredes de las salas.



J.A.R.F. © TECTÓNICA



Los lucernarios se convierten al anochecer en focos de luz que subrayan el carácter del Museo como singular icono urbano para Estocolmo; en la base de los lucernarios se prevé una zona para la localización de luminarias.



A la izquierda, arriba, vista lateral del restaurante, con la cristalera que ilumina el espacio en doble altura al que se abren la sala de proyección, situada en el tercer nivel, y el vestíbulo del auditorio –en la fotografía inferior–, en el segundo.

La carpintería está realizada en su mayoría en acero, aunque dispone de algunas piezas de aluminio. En cuanto a los pavimentos, en las salas de exposiciones se colocó tarima de roble; en las oficinas, linóleo; en los aseos, azulejo, y en el vestíbulo principal y áreas comunes, piedra caliza de color claro sin pulir, también utilizada –aunque pulida– en algunos paramentos. El resto de los acabados de muros en zonas públicas está constituido por paneles chapados de madera de abedul, con excepción de las salas de exposiciones y oficinas, en las que –como ya se ha mencionado– se colocaron paneles de cartón-yeso.

72 TECTONICA cubiertas inclinadas



El restaurante del Museo de Arte, que ocupa un volumen acristalado que rebasa el plano de fachada de los niveles inferiores, dispone de una terraza al aire libre con espléndidas vistas sobre la bahía y la ciudad.

REFERENCIAS

Obra: Museo de Arte Moderno y Museo de Arquitectura de Estocolmo.

Autor: Rafael Moneo.

Promotor: Statens Fastighetsverk (National Property Board) +(46) 8 696 70 50.

Arquitectos encargados del proyecto:

Belén Moneo y Jeff Brock.

Arquitecto en la obra: Max Holst.

Equipo: Fernando Iznaola, Ignacio Quemada, Eduardo Belzunce, Michel Bischoff, Robert Robinowitz y Lucho Marcial.

Arquitectos asociados: White Architecture AB, +(46) 8 402 25 00. Arquitecto principal: Ragnar Uppman. *Equipo asociado:* Björn Norén, Viljar Päss, Anna Karin Edlbom, Magnus Croon, Mats Anslöv, Lars-Erik Karlsson, Louise Masreliez.

Estructura: Tyréns Byggekonsult AB.

Instalaciones: Energo AB.

Electricidad: WO-Konsult AB.

Instalaciones de iluminación:

KTH Arkitektur/belysningslära.

Diseño de iluminación: Fisher Marantz Renfro Stone.

Seguridad: Team TSP Konsult AB.

Contra incendios: Brandskyddslaget BOTAB AB.

Acústica: Ingemanssons Akustik.

Escenografía: Arleno Arkitektur & Teater.

Diseño interior:

Espacios públicos: Rafael Moneo, Belén Moneo y Jeff Brock.

Restaurante, biblioteca, tienda: Thomas Sandell.

Oficinas: Karen Nyren.

Piedra: Stenfirma Bror.

Törner AB, +(46) 8 651 75 90.

Pavimento de madera: Stombergs Massiva Trågvolv, +(46) 171 532 00.

Paneles de madera: Nya Sövar

Snickerifabrik AB, +(46) 90 502 70.

Techos: Perakustik AB, +(46) 8 795 99 30.

Particiones de acero: Skanska

Stålteknik AB, +(46) 40 16 33 90.

Puertas: Skellefteå Snickericentral, +(46) 910 259 00.

Puertas de acero: Maxi Door AB, +(46) 581 315 20.

Yesos: Bosab Gipspåsar & Fiberbetong AB, +(46) 8 795 54 10.

Cubiertas en área de exposiciones: Rheinzink, +(46) 825 33 20.

Techos en salas de exposiciones: Sto.

Revestimiento paramentos de área de exposiciones permanentes: Knauf.

Paramentos aseos: Bisazza +(39) 444 70 75 11.

Suelos aseos: Partek Höganäs.

Situación: Isla de Skeppsholmen, Estocolmo.

Si generalmente el DOSSIER DE PRODUCTOS se concibe como una guía práctica de productos y sistemas existentes en el mercado, relacionados con el tema tratado, en el presente dossier dedicado a la cubierta inclinada, quizás es más evidente la intención de orientación y sistematización de las opciones que se nos presentan a la hora de ejecutar una cubierta inclinada, ofreciendo la posibilidad de proyectar una cubierta "a la carta".

Para ello se ha estructurado el dossier en los siguientes apartados: sistemas, bases estructurales, paneles y tableros, materiales de cobertura y elementos auxiliares.

Las soluciones que hemos considerado como 'sistemas' incluyen, generalmente, la base estructural, el aislamiento térmico y el material final de la cobertura. Se da el caso de que un sistema admita diferentes bases estructurales, no definiendo específicamente ninguna, por lo que la consideración de una solución como 'sistema' a veces es algo subjetiva.

En el apartado de bases estructurales se ha intentado evitar obviedades y repeticiones (ver dossier Tectónica número 3 "Hormigón *in situ*" y Tectónica número 5 "Hormigón prefabricado", apartado de cubiertas); se ha procurado incidir en soluciones estructurales que forman parte de algunos de los sistemas presentados, soluciones que plantean alguna singularidad o novedad o que sean complemento y base de alguno de los elementos de los demás apartados del dossier.

En lo referente a paneles y tableros, en el primer caso se ha tenido en cuenta sus características de aislamiento térmico y acústico, y en el segundo su carácter de elementos de formación de pendiente.

Al enumerar diferentes materiales de cobertura se ha hecho una nueva subdivisión según la naturaleza de dichos materiales: pétreos; hormigón y fibrocemento; cerámicos; metálicos, apartado a su vez subdividido en: acero, aluminio, cobre y zinc; cerrando con el subapartado de 'varios', que abarca desde los derivados asfálticos, fibras de vidrio, aglomerados de resinas, etc.

El último apartado está dedicado a elementos y materiales auxiliares de construcción, impermeabilización y recogida y evacuación de agua de las cubiertas inclinadas.

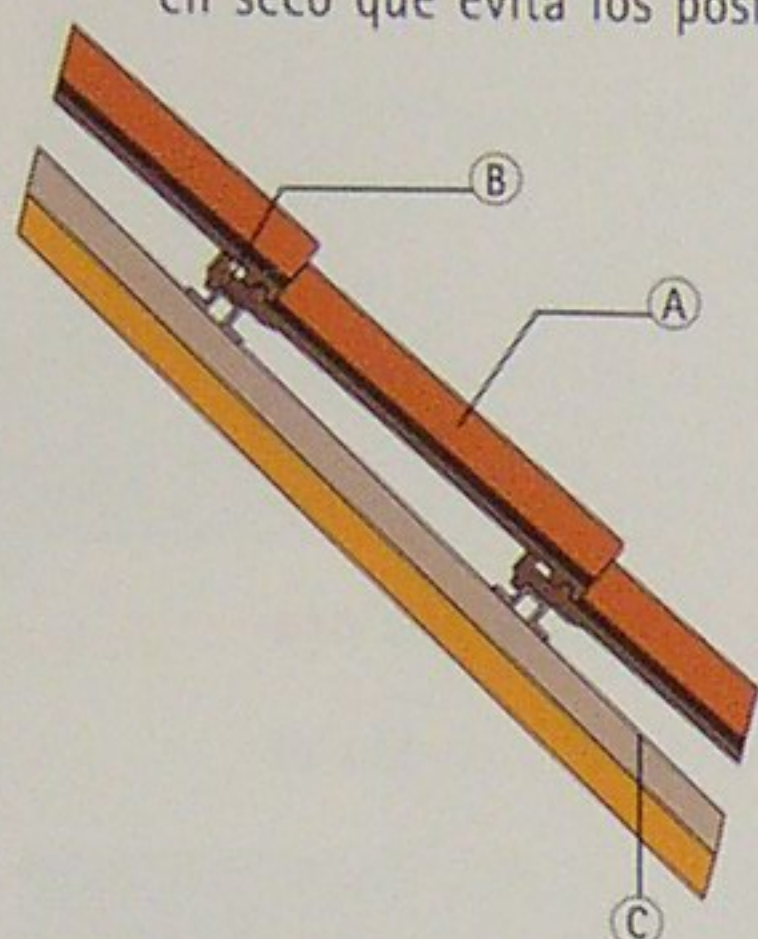
Secciones

Sistemas	78	Materiales de cobertura	
Paneles y tableros	84	piedra	98
Bases estructurales		metálicos	
madera	90	acero	99
mallas espaciales	92	aluminio	99
perfiles ligeros de acero galvanizado	93	cobre	100
Materiales de cobertura		zinc	101
hormigón y fibrocemento	94	varios	102
cerámica	96	Elementos y materiales auxiliares	104

BORJATEC

BORJA TEJAS CERÁMICAS, S.A. (EN COLABORACIÓN CON IMETSOL, S.A.)
 Av. de la Constitución, 1. 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)
 Tel.: 91 675 01 67/ 04 22. Fax: 91 676 37 47
 E-mail: tejasceramicas@borja.com
 P. web: www.borja.es

Solución constructiva para cubiertas de inclinación variable, de tipo habitable, ventilada y microventilada, que se compone de tres elementos que aportan estanqueidad, aislamiento térmico y acústico. Es una solución en seco que evita los posibles



Sección constructiva del sistema

A. Teja cerámica Borja.

B. Perfil omega galvanizado.

C. Panel sandwich Monorooft Imetsol®.

inconvenientes de las obras con mortero.

Estos componentes son:

- Teja cerámica y piezas especiales Borja como material de cobertura.

- Omega galvanizada, a modo de rastrel, para fijación al soporte.

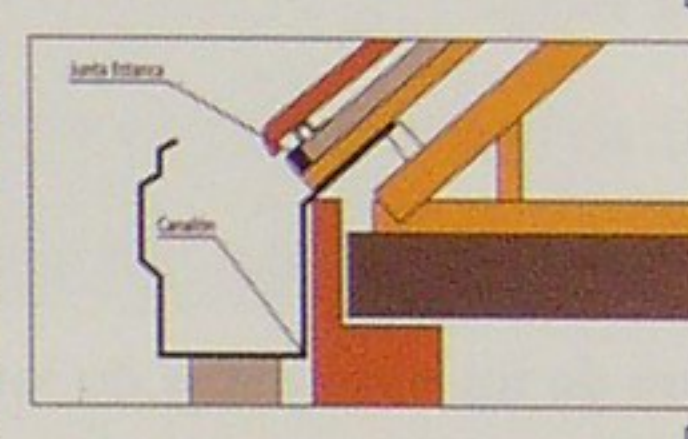
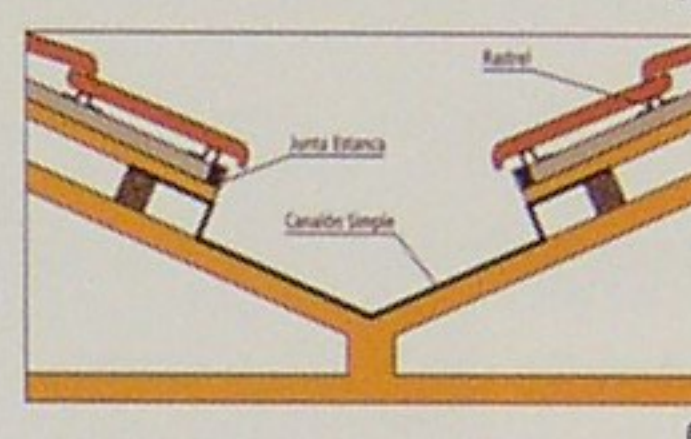
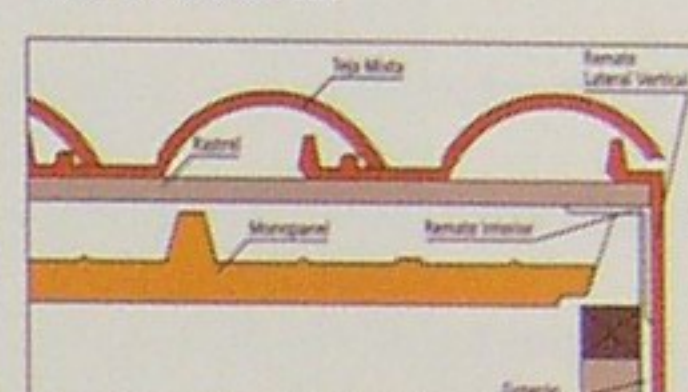
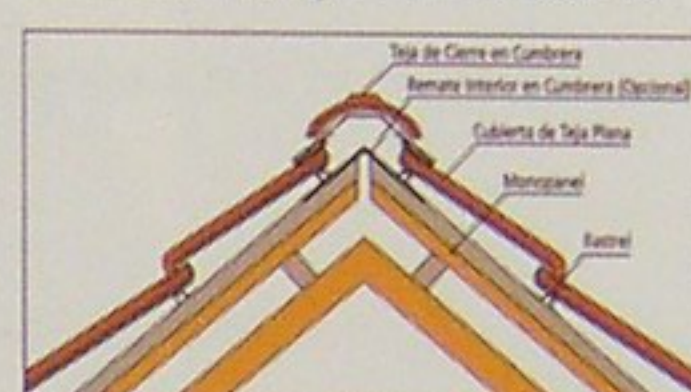
- Panel sandwich autoportante Imetsol como soporte. Formado por chapa nervada de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, espuma de poliuretano de 40 kg/m³ de densidad, y cara interior de lámina de cartón fieltro o de aluminio gofrado de 0,08 mm. Las características de los componentes son las siguientes:

- Teja cerámica Borja: no heladiza, permeabilidad >24 h, resistencia a la flexión >140 daN, tolerancia dimensional garantizada de $\pm 2\%$.

- Panel Imetsol® tipo "Monorooft A-38-P1.000-G4": colocación fácil y rápida mediante unión machihembrada y fijación mecánica con tornillos autorroscantes, válido para cualquier cubierta con pendiente > 5%.

El sistema se puede colocar so-

bre estructura metálica formada por pórticos de acero laminado, tabiques palomeros o muros de carga con correas metálicas o de hormigón. El peso total del sistema oscila entre 42 y 62 kg/m². La empresa facilita CD-ROM sobre el sistema.



Resolución de puntos conflictivos con el sistema Borjatec:

A. Encuentro en cumbrera o limatesa.

B. Remate lateral.

C. Encuentro en limahoya.

D. Canalón.

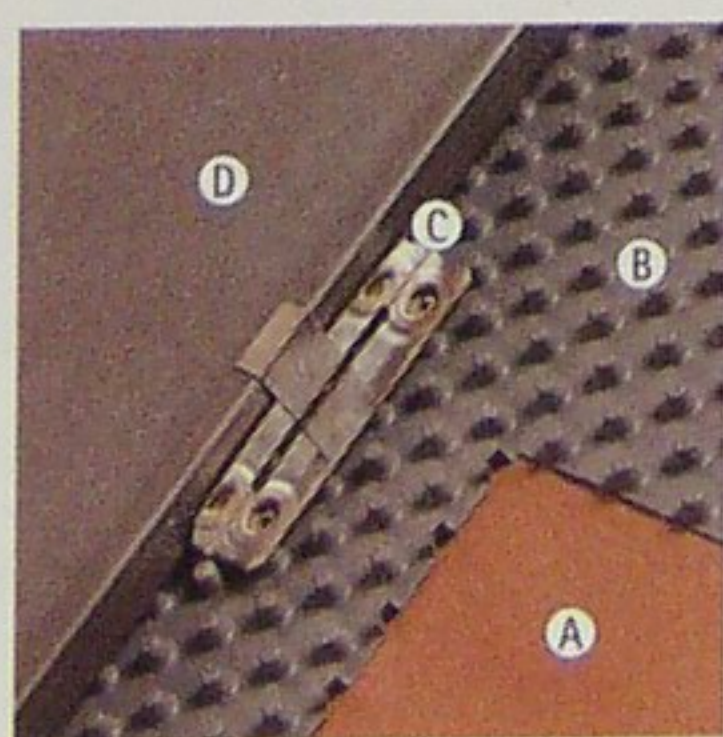
DELTA VM ZINC**SOGEM IBÉRICA, S.A. (UNION MINIERE)**

Pol. Ind. Cova Solera, s/n. 08191 Rubí (Barcelona)

Tel.: 93 586 04 50. Fax: 93 699 70 51

E-mail: sogemibbat@logiccontrol.es

Sistema especialmente concebido para realizar cubiertas en zinc, planas o curvas, sobre soportes tradicionalmente incompatibles. Consta de dos componentes: la cubierta VM Zinc y la membrana de burbujas HDPE Delta-VMZ, fabricada por Doerken.



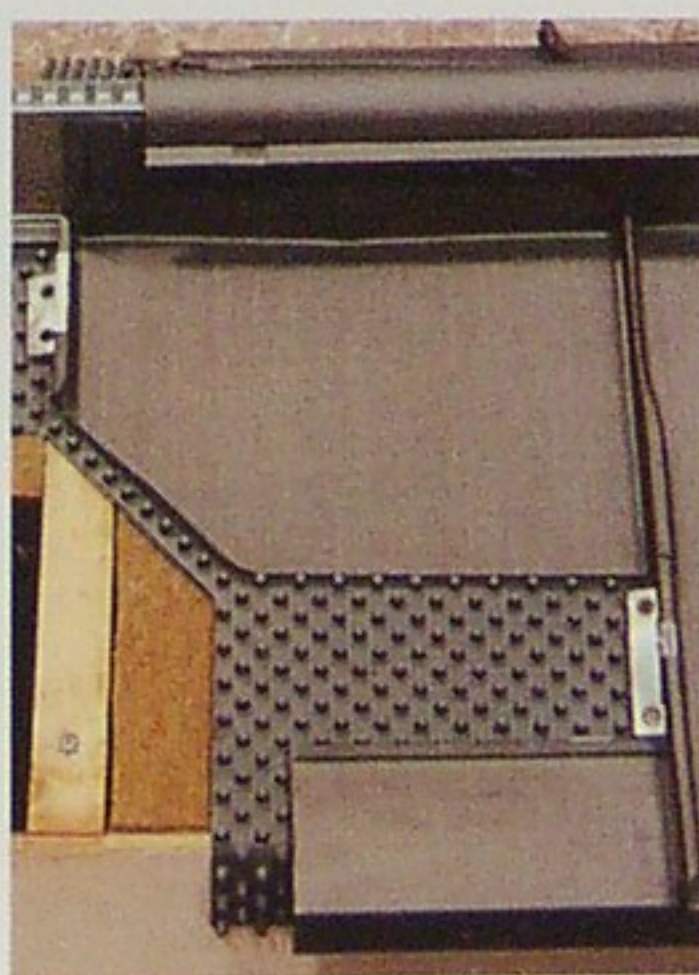
Componentes del sistema.

A- Soporte. B- Lámina Delta-VMZ.

C- Fijación con patilla móvil (también existe en versión fija y plana).

D- Bandeja de zinc VM Zinc.

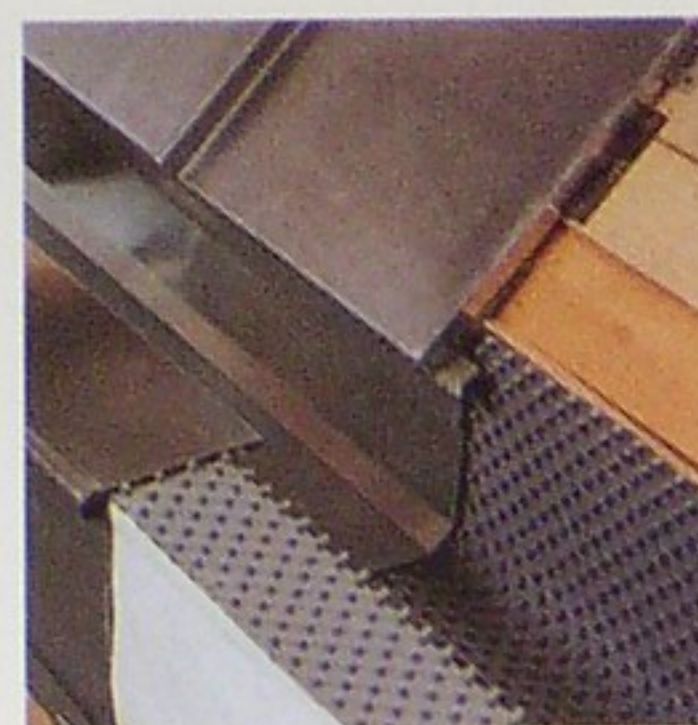
La membrana, de polietileno de alta densidad, evita el contacto entre el zinc y soportes incompatibles como maderas con pH inferior a 5 (alerce, roble, castaño,



Detalle constructivo de cumbrera ventilada. La empresa dispone de todos los accesorios necesarios para la construcción completa de la cubierta en cualquiera de los cuatro acabados estándar.

cedro rojo, pino Douglas y cedro blanco), paneles derivados de estas maderas o que contengan taninos o colas fenólicas, hormigón, cobre etc., permitiendo la evacuación del agua de condensación que pueda formarse en la cara interna de la bandeja de zinc, gracias a la existencia de burbujas que crean un espacio de respiración en la cubierta.

El sistema se puede colocar en



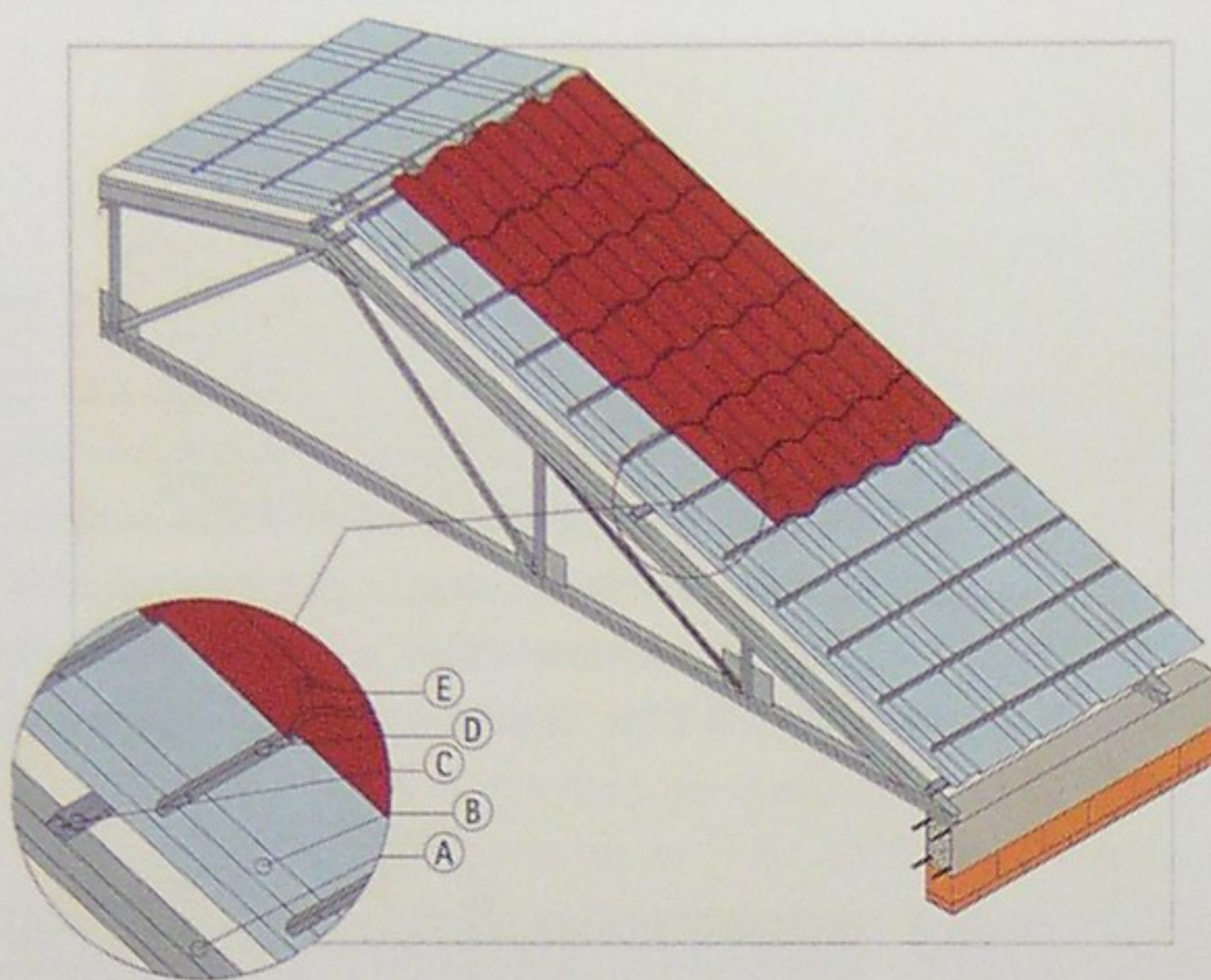
Detalle constructivo de canalón oculto.



edificios nuevos o en rehabilitación (controlando la calidad del soporte) y directamente sobre cualquier base: mortero, piedra, metal, madera o derivado de la madera, hormigón (exceptuando el celular). El soporte ha de estar bien nivelado -desnivel máximo 5 mm- seco y en buen estado, con el fin de asegurar en todos los puntos una resistencia al arranque de la patas de fijación de la cubierta. Se recomienda efectuar pruebas en el caso de soporte de hormigón antiguo.

DOBLE CUBIERTA J3-F

INICI DE PROMOCIONS, ENCA S.L.
Aribau, 318, 2º - 1ª. 08006 Barcelona
Tel.: 93 414 11 19. Fax: 93 209 31 28



Detalle constructivo de la cubierta:

- A- Estructura ligera J3-F formada por perfiles de acero galvanizado tipo Sendzimir, perfilados en frío.
- B- Chapa grecada de acero galvanizado.
- C- Correa de acero galvanizado perfilada en frío.
- D- Rastrel metálico.
- E- Teja cerámica o de hormigón.

La doble cubierta J3-F incorpora dos pieles impermeables que aseguran una total estanqueidad.

La estructura de soporte se construye mediante la aplicación de cualquiera de las soluciones estructurales J3-F para la formación de cubiertas con pendiente (consultar ficha J3-F en el apartado 'bases estructurales / perfiles ligeros de acero galvanizado'), lo que permite eliminar el último forjado, crear un espacio habitable o formar pendientes registrables.

La piel interior está constituida

por chapa grecada galvanizada de una sola pieza desde cumbrera hasta alero.

Las correas bajo y sobre la chapa grecada cumplen las funciones de soporte y anclaje, y aseguran la aireación superior e inferior, a fin de evitar condensaciones.

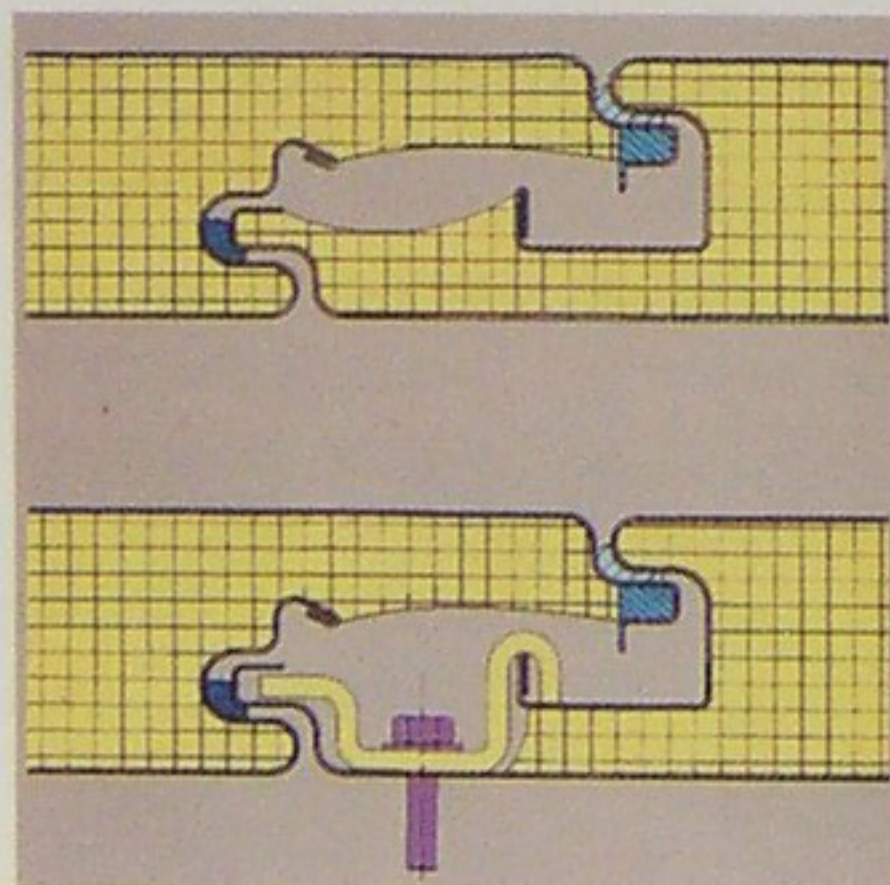
La piel exterior se forma con tejas mixtas cerámicas o de hormigón que, gracias a su sujeción en seco mediante pinzas, se montan segura y rápidamente y se reponen con facilidad.

FORMADECK

ROBERTSON ESPAÑOLA, S.A.
Carretera de Barcelona a Ribas, Km 25,600
08400 Granollers (Barcelona)
Tel.: 93 849 44 11. Fax: 93 840 03 09

Sistema de cubierta lisa, a base de paneles metálicos aislantes, completamente planos tanto por el lado exterior como por el interior.

La junta entre paneles, con un perfil de drenaje incorporado



Detalle de junta entre paneles: consta de doble junta de estanqueidad y canal interior de drenaje. En el caso de utilizar fijaciones, éstas quedan completamente ocultas por el solape entre paneles.

dentro de la misma, permite ocultar la fijación, con lo que se consigue una superficie lisa perfecta, sin remates ni fijaciones vistas.

El sistema Formadeck permite proyectar cubiertas arquitectónicas como una quinta fachada, utilizando una completa gama de soluciones especiales, en diferentes acabados y colores, incluyendo el cobre.

Características técnicas (excepto en cobre):

- Ancho: 900 y 1.000 mm.
- Longitud máxima: 10.000 mm.
- Espesor nominal panel: 50 mm.
- Espesor chapa: 0,7 mm; exterior liso o gofrado; interior liso.

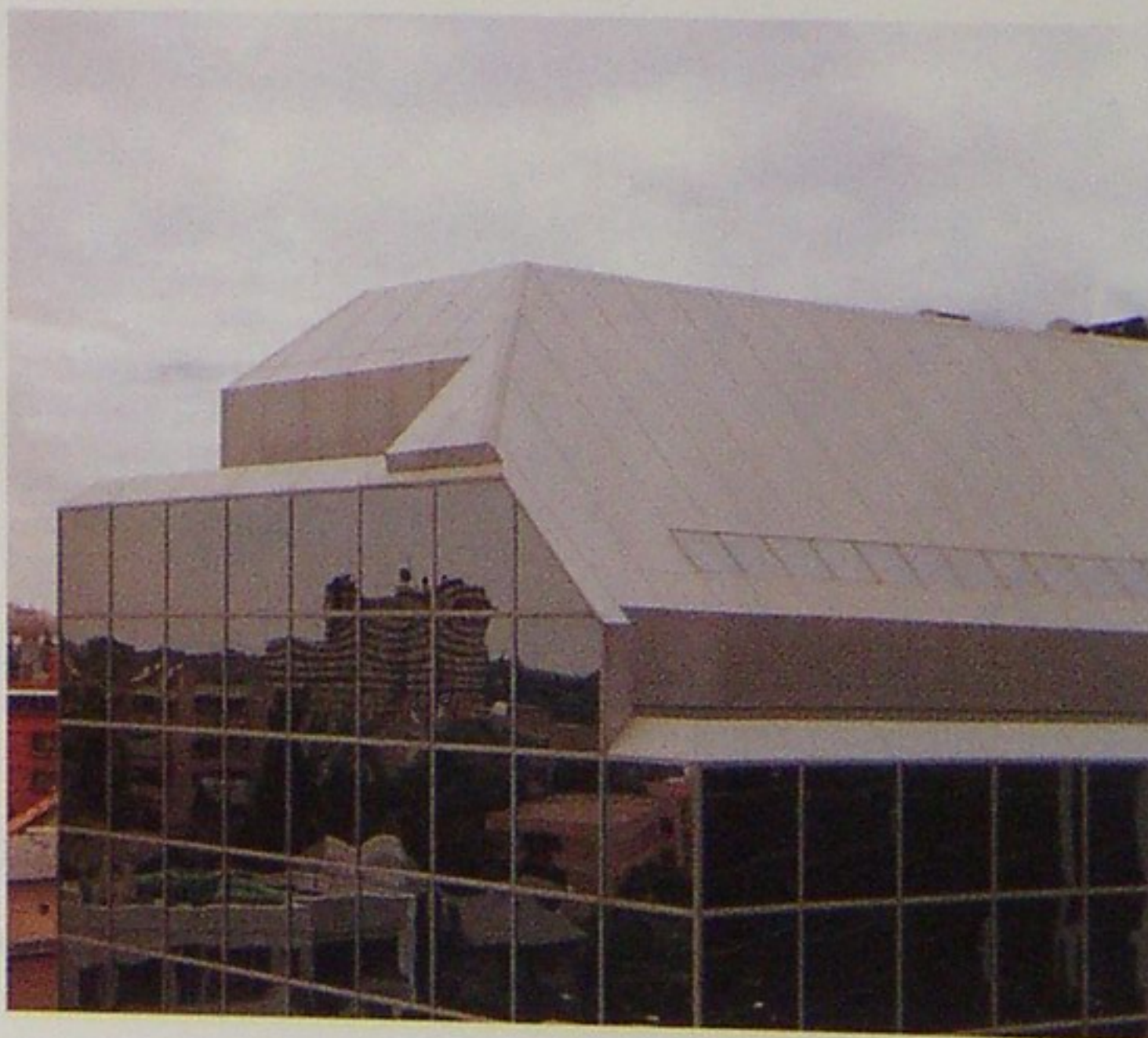
Núcleo aislante: poliuretano de densidad nominal 55 kg/m³.

Acabados: poliéster, SMP, PVF2. Colores: blanco, gris pizarra, metalizado plata, otros según carta RAL.

Valor K: 0,32 kcal/m² h °C.

Cargas y luces: 80 kg/m² para L= 2,5 m.

Pendiente: 5% mínimo.



Este sistema permite proyectar y construir cubiertas completamente lisas.

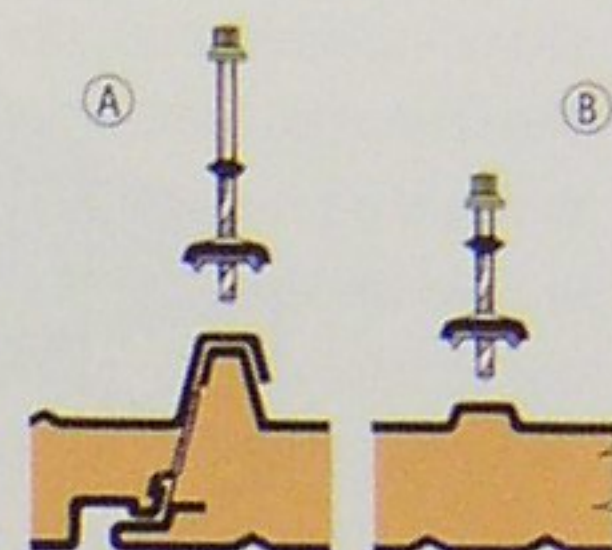
Sistema constituido por paneles formados por dos planchas metálicas, normalmente de acero galvanizado mediante el sistema Sendzimir (aunque pueden también realizarse en aluminio), entre los cuales se inyecta espuma plástica rígida de poliuretano. Para mayor protección, las planchas metálicas pueden ser prelacadas en varios colores o

tratarse de acuerdo al ambiente donde se coloquen.

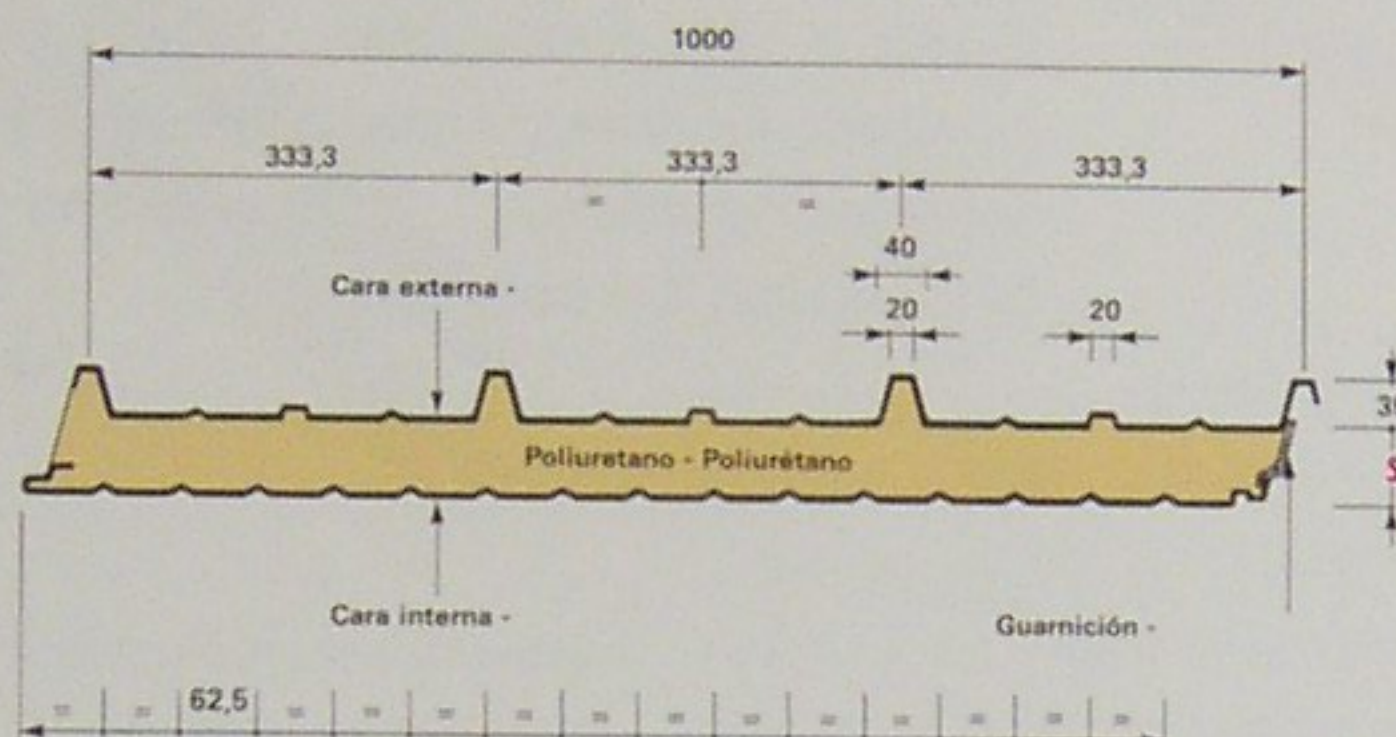
Destacamos el panel Cutec® 1.000, con plancha exterior de cobre, que se puede utilizar en cubiertas con una pendiente mínima del 7%. La cara interior es de acero zincado prelacado, para una mayor resistencia. Este panel es fonoabsorbente (nivel acústico medio 25 dB entre

10 y 3.150 Hz), aislante térmico ($K = 0,42 - 0,25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$), y su peso varía entre 11,20 y 12,85 kg según el grosor de los elementos que lo conforman.

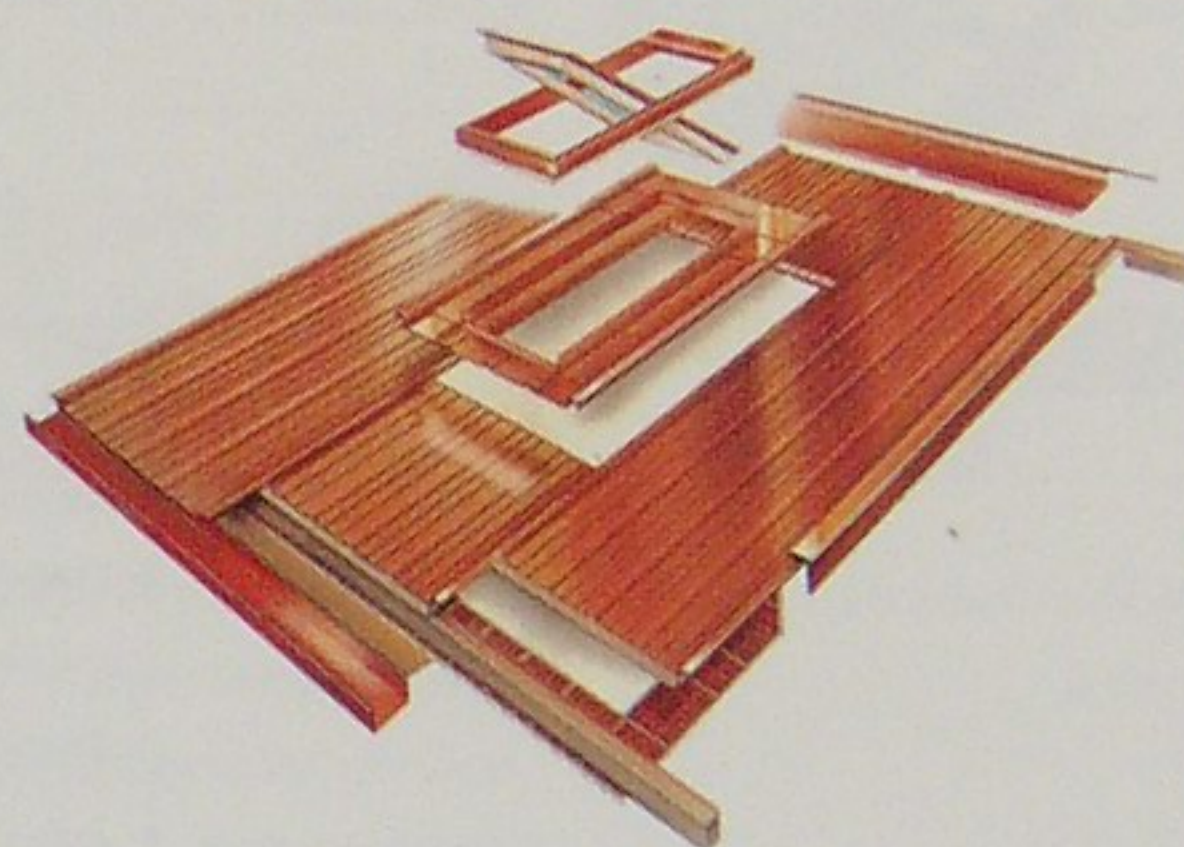
El sistema GT1 de chapas curvadas con idénticas características de los paneles y chapas planas de Imetsol®, y que incorpora todas las piezas de remate y accesorios, también se puede acabar con el panel de cobre Cutec®.



Esquema de colocación. La carpintería y todos los accesorios están integrados en el sistema.
 A. Fijación con ancla para la greca alta.
 B. Fijación con ancla para la greca baja.



Sección acotada del panel Cutec®. Los espesores (s) disponibles son: 30, 40, 50 y 60 mm.



INTERTELHA

BLOCOTELHA, S.A. (GRUPO MENESES)
Obispo San Juan de Ribera, 15 3ºD. 06002 Badajoz
Tel.: 924 24 89 92. Fax: 924 22 00 16

Las cubiertas Intertelha están formadas por chapas, nervadas o grecadas, metálicas de poco espesor y elevada inercia, cuya principal característica radica en que pueden desempeñar el papel de estructura de cubierta sin recurrir a estructuras complementarias, sustituyendo a las soluciones de pórtico convencionales.



Colocación de aislamiento de lana mineral en una cubierta doble. En la parte inferior de la imagen, espacio entre los perfiles para el aislante; en el centro, aislante colocado; en la parte superior, fijación de los perfiles.

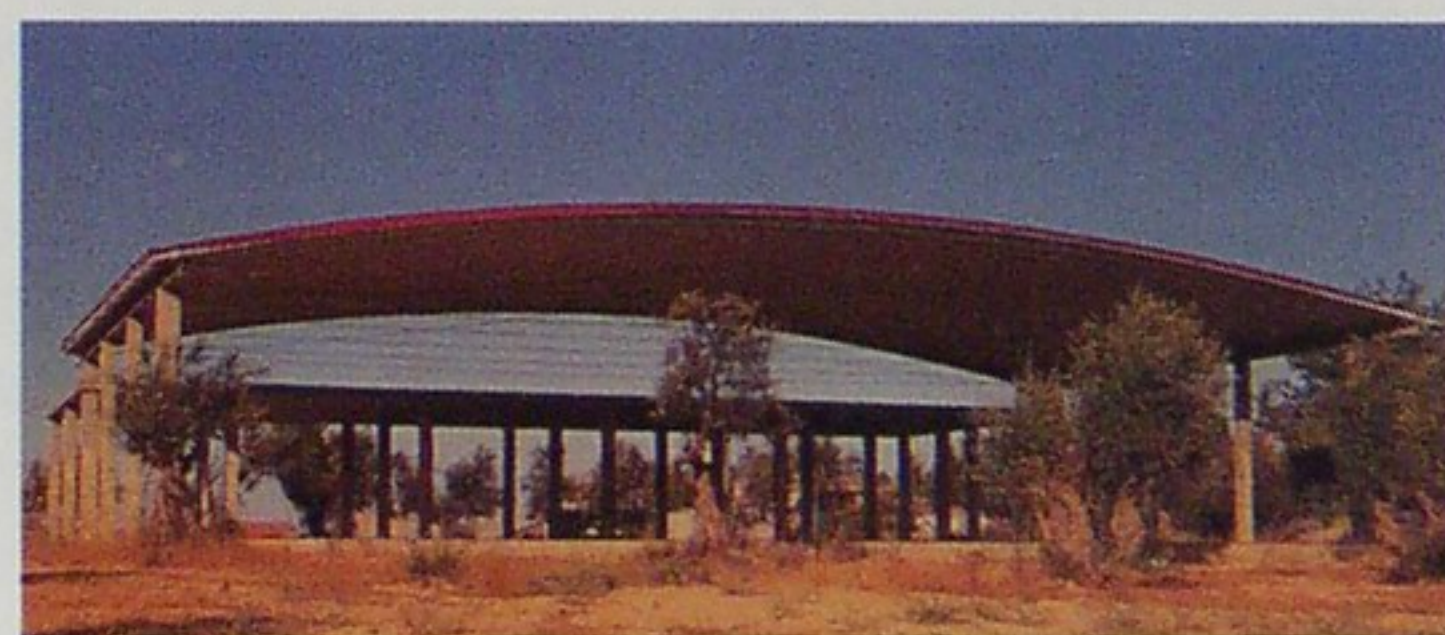
Las chapas tienen una protección por galvanización en caliente, con un espesor mínimo de 50 micras en cada cara. El complemento de protección y terminación se ejecuta mediante un prelacado en línea continua, a base de resinas termoplásticas o termoendurecidas. La solución más común corresponde a un espesor de 10 a 25 micras en ambas caras, pudiendo variarse en función de las necesidades específicas de resistencia a la corrosión y durabilidad.

Están disponibles varios modelos, según la solución constructiva:

- PS/IT 114: cubiertas de eje rectilíneo y luces de hasta 17 m sin estructura intermedia.

- AS/IT 114: cubiertas de eje curvilíneo, con apoyos metálicos

Ejemplo de cubierta metálica autoportante estabilizada con tirantes y contravientos.

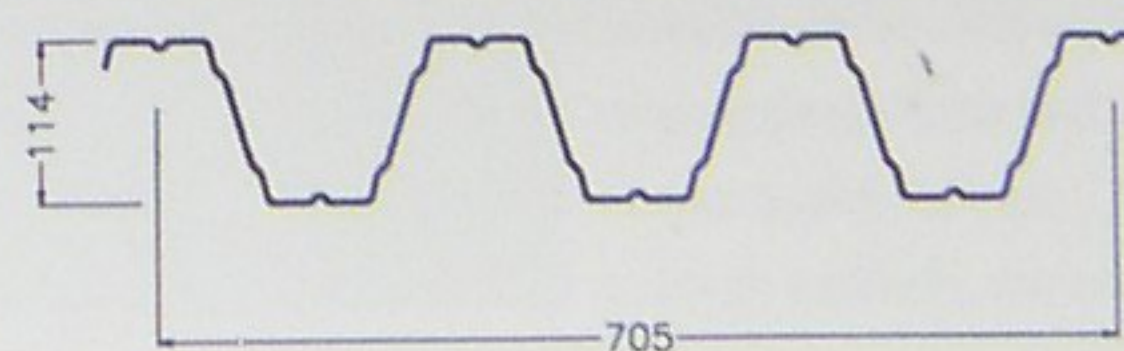


(caballetes) fijos a la estructura de soporte, y un conjunto de tirantes y contravientos.

- AD/IT 114: cubiertas dobles, formadas por una chapa de soporte, un perfil separador, un núcleo de aislante de lana mi-

neral y una chapa final con protección de poliuretano.

El grupo Meneses comercializa también otro sistema de cubierta metálica autoportante, de características similares, denominado Blocotelha.



Dimensiones del perfil tipo PS/IT 114 y AS/IT 114.

Las placas pueden alcanzar una longitud de 53 m.



Sistema formado por placas de aluminio, con un perfil especial que facilita el ensamblaje sobre las fijaciones a la estructura, y por todos los accesorios de re-

mate, elementos de iluminación y salida de humos.

Las placas se fabrican en diferentes anchuras (de 305 mm hasta 600 mm) y espesores (de

Palacio de Congresos de Valencia. Arqto: Norman Foster.



0,7 mm a 1,2 mm), en una amplia gama de colores RAL.

Como material básico se emplea la aleación $AlMn_1Mg_1$ con una capa protectora de $AlZn_1$.

La firma ofrece un departamento de planificación y estudio de las obras.

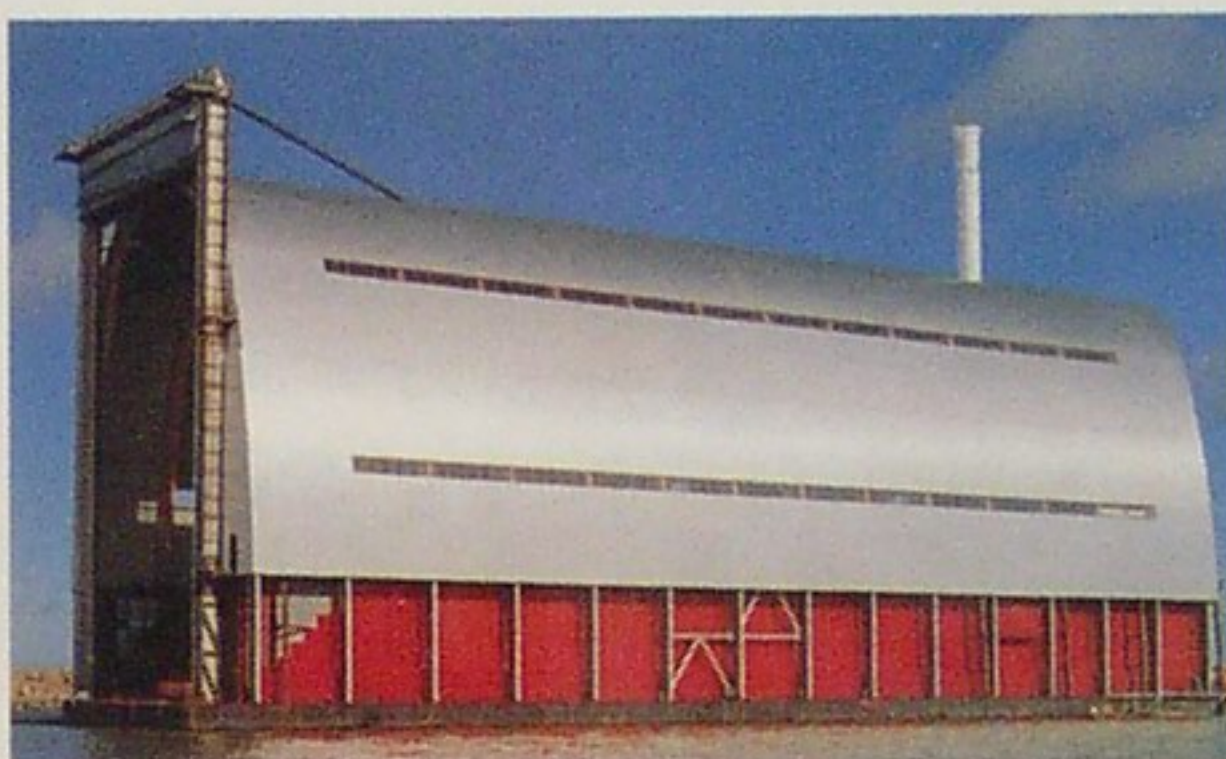
Si a causa de la extrema longitud de las placas no es posible su transporte hasta la obra, se pueden fabricar a pie de obra con una máquina móvil de torneear.

El bajo peso del sistema hace que sea adecuado para la renovación de cubiertas, incluso de estructura de madera.

El sistema también es aplicable a paramentos verticales.

A la izquierda, una máquina rebordecadora une las tiras ensambladas para formar la cubierta.

A la derecha, muelle flotante en Dinamarca.



MR-24

NORTON EDIFICIOS INDUSTRIALES, S.A. (BUTLER®)

Ribera de Axpe, 50. 48950 Erandio (Vizcaya)

Tel.: 94 480 06 25. Fax: 94 480 06 71

Sistema de cubierta metálica constituido por un mecanismo de deslizamiento-sujeción entre paneles y estructura que evita la rigidez y las tensiones provocadas por la contracción y dilatación térmicas, y paneles disponibles en los siguientes materiales:

- Aluminio de 0,9 mm de espesor con acabado natural o pre-pintado.

- Acero inoxidable de 0,65 mm de espesor.

- Acero de 0,66 mm de espesor con acabado en aluzinc.

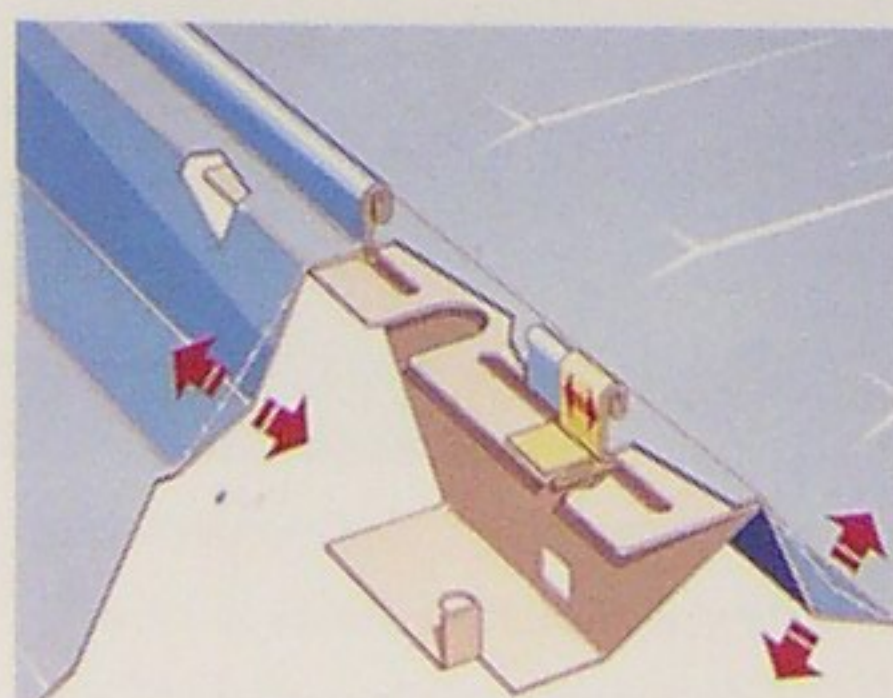
- Cobre de 0,65 mm de espesor.

- Acero prelacado (sólo bajo ciertas superficies y colores).

Los paneles, con una anchura estándar de 600 mm, se fabrican en la longitud requerida, con bordes laterales conformados para solaparse entre sí. En obra, se realiza mecánicamente una doble junta mediante una máquina accionada eléctricamente (Roof Runner, de la misma empresa), que resuelve la unión longitudinal entre paneles.

Los perfiles de fijación a la estructura cuentan con ranuras en toda su longitud; en ellas se in-

sertan pletinas deslizantes que quedan incorporadas a la doble junta mecánica. De este modo la cubierta MR-24 forma una membrana ininterrumpida sin taladros ni tornillos que la atraviesen.



Detalle de sujeción de los paneles y mecanismo de deslizamiento.



Museo de la Guerra, Duxford (Reino Unido).

Arquitecto: Clark Hatt & Quirke

PANEL NERVADO PERFRISA®

Panel compuesto por dos chapas de acero galvanizado –por inmersión en baño de zinc fundido– de 0,7 mm de espesor y, entre ellas, un alma de espuma rígida (poliuretano o polisocianurato con una densidad media de 40 kg/m³). Sobre la cara exterior –en la interna es opcional– se aplica el acabado adecuado a cada necesidad, que también reviste el tapajuntas. Los recubrimientos más usuales son los siguientes:



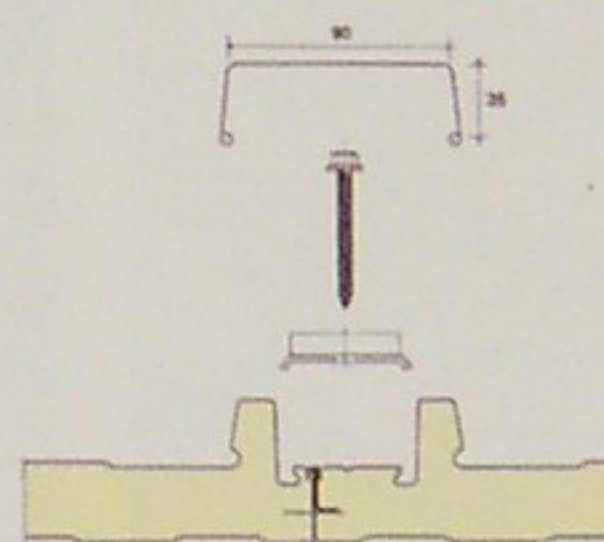
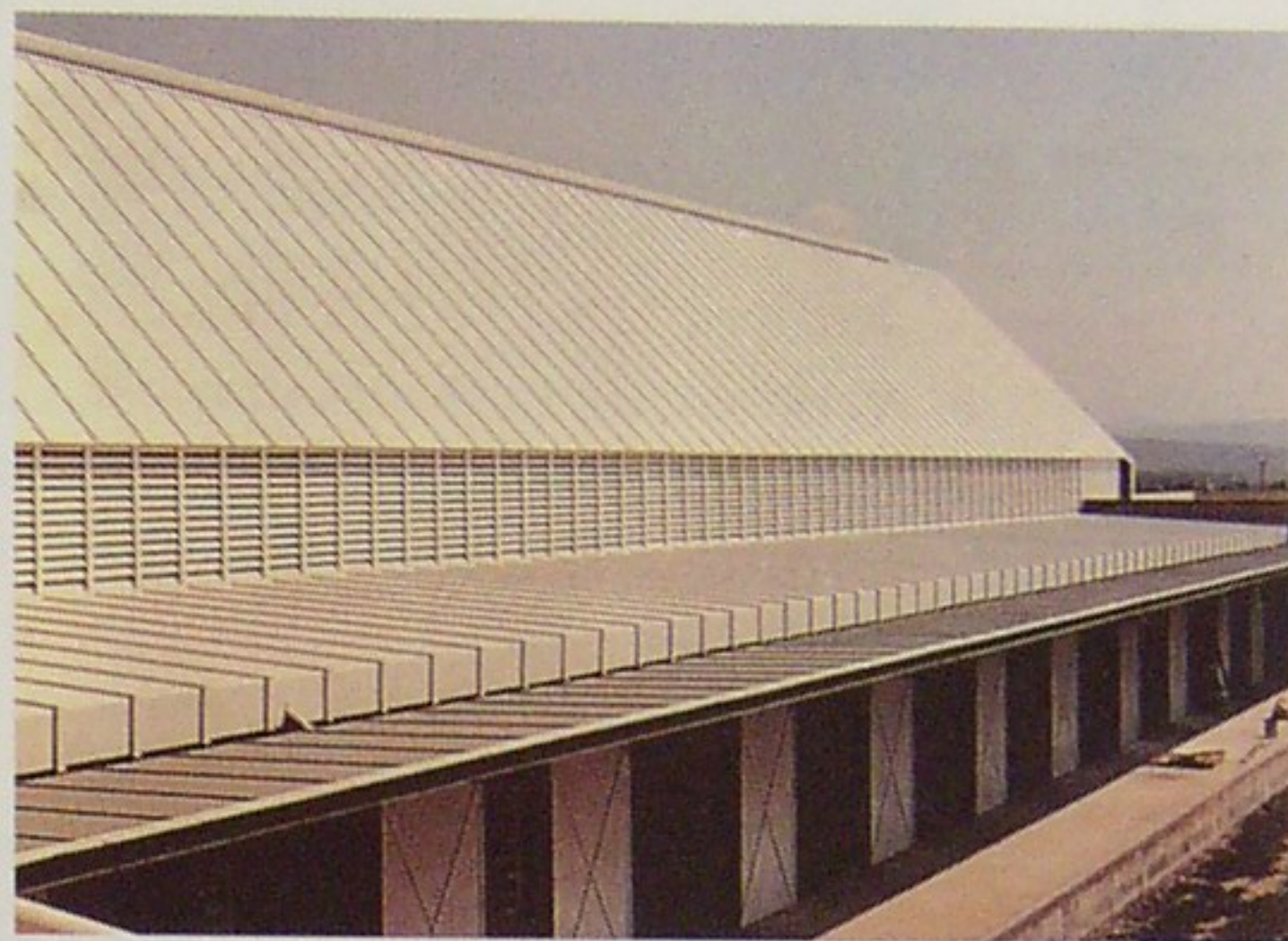
La estanqueidad de la unión entre paneles es total, hasta con pendientes del 5%.

ACERALIA TRANSFORMADOS
31195 Berrioplano (Navarra)
Tel.: 948 13 86 00. Fax: 948 13 86 74

- Poliéster silicona. Capa de 25 micras. Protección para ambientes poco corrosivos.
 - Plastisol: pintura de policloruro de vinilo (PVC). Capa entre 100 y 200 micras. Aconsejada especialmente en zonas marítimas.
 - PVF-2: resinas de fluoruro de carbono. Capa de 25 micras. Buen acabado para ambientes corrosivos.
 - Film acrílico. Capa de 75 micras. Utilización idónea en ambientes muy corrosivos.
 - Película de fluoruro de polivinilo. Espesor de 38 micras. Especial calidad de acabado.
- Los espesores de los paneles oscilan entre los 3 y los 15 cm, con coeficientes K de transmisión térmica entre 0,59 y 0,15 kcal/m²h°C.

El panel se complementa con chapas de remate en los mismos colores y acabados, así como lu-

cernarios, paneles translúcidos, etc., para formar un sistema completo.



Las dimensiones del panel estándar son: espesor, 3 cm; ancho 90 cm y longitud 1.200 cm, con un peso total de 12 kg/m² incluyendo tapajuntas y amarres.

RIVERGRIP®

GUIVES GIRONA, S.A. (ISCOM)
Carrer de les Paret, 11, bajos A. 17460 Celrà (Girona)
Tel.: 972 49 30 18. Fax: 972 49 30 01



Cubierta en aluminio prelacado; longitud de bandeja 14,60 m; pendiente 3%.

Cubierta en aluminio natural; longitud de bandeja 8 m; pendiente 10%.

Cubierta metálica, generalmente de aluminio –aunque también se utiliza el cobre y el acero inoxidable–, cuya característica fundamental es que el acoplamiento de sus elementos se realiza mediante enganches a presión. Gracias a un sistema de anclaje de poliamida reforzado, quedan eliminados los agujeros de la cubierta en la zona de unión entre bandejas.

Estos anclajes se fijan en los rastreles; posteriormente se introduce la primera bandeja metálica, y sucesivamente se encajan las demás a presión, cada una sobre la anterior.

El sistema permite ser utilizado incluso en cubiertas de poca pendiente (≈3%).

La longitud de las bandejas puede llegar a los 15 m.



A



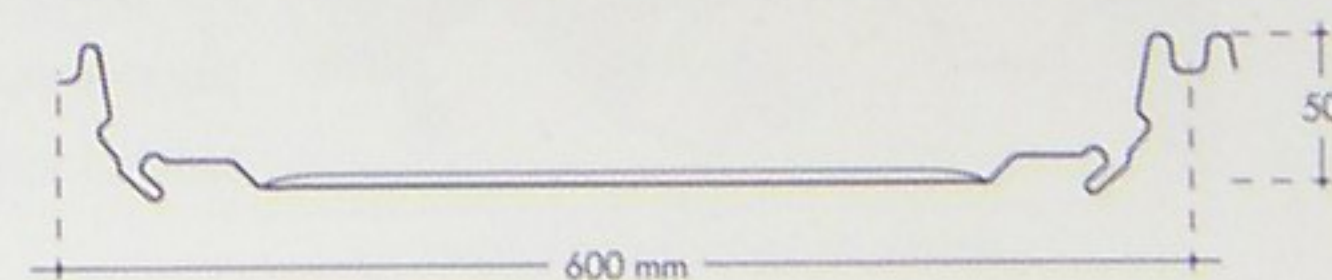
B

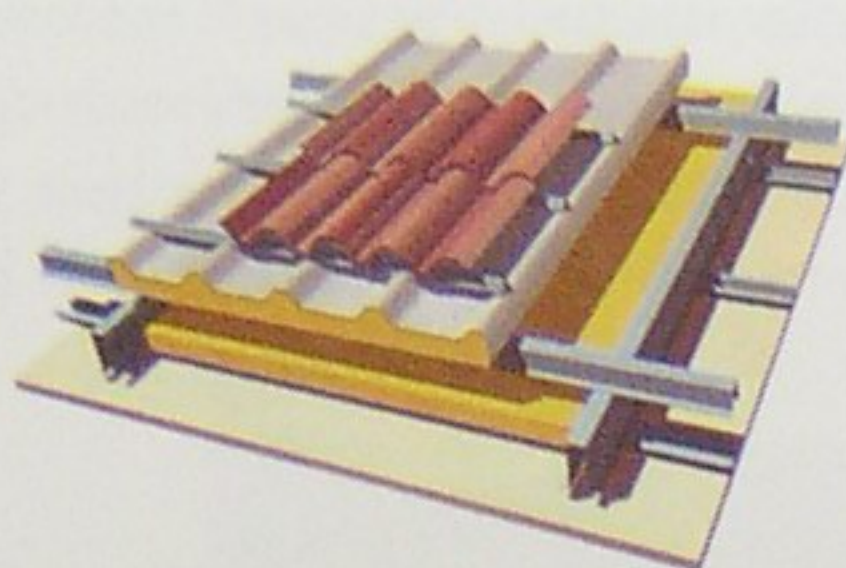


C

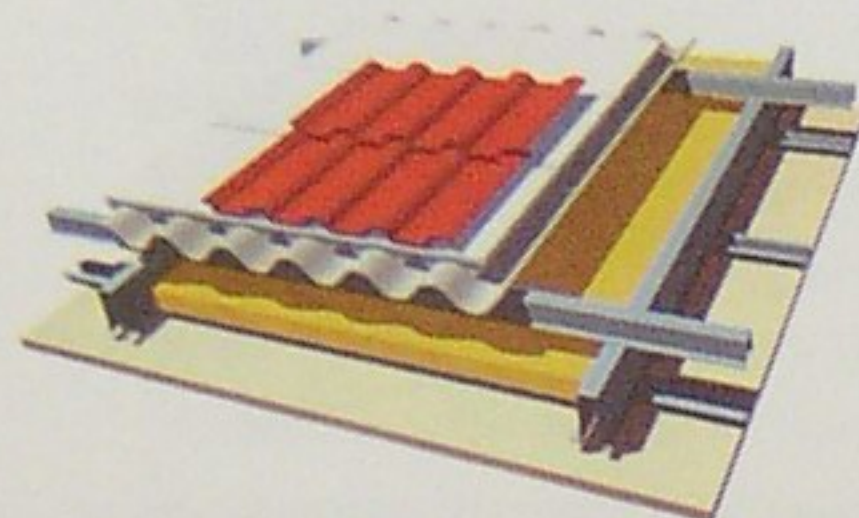
Secuencia de montaje
A. Fijación del anclaje al rastrel mediante dos tornillos.
B. Colocación de la bandeja en el encastre del anclaje mediante presión.
C. Acoplamiento de los nervios para conseguir una perfecta adherencia de las dos bandejas.

Abajo, sección y medidas de la bandeja Rivergrip®. El perfil especial de los nervios en combinación con el anclaje permite montar la cubierta sin necesidad de agujerearla.

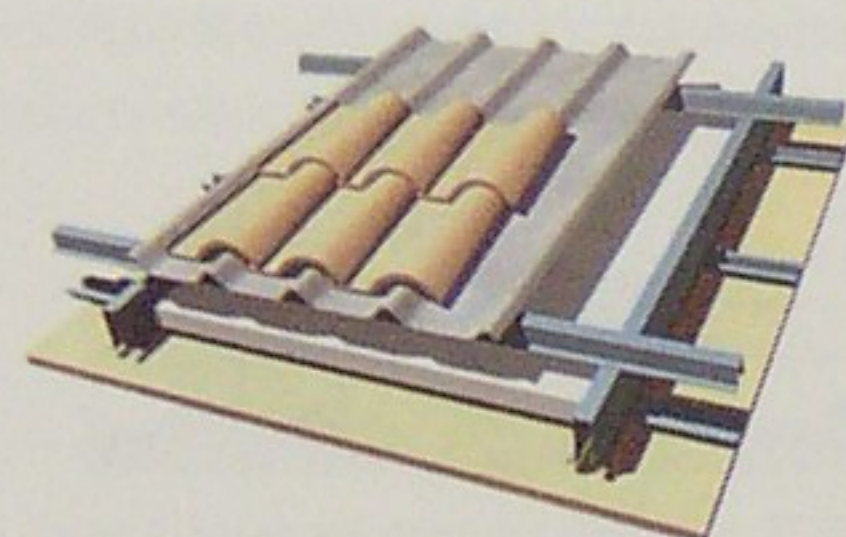




Tectum Plus con teja de hormigón Teide Uralita®, placa Uratherm® de perfil mixto, aislamiento de poliuretano y lana de vidrio y acabado Pladur®.



Tectum Medium con teja de hormigón Universal Uralita®, placa Granonda, aislamiento de poliestireno expandido y lana de vidrio y acabado Pladur®.



Tectum Basic con teja de cerámica mixta Uralita®, placa mixta, aislante de poliestireno expandido y acabado Pladur®.

El sistema de cubierta Tectum® se basa en la aplicación de cinco elementos básicos: la teja, de cerámica u hormigón; la placa soporte, de fibrocemento y que en el caso de incorporar aislamiento forma la placa Uratherm® (ver ficha en el dossier); el aislamiento (poliuretano extruido o expandido y lana de vidrio); la estructura, que puede ser cualquiera (aunque el sistema ofrece una metálica ligera) y el acabado interior (como Pladur®, Promat® -resistente al fuego- y otros).

Se constituye con ello una cubierta ligera, estanca, de rápido montaje -en seco-, ventilada y que cuenta con múltiples accesorios de remate.

En función del grado de aislamiento térmico y acústico que se quiera conseguir, se han establecido tres gamas:

-Tectum Plus:

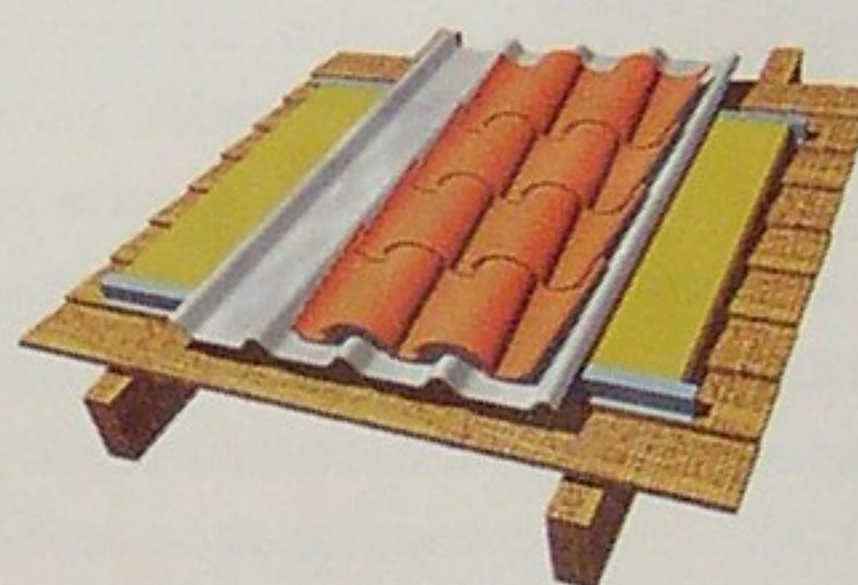
$K = 0,28 \text{ Kcal/h m}^2\text{°C}$.

-Tectum Medium:

$K = 0,40 \text{ a } 0,50 \text{ Kcal/h m}^2\text{°C}$.

-Tectum Basic:

$K = 0,47 \text{ a } 0,55 \text{ Kcal/h m}^2\text{°C}$.



Tectum Basic (Rehabilitación) con teja cerámica curva Uralita®, placa mixta y aislante de lana de vidrio.

TEGOSTIL®

ZANOLETTI STRUTTURE S.P.A.

Via Leonardo da Vinci, 285. 20090 Trezzano sul Naviglio. MI (Italia)
 Tel.: +(39) 02 48 42 25 15. Fax: +(39) 02 48 42 22 14



Imagen lateral y frontal del panel Tegostil® Compact. La variación de sección del aislante se utiliza como canal de ventilación de condensaciones.



Paneles metálicos con perfil de teja, en cobre (espesor 0,6 mm y 6,41 kg/m² de peso), aluminio (0,7 mm y 2,26 kg/m²) y acero (0,5 mm y 4,79 kg/m²).

Destacamos Tegostil® Compact, que constituye prácticamente todo un sistema: el panel está compuesto por una plancha metálica superior, que reproduce la forma y el aspecto de la teja en cualquiera de los materiales

descritos, y una chapa microgrecada inferior. Entre los dos viene aplicado un aislamiento de poliestireno expandido de celdilla cerrada, diseñado de forma que permite la microventilación del sistema.

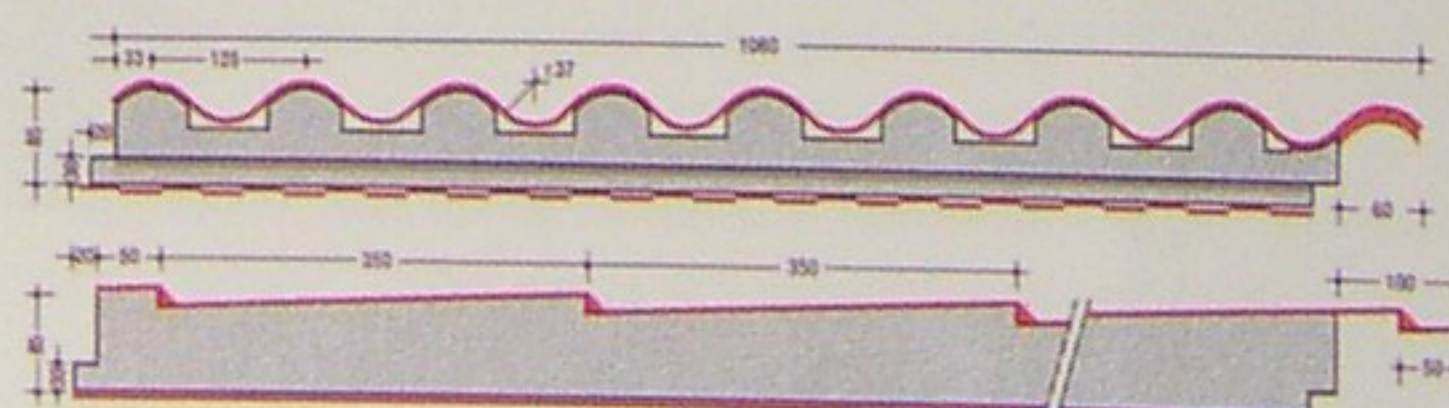
El poliestireno expandido empleado tiene una densidad de 25 kg/m³, con un espesor en el punto máximo de 85 mm, y en el mínimo de 40 mm.

Los módulos estandarizados tienen una longitud de 1.150, 2.200, 2.900 y 5.350 mm, y los siguientes pesos:

- Tegostil® Compact cobre (0,6 mm) = 12,30 kg/m².

- Tegostil® Compact aluminio (0,7 mm) = 8,16 kg/m².

- Tegostil® Compact acero (0,5 mm) = 10,68 kg/m².

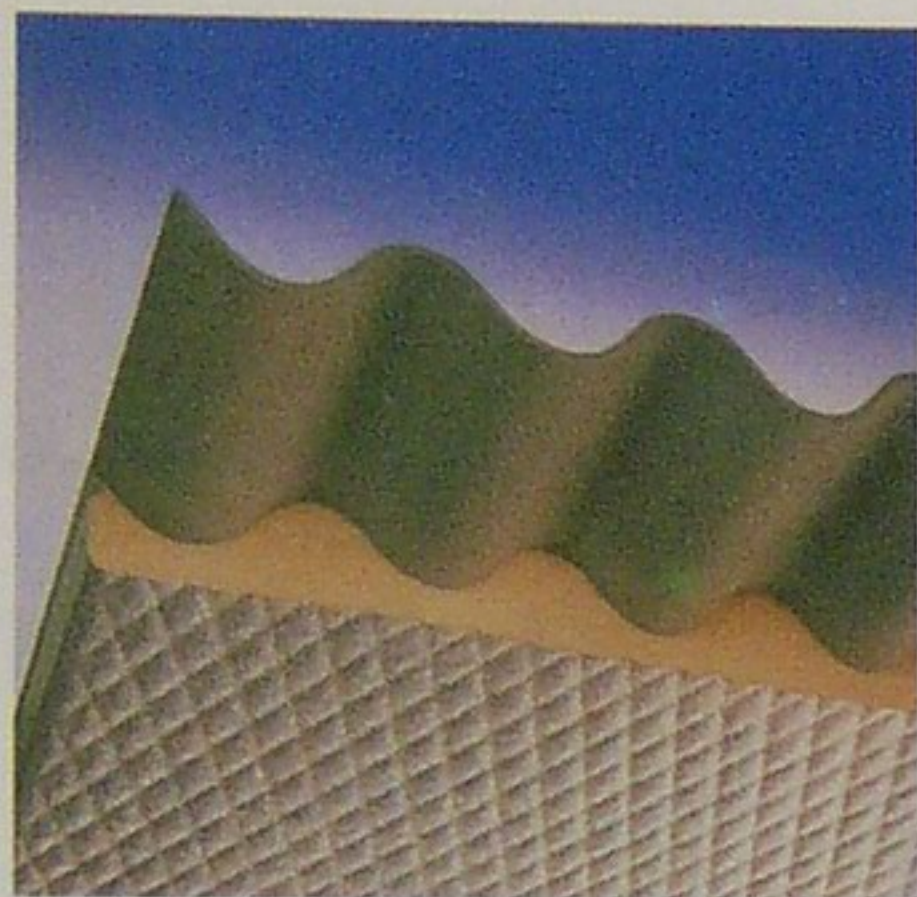


Sección transversal y longitudinal en las que se puede apreciar los bordes laterales para solape entre paneles.

URATHERM® GRANONDA Y PERFIL MIXTO

URALITA, PRODUCTOS Y SERVICIOS, S.A.
Mejía Lequerica, 10. 28004 Madrid
Tel.: 91 594 90 00. Fax: 91 446 70 09
E-mail: marketing@uralitaps.grusa.com

Es un sistema de cubierta y cerramiento integrado por una placa Uralita de fibrocemento, modelo Granonda o de perfil mixto, en la parte exterior; un aislante de poliuretano inyectado en molde, de densidad 30



En la imagen, los componentes del sistema: placa de fibrocemento Granonda, aislante de poliuretano inyectado y acabado interior de aluminio gofrado.

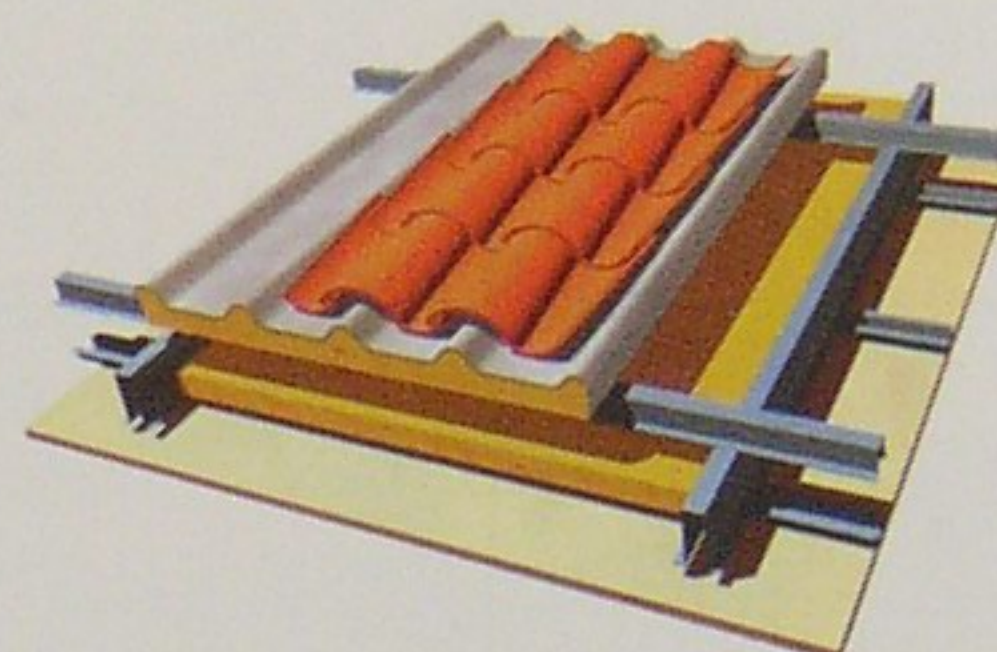
kg/m³, incorporado a la cara interior de la placa y un acabado interior superficial de aluminio gofrado.

La dimensión de la placa es de 1,10 m de ancho para Granonda y de 1 m para la mixta, con dos longitudes de serie: 1,52 y 2,50 m. Presenta un solape longitudinal de media onda, y solape transversal de 15 cm, aunque bajo pedido se puede suministrar con solape transversal de 20 cm. Los colores disponibles son: gris natural o pintado al horno en rojo flama o gris grafito, estos últimos únicamente para el modelo Granonda. Bajo pedido, la empresa puede suministrar otros colores.

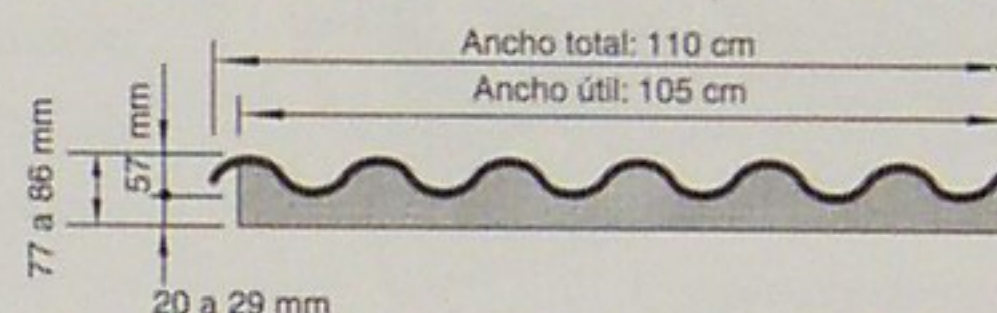
Las placas Uraltherm® utilizan los mismos accesorios diseñados para las placas de fibrocemento.

Las piezas de remate se fabrican en fibrocemento, en moldes o por inyección, o bien en aluminio lacado y conformado de 0,7 mm de espesor.

Por su perfil ondulado y sus características resistentes, es posible emplearla como soporte de tejas: directamente o con rastreles de sujeción.



Arriba, la placa Uraltherm® (en la imagen de perfil mixto), utilizada como soporte de tejas, agiliza la puesta en obra ya que facilita el alineamiento y la planeidad. Sus características aportan no sólo aislamiento térmico ($K = 0,34 \text{ Kcal/h m}^2\text{°C}$), sino también acústico. Abajo, dimensiones de placa y anchos de solape.



COSPAN

RAVAGO PRODUCTOS IBÉRICA, S.A. (SOCOMER)
Ctra. Alcover, s/n. 43141 Vilallonga (Tarragona)
Tel.: 977 84 13 12 Fax: 977 84 00 11

Paneles de cubierta constituidos por dos tableros Multiplex hidrófugos entre los que se adhiere un núcleo de aislamiento térmico.

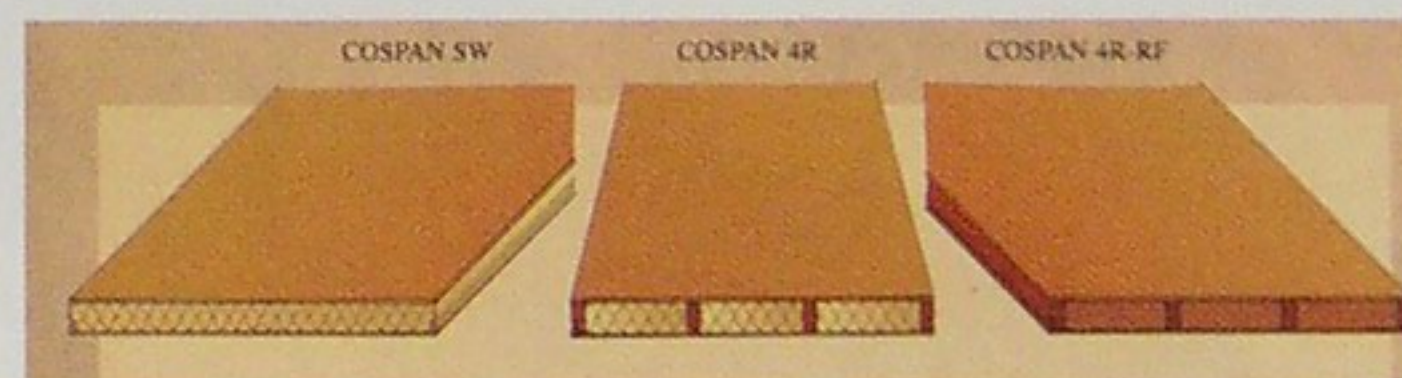
El tablero exterior puede ser bien múltiple e hidrófugo, de 9 mm de espesor y con acabado de abedul, o bien aglomerado, también hidrófugo, de 10 mm de espesor.

Para el tablero interior -múltiple e hidrófugo- también hay varias posibilidades de espesores y materiales: 9 mm y acabado de abedul, al que se puede añadir una última chapa de otra

madera (roble, haya, etc.); 9 + 3 y acabado en pino ranurado; 12 mm y acabado de pino polaco, y aglomerado hidrófugo de 10 mm de espesor.

El núcleo aislante a su vez puede ser de poliestireno extruido de 40, 50 ó 60 mm de espesor -modelo SW- o lana de roca -modelos 4R y 4R-RF, 60 ó 100 mm, respectivamente-, separado por cuatro nervios de madera. En la cara caliente de la lana de roca existe una barrera de vapor en aluminio de 1 mm de espesor. El ensamblaje entre paneles se realiza mediante lengüetas de poliestireno extruido (modelo SW) o de madera maciza (modelo 4R y 4R-RF).

La medida estándar de ancho es de 1.200 mm y se puede solicitar en cualquier largo.

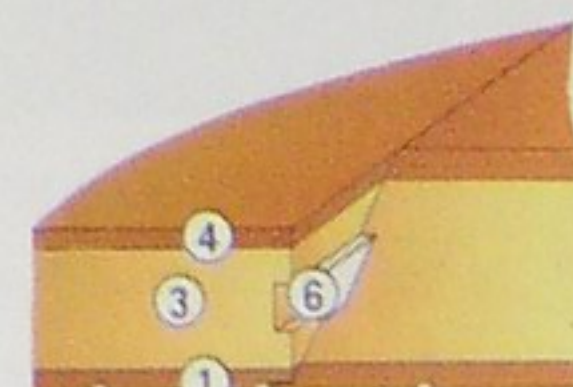
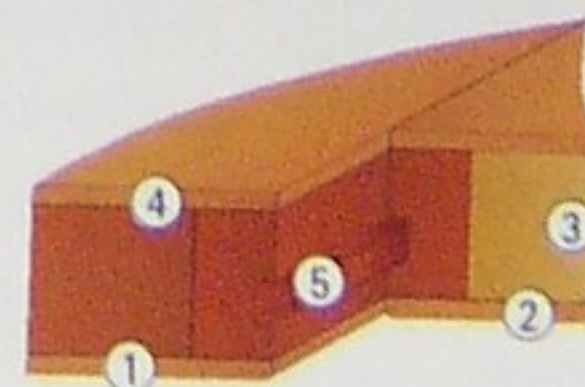


Variantes del panel Cospan. El modelo 4R-RF ha sido ensayado para tener una resistencia al fuego de una hora.

Abajo, composición de los paneles 4R y 4R-RF (a la izquierda) y SW (a la derecha):

- 1- Tablero interior.
- 2- Barrera de vapor en aluminio.
- 3- Núcleo aislante, lana de roca en los 4R y poliestireno extruido en el

- modelo SW.
- 4- Tablero exterior.
- 5- Lengüeta de madera maciza.
- 6- Lengüeta de poliestireno extruido

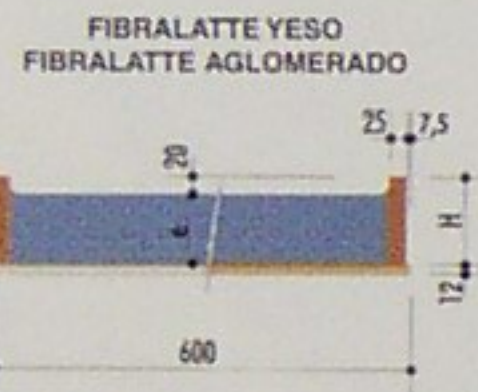
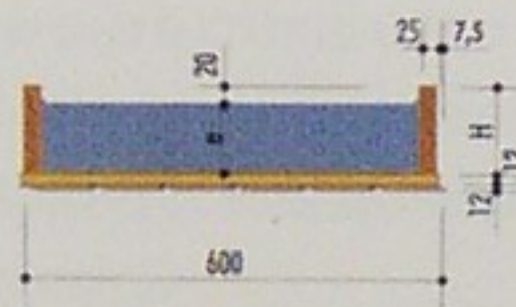


FIBRALATTE**KNAUF MIRET****Calafell, 1. Apdo. Correos 184.****08720 Vilafranca del Penedès (Barcelona)****Tel.: 93 890 10 11 / 17 32 / 19 32. Fax: 93 817 09 96**

El panel de cubierta con cabios Fibrallatte puede ser instalado tanto sobre estructura de madera como metálica, y comprende los siguientes elementos:



Los paneles, apoyados sobre las correas, son fijados a éstas con ayuda de dos clavos galvanizados en forma de 'L'—por panel y apoyo—; las juntas entre paneles son calafateadas con espuma de poliuretano.

**FIBRALATTE LAMBRIS**

Dimensiones de las variantes Fibrallatte. 'H' y 'e' pueden consultarse en el cuadro adjunto.

— Un panel base que admite diversas variantes:

Fibrallatte Yeso: placa de yeso Knauf hidrófuga de 13 mm.

Fibrallatte Aglomerado: panel de aglomerado CTBH de 12 mm de espesor y bordes biselados.

Fibrallatte Lambris: panel de aglomerado CTBH de 12 mm de espesor, con láminas de madera.

— Dos cabios de madera tratada, de 25 mm de ancho por 100 ó 125 mm de alto.

— Aislante térmico de poliestireno extruido K-Foam R.

El conjunto está solidarizado por clavado-encolado y el ca-

biado lateral permite tanto la fijación a la estructura de soporte, como el clavado de correas o subestructuras de montaje del material de cobertura.

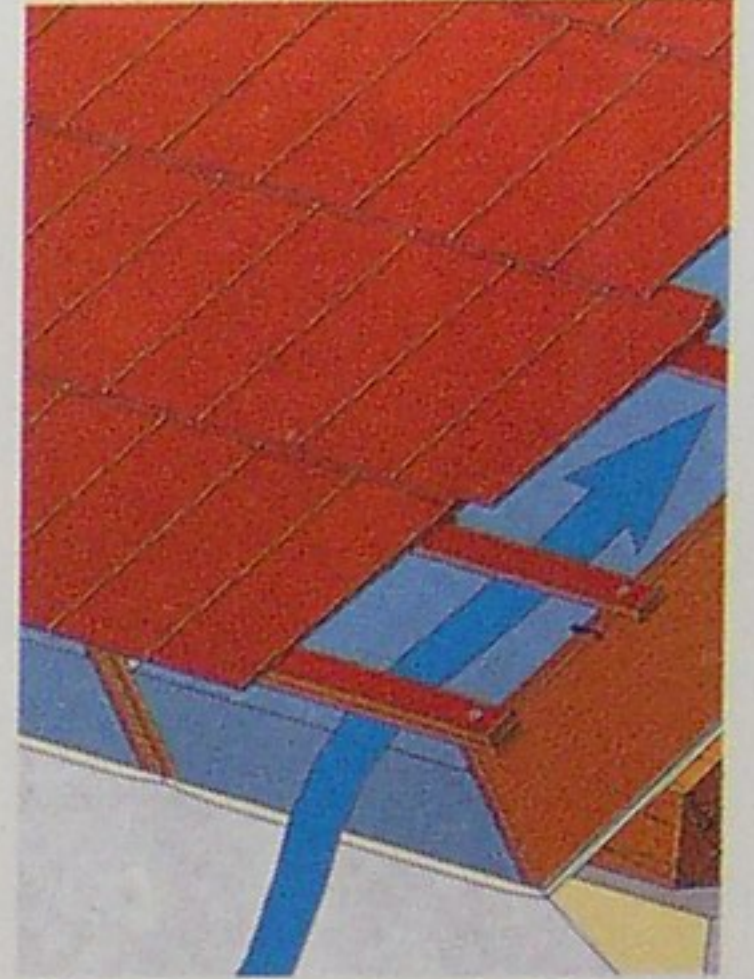
El aislante queda 20 mm por debajo de la altura de los cabios laterales para facilitar la ventilación de la cubierta.

Se fabrica en una anchura tipo de 60 cm, y en una longitud que varía entre 2,40 y 6,00 m, moduladas de 30 en 30 cm.

El peso de los paneles, dependiendo de su composición, es el siguiente:

ESPEJOR DEL AISLANTE (mm)	60	70	80	90	100	60+60
CABIOS (mm)	100 x 25			125 x 25		
(Peso indicativo en kg/ml)						
FIBRALATTE YESO	9,9	10,1	10,3	11,2	11,4	11,8
FIBRALATTE AGLOMERADO	9,3	9,5	9,7	10,6	10,8	11,2
FIBRALATTE LAMBRIS	12,9	13,1	13,3	14,2	14,4	14,8

Esquema de funcionamiento de la cámara de aire que se crea a causa del desnivel entre aislante y cabios.

**TABLERO LANA****LANA, S. COOP.****B° Santxolopetegi, 24 . Apdo. Correos 25. 20560 Oñati (Guipúzcoa)****Tel.: 943 78 01 11/ 07 00. Fax: 943 78 32 22**

Sus características se deben a un encolado en todas las direcciones y a la disposición perpendicular de las capas de madera.



Tablero de tres capas de madera (coníferas: abeto, pino, etc.) encoladas entre sí, de las cuales la central está dispuesta en sentido transversal.

Adecuados como tableros de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, presentan una buena estabilidad dimensional. Se mecaniza fácilmente y permite el escuadrado, lijado (grano 120), perfilado y canteado en fábrica, así como el torneado, esculpido y pulido con chorro de arena.

También admite tratamientos de hidrofugado, ignífugado, barnizado y teñido.



Se presenta en las siguientes dimensiones:

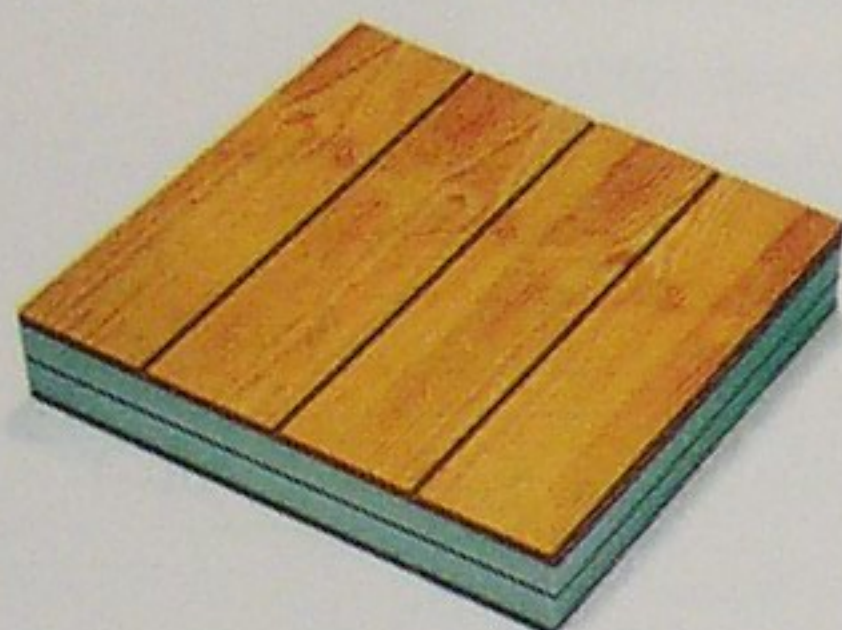
—Longitud : 2.000, 2.500 mm.

—Anchura: 1.000 mm.

—Espesor: 19, 25 mm.

El peso varía según el espesor: 10 kg/m² para el tablero de 19 mm y 12 kg/m² para el de 25 mm.

Panel Laripan. La acanaladura a lo largo del aislante se utiliza para colocar la lengüeta de madera de unión entre paneles.



Panel sandwich, especialmente concebido para la realización de cubiertas inclinadas, formado por dos tableros (ignífugos, fenólicos, hidrófugos, etc.) de diferentes espesores, unidos a un núcleo compacto de Styrofoam® (poliestireno extrusionado) que actúa como elemento aislante.

Colocación en cubierta: los paneles se clavan sobre los cabios de madera o sobre la estructura metálica. Las uniones se sellan con poliuretano, silicona o tira adhesiva de aluminio. Antes de colocar la cobertura se aplica barniz impregnante de poro abierto.



El acabado en liso o en tarima machihembrada permite dejar hacia el interior visto el panel.



Ofrece acabados en pino, aglomerado hidrófugo, roble, castaño..., hasta nueve variedades diferentes. Las medidas de los paneles son: 2.480 x 1.240 y 2.480 x 1000 mm. Las características técnicas del panel están recogidas en el siguiente cuadro:

ESPESOR NOMINAL ESTANDAR (mm)		60	80	100
COMPOSICION (mm)	CONTRACHAPADO	10	10	10
	STYROFOAM®	40	60	80
	CONTRACHAPADO	10	10	10
PESO (kg/m²)		12,30	13,20	14,10
COEFICIENTE DE TRANSMISION TÉRMICA K (kcal/h m² °C)		0,530	0,374	0,250

O.S.B.

MADERAS MEDINA, S.A.

Avda. de la Constitución, 69. 28946 Fuenlabrada (Madrid)

Tel.: 91 606 11 11. Fax: 91 606 87 06

E-mail: medinafuen@hotmail.es

El O.S.B. (Oriented Strand Board) o tablero de viruta orientada es un panel estructural de madera que comenzó su expansión al principio de la década de los ochenta en EE.UU. como una



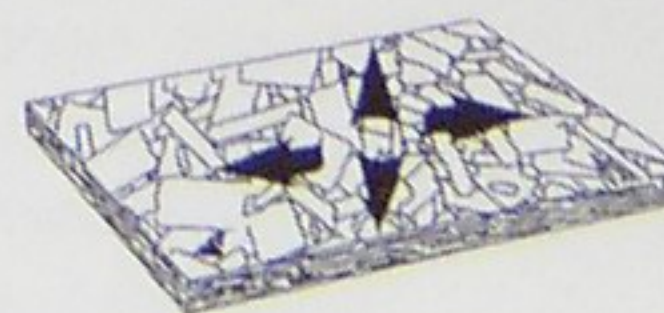
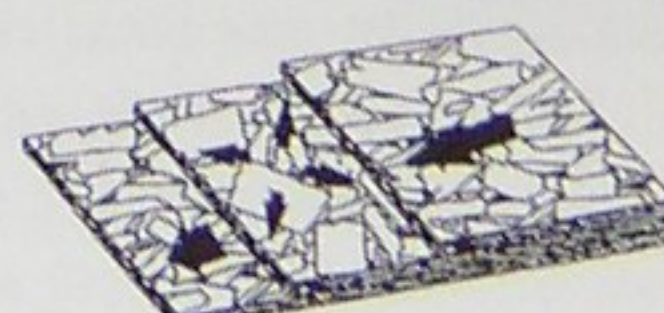
Aplicaciones en cubierta.

mejora de los tableros de viruta no orientadas utilizados hasta entonces.

El tablero basa su resistencia en la composición a partir de fibras de madera prensadas dispuestas en tres o cinco capas encoladas. En cada una de ellas, las virutas se orientan perpendicularmente entre sí. Con esta laminación cruzada se consigue el aprovechamiento de la resistencia natural de las fibras en sentido longitudinal, y la distribución de éstas en las dos direcciones del panel.

En cuanto a la morfología del tablero, éste se fabrica normalmente en dimensiones de 1,22 x 2,44 m, con distintos espesores (los más utilizados son 11, 12 ó

15 mm), con bordes rectos o machihembrados, y con tratamientos superficiales de lijado, estriado o simplemente con preparación antideslizante para facilitar trabajos en cubierta. Para su fabricación se utilizan especies



Distribución de la viruta en el tablero O.S.B.

como el pino amarillo del sur, el álamo temblón u otras maderas frondosas, como el abedul.

Para conseguir la correcta colocación de los tableros es necesario dejar una holgura de 3 mm en todo el perímetro de cada panel. Allí se disponen unas piezas en 'H' de acero galvanizado que corrigen las posibles deformaciones que pudieran producirse a lo largo de la construcción.

Admite cualquier tipo de sujeción y peso añadido, aunque la más usual es el empleo de teja asfáltica, clavada o pegada al OSB.

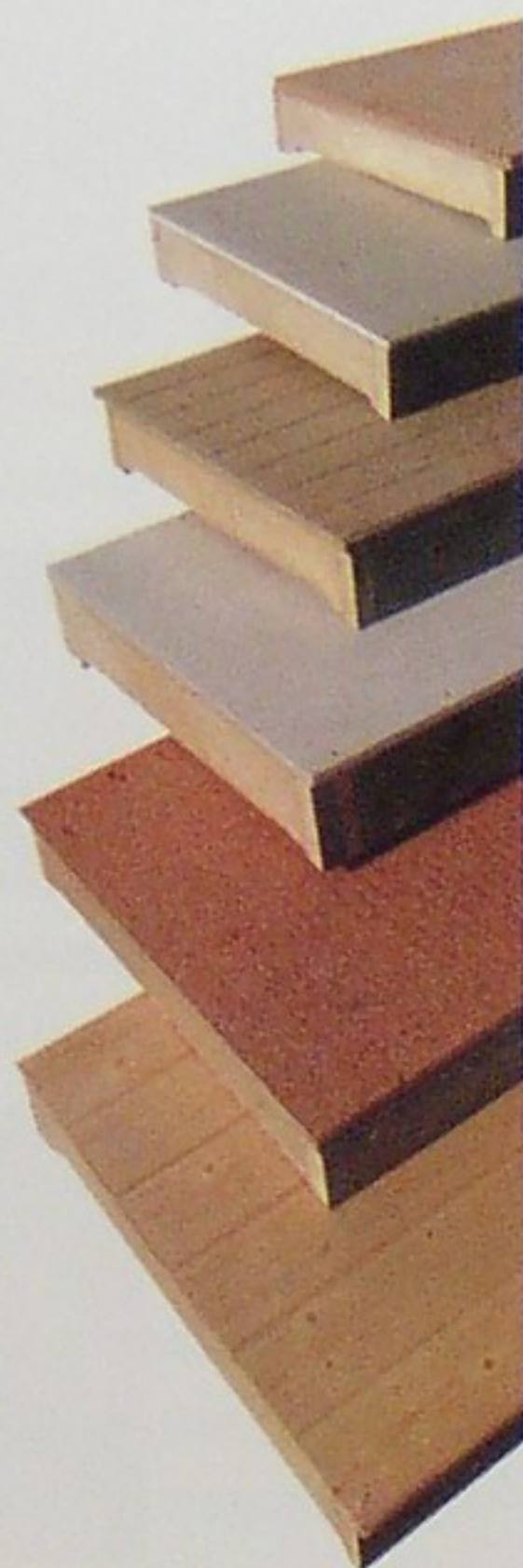
PLAFOND TRILATTE

TRILATTE

Tour de Bureaux de Rosny 2. Av. du Général-de Gaulle. 93118 Rosny-sous-Bois Cedex (Francia)

Tel.: +(33) 4 68 57 28 18. Fax: +(33) 4 68 57 17 70

Gama de paneles Trilatte. De arriba abajo:
Triphone M1, Triplatre M1, Triagglo Ranurado,
Triplatre M0, Triagglo, Trilambris.



La firma Trilatte fabrica este panel formado por un tablero de 60 cm de anchura y de 2,40 a 6,30 m de longitud cada 30 cm, rigidizado en sus cantos por unos cabios de madera, ensamblados en fábrica, que sirven como cabios de apoyo para las correas o estructuras auxiliares del material de revestimiento. El espacio entre los cabios está relleno de un aislante rígido de espuma de poliuretano, de sección variable (de 5 a 14 cm) según la capacidad aislante requerida. Esta capa queda 2 cm por debajo de los cabios para garantizar una cámara de ventilación bajo el material de revestimiento. Según el material del tablero inferior reciben diversas denominaciones:



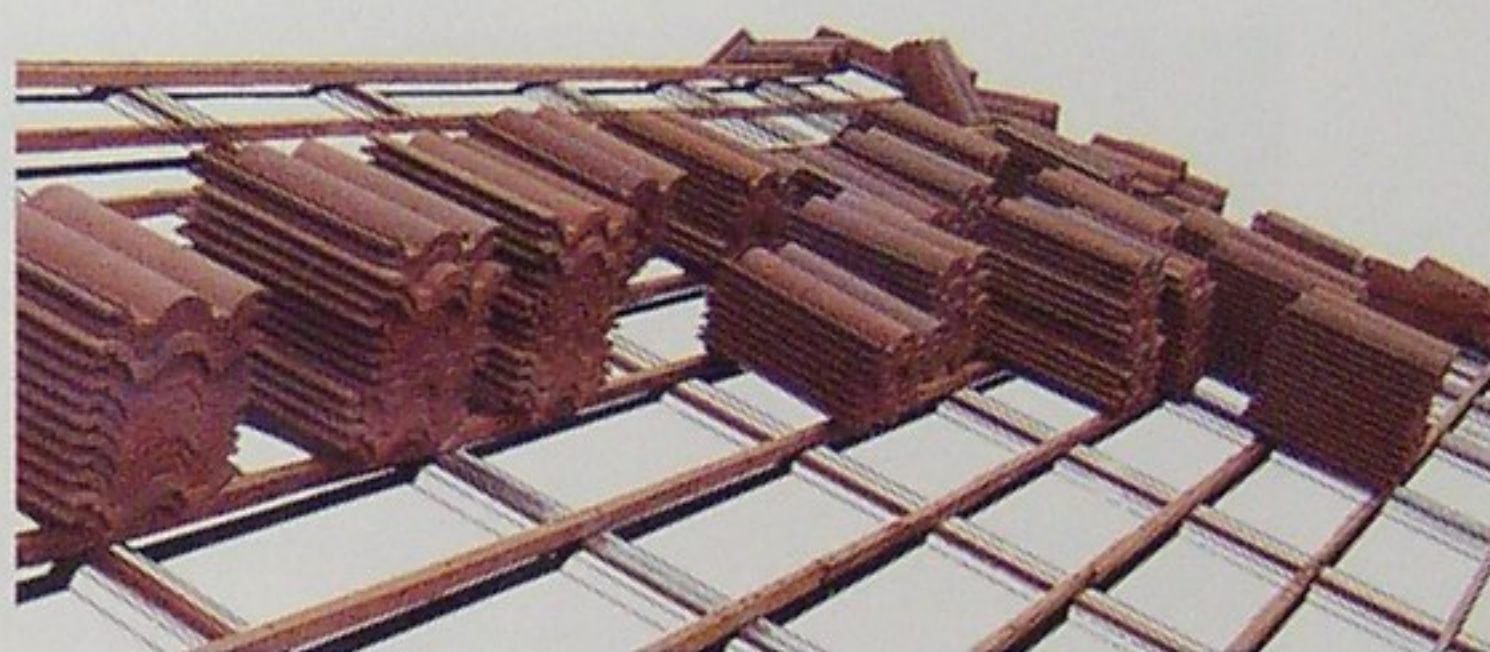
- Triplatre: el más sencillo, con cara inferior de yeso M1 o yeso comprimido M0.

- Trilambris: cara inferior de machihembrado de madera, normal o M1.

- Triagglo/ Triagglo Ranurado: con cara inferior de aglomerado, ranurado o liso, con posibilidad de clasificación ante el fuego M1.

- Trimelaminado: con cara inferior de melaminado liso o ranurado, con posibilidad de clasificación M1.

- Triacústico: con cara inferior en varios acabados: fibra fina, travertín o perforada (M1).



Los cabios laterales se emplean con base de las estructuras auxiliares del material de revestimiento.

SAPISOL®

FARGEOT S.A. ESPAÑA

Aurora, 79. 08700 Igualada (Barcelona)

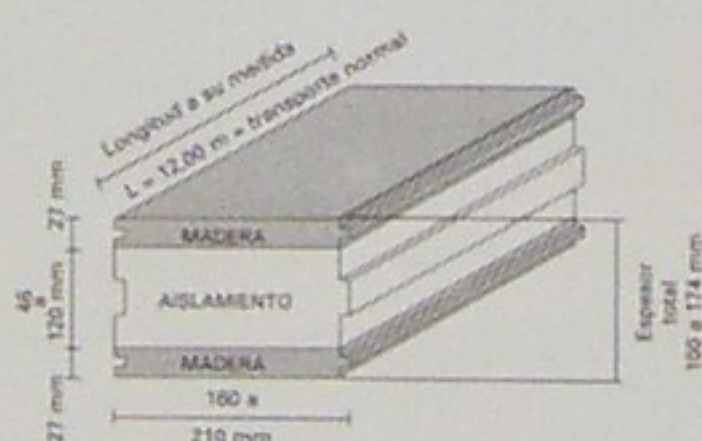
Tel : 93 805 56 78 Fax: 93 805 25 59

E-mail: fargeot@compuserve.com



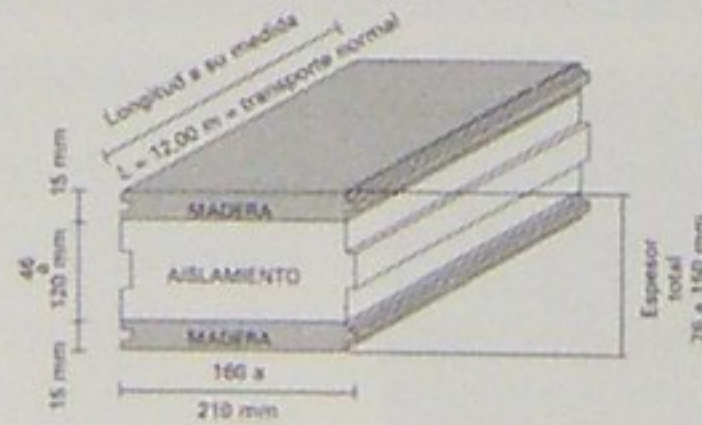
Panel sandwich machihembrado, de madera maciza, con múltiples posibilidades de acabado en las caras exteriores y un núcleo aislante de poliestireno ignífugo. Especialmente diseñado para cubiertas y forjados de altillos, ofrece gran resistencia mecánica: se puede conseguir hasta 6 m de luz entre apoyos. Las fichas técnicas de los paneles según el espesor de los tableros son las siguientes:

Espesor de madera 27 mm



TIPO=ESPESOR TOTAL (mm)	S100	S120	S150	S174	
	ABETO DEL NORTE	27	27	27	27
COMPOSICION (mm)	POLIESTIRENO	46	66	96	120
	ABETO DEL NORTE	27	27	27	27
ANCHO UTIL (mm)	210				
LARGO	CUALQUIER LARGO SEGUN LOS LIMITES DE LO TRANSPORTABLE (13 m)				
PESO (kg/m²)	28,4	29,0	29,9	30,6	
RESISTENCIA TÉRMICA R (m² °C/W)	1,97	2,56	3,44	4,15	
COEFICIENTE DE AISLAMIENTO K	0,51	0,39	0,29	0,24	
CLASIFICACION REACCION ANTE EL FUEGO	M3				

Espesor de madera 15 mm



TIPO=ESPESOR TOTAL (mm)	S76	S96	S126	S150F	
ABETO DEL NORTE	15	15	15	15	
COMPOSICION (mm)	POLIESTIRENO	46	66	96	120
ABETO DEL NORTE	15	15	15	15	
ANCHO UTIL (mm)	210				
LARGO	CUALQUIER LARGO SEGÚN LOS LÍMITES DE LO TRANSPORTABLE (13 m)				
PESO (kg/m²)	16,4	17,0	17,9	18,6	
RESISTENCIA TÉRMICA R (m² °C/W)	1,77	2,36	3,24	3,95	
COEFICIENTE DE AISLAMIENTO K	0,56	0,42	0,31	0,25	
CLASIFICACION REACCION ANTE EL FUEGO	M3				



El panel cuenta con un valor K muy bajo: 0,022 kcal/m² h °C.



La estructura del panel facilita la correcta puesta en obra de la teja.

Panel termoaislante constituido por placas de poliestireno expandido extrusionado de celda cerrada, impermeabilizado en el exterior con una película de polietileno y resistente al fuego, que lleva insertado un perfil metálico "portateja" de chapa zincada con perforaciones para la ventilación del sistema.

Los paneles están biselados perimetralmente para facilitar la unión entre ellos, y su fijación se realiza mediante tacos, en el caso de estructura portante de fábrica de ladrillo u hormigón, en tanto que sobre estructura de madera se lleva a cabo mediante clavos.

Los paneles tienen una medida estándar de 250 cm de largo, 34,2 cm de ancho y espesores de 5, 6 y 8 cm.

Fases de montaje:

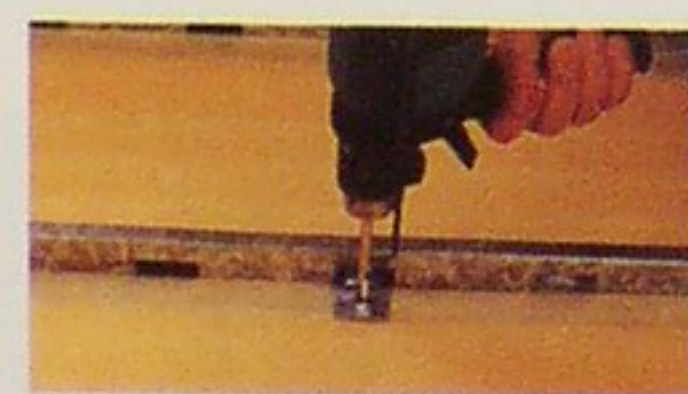
A- Colocación del panel en la cubierta, de abajo arriba, y sellado de juntas transversales.



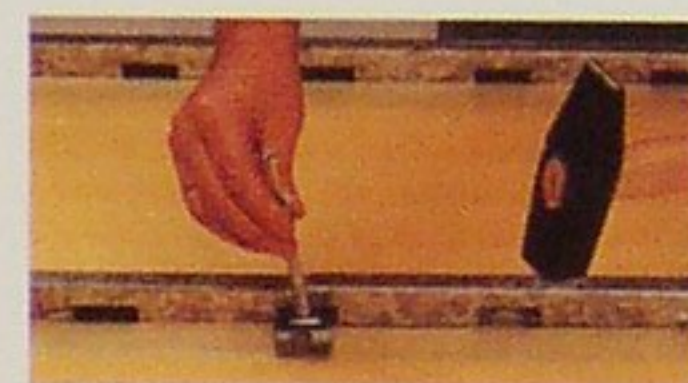
B- Los perfiles se unen entre sí con un clip metálico que, a su vez, sirve para insertar la fijación a la estructura de soporte.



C- En el caso de soporte de fábrica de ladrillo u hormigón, hay que preparar las perforaciones para la fijación con tacos.



D- Colocación de las fijaciones.



E- Remate final de la junta con una banda de plomo autoadhesiva.



THERMOCHIP

AUXITESA (GRUPO CUIPRE PADESA)

La Medua, s/n. 32330 Sobrado de Valdeorras (Orense)

Tel.: 988 33 54 10. Fax: 988 33 55 99

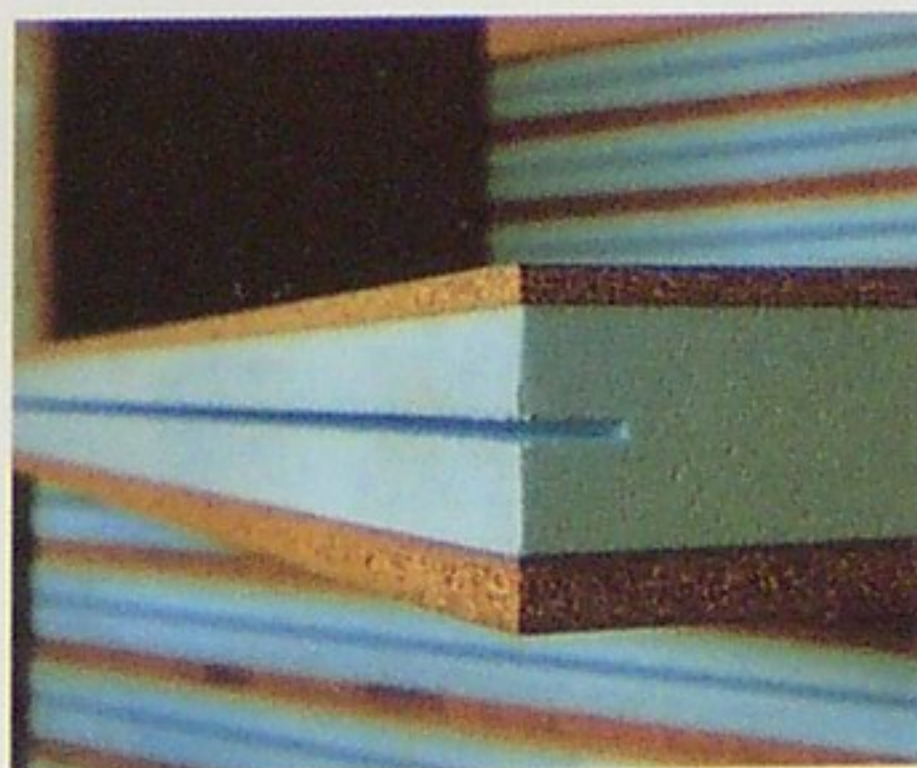
E-mail: cupirepadesa@cupirepadesa.com

P.web: www.cupirepadesa.com



Los paneles son capaces de adaptarse a todo tipo de exigencias constructivas, y son un soporte válido para cualquier tipo de material de acabado.

Dependiendo de los tipos de panel, el tablero exterior oscila entre 10 y 22 mm y el interior entre 10 y 12 mm, siendo el ancho del núcleo aislante de 40, 50 ó 60 mm. La hendidura lateral aloja una lengüeta para el ensamblaje de los paneles.



El panel sandwich Thermohip está compuesto por los siguientes elementos:

- Cara exterior de tablero aglomerado, hidrófugo, o contrachapado fenólico.
- Núcleo aislante de espuma rígida de poliestireno extruido Styrofoam-LB (The Dow Chemical Company).
- Cara interior de tablero aglomerado hidrófugo, ignífugo, contrachapado fenólico o frisos de madera.

Ofrece buenas propiedades mecánicas y térmicas, debido a las características propias de los diferentes componentes, entre las que destacan:

- Alta resistencia a la compresión y flexión a pesar de su ligereza (en torno a 15 k/m²).
- Resistencia a la humedad y a la difusión de vapor de agua.
- Excelente coeficiente de conductividad térmica (0,53-0,32 según tipo de panel).
- Tolerancias estrechamente controladas.

Los paneles se colocan indistintamente sobre estructura metálica o de madera, siempre teniendo en cuenta los siguientes principios básicos:

- Colocación al tresbolillo, alternando juntas transversales entre paneles.

- Lados mayores perpendiculares a los apoyos, descansando sobre éstos los lados menores del panel. Unión con falsa lengüeta de tablero de fibra.
- Los paneles deben apoyarse sobre tres cabios como mínimo.



Colocación de los paneles sobre estructura de madera y gama de acabados interiores Thermohip.

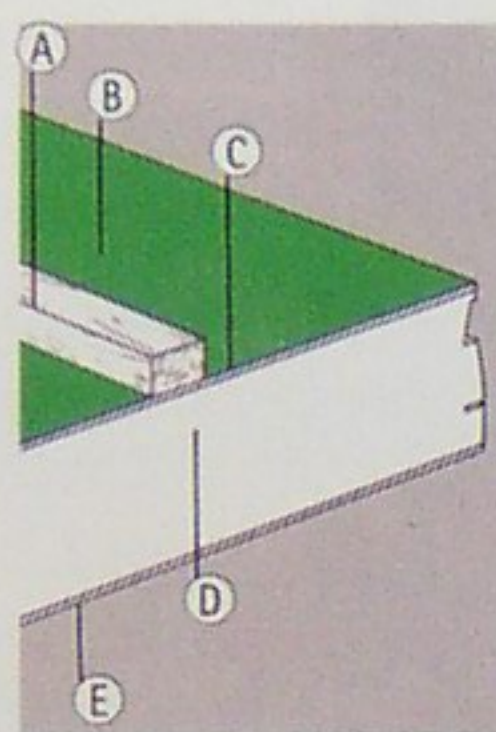


Panel multicapa compuesto por dos chapas de aglomerado de 3 mm, resistente al agua (hidrófugo) y fungicida, encoladas al aislamiento de poliestireno expandido de 15 kg/m³, clasificado M1; su cara exterior está lacada en verde, y la interior, en blanco. Incorpora un sistema de fijación de tejas o pizarras compuesto por dos listones de madera de pino, de 20 x 30 mm, encolados y grapados con una distancia entre ejes de 510 mm, aunque también existe una versión sin listones. Los lados longitudinales del panel llevan un mecanizado en for-

ma de cáliz para poder sellar la junta entre paneles con espuma de poliuretano, lo que evita las pérdidas térmicas, así como una hendidura para colocar un perfil de PVC como tapajuntas inferior. Los cantos transversales van provistos de ranuras donde se

introduce un perfil de pie de vertiente que impide el paso de insectos y humedad al aislamiento, con un reborde para la fijación del babero de protección de filtraciones en la unión con el paramento de fachada. El ancho estándar de los paneles

es de 1.020 mm, y la longitud varía desde 4.000 hasta 8.000 mm. El espesor total depende del espesor de aislante: 91 mm para Unidek HD 2,5 (85 mm de aislante) y 97 mm para los modelos HD 2,5 L y 2,5 SL (91 mm de aislante). El valor K es de 0,40 W/m² K.



Componentes del panel:

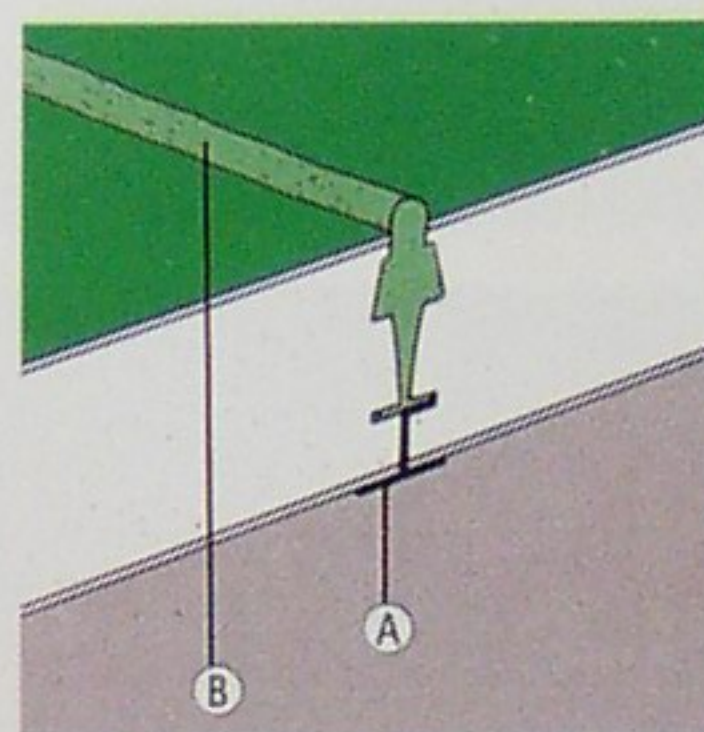
A- Listones de soporte de cobertura.

B- Acabado en laca acrílica verde.

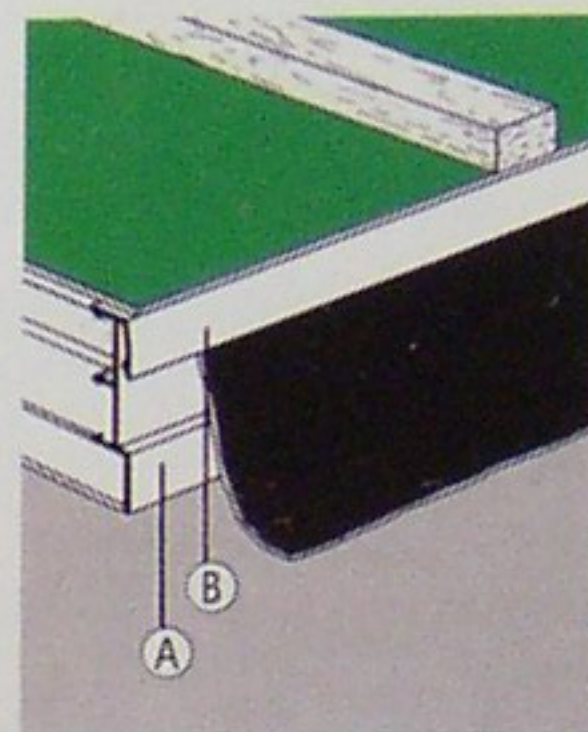
C- Chapa de aglomerado de 3 mm.

D- Poliestireno expandido.

E- Acabado en laca acrílica blanca.



Detalle de junta longitudinal entre paneles, en el que se puede apreciar el perfil de recubrimiento en PVC (A), y el relleno de espuma de poliuretano (B).



Remate de cubierta con perfil de pie de vertiente en PVC (A) y babero de plástico sujeto al reborde de fijación (B).

UNILIN MP

GESCOINSA (UNILIN SYSTEMS S.A.)

Cobalto, 12-A (parc. 213-B). Pol. Ind. San Cristóbal. 47012 Valladolid

Tel.: 983 20 54 39/30 36 12. Fax: 983 29 77 84

Cubierta con elementos autoportantes Unilin MP, de anchura 1,21 m. Las juntas longitudinales entre paneles se rellenan de espuma de poliuretano para garantizar la impermeabilidad y no crear puentes térmicos.

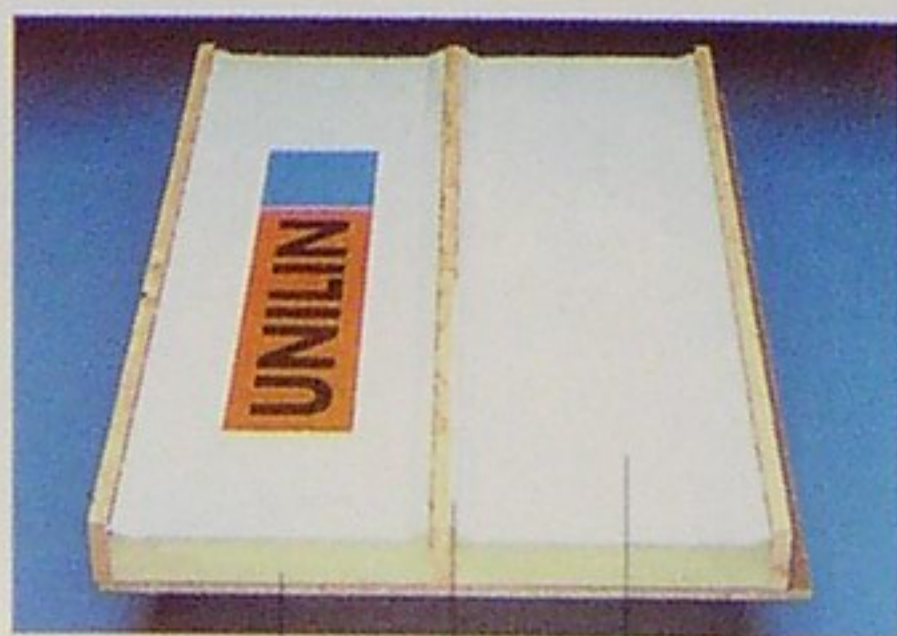


Panel Unilin Mp, de 0,81 m de ancho, con descripción de componentes:

A. Base de aglomerado de madera.

B. Listones de madera que actúan como rigidizadores.

C. Aislamiento de espuma de poliuretano expandido (PUR).



Elementos de cubierta autoportantes compuestos de un panel de madera aglomerada de 16 mm de espesor y una anchura estándar de 0,81 ó 1,21 m, subdividido por 3 ó 4 nervios de madera resinosa tratada, de 21 mm de grosor y altura variable. Éstos rigidizan el tablero y sirven como cabios de soporte para los rastreles del material de cobertura.

El espacio entre ellos se rellena con una capa de espuma de poliuretano expandido de espesor variable, pero siempre por debajo de la altura total del elemento para permitir la ventilación del sistema.

Los dos listones exteriores se colocan desplazados respecto a los listones del panel de base: uno 6 mm hacia el exterior, y el

otro 13 ó 21 mm hacia el interior, para permitir el solape entre paneles. La fijación al aglomerado se hace mediante 6 clavos (65 x 2,8 mm) de acero galvanizado por metro lineal.

Los listones interiores dividen el panel en dos partes, si la anchura es 82 cm, o en tres si es de 1,21 m.

Se producen en longitudes que oscilan entre 1,70 y 6,50 m, y pueden entregarse biselados o con corte al sesgo, para el voladizo o cumbrera, siguiendo la pendiente de la cubierta. El peso oscila entre 14,2 y 19,5 kg.

La firma fabrica otras variantes sustituyendo el panel aglomerado de base por paneles de contrachapado (Uniplex), yeso armado (PPMO) o machihembrado de madera (Unilabris).

FARGEOT

FARGEOT, S.A. ESPAÑA
 Aurora, 79. 08700 Igualada (Barcelona)
 Tel.: 93 805 56 78. Fax: 93 805 25 59
 E-mail: fargeot@compuserve.com

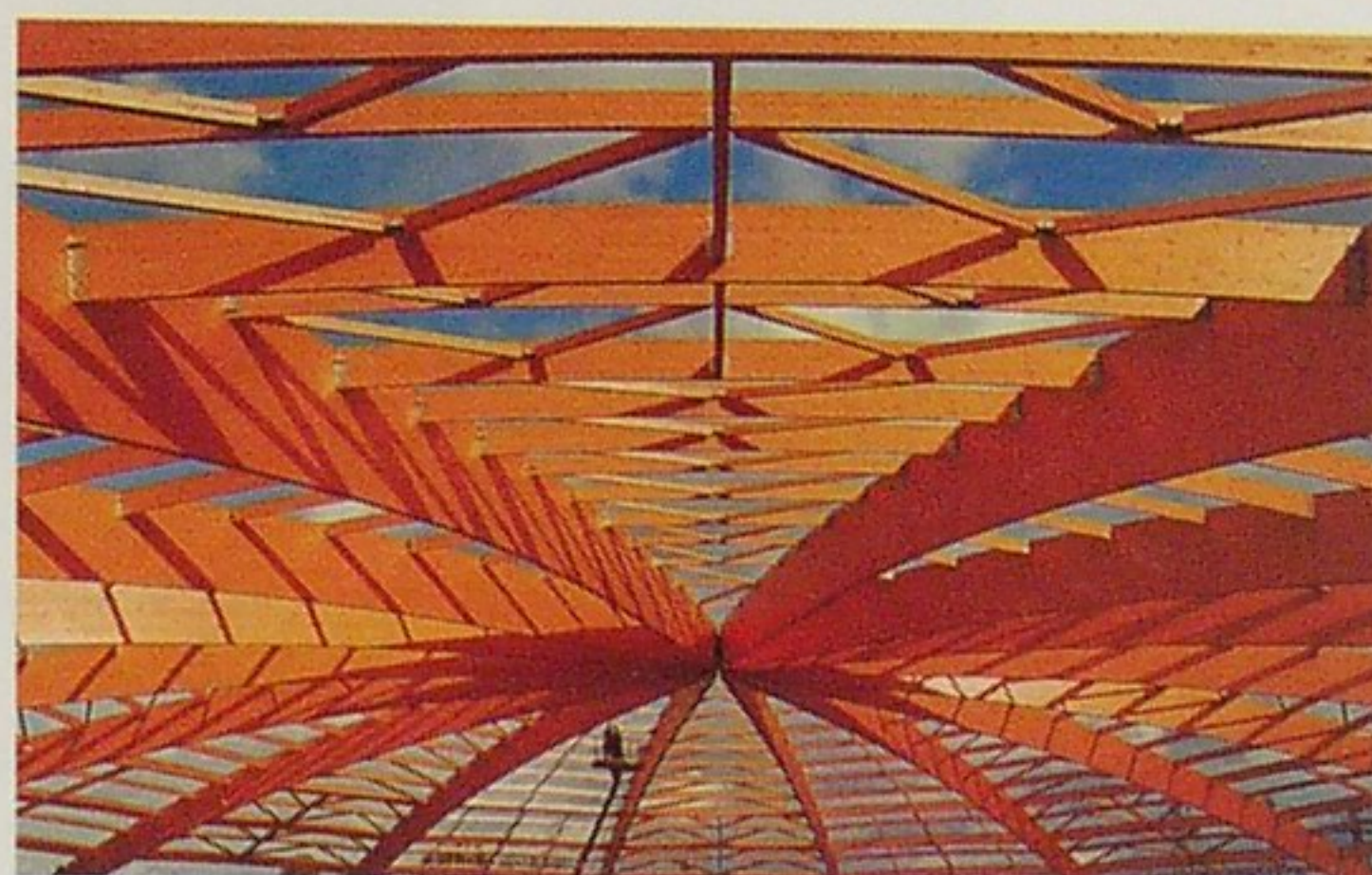


El proceso de fabricación Fargeot permite la obtención de vigas para grandes luces sin apoyos intermedios, como en estos casos.

A- Fábrica en Vienne (Francia).

Arqto: Serete.

B- Cúpula de 86 m de diámetro en París (Francia).



Piezas de madera laminada encolada especialmente destinadas a formar parte de sistemas estructurales de grandes luces. Son el resultado de una cadena de fabricación de alta tecnología, con gestión automatizada que verifica permanentemente el grado de humedad (entre el 8 y el 12%), las dimensiones, la disposición de

las juntas de empalme, así como el aspecto visual de las piezas de madera. Gracias al control del proceso de polimerización por alta frecuencia, se consigue una alta capacidad de producción, y la posibilidad de grandes series.

La empresa ofrece una oficina técnica de estudios para colaborar y optimizar los proyectos, tanto en el aspecto técnico como en el económico, y equipos de montaje propios especializados en este tipo de estructuras.

HOLTZA

HOLTZA, S.A.
 Pol. Ind. Gojain. Villarreal de Álava (Álava)
 Tel.: 945 46 55 08. Fax: 945 46 55 70

Estructura de madera laminada constituida por láminas de longitudes diversas, ensambladas por entalladuras múltiples en las testas, y encoladas, unas a otras, para la obtención de elementos macizos de sección rectangular.

El sistema permite, por saneamiento de las láminas, obtener elementos de características su-

periores a las maderas tradicionales de igual sección.

La densidad del laminado es de 500 k/m³ frente a los 2.500 k/m³ del hormigón armado, es una de las características más importantes del sistema porque permite cimentaciones de dimensiones inferiores a las necesarias con otro tipo de estructuras, lo que acelera los tiempos de

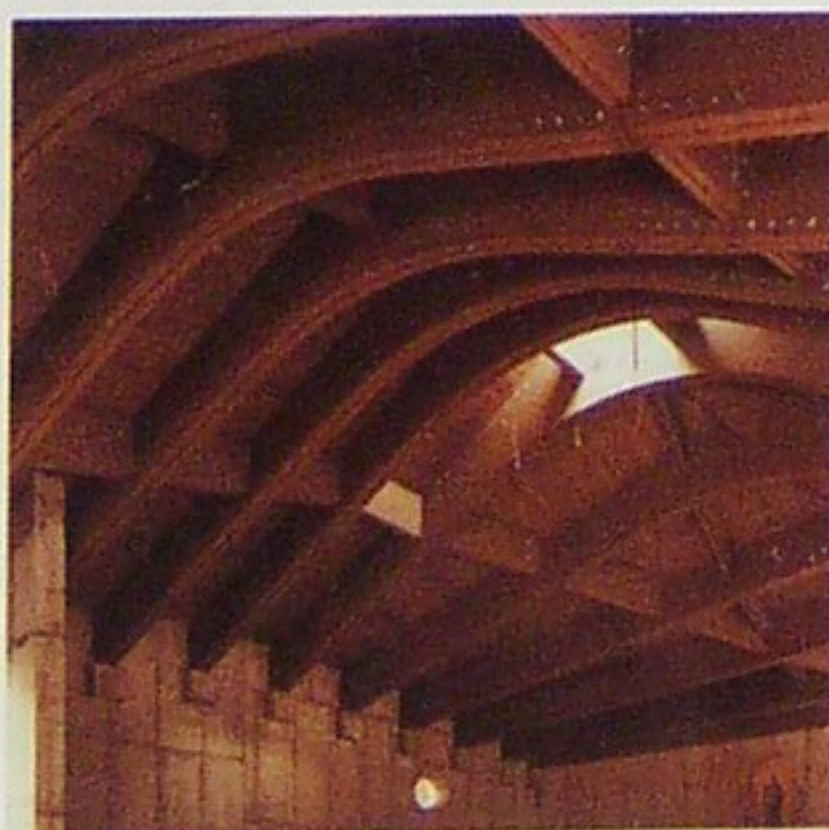
montaje y facilita y economiza los medios de elevación.

Presenta una buena estandarización de juntas, anclajes metálicos, pernos y herrajes, todos ellos sometidos a severos controles de calidad.

A la estructura de madera laminada se le puede aparejar cualquier tipo de material: hormigón armado en pilares o zapa-

tas, acero, vidrio, etc., sin necesidad de técnicas particulares.

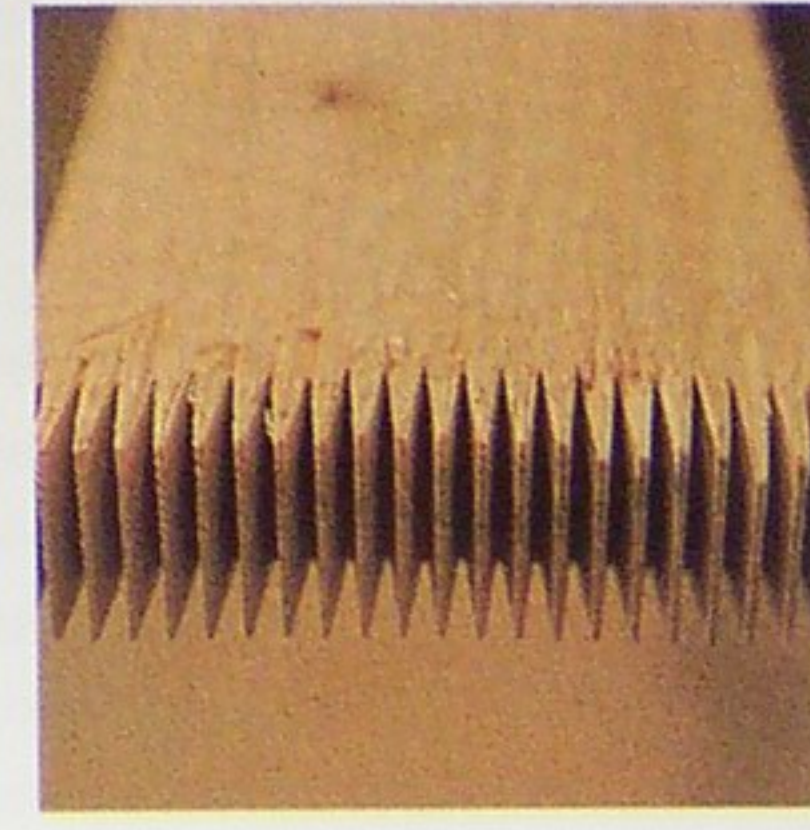
El sistema estructural Holtza es múltiple: vigas rectas, peraltadas con intradós curvo-recto, vientre de pez, doble curvatura; pórticos: triarticulados, biarticulados, en V; arcos y voladizos biarticulados, triarticulados y tipo carpanel.



Iglesia de S. Antonio en Gemona del Friuli (Italia): sistema estático de vigas sobre dos apoyos.



Tenis Cremona: sistema estático de pórticos articulados de 46 m de luz.



Vista de las entalladuras en testa para ensamble.

MARQUISA

MADERA Y ARQUITECTURA, S.A.
Bº Trobika. 48100 Mungia (Vizcaya)
Tel.: 94 615 60 00. Fax: 94 615 62 04
E-mail: tranme01@sarenet.es

Estructuras de madera laminada encolada, cuyas láminas se disponen de forma que todas las fibras quedan paralelas. Según esta configuración, tras el fraguado de la cola se obtienen elementos rectos, curvos o de sección variable, aplicables a múltiples sistemas estructurales.

La materia prima empleada en



Los medios de fabricación y puesta en obra bajo control de calidad permiten cubrir luces cercanas a los 100 m con estructuras de arco.

las láminas elementales, ensambladas mediante entalladuras múltiples en las testas y encoladas unas a otras, está constituida por tablas resinosas de abeto nórdico, con un porcentaje de humedad máximo del 15%. Las colas endurecedoras son de resorcina con un endurecedor líquido.

El tratamiento final para proteger a la estructura contra el ataque de agentes destructores se realiza en fábrica, mediante un proceso xilotrópico por impregnación en producto fungicida, insecticida e hidrófugo.

Respecto a las piezas metálicas auxiliares, los herrajes están fa-

bricados en acero, con tratamiento de protección contra la corrosión, que consiste en una pintura antioxidante o galvanizado en caliente; al igual que los bulones y tornillos. Los clavos son de acero torsionado electrocincado.

Las secciones estándar que se fabrican son:

- ancho (cm): 6,6 / 7,6 / 9 /

10,5 / 11,5 / 14 / 16 / 18,5 / 21.
 - canto (mm): múltiplos de 45 / 34 / 27 / 21 (el espesor de las láminas depende del ancho y del radio de curvatura de las vigas a fabricar).

Tiene unas medidas máximas de 21,5 de ancho, 200 cm de canto, 45 m de longitud sin juntas, y un radio de curvatura mínimo de 3,4 m.



Dado su carácter prefabricado, el montaje de las estructuras de madera laminada encolada es sencillo, y el plazo de entrega muy reducido.

PARALLAM**MADERAS MEDINA**

Avda. de la Constitución, 69. 28946 Fuenlabrada (Madrid)
Tel.: 91 606 11 11. Fax: 91 606 87 06
E-mail: medinafuen@hotmail.es

Parallam PSL es un producto de madera reconstituida para ser empleado en estructuras. Se fabrica a partir de láminas superpuestas de madera resinosa, de virutas largas y estrechas, orientadas en sentido longitudinal. Las piezas se introducen en una prensa por medio de una correa rotatoria donde se realiza una criba de selección, eliminando



Sus características mecánicas la hacen adecuada para cubrir grandes luces: flexión, 19 N/mm²; tracción axial, 15 N/mm²; compresión axial, 18 N/mm².

las que presentan irregularidades; a continuación se añade cola de tipo fenol-formol, inyectando cera para acrecentar la estabilidad del producto y, mediante un secado por microondas, se llega al resultado final.

Tras el proceso de fabricación se obtienen vigas o pilares de dimensiones máximas de 281 x 488 mm y 20 m de longitud, aunque en un segundo laminado se podrían alcanzar secciones mayores.

La tecnología Parallam no precisa de una especie en particular, aunque las más usadas son el abeto Douglas, el pino del sur, el

Stuga canadensis occidental o el tulipano de América.

Las posibilidades estructurales de estas vigas las hacen competentes para cubrir grandes luces en forjados, cubiertas, cargaderos e incluso, para formar parte como tirantes o pares de cerchas de grandes luces.

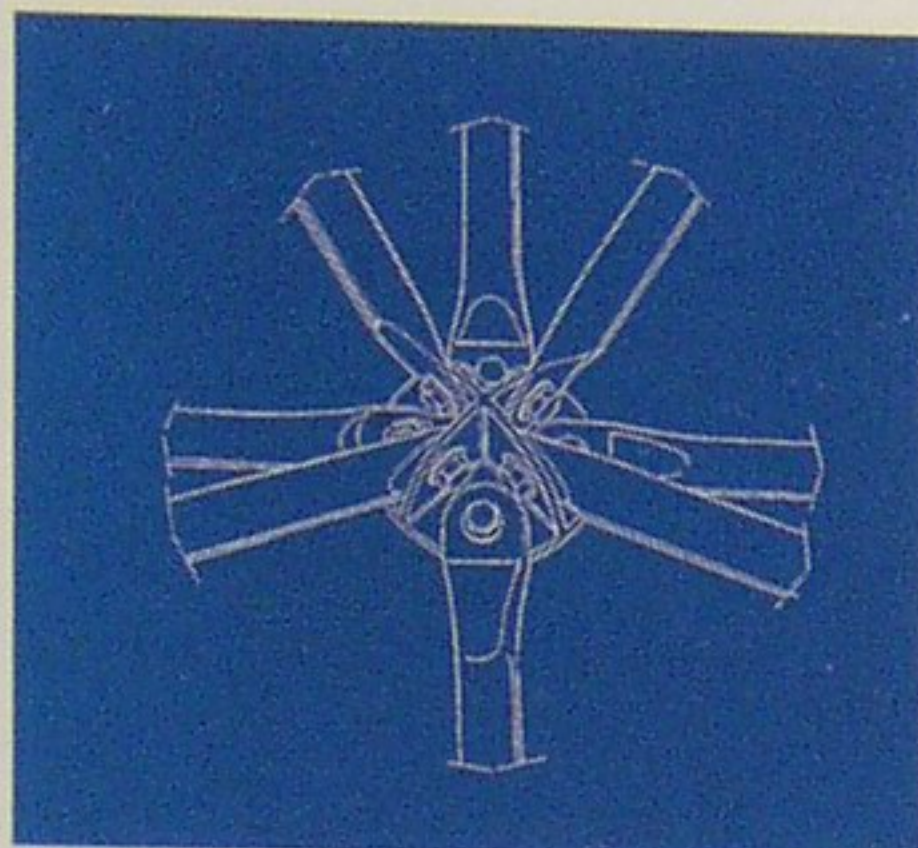
Parallam no está diseñado para ser utilizado en exteriores.



Las propiedades tanto térmicas como eléctricas y la resistencia a la putrefacción pueden suponerse semejantes a las de la madera aserrada, teniendo en cuenta la especie y la densidad. Lo mismo ocurre con la resistencia al fuego, con un índice de carbonización ligeramente más lento que la de aquella dada su mayor densidad.

Parallam se distribuye en las siguientes dimensiones:

- Vigas: con un espesor y longitud constante de 89 mm y 12 m, el canto puede ser de 241 mm ó 302 mm.
- Pilares: las medidas fijas son el canto y la longitud, 133 mm y 12 m; y la variable el espesor, 89 y 133 mm.

NOD**NOD, S.L.****Avda. Puig i Cadafalch, 292. 08303 Mataró (Barcelona)****Tel.: 93 757 99 47. Fax: 93 798 97 71**

Nudo dividido en cuatro cuartos, preparado para recibir ocho barras, con el que configuran estructuras en pirámide de base cuadrada o rectangular.



Disco plano para atornillado de barras principales, y disco para diagonales. Todo el montaje se realiza en el suelo, para después izar la estructura hasta los puntos de apoyo.

Estructuras espaciales de acero con acabado galvanizado y lacado. Ofrece la posibilidad de salvar grandes luces sin pilares intermedios, ofreciendo una alta rigidez, capacidad de distribución de cargas puntuales y redistribución de cargas móviles.

El sistema está basado en unos nudos de estructura patentados, compuestos por un disco plano que recibe las barras principales, y por cuatro cuartos o tres tercios de disco para recibir las

diagonales por medio de tornillos de alta resistencia. En el caso de estructuras de base cuadrada, el nudo simple recibe 8 barras, y el nudo doble 12; y en el caso de estructuras de base triangular, 6 ó 9, respectivamente.

Las barras son de tubo conformado en frío, con los extremos mecanizados por aplastamiento, corte y taladrado por medio de matriz especial. El proceso se realiza en una sola operación

por tubo, lo que asegura la uniformidad de todas las piezas, con un error de $\pm 0,2$ mm.

El montaje es sencillo. Al tratarse de una estructura totalmente atornillada, se iza una vez ensamblada en el suelo. El máximo rendimiento se logra con largos normales de barras que oscilan entre 1,5 y 3,5 m –y un espesor de malla entre 1 y 2,5 m–, para salvar luces de aproximadamente siete veces estas longitudes.

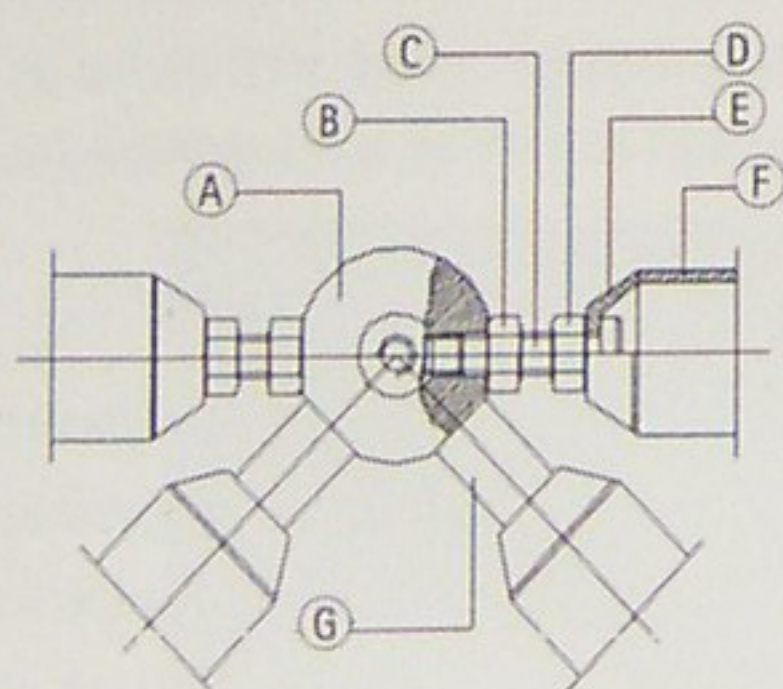
**SISTEMA NUCLOS****ASTECA ESTRUCTURAS, S.A.****Pº de los Olmos, 5 7º Izda. 20016 San Sebastián****Tel.: 943 39 69 48/58 41/ 40 06 12. Fax: 943 39 09 50**

Estructura de malla espacial semioctoédrica de doble capa, formada por nudos esféricos (sistema Nuclos) y barras tubulares atornilladas a los nudos. Éstos están constituidos por esferas monopieza de acero forja-

do, dotadas de orificios roscados en las direcciones de acceso de las barras para la conexión de las mismas.

Las barras están formadas por tubos de acero de sección circular, con terminales en los extremos constituidos por un platillo troncocónico con orificio pasante de acero F-112, soldado al tubo en taller; tornillo de alta resistencia con protección anticorrosiva mediante zincado y bicromatado; dos tuercas de la misma calidad y resistencia que los tornillos: una fijada al tornillo y otra al móvil; y un cubrejuntas embellecedor en material plástico.

El sistema de unión permite cambiar cualquier barra de la estructura –aun estando en su posición definitiva– accionando las tuercas en sentido inverso.



Detalle de nudo del sistema Nuclos.
 A. Núcleo o esfera. E. Platillo.
 B. Tuerca fija. F. Tubo.
 C. Tornillo. G. Embellecedor.
 D. Tuerca móvil.

Cine Imax, Barcelona.



De esta manera, el tornillo se retrae hacia el interior de la barra, dejando la misma libre para proceder a su sustitución.

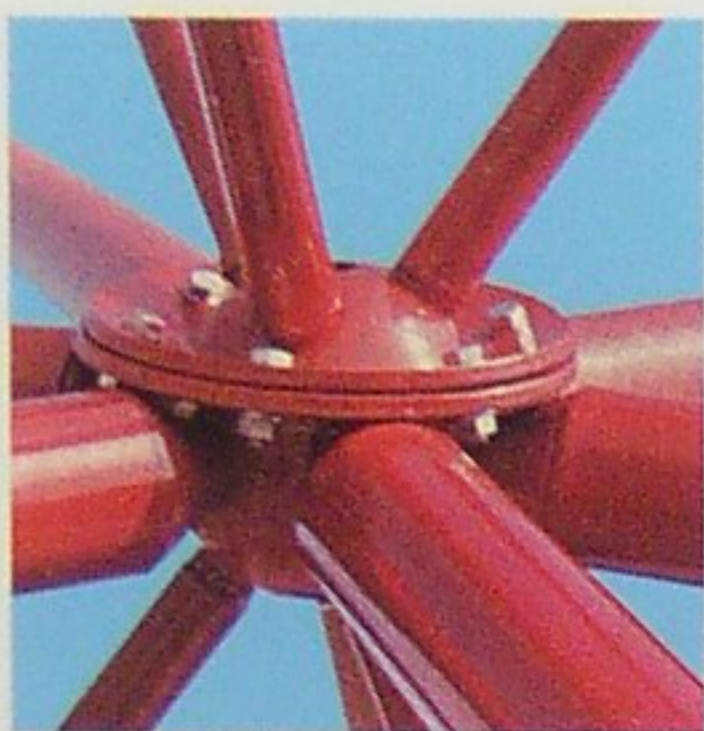
De taller se suministran las esferas (nudos), las barras (con sus terminales ya fijados), los cu-

brejuntas y la estructura complementaria. Los únicos trabajos en obra para dejar la estructura en su posición definitiva son el ensamblaje (por simple atornillado de barras a nudos) y la elevación.

SISTEMA PALC

ACERALIA TRANSFORMADOS
31195 Berrioplano (Navarra)
Tel.: 948 13 86 00. Fax: 948 13 86 74

Estructura espacial generada por la sucesiva yuxtaposición en el espacio de módulos formados



Nudo del sistema Palc con tapa de acabado.



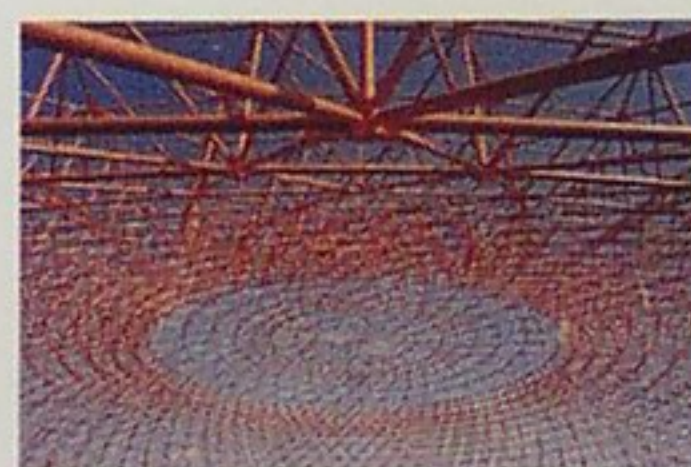
Sección de nudo y barra de acero, donde se puede apreciar el paso del tornillo a través del taladro en el nudo, y la unión al extremo en forma de cono de la barra.

por barras de acero, según determinadas figuras geométricas. Los módulos más aptos desde el punto de vista resistente que, una vez yuxtapuestos definen los tres tipos más usuales de estructura, son el triángulo equilátero -para estructuras de una sola capa-, el tetraedro y la pirámide de base cuadrada -para estructuras de dos o más capas-.

Las longitudes de las barras de las capas para alcanzar costes mínimos deben oscilar entre 2 y 3,5 m, teniendo en cuenta que las luces entre apoyos han de ser, como mínimo, cinco veces dichas longitudes para así lograr el número suficiente de módulos que permita conservar las propiedades específicas de la estructura espacial.

Por ser un sistema totalmente prefabricado, las únicas operaciones a realizar en obra son el atornillado de los nudos con llaves dinamométricas, y la fijación de la estructura sobre los pilares. La gran rigidez de esta estructura permite su montaje en grandes tramos en el suelo y elevación por medio de grúas. Los nudos se conforman mediante estampación o fundido, con los correspondientes taladros para recibir los tornillos que

los unirán a las barras, puede completarse con su correspondiente tapa, bien por motivos de acabado, bien por tratarse de un nudo de las capas intermedias de una estructura de tres o más capas, en cuyo caso la tapa recibirá, a su vez, barras diagonales. Las barras son tubos soldados en acero, conformados en frío. Los extremos sufren un proceso de conificación tras el que se incorporan puntas macizas en las cuales se sitúa la rosca.



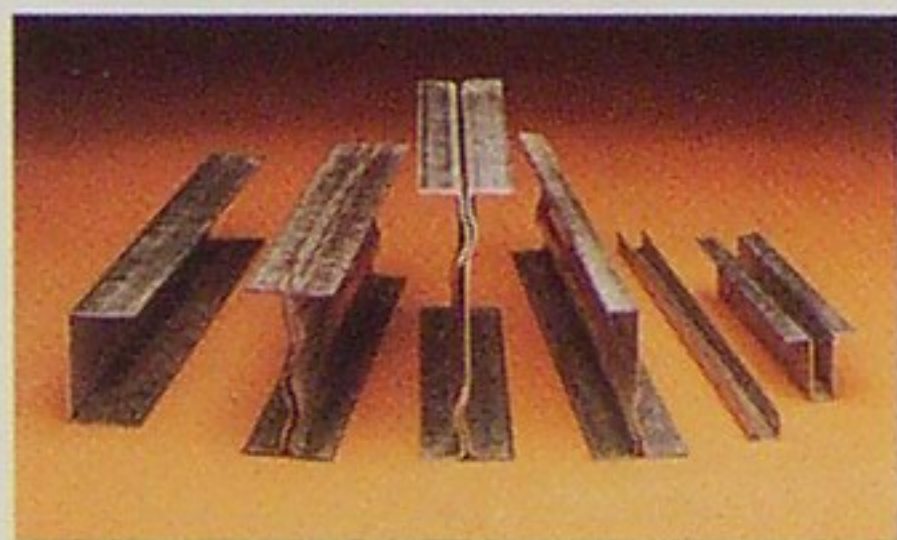
Estructura en forma de cúpula de paralelos. Mercado de ganado en Vitoria. Arquitecto: Angel Estévez.



Polideportivo de Jaca. Arquitecto: José Luis Borau.

J3-F

INICI DE PROMOCIONS, ENCA S.L.
Aribau, 318, 2º - 1º. 08006 Barcelona
Tel.: 93 414 11 19. Fax: 93 209 31 28



Gama de perfiles clavables y complementarios no clavables.

J3-F es un perfil metálico, ligero y galvanizado que presenta, en sus dos alas opuestas, una ranura longitudinal continua, en la que se pueden clavar los mismos clavos o puntas que en la madera, y con la misma facilidad. Ofrece una resistencia al desclavado de 120 kg para puntas de 70 mm de acero dulce. Se perfilan en forma de C o L, acanalando longitudinalmente el alma de las mismas. Uniendo las partes complementarias de los distintos perfiles mediante

puntos de soldadura con protuberancia, se obtienen unidades que recuerdan por sus formas los contornos clásicos de las simples o dobles T. Están fabricados a partir de bobinas de fleje de acero A-42b, galvanizado en frío, tipo Sendzimir, según normativa UNE 2.275.

La ranura longitudinal siempre presenta un paso constante, gracias a lo cual se pueden utilizar en todos los perfiles los mismos calibres de clavos (siempre de acero dulce).

El procedimiento de unión habitual del sistema para la formación de cerchas o vigas de celosía, que asegura una buena articulación y rotura de dilataciones en cada nudo, es el siguiente: todas las entregas de barras interiores de celosía a pares o



tirantes se realizan mediante la interposición de una placa de acero galvanizado de 2,5 mm de espesor. La placa entra en el canal de clavado de los perfiles de 5 a 10 mm, y se sujeta a ellos mediante pequeños cordones de soldadura. Las barras son soldadas a las placas dejando siempre holgura entre las mismas y los pares tirantes.



Perfil tipo A, en el que se aprecia la acanaladura longitudinal de paso constante para el clavado de puntas.

PERLISA

PERLISA (PERFILES LIGEROS, S.A.)

Degà Bahí, 21-23 entlo, 1ª. 08026 Barcelona

Tel.: 93 456 23 44. Fax: 93 456 02 24



Detalle de nudo en una cercha construida con perfiles Perlisa. Las uniones longitudinales, así como el encuentro con apoyos, se realizan con tornillería de tuerca antibloqueo, mientras que las uniones intermedias se ejecutan con tornillería autotaladrante.

Perfiles fabricados a partir de bobina de fleje de acero galvanizado en frío, tipo Sendzimir, y conformados mediante perfilado en frío, con unión de las partes con máquina semiautomática de soldadura por puntos.

El sistema ofrece ligereza y versatilidad de puesta en obra, debido al uso de los perfiles como elementos independientes o armados que forman cerchas, paneles, vigas en celosía, pilares, etc., lo que introduce en la

construcción ligera a pie de obra un estimable grado de industrialización y racionalización. La articulación de los nudos es completa, debido a que la unión de elementos se realiza a base de tornillería, confiriendo al sistema libertad de movimientos con un buen comportamiento ante las dilataciones. La propia definición de la unión atornillada garantiza, en la puesta en obra, un mantenimiento total de las cualidades

resistentes y de galvanización de los perfiles.

La gran variedad de perfilera permite, tanto en los elementos estructurales como en las correas de soporte de acabado, una adaptación completa a los diferentes sistemas tradicionales de cobertura: machihembrado con acabado de teja, colocación de teja en seco, paneles metálicos o de madera, y soluciones más recientes y complejas, así como cualquier diseño específico del proyecto.



Posibilidades de cobertura final con este sistema:

A- Panel sandwich.



B- Teja en seco.



C- Tipo Tectum



D- Panel fenólico y pizarra.

TEJA ITECE® MODELO PIRINEOS

URALITA, PRODUCTOS Y SERVICIOS, S.A.

Mejía Lequerica, 10. 28004 Madrid

Tel.: 91 594 90 00. Fax: 91 446 70 09



La teja Pirineos reproduce la estética de las lascas de piedra plana.

El modelo se presenta en dos colores: rojo viejo y gris oscuro.

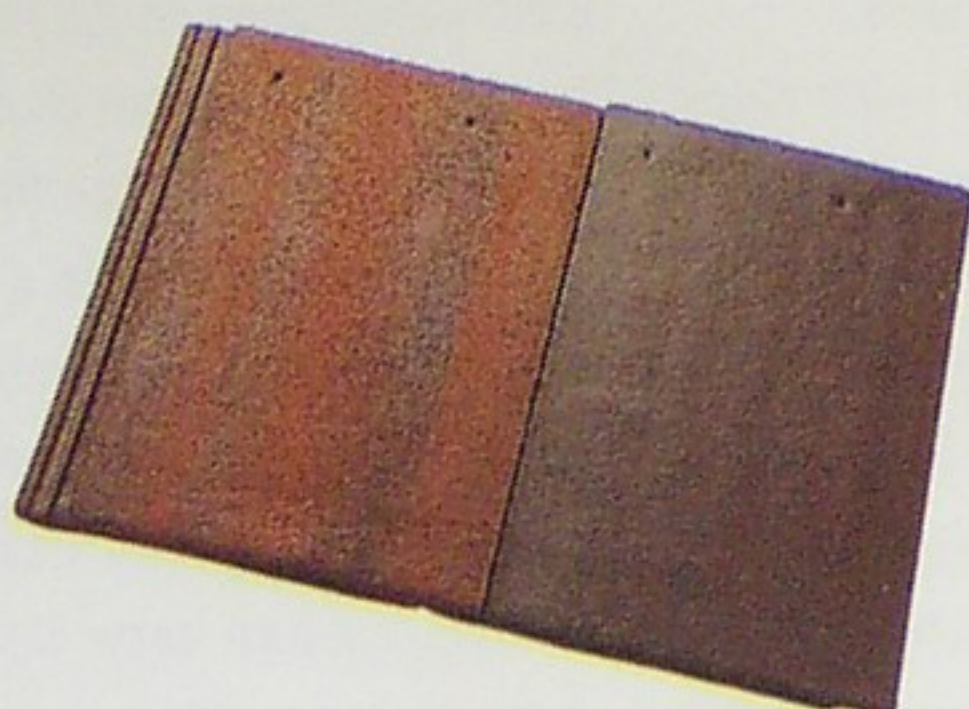
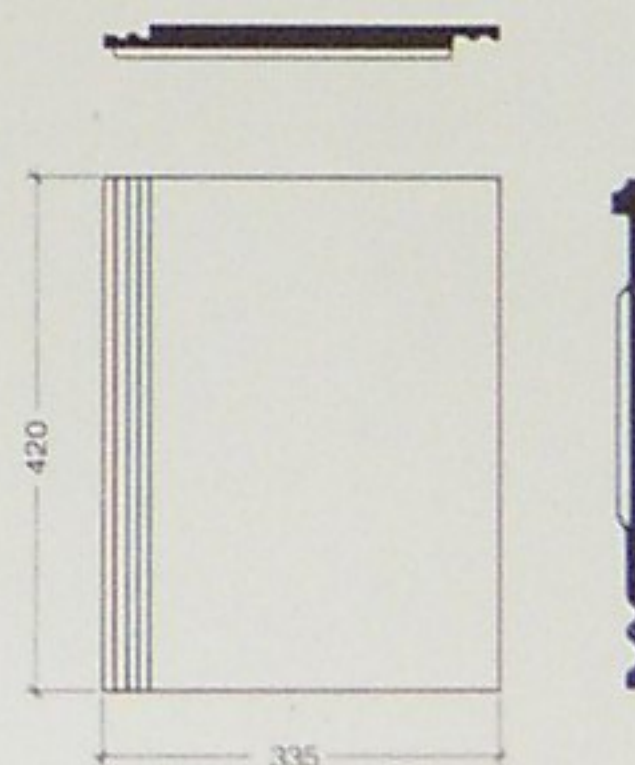
Teja plana de hormigón comprimido coloreado en masa.

Las dimensiones son de 42 x 33,5 cm con un peso de 5 kg/Ud, unos 50 kg/m² (alrededor de 10 tejas por m²).

Posee unas guías laterales dobles en ambos lados para conseguir el ensamble.

Un doble goterón posterior configura una cámara de expansión para asegurar la estanqueidad.

El catálogo de piezas complementarias es muy extenso.



Piezas complementarias del sistema: teja de ventilación y teja de salida de conducto (izquierda) y de remate y cumbre (arriba).

NEWLAND SLATES

CEMBRIT BUILDING PRODUCTS LTD.

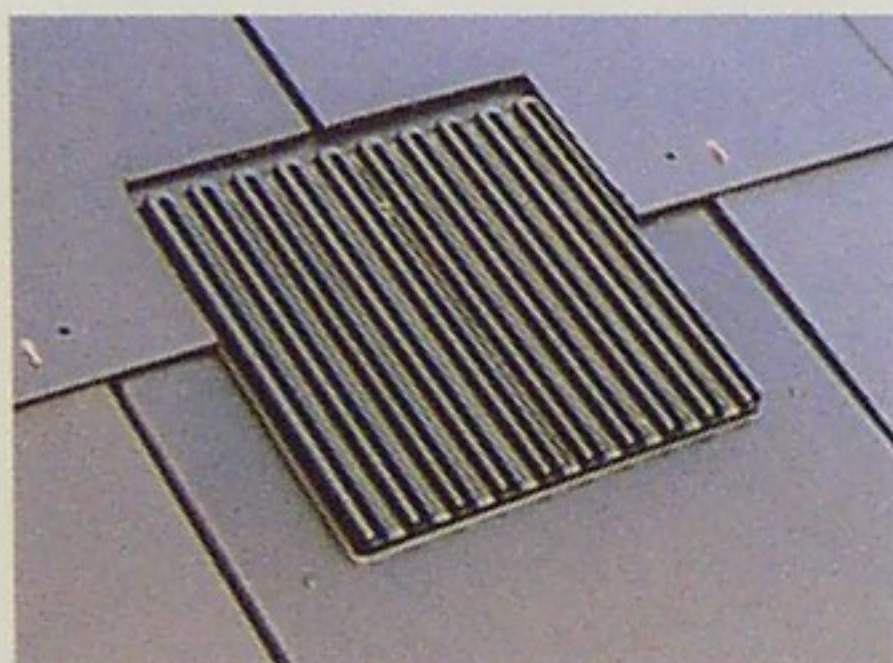
Hamard House, Cardiff Road. Barry, CF63 2 BE (Reino Unido)

Tel.: +(44) 1446-74 20 95. Fax: +(44)1446-72 10 41

E-mail: cembrit@cembrit.co.uk



Entre los accesorios destacan una variada gama de piezas que solucionan la ventilación de la cubierta.



Las tejas modelo Newland están fabricadas con fibras de celulosa y cemento Portland, pigmentadas durante el proceso de producción y tratadas con un revestimiento final acrílico por ambas caras y todos los bordes que aumenta la resistencia a líquenes y mohos.

Este modelo está disponible en la mayoría de las formas estándar del mercado y ofrece una extensa gama de accesorios que incluyen piezas de ventilación de la cubierta.

El sistema de fijación es mediante clavos de cobre.

Características:

Dimensión: 600 x 300 mm.

Nº de tejas/m²: 13,3.

Peso/m²: 21 kg.

Minima pendiente del tejado: 20°

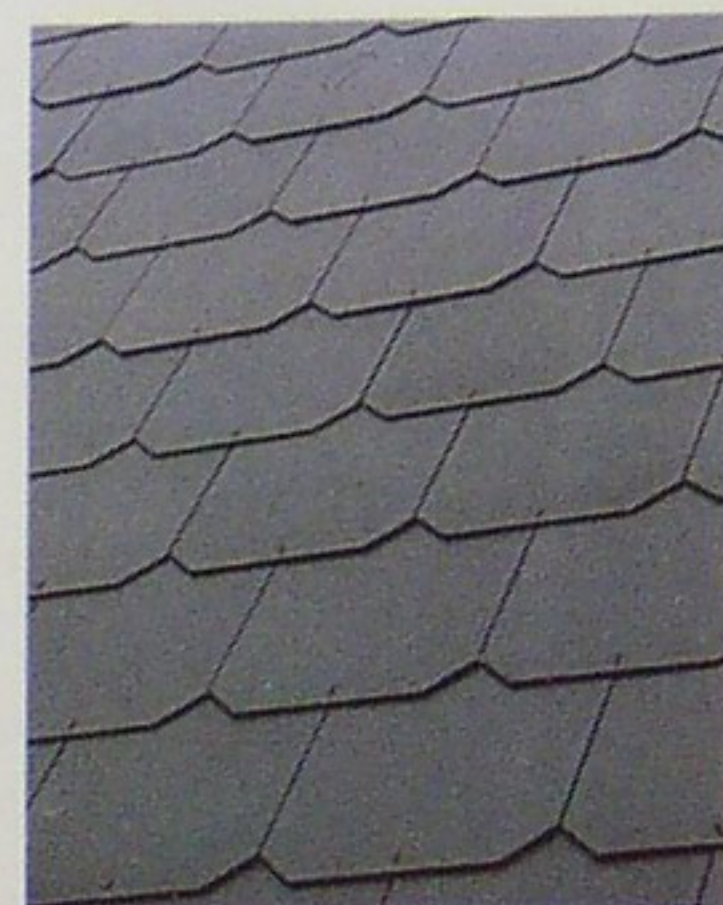
Expansión térmica: 8 x 10-6mm/°C.

Resistencia mecánica:

20MN/m², perpendicular a la dirección de la fibra. 14 MN/m², paralelo a la dirección de la fibra.

Compatible con todos los materiales de construcción excepto

aquellos que reaccionan ante los ataques alcalinos. El aluminio debe protegerse con pintura bituminosa.



Para fijar las tejas se utilizan dos clavos de cobre de 2,65 mm x 30 mm de longitud y un remache de cobre que asegura la parte baja de la teja.

La carta de colores de las tejas Newland es muy extensa, en la imagen los modelos Russet (rojo), Charcoal (negro) y Autumm Brown (marrón).



TEJAS REDLAND

REDLAND IBÉRICA

Ctra. M-513, Km. 12,200. 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid)

Tel.: 91 633 36 51. Fax: 91 633 38 22

Acabado Superval, perfil Arcadia.



Acabado Granulado, perfil Arcadia.



Acabado Granulado, perfil Roma.



Acabado Masa, perfil Arcadia.



Acabado Masa, perfil Roma.



El grupo Redland es uno de los mayores fabricantes de tejas de hormigón.

Ofrece tres tipos diferenciados según sea su composición y tratamiento superficial aplicado a la teja:

-Acabado Superval a base de una selección de arenas de granulometría especial y pigmentos escogidos. Se aplica en varias capas homogéneas que aportan una textura vítrea y mejoran la impermeabilidad y las características físicas de la teja.

-Acabado Granulado mediante la aplicación de gránulos de arena de sílice, coloreada por fusión superficial en horno rotatorio.

-Acabado Masa. Su fabricación se basa en la selección de áridos, cementos y pigmentos con los que se obtiene un mortero

La teja plana Olimpia.



coloreado en su totalidad, que constituye el cuerpo de la teja.

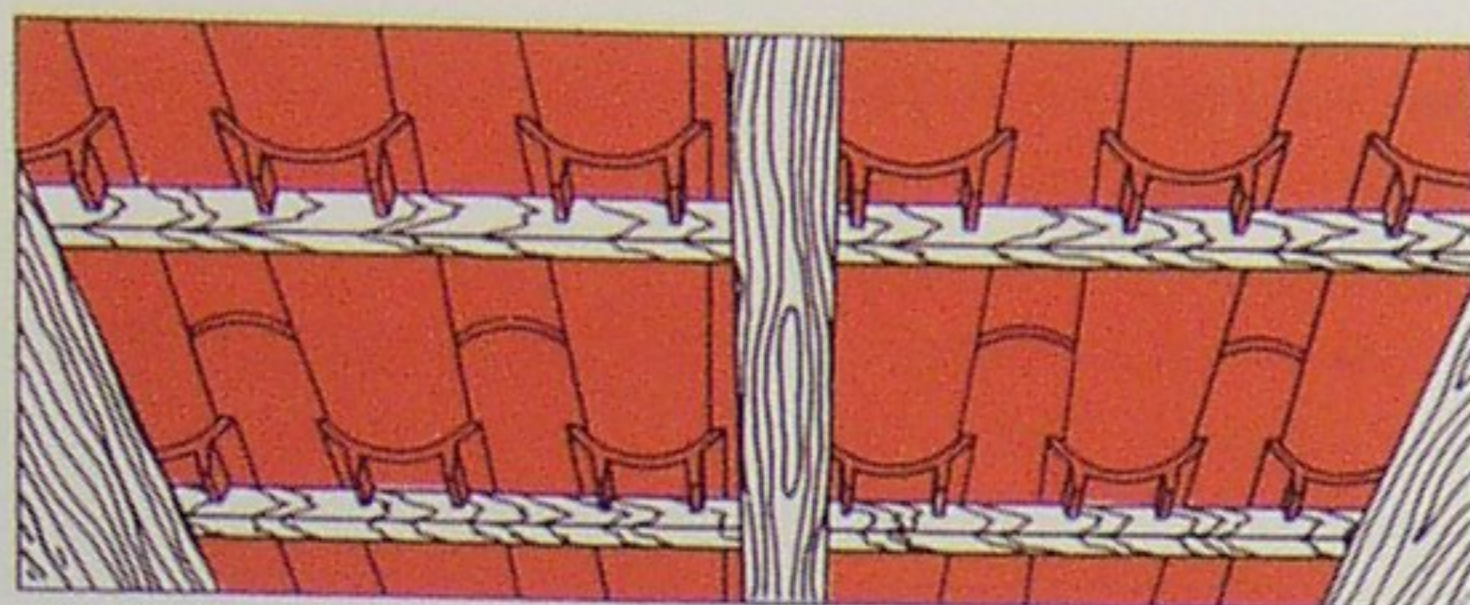
El acabado Superval se aplica a la teja de perfil denominado Arcadia; el Granulado, al perfil Arcadia y al Roma, y el acabado Masa, también al perfil Arcadia

y Roma y además a la nueva teja plana de hormigón Olimpia en colores rojo artesano y gris ceniza.

La firma también fabrica una amplia gama de piezas y accesorios universales.

TEJAS CANAL Poudenx CON ESPIGAS

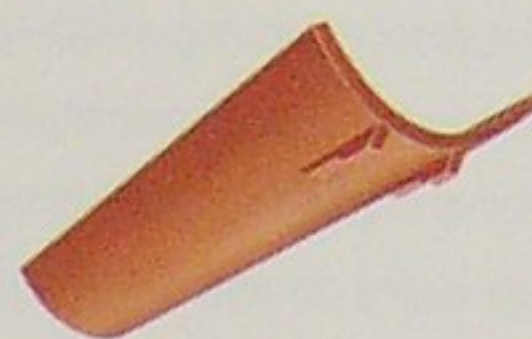
GPS (GELIS-POUDENX-SANZ)
B.P. 313. 31773 Colomiers (Francia)
Tel.: +(33) 561 30 61 53. Fax: +(33) 561 30 63 02
(Para distribuidores en España, ver índice)



Esquema de la colocación de las tejas Poudenx sobre listones: la distancia entre tejas por su parte más ancha debe ser de 2 a 5 cm.

CANAL CON ESPIGAS 230-50 CANAL CON ESPIGAS GIRONDE 50 CANAL CON ESPIGAS CHARENTAISE

La teja canal con espigas es una teja llamada 'hilada', con dos espigas que permiten un enganche directo sobre listones, con lo que se evita todo riesgo de deslizamiento. Sus características son fijadas por la norma AFNOR NF 31305. La distancia entre dos listones se define con la parte no cubierta de la teja.



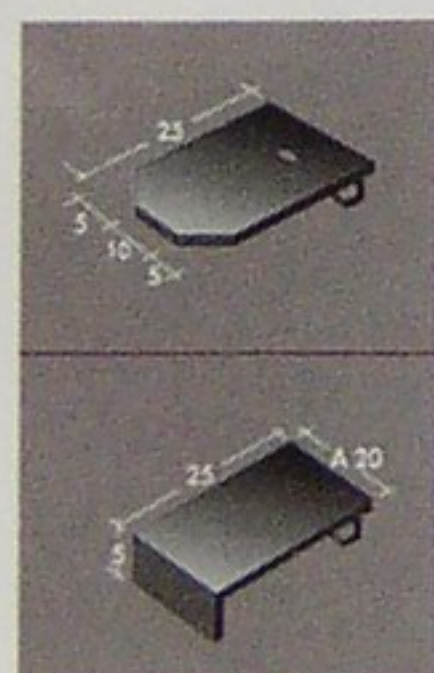
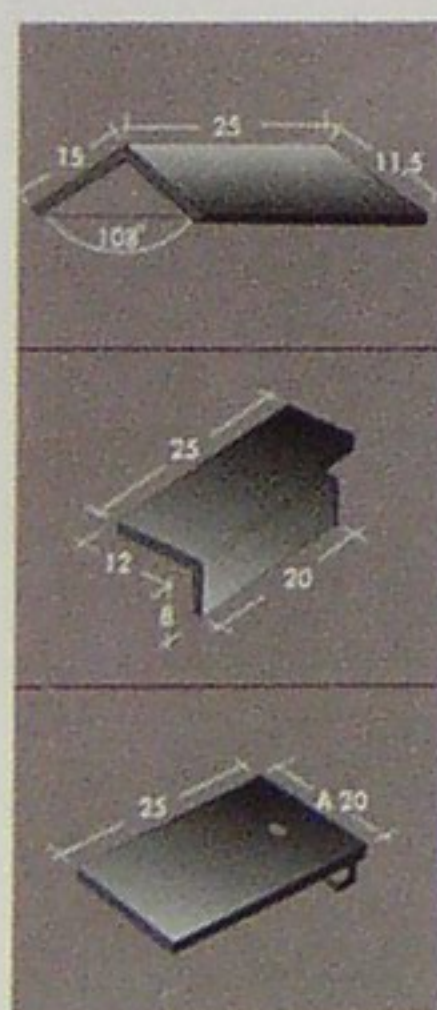
PESO UNITARIO	2.6 kg	2.1 kg	1.7 kg
CANTIDAD EN m ²	11 A 13.5	13 A 15.5	18 A 21
PESO/m ²	28.6 A 35.1 kg	27.3 A 32.5 kg	30.6 A 35.7 kg
PARTE NO CUBIERTA	32 A 35 cm	32 A 35 cm	23 A 26 cm
LONGITUD	49 cm	49 cm	40 cm
ANCHURA			
ARRIBA	16 cm	14.2 cm	14.2 cm
ABAJO	21 cm	18 cm	18 cm

TEJAS DE GRES

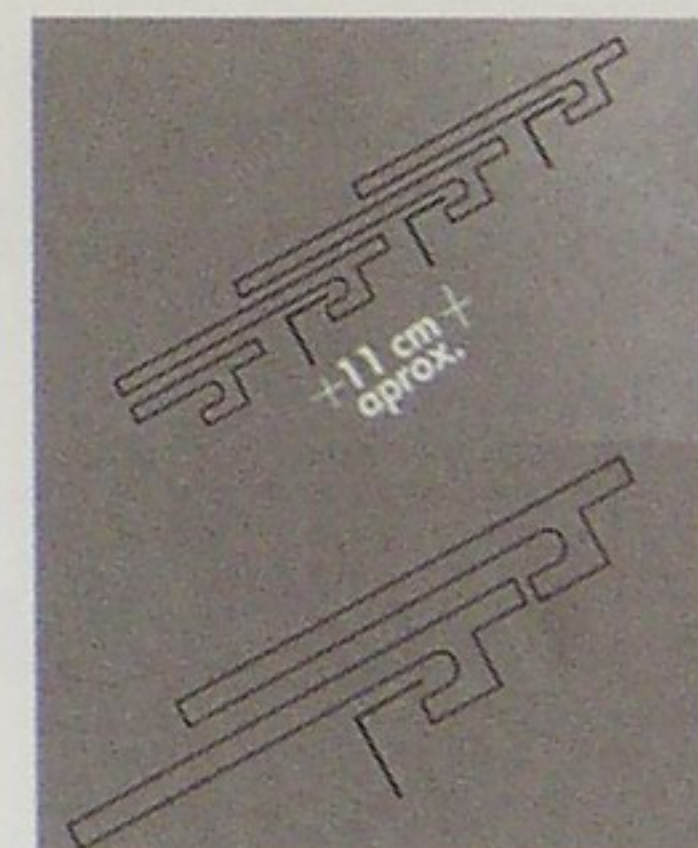
LA CERÁMICA (GRES DE CASTILLA)

Ctra. de Soria, km 4,900. Oro, 1. Polígono de San Cristóbal.
Apdo. Correos 7. 47080 Valladolid
Tel.: 983 29 16 71 / 29 33 84 / 29 58 03. Fax: 983 39 58 17

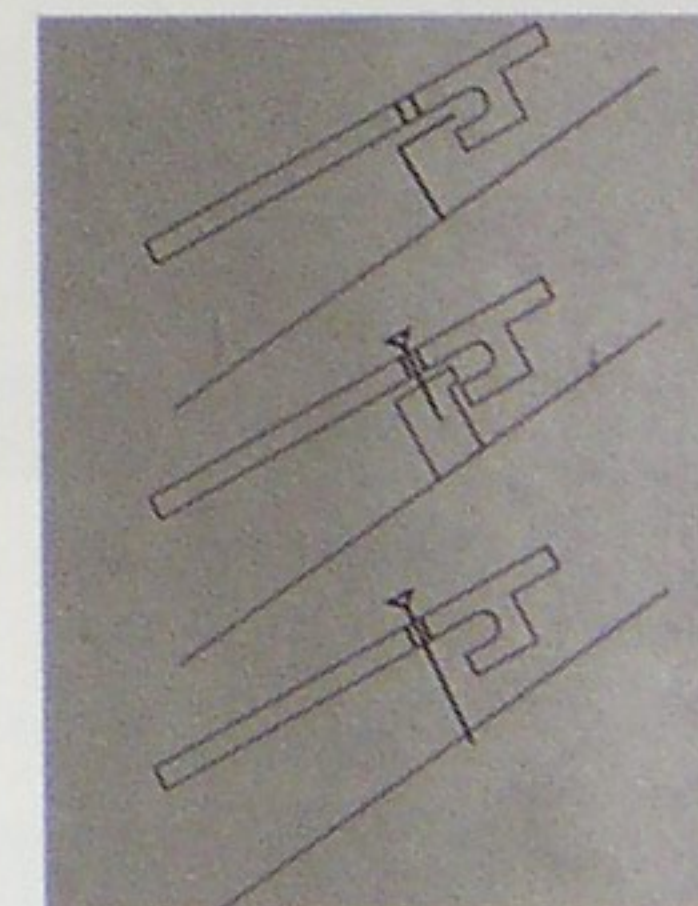
La teja de gres está disponible en numerosas tonalidades.



Tejas planas de gres disponibles en distintas dimensiones -T20 (20 x 25 cm) y T10 (10 x 25 cm)-, cuya característica principal, además del material de composición y su condición refractaria, es la existencia de una especie de espiga en su cara interior que le permite diferentes formas de fijación y de solape (11 cm aproximadamente). Se fabrican también tejas de borde, de solape y de cumbre.



Tipos de solape.



Tipos de fijación.

Tipos de teja y piezas especiales: cumbre, de borde, plana, bretona y de remate.

	Nº DE PIEZAS / m ²	Nº DE PIEZAS / ml	MEDIDAS
CUMBRERA	-	5	-
TEJA DE BORDE	-	5	25 x 12 x 8 cm
TEJA PLANA	50	-	T20 20 x 25 cm
	100	-	T10 10 x 25 cm
TEJA BRETONA	50 / 100	-	20 x 25 cm
TEJA DE REMATE	-	5	20 x 25 x 5 cm

TEJAS GUIRAUD FRÈRES CON DOBLE ENCAJE

CERÁMICAS DEL TER, S.A. (GUIRAUD FRÈRES)
Ctra. Girona-Palamós, km. 16. 17120 La Pera (Girona)
Tel.: 972 48 80 50. Fax: 972 48 91 11 / 49 10 40.
E-mail: terlapera@cetersa.com
P. Web: www.cetersa.com

Teja romana:

Dimensiones: 28 x 42 cm.
Cantidad /m²: 13,5
Peso : 3,4 kg.
Parte vista: 35,5 cm.

Teja meridional:

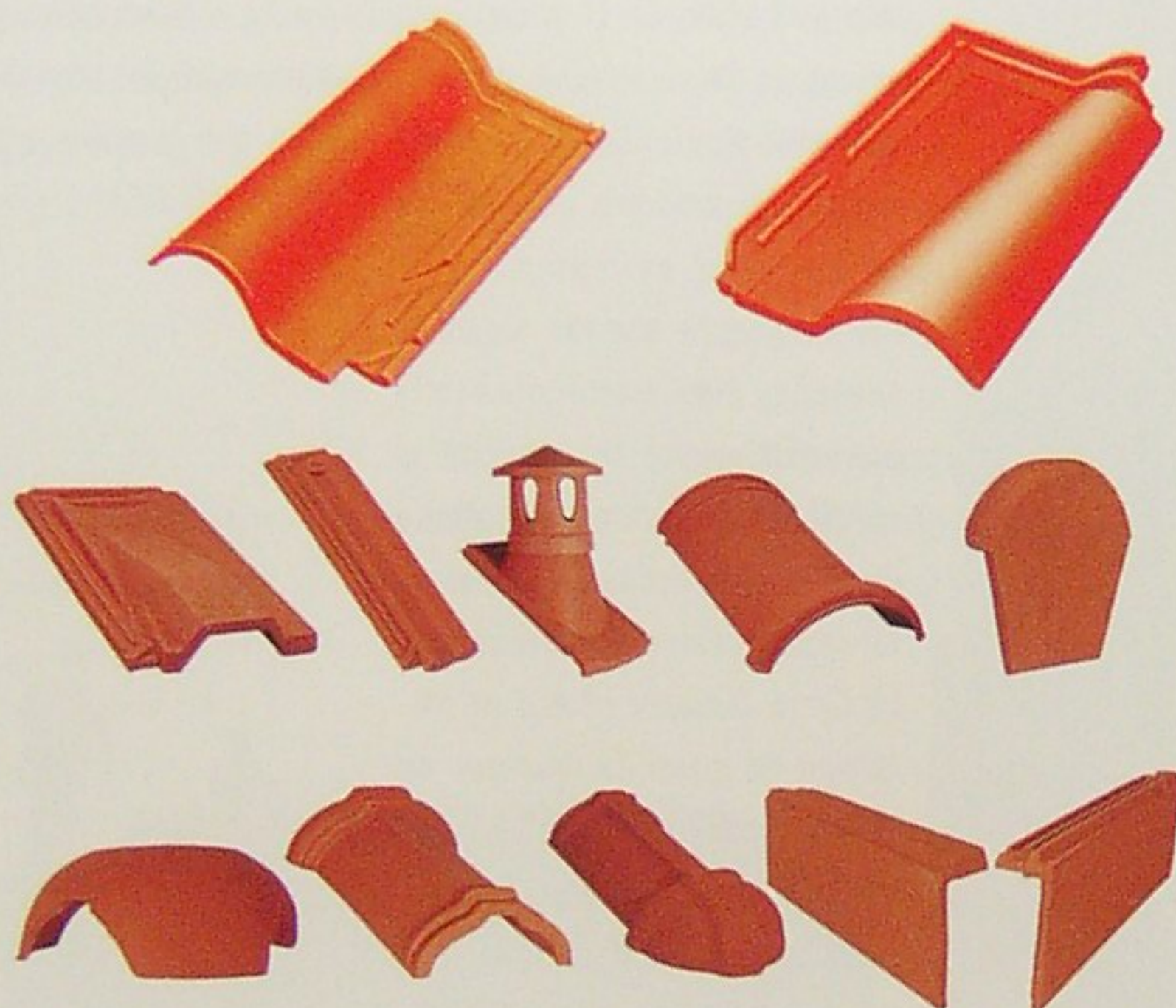
Dimensiones: 27 x 43 cm.
Cantidad /m²: 13
Peso : 3,3 kg.
Parte vista: 35,8 cm.

Dobles tejas canal con encaje:

Dimensiones: 48 x 30 cm.
Cantidad /m²: 10
Peso : 4,4 kg.
Parte vista: 41 cm.

Teja monocal 10 de canalera variable:

Dimensiones: 49,5 x 30 cm.
Cantidad /m²: 10
Peso : 4,3 kg.
Canalera variable: de 10 a 42 cm.



Del completo catálogo de Guiraud Frères sobre tejas cerámicas traemos al dossier la serie de tejas con doble encaje longitudinal y transversal que asegura la máxima impermeabilidad. Además de la teja romana, la

Accesorios de la teja monocal 10.

meridional y la monocal comercializa las dobles tejas canal con encaje, con el aspecto de dos tejas árabes (teja y bocateja) pero que técnicamente son tejas con encaje, transversal y longitudinal. El catálogo se completa con una extensa oferta de accesorios, piezas de remate y gama de colores.

TEJAS PLANAS DE ARCILLA ACME

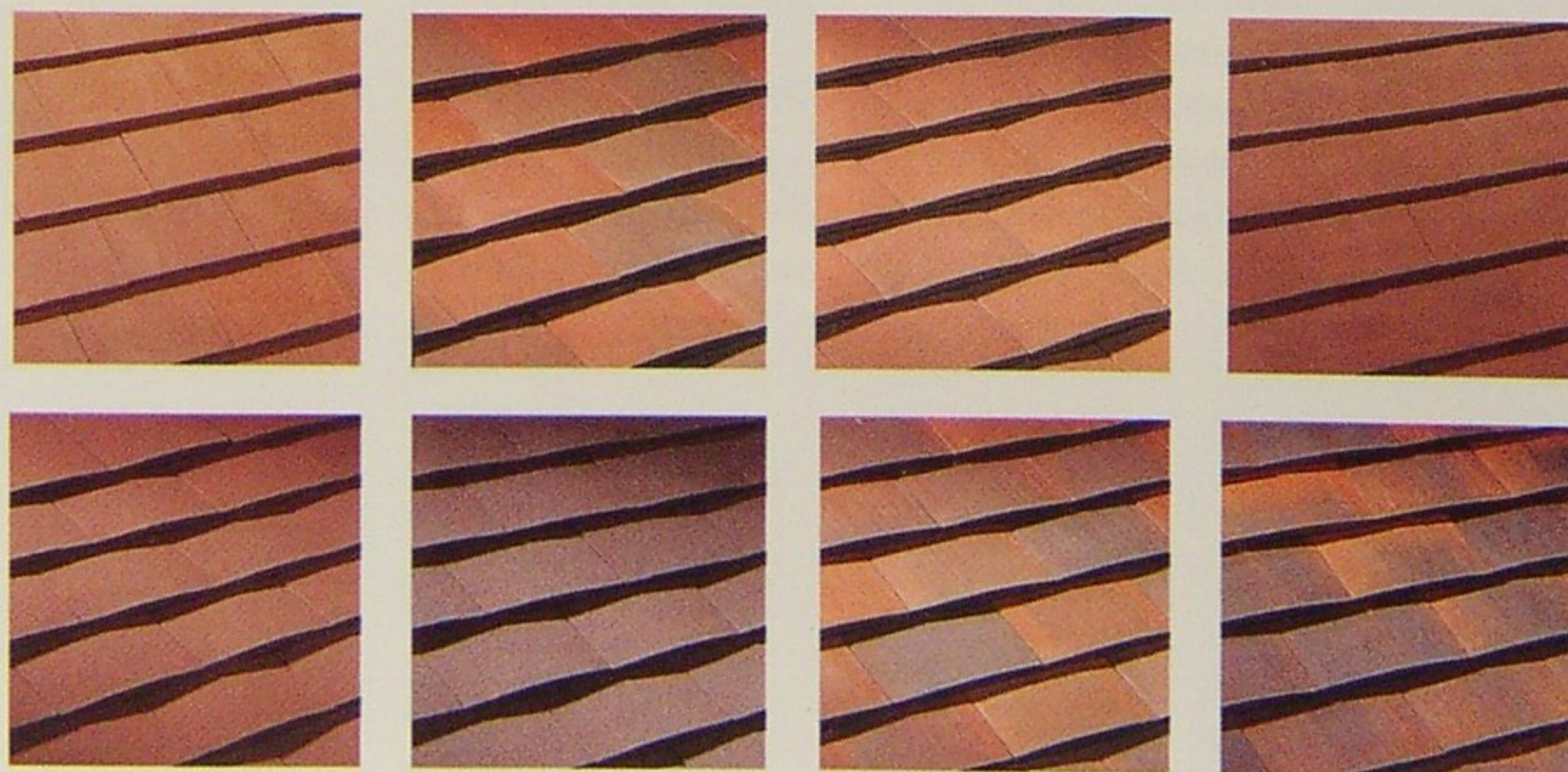
ETERNIT CLAY TILES LIMITED
Ridgehill Drive, Madeley Heath, Crewe, Cheshire CW3 9LY (Reino Unido)
Tel.: +(44) 1782 75 02 43. Fax: +(44) 1782 75 09 01

El catálogo presentado por la firma británica Eternit es uno de los más completos que existen en el mercado de los dedicados a tejas planas de arcilla en su doble versión: fabricadas a máquina y a mano. Presenta una amplia gama en tonalidades y texturas. Además de la forma rectangular (265 x 165 mm), comercializa cuatro formas más y toda clase de piezas especiales

de remate. Las tejas y piezas especiales están garantizadas durante 30 años, y las piezas de ventilación, durante 10. Características principales:

-Tamaño: 265 x 165 mm.

-Espesor (mínimo): 65 mm.
-Inclinación mínima del tejado: 35 °.
-Número de tejas / m²: 60.
-Peso aproximado: 64 kg/ m²



Gama de tejas fabricadas a máquina que ofrece el catálogo Eternit: disponibles con curvatura en una o en dos direcciones.

PIZARRAS CUPA

CUPA (CUIPRE PADESA, S.A.)

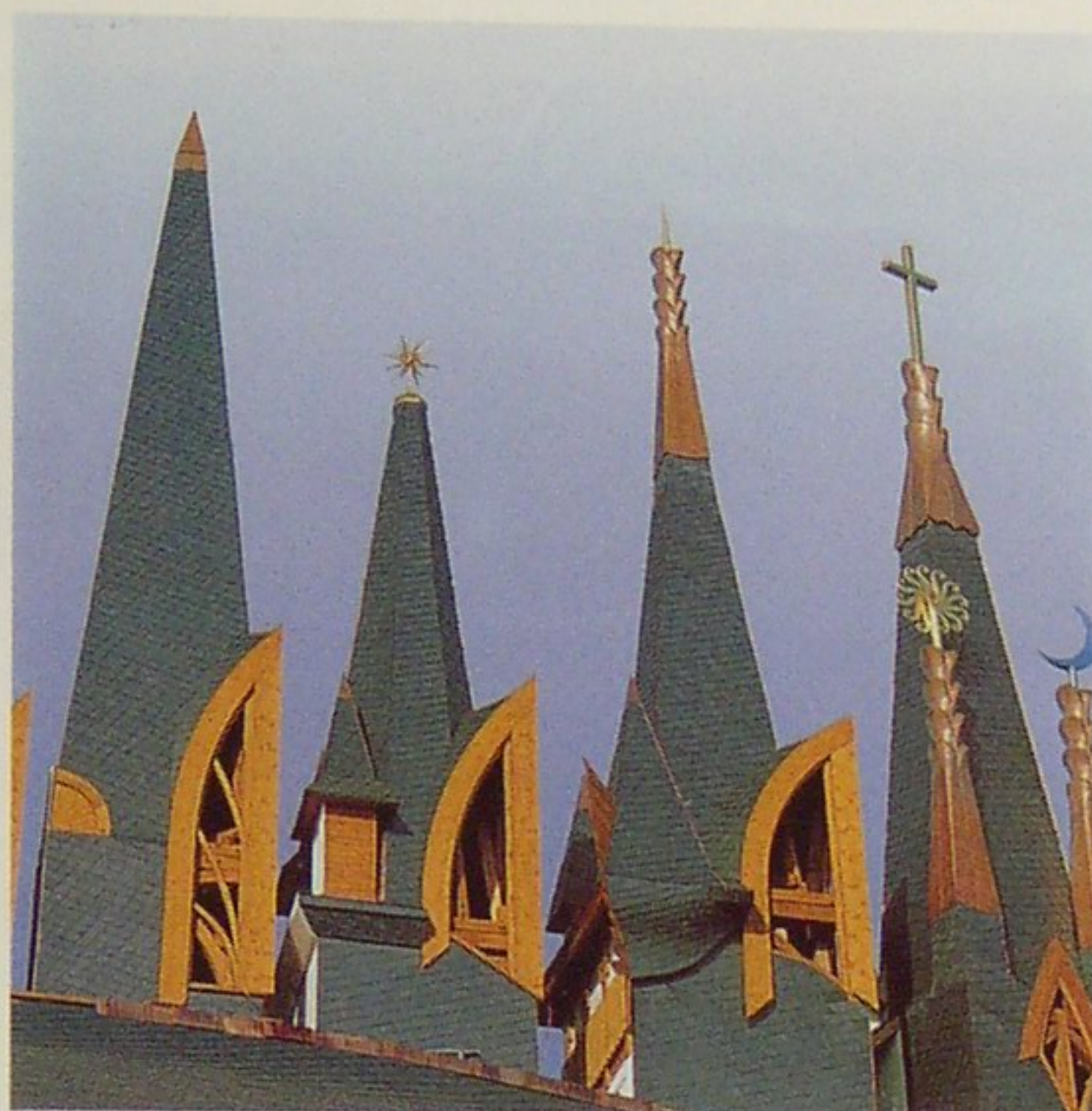
La Medua, s/n. 32330 Sobradelo de Valdeorras (Ourense)

Tel.: 988 33 54 10. Fax: 988 33 55 99

E-mail: cupirepadesa@cupirepadesa.com.

P.web: www.cupirepadesa.com

Pabellón de Hungría. Arqto. Imre Makovecz. Expo'92, Sevilla.



Cupa es uno de los principales productores de pizarra del mundo, realizando todo el proceso productivo en la propia cantera: una vez aflorado el yacimiento se extrae la pizarra en grandes bloques, siguiendo el procedimiento de cantera abierta. Ya en las naves de manipulación los bloques se aserran según el tamaño más conveniente y posteriormente se procede al exfoliado en láminas y tallado una a una de todas las piezas de un modo totalmente artesanal. La firma también ofrece un catálogo de cuarcita, aunque no es una piedra recomendable para su uso en cubiertas.

Cupa edita un manual que contiene aquellas normas y princi-

pios fundamentales a tener en cuenta en el empleo de la pizarra para la construcción de cubiertas, compendio de los usos y modos tradicionales y de la normativa oficial vigente; información que también está disponible en CD-ROM y vídeo.

PIZARRERÍAS BERNARDOS

NATUR PIEDRA - PIZARRERÍAS BERNARDOS

Las Canteras, s/n. 40430 Bernardos (Segovia)

Tel.: 921 56 60 46/12 20 08. Fax: 921 56 64 06

E. mail: naturpiedra@naturpiedra.com

Natur Piedra - Pizarrerías Bernardos ocupa uno de los primeros lugares en el sector de la pizarra en España. Ofrece un producto de alta calidad y selección, tanto en su proceso de extracción como en su presentación final.

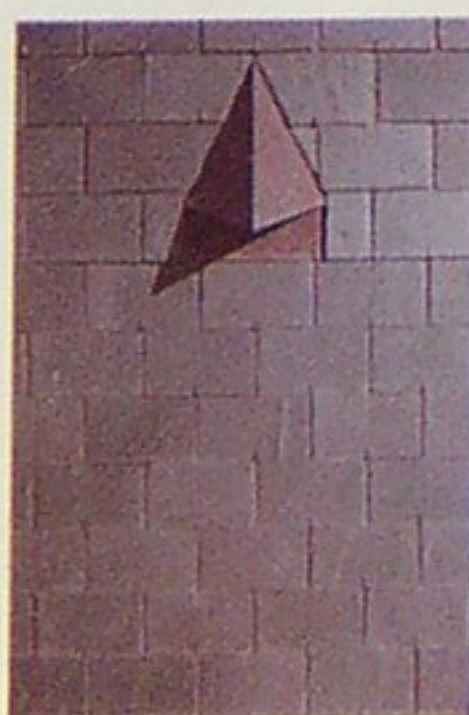
La gama de cortes y despieces es muy extensa, ofreciendo piezas especiales para limahoyas, limas de costado, piezas aviesadas, etc.

Lo mismo sucede con la gama de colores entre los que destacamos los de la ilustración adjunta.

La firma ha suministrado la pizarra para la restauración de la mayoría de los edificios históricos de Castilla-León con cubierta de pizarra (Monasterio y Casa de Infantes de San Lorenzo de El Escorial, Alcázar de Segovia, Palacio de Riofrio, Palacio de El Pardo...)



Pizarra utilizada en la restauración del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial.



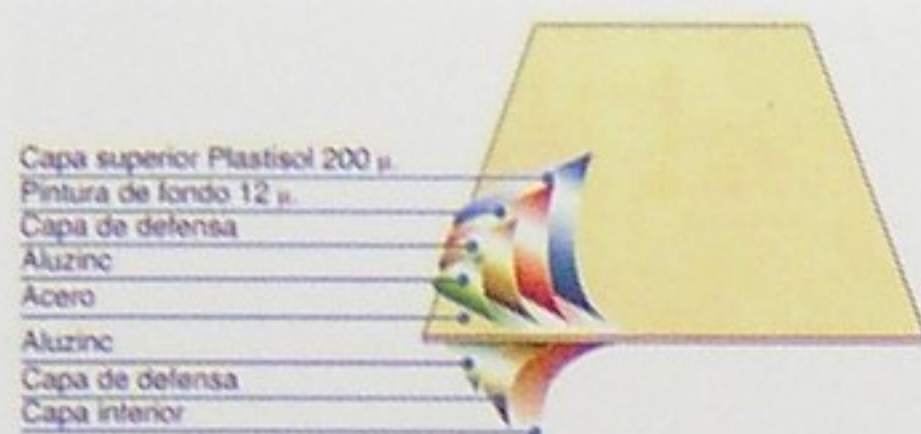
De izquierda a derecha, diferentes variedades de pizarra: Negro Galicia, Gris Bernardos, Rojo Sicilia, Multicolor Ev, Verde Camaleón y Verde Pradera.

TEJA METÁLICA

VENTIL-TUBO, S.A.

Parcela C. Pol. Ind. Akinorruti. 31809 Olazagutia (Navarra)

Tel./Fax: 943 81 39 05

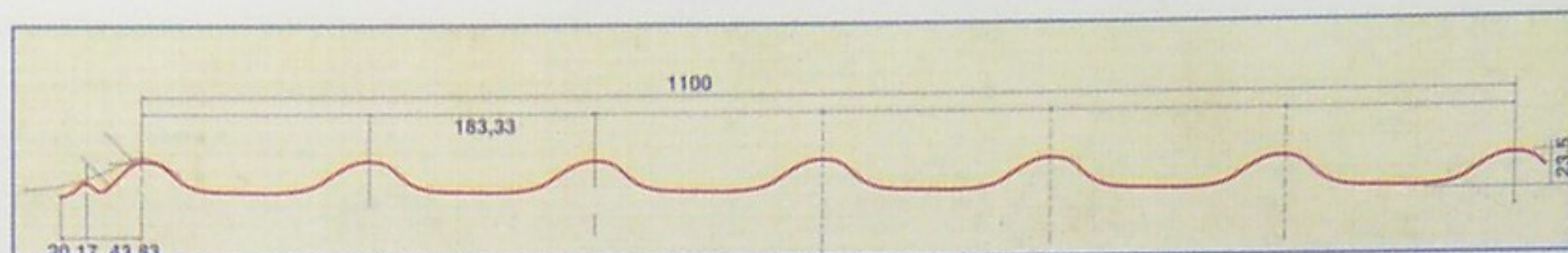


Composición de la teja metálica con las diferentes capas protectoras sobre la base de acero y aluzinc.

Puesta en obra sobre cubierta existente, con rastrelado de madera.



Sección del panel con sus correspondientes dimensiones.



Panel metálico con perfil de teja mixta de aluzinc recubierto de diferentes capas protectoras. El aluzinc es una aleación de aluminio y zinc especialmente concebida para un medio agresivo. Sobre el aluzinc se aplica una capa de defensa, una de pintura de fondo de 12 micras y una capa final de Plastisol de 200 micras.

El peso del panel es sólo de 5 kg/m², lo que permite superponerlo a cubierta antiguas defectuosas con una estructura suplementaria mínima.

Otras características técnicas son las siguientes:

- Longitud de teja: 350 mm.
- Anchura útil del panel: 1.100 mm.

- Longitud de la chapa: de 1.050 hasta 8.200 mm.
 - Espesor total de la chapa: 0,7 mm.
 - Pendiente mínima: 8°.
 - Distancia entre tablas: 350 mm.
- Se ofrece en seis colores y hay disponible toda clase de piezas de terminación.



El peso neto del panel es de 5 kg/m².

ALUBEL

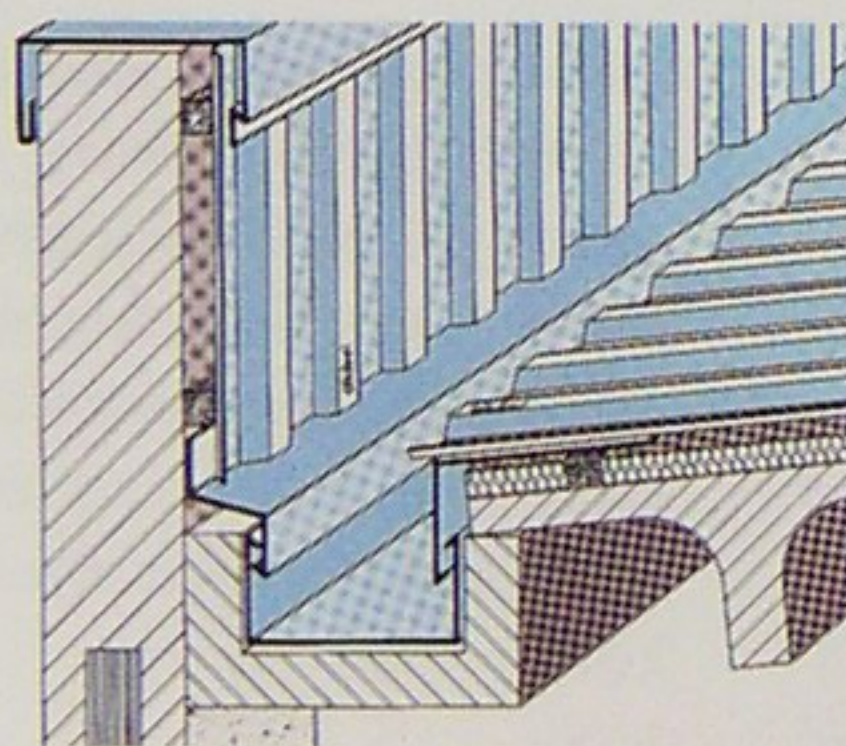
ALUBEL S. r. l.

Via Torricelli, 8. 42011 Bagnolo in Piano. RE (Italia)

Tel.: +(39) 0522-95 75 11. Fax: +(39) 0522-95 10 69

E. mail: alubel@alubel.it

P. web: www.alubel.it



Detalle de canalón oculto, en el que se puede apreciar que cada encuentro cuenta con un accesorio especial.

Alubel fabrica componentes para la ejecución de cubiertas de aluminio. No se limita sencillamente a la chapa de aluminio, sino que dispone de un sistema completo de piezas especiales y accesorios, destinado a resolver cualquier exigencia de proyecto. El perfil base Alubel 28, de aluminio gofrado o nervado, está constituido por planchas perfila-

das de espesor 0,7 y 0,8 mm principalmente, fabricadas con proceso continuo y cortadas a la longitud pedida por el cliente. El peso medio de la chapa es de 3 kg/m² aproximadamente. Gracias a la buena superposición lateral (1 1/2 ondas de solapamiento), se puede utilizar como plancha única, con una pendiente mínima del 3%.

Es posible curvar las piezas para cubrir estructuras abovedadas, y según el tipo de perfil, doblarlas en obra hasta un radio límite. La plancha no necesita ser protegida con lacas o barnices, no obstante la empresa ofrece una opción prelacada con una gama estándar de 8 colores. La gama de accesorios -planchas de empalme, caballetes, canalones, goterones, etc.- es extensísima, y es precisamente éste uno de los mayores atractivos a la hora de utilizar esta cubierta.



Aplicación de la plancha Alubel en dos soluciones para una misma obra: A la izquierda, cubierta a dos aguas: la cubierta siempre se fija en la parte alta de la greca, para mayor seguridad. Los complementos, en este caso remate de



caballete, se sujetan de la misma manera. A la derecha, las chapas se pueden curvar en obra para cubrir estructuras abovedadas, como en el caso de estos lucernarios.

ALCAN-FALZONAL

ALCAN IBÉRICA, S.A.

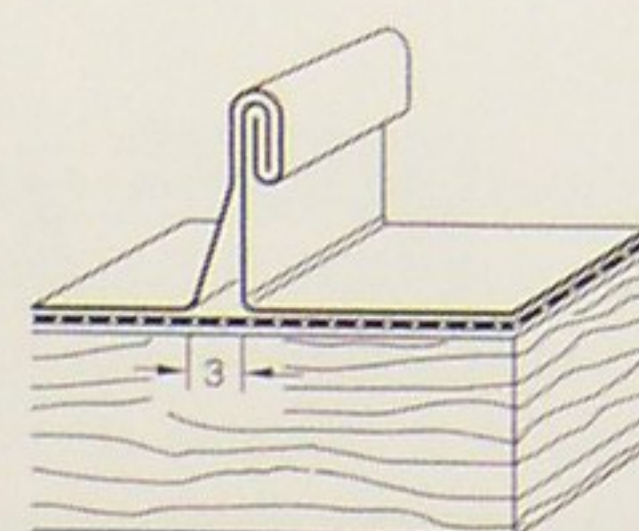
Orense, 16 5°. 28020 Madrid

Tel.: 91 555 03 48. Fax: 91 555 08 82

La firma Alcan-Falzonal® está especializada en la fabricación de aluminio prelacado en bandas o bobinas. El prelacado se consigue mediante un doble revestimiento: una primera capa, más un lacado final mediante

un proceso denominado Coil Coating, basado en lacas de PVdF (difloruro de polivinilo). Respecto a los colores, ofrece una de las gamas más amplias del mercado, con 45 colores estándar. Para el montaje admite la junta

alzada y con listón, aunque se recomienda la doble junta alzada.



Doble junta alzada, altura: 25 mm.



Centro de desarrollo en Nuenberg. Cobertura en color Perlweiss. Los encuentros entre distintos planos y la unión con elementos singulares se resuelve sin problemas.



Clínicas municipales en Osnabrück. El aluminio prelacado Alcan es de aplicación tanto en fachadas como en cubiertas.

TECU®-PATINA/ TECU®-OXID

KM EUROPA METAL

Basauri 17. 28023 La Florida (Madrid)

Tel.: 91 710 28 11. Fax: 91 710 28 12

Las planchas de cobre y elementos auxiliares de cubierta que suministra KME están tratados exteriormente mediante un proceso mecánico-químico, que proporciona un acabado de pátina verde. Mediante este procedimiento se acelera de forma artificial un proceso natural: el envejecimiento

del cobre que, a partir del tratamiento, continuará su normal evolución pero habiéndose evitado el ennegrecimiento del cobre, logrando una coloración homogénea, así como una mayor protección frente a la corrosión que incluso mejorará a lo largo de la exposición del material a los

agentes atmosféricos. Las láminas se presentan en las siguientes dimensiones estándar (mm):

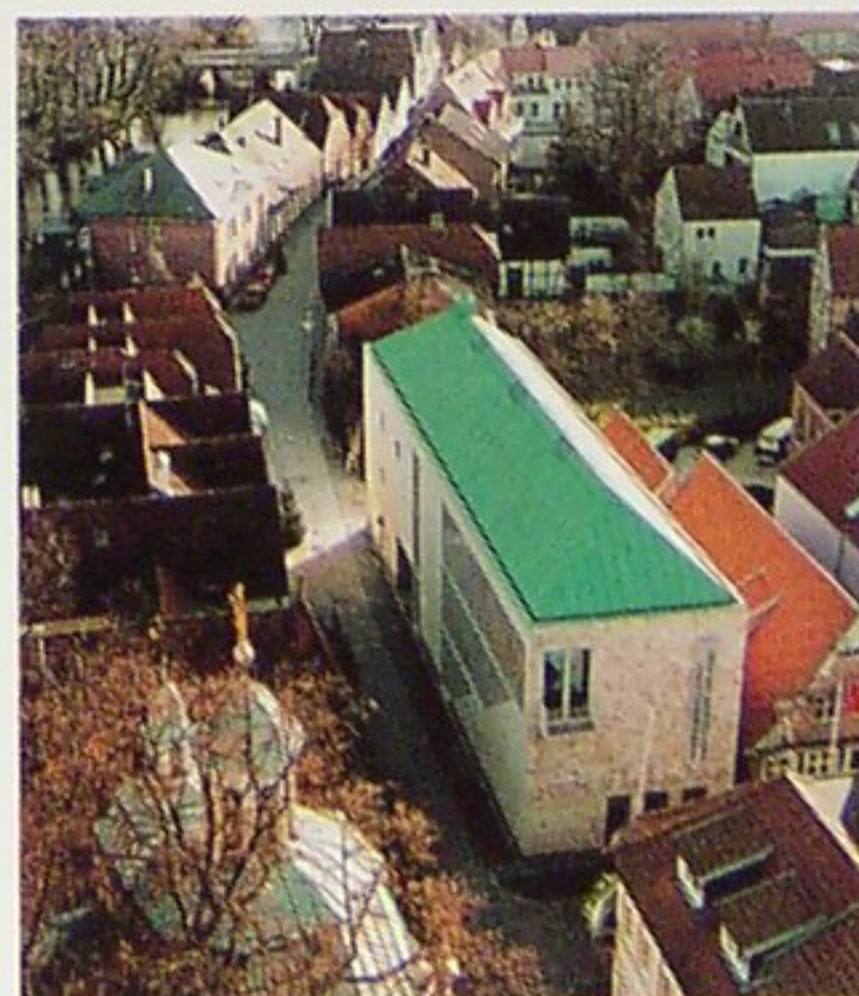
Espesor	Anchura	Longitud
0,7	1.000	3.000
0,7	1.000	2.000
0,7	670	3.000
0,7	670	2.000
0,7	600	3.000

Las medidas máximas son 1,5 x 1.000 x 3.000 mm.

La misma firma comercializa un tratamiento denominado Tecu® Oxid para láminas de cobre con un acabado color óxido marrón, sin que nunca llegue a la pátina final color verde.



Utilización de Tecu® Patina en la cubierta del Museo de Valladolid. Arquitecto: Rafael Moneo (Instalación: Meta Zinco).



Museo Crib en Telgte (Alemania). Arqto.: Josef Paul Kleihues.



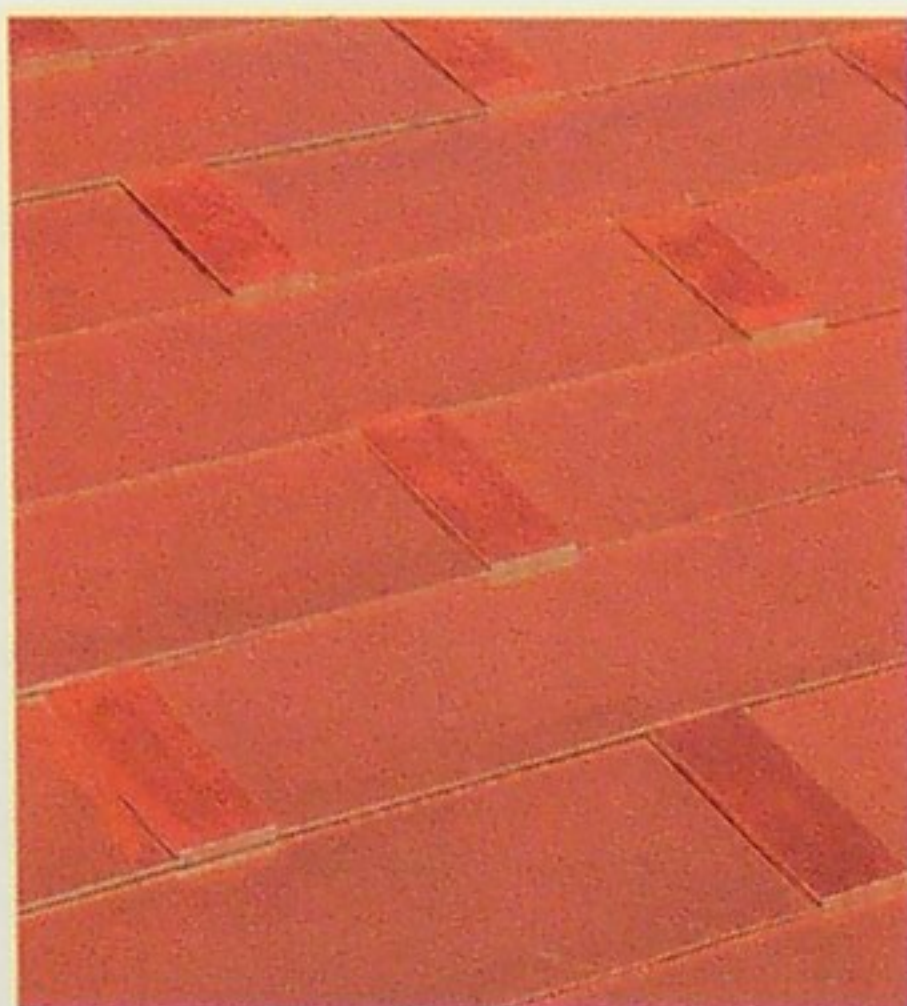
Tecu®-Oxid acelera y mantiene una oxidación marrón mate del cobre.

PANEL COMPACT - TEXSA

TEXSA (TEGOLA® CANADESE)

Ferro, 7. Pol. Ind. Can Pegri. 08755 Castellbisbal (Barcelona)

Tel.: 93 635 14 00. Fax: 93 635 14 80

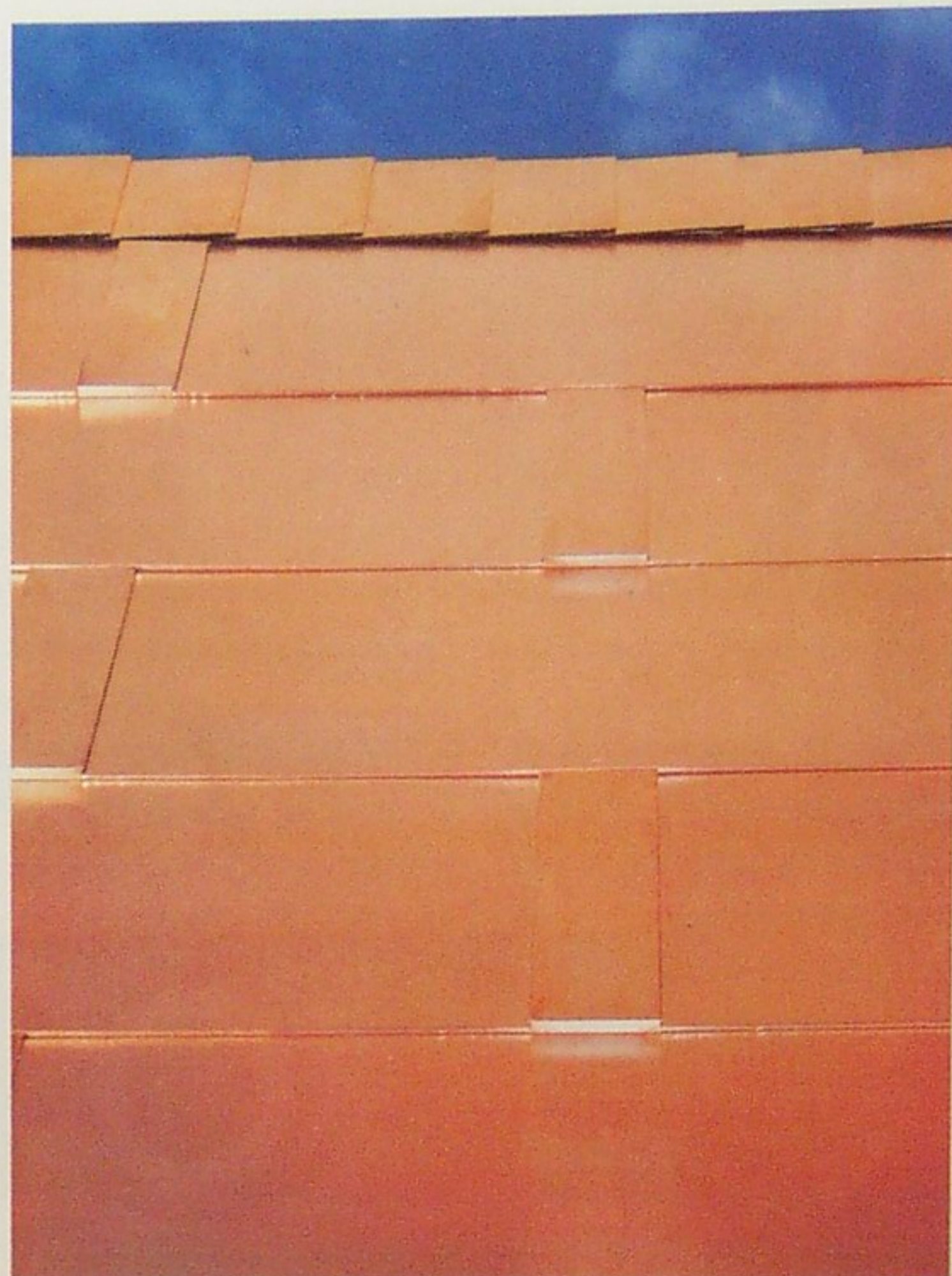


Aspecto final de una cubierta construida con la serie Prestige Compact. Todos los accesorios se fabrican también en cobre para conseguir una cubierta uniforme.

El panel Compact es un producto con terminación de cobre y con una aplicación similar a la de la placa asfáltica que consiste en una lámina de 100 x 34 cm, 5 mm de espesor y un peso de 7,5 k/m², con una superficie superior de cobre, dos refuerzos de fibra de vidrio, varias capas de asfalto especial y una base de polietileno aluminado. Esta composición atenúa en gran medida los ruidos de impacto de la lluvia, granizo, etc.

Una técnica de fabricación especial cubre los cantos con cobre, protegiendo la teja de la corrosión.

El sistema tiene sus propios accesorios para construir una cubierta totalmente homogénea.



RHEINZINK®

RHEINZINK® GMBH

Bahnhofstrasse, 90. 45711 Datteln (Alemania)

Tel.: +(49) 23 63-605-0. Fax: +(49) 23 63-605-354

E-mail: atzpodin.rheinzink@t-online.de

P. web: www.rheinzink.de

Proyecto IBA (Alemania).

Arquitecto: Hans Kollhof.



Empresa fabricantes de cubiertas y fachadas de aleación de zinc, cobre y titanio, en acabado natural o con tratamientos superficiales.

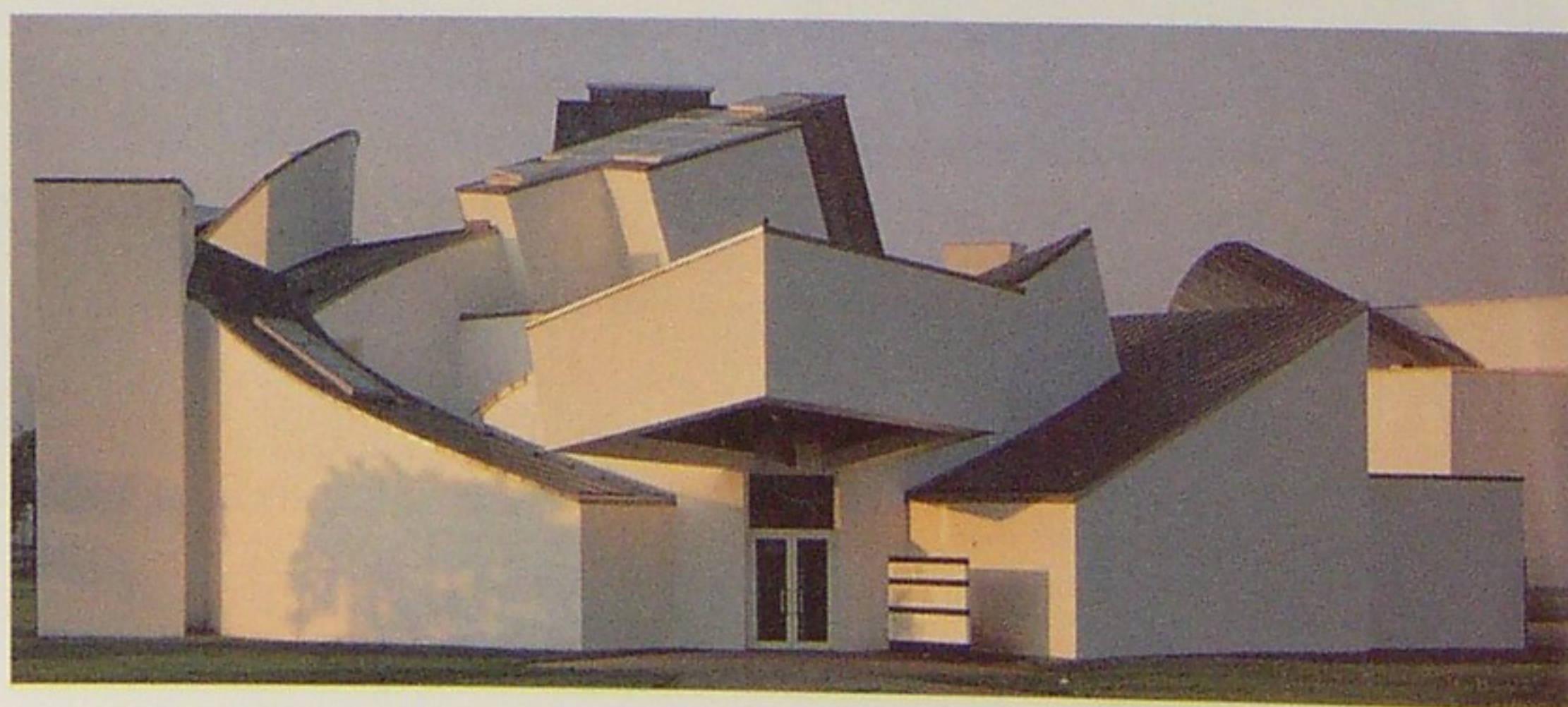
Entre las características más sobresalientes de la utilización de la cubierta metálica destacan su elevada durabilidad, así como la versatilidad que proporciona

desde el punto de vista del diseño arquitectónico, como muestran las imágenes de algunas de las obras realizadas con el sistema Rheinzink® que acompañan estas líneas.

La empresa ofrece servicio de oficina técnica para el estudio y supervisión de proyectos.

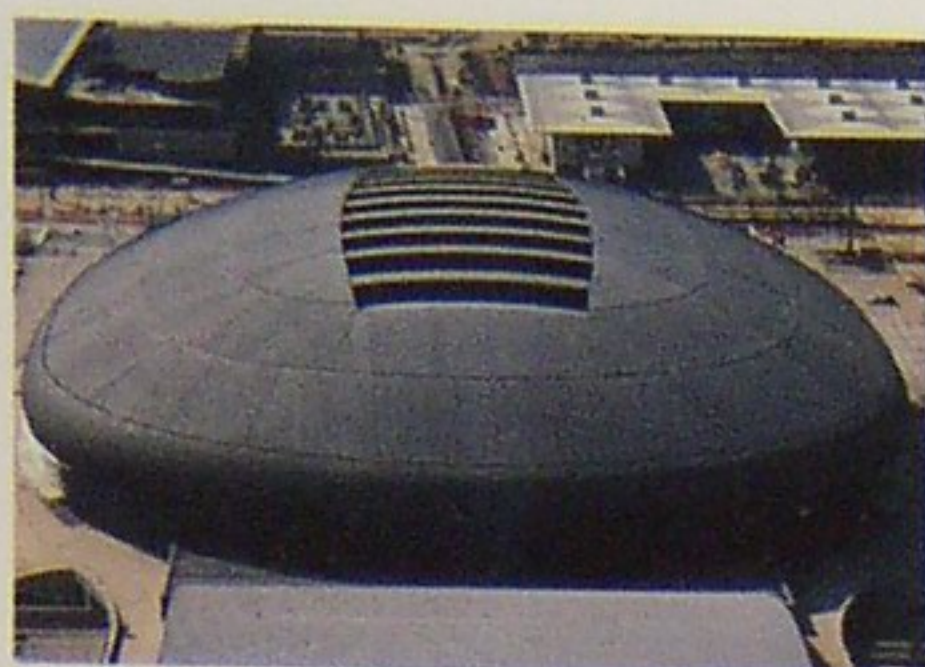


Abadía benedictina en Königsmünster (Alemania). Arquitecto: Peter Kulka.



Museo de Diseño Vitra, Weil (Alemania). Arqto.: Frank O. Gehry.

SOGEM IBÉRICA, S.A. (UNION MINIERE)
 Pol. Cova Solera, s/n. 08191 Rubí (Barcelona)
 Tel.: 93 586 04 50. Fax: 93 699 70 51
 E-mail: sogem.bbat@logiccontrol.es



Pabellón Utopía en la EXPO' 98 de Lisboa. Arqto: S.O.M. Cubierta VM-Zinc® calidad Quartz-zinc.

Union Minière, primer productor mundial de zinc, empresa que comercializa la marca VM-Zinc, ofreciendo la gama más completa de zinc de alta pureza, aleado con cobre y titanio. Se presenta comercialmente en hojas, bobinas grandes y pequeñas para su aplicación en cubiertas y fachadas. Permite el perfilado, por lo que se puede elaborar accesorios para la evacuación de aguas pluviales. Según el tratamiento, el aspecto superficial del zinc puede ser:

- Zinc natural: al transcurrir

unos meses se forma en la superficie una capa autoprotectora de hidrocarbonato de zinc, de un tono gris claro (pátina natural).

- Zinc prepatinado: evita, si se desea, el aspecto brillante del zinc laminado nuevo al inicio de la instalación. Se aplica un tratamiento químico a la superficie que le confiere un aspecto similar a su pátina natural (gris pizarra Anthra-zinc o gris claro Quartz-zinc).
- Zinc bilacado: el tratamiento consiste en una aplicación sobre el zinc de una laca de poliéster de

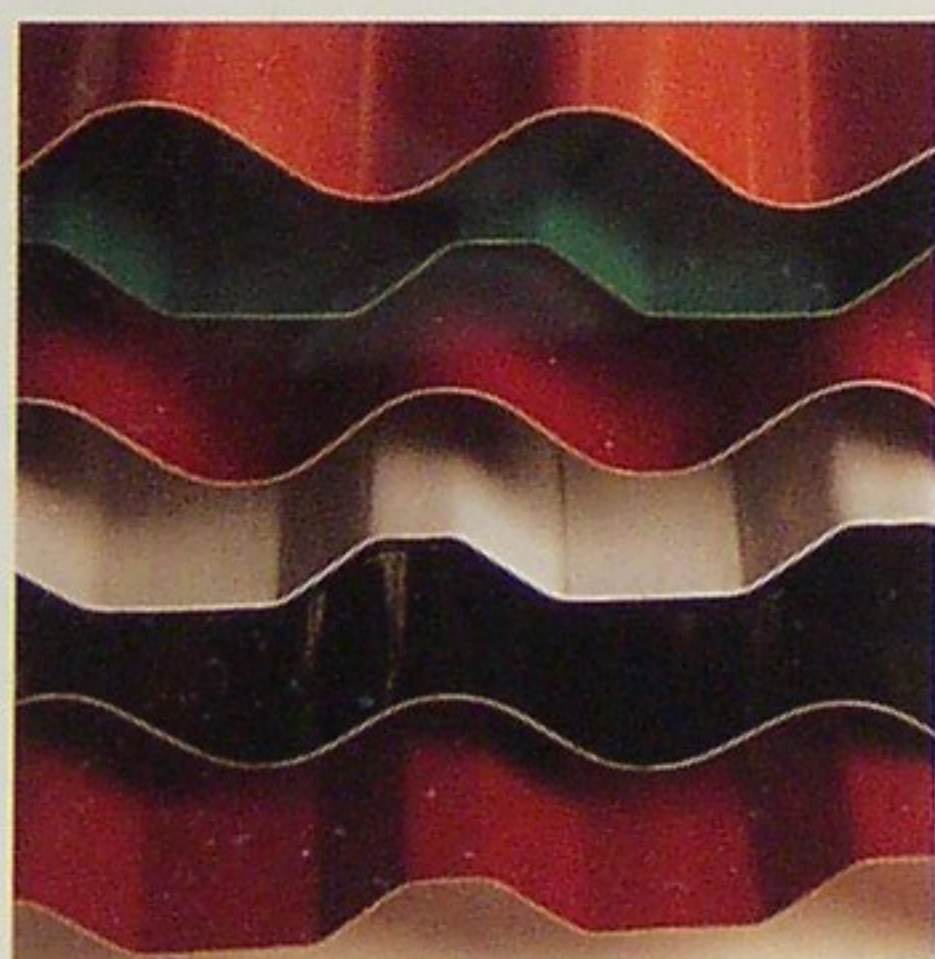
25 micras, polimerizada al horno, en una gama de seis colores. Admite la colocación sobre soportes diversos, aunque el habitual es madera de pino macizo, con los sistemas de cubierta belga con listón o cubierta a junta alzada. Las soldaduras se realizan con metal de aportación (aleación plomo-estaño). La empresa ofrece un equipo técnico para orientar en el uso e instalación de sus productos. También recomienda y colabora con empresas montadoras especializadas.



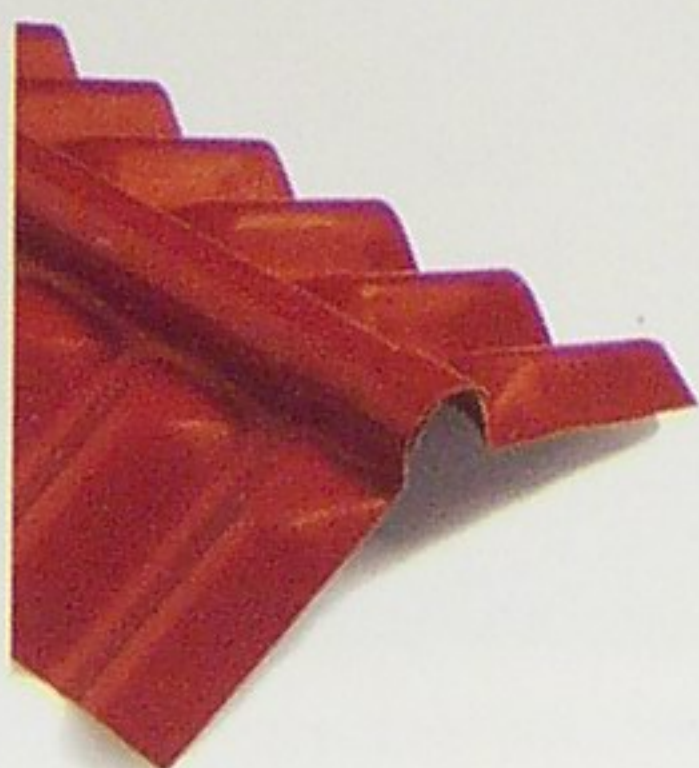
Gama de acabados y su aplicación en obra: de izquierda a derecha: natural, prepatinado Quartz Zinc, prepatinado Anthra Zinc y bilacado marrón teja.

CESAREA 2000

COIM (CHIMICA ORGANICA INDUSTRIALE MILANESE)
 Via Manzoni, 28/32. 20019 Settimo Milanese -MI (Italia)
 Tel.: +(39) 2-33505.1. Fax: +(39) 2-33505250/249



Algunos modelos de la gama de perfiles y colores de Cesarea 2000, dentro del programa Lariver®.



Cesarea 2000 es un laminado opaco cuyo componente principal es fibra de vidrio reforzada y aditivos especiales, con una película de poliéster que protege la superficie exterior. Este material es altamente resistente, tanto al impacto como a los cambios de temperatura extremos (-30 °C a +150 °C) y a los agentes atmosféricos (rayos UV y agentes químicos); no se corroe, y por lo tanto, se elimina

el mantenimiento. Además, es autoextinguible y tiene una baja transmisión acústica y térmica. Está disponible en diferentes perfiles -ondulado y grecado-, así como en varios colores, en los que también se fabrican los accesorios: remate de cumbre, remate lateral, encuentro con muro etc., y complementos como clavos de cabeza ancha, tornillos autorroscantes, soportes de madera y poliuretano y otros.



Este sistema de cobertura de fibra de vidrio ofrece un importante catálogo de piezas especiales de remate:



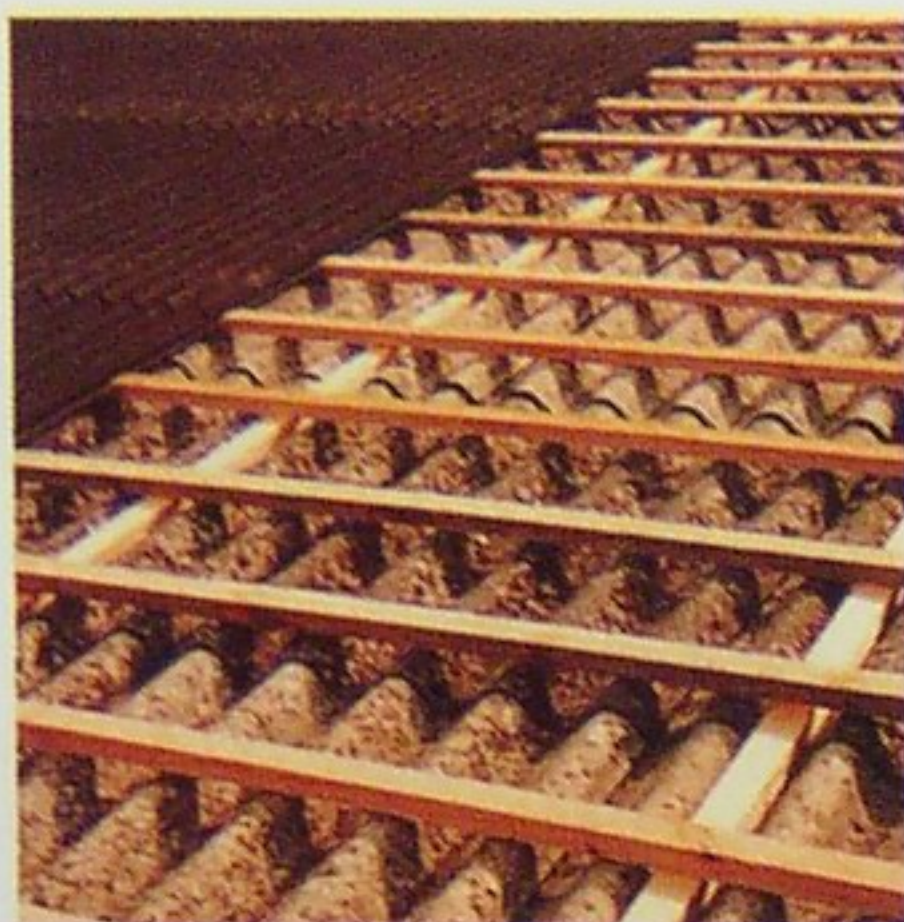
*A. Piezas de remate de cumbre.
 B. Pieza de encuentro con muro.
 C. Pieza de remate lateral.*



*Elementos de fijación:
 A. Tornillos autorroscantes. B. Placas de sujeción. C y D. Soportes de madera o poliuretano en forma de onda.*

ONDULINE

ONDULINE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, S.A.
Apdo. Correos 25. 48500 Gallarta (Vizcaya)
Tel.: 94 636 94 44/ 12. Fax: 94 636 91 03



Onduline Sobrecubiertas se coloca con rastreles de madera directamente sobre la cubierta existente.



Onduline Bajo Teja proporciona ventilación bajo las tejas y bajo las placas.



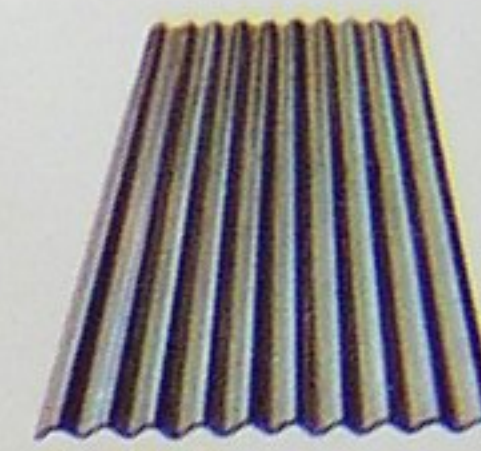
NEGRO-PIZARRA



ROJA



VERDE



ALUMINIO

Gama de colores Onduline Cubiertas: negro pizarra, rojo, verde y aluminio.



Accesorios disponibles, de izquierda a derecha: cumbre, clavos, aireador y claraboya

Placa ondulada fabricada, mediante proceso continuo, a base de fibras minerales y vegetales saturadas con una emulsión bituminosa a alta temperatura.

Se adapta a todo tipo de soporte y a cualquier pendiente, incluso a paramentos verticales. Es ligera, flexible y se corta simplemente con una sierra.

La instalación es sencilla: colocadas sobre listones de madera, perfil metálico o soporte acabado con mortero de cemento, las placas deben superponerse lateralmente una onda, dejando un solape transversal de 10 cm. La fijación de las placas se realiza mediante clavos especiales Onduline con cabeza de PVC sobre madera, con tornillo sobre hormigón y con gancho sobre perfiles metálicos, y siempre en la cima de las ondas (8 a 10 anclajes por placa).

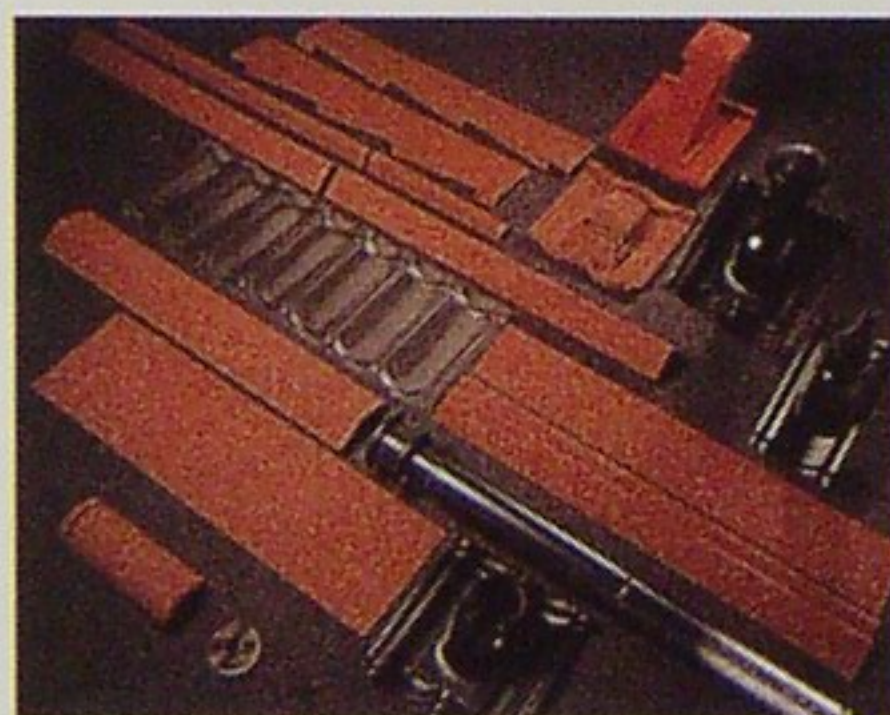
La misma empresa dispone de modelos de placa para reparación de cubiertas sin necesidad de desmontaje de la existente: Onduline Sobrecubiertas; y de placa de soporte de tejas que proporciona estabilidad, impermeabilización, aislamiento térmico y ventilación a la cubierta: Onduline Bajo Teja.

La misma empresa dispone de modelos de placa para reparación de cubiertas sin necesidad de desmontaje de la existente: Onduline Sobrecubiertas; y de placa de soporte de tejas que proporciona estabilidad, impermeabilización, aislamiento térmico y ventilación a la cubierta: Onduline Bajo Teja.

POLYTUIL

POLYTUIL ESPAÑA

Avda. de la Granvía, 179 2º. 08908 L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)
Tel.: 93 261 63 00. Fax: 93 261 63 20.

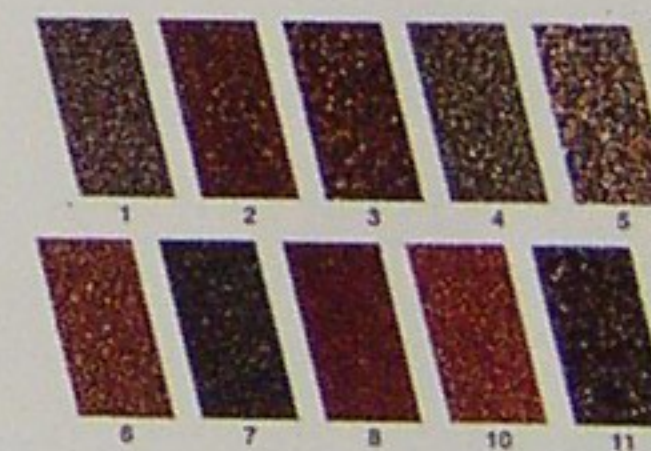


La empresa ofrece también una amplia gama de accesorios adaptados, soluciones constructivas y herramientas específicas.

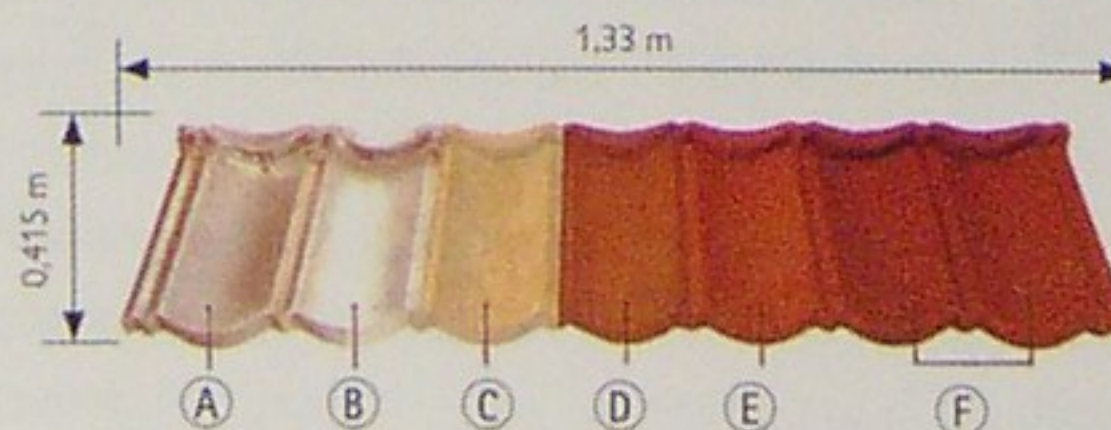
El sistema de cubierta Polytuil, aplicable en pendientes entre 12 y 90 grados, está constituido por elementos modulares, equivalentes en dimensión a siete tejas clásicas, realizado en acero galvanizado en caliente, prelacado y provisto de un acabado de gránulos de roca coloreada mezclados con resinas acrílicas. El acero, como base de fabricación de los elementos-teja, confiere al sistema alta solidez y resistencia, facilitando todas las operaciones de adaptación y acabado. Los granulados de roca que recubren cada elemento reducen de manera notable el nivel de las transmisiones sonoras. El elemento teja es bastante ligero, 7 kg/m², y no precisa de estructuras pesadas. En el caso de rehabilitaciones, la mayoría de las veces no es necesario re-

forzar la estructura existente. Los elementos Polytuil se pueden colocar también como sobretecho.

forzar la estructura existente. Los elementos Polytuil se pueden colocar también como sobretecho.



Serie de colores disponibles.



Dimensiones del módulo Polytuil y capas de protección y acabado:
A. Soporte de acero

B. Galvanización en ambas caras.
C. Capa de resina epoxídica en ambas caras.

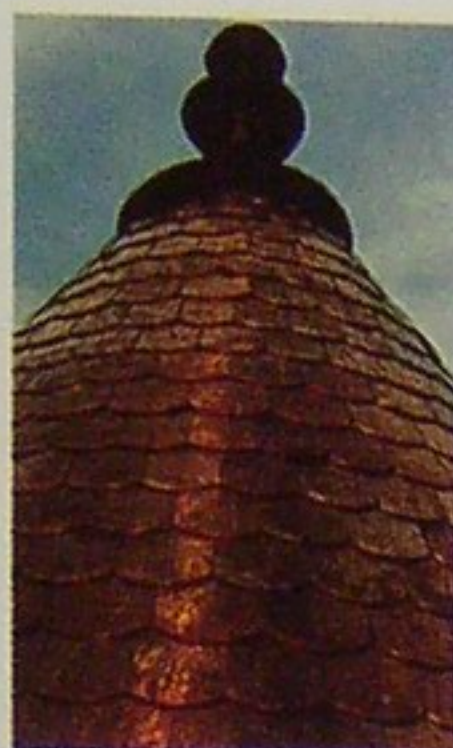
D. Resina acrílica
E. Granulados de roca
F. Ligante acrílico + fungicida.

VERTUILE VS Y TOISITE

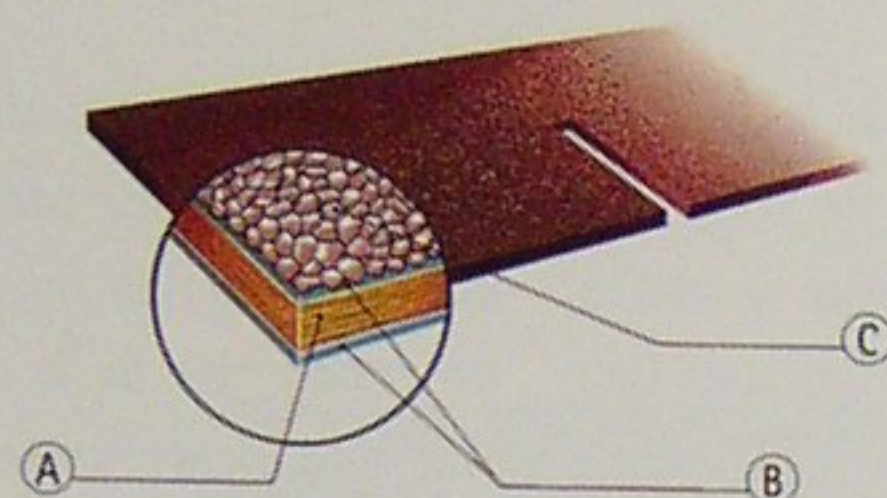
SIPLAST ESPAÑA, S.L.

Bruc, 50 3º-2ª. 08010 Barcelona

Tel.: 93 302 57 58. Fax: 93 302 26 63



A la izquierda utilización de Vertuile VS.
A la derecha, cobertura con Toisite Ecaïlle cobre.



Composición de Vertuile (3,5 mm):

A- Filtro de fibra de vidrio.

B- Betunes especiales.

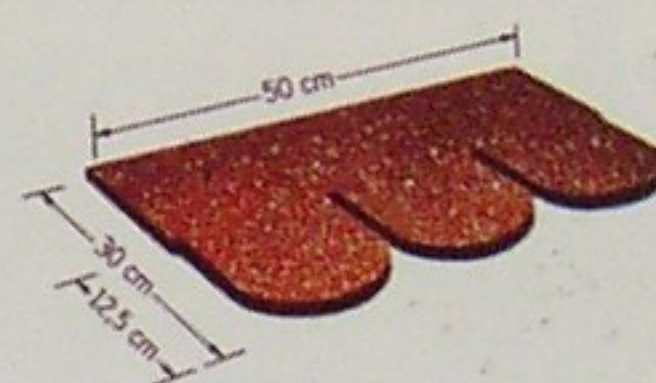
C- Gránulos de cerámica (9 colores).

Placas asfálticas para todo tipo de cubiertas inclinadas con pendiente del 20% -15% si se coloca soldada sobre una primera lámina impermeabilizante-(Vertuile VS) y del 30 al 40% (Toisite), que destacan por ser impus-trescibles y duraderas, resis-tentes a las heladas, ligeras y fáciles de cortar. Están protegi-dos en su cara exterior por un acabado de pizarra o gránulos de cerámica e incluso por una lámina de cobre (Toisite Ecaïlle). Es posible colocarlas sobre cual-quier soporte acabado con capa de mortero, o sobre planchas de tableros contrachapados ma-chihembrados o aglomerados de partículas hidrofugadas. En cualquier caso, se fijan con cla-vos de acero galvanizado de ca-beza ancha. La placa Vertuile

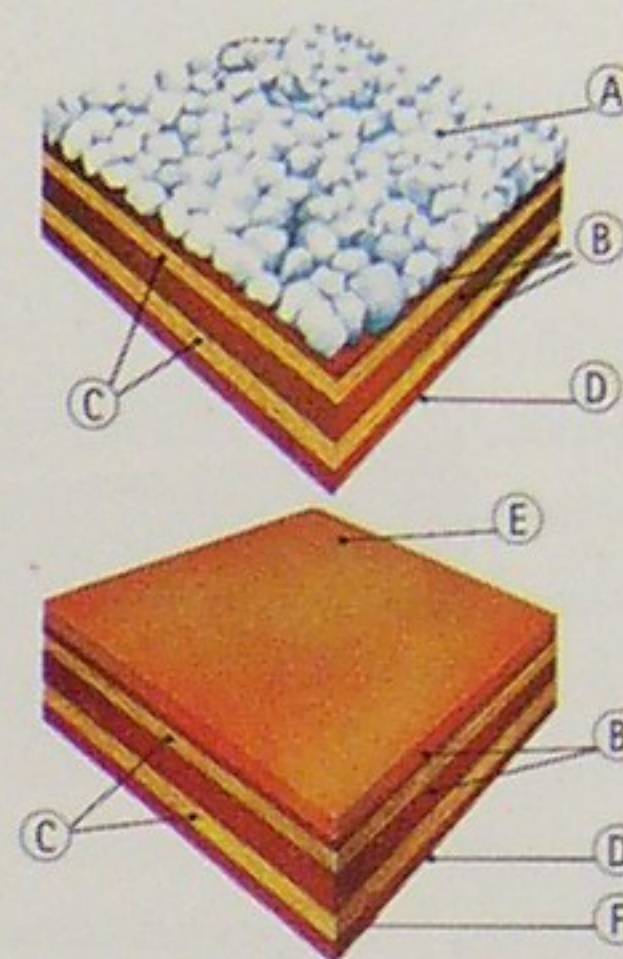
también puede adherirse entre sí calentando los puntos termo-adhesivos de su cara inferior.

La placa Vertuile se distribuye en piezas de 1.000 mm x 360 mm, con cuatro faldones de di-mensiones 155 x 250 mm.

La medida de longitud de la pla-ca Toisite (500 mm) no varía se-gún los modelos, pero sí la an-chura: 300 mm en el modelo Carré (3 faldones rectos) y Ecai-lle (3 faldones curvos), y 350 mm en el modelo Ogive (2 fal-dones ojivales).



Placa Toisite Ecaïlle de tres faldones curvos.



Composición de Toisite (6 mm).

A- Protección superficial (cerámica o pizarra).

B- Mezcla mortero calcáreo-betún.

C- Doble armadura de fibra de vidrio.

D- Película plástica de 12 micras.

E- Lámina de cobre (Toisite Ecaïlle).

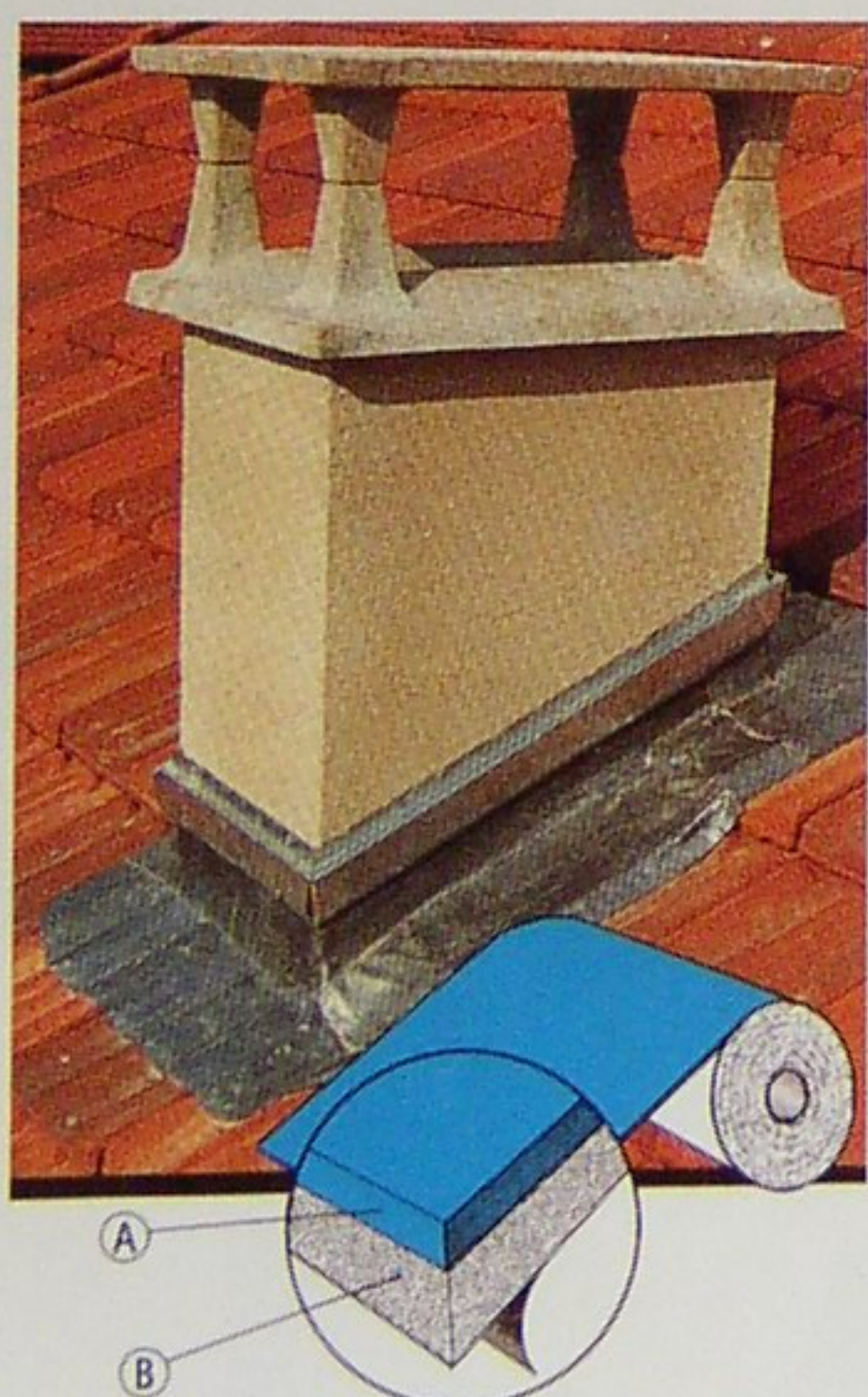
F- Cara inferior con gránulos de corcho.

ADEPLOMB/ADECUIVRE/ADEALU

SIPLAST ESPAÑA, S.L.

Bruc, 50 3º-2ª. 08010 Barcelona

Tel.: 93 302 57 58. Fax: 93 302 26 63



Composición y ejemplo de utilización de Adeplomb.

A. Lámina de plomo

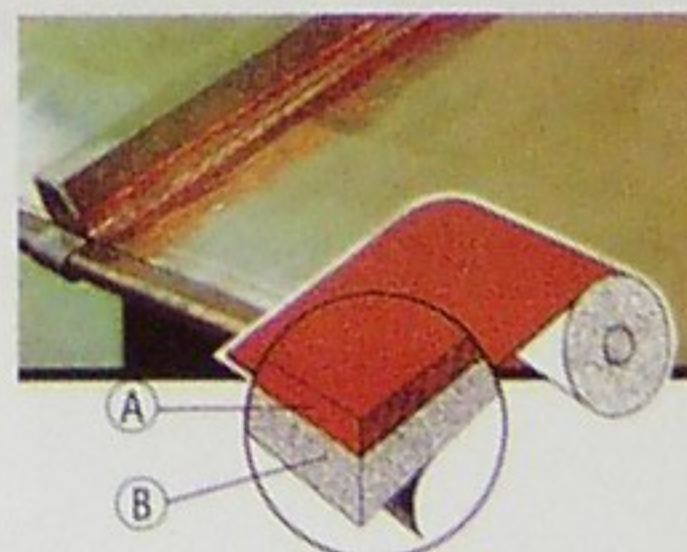
B. Banda adhesiva de betún elastómero

Bandas autoadhesivas de plomo, cobre y aluminio para encuen-tros, detalles de cubiertas y obras accesorias. Son muy utili-zadas en uniones con chime-neas, cumbreras, bandas de bor-de, limas y baberos.

Adeplomb es una hoja de plo-mo de 0,7 mm de espesor cuya cara inferior está recubierta de una capa de 2 mm de betún elastómero, estanco y adhesivo. El espesor total es aproximada-mente de 3 mm, con un peso de 10,5 kg/m². Está disponible con un largo de 3 metros, y con

varios anchos: 0,16; 0,20; 0,25; 0,33 y 1,0 m.

En Adecuivre la cara exterior es una hoja de cobre de 0,7 mm de espesor, con un recubrimiento de 1,5 mm de betún elastómero, estanco y adhesivo en frío, co-mo superficie inferior. La longi-tud estándar es de 10 m, con

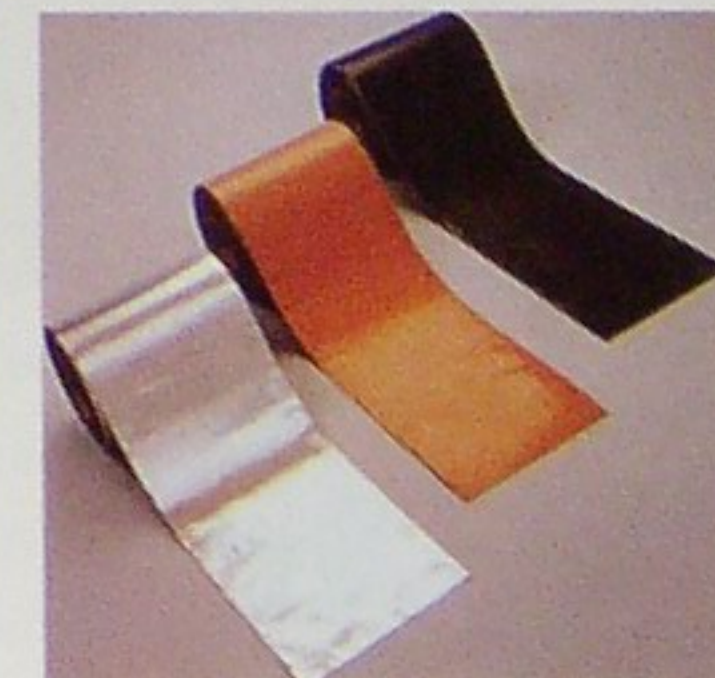


Composición y ejemplo de utilización de Adecuivre

A. Lámina de cobre

B. Banda adhesiva de betún elastómero

anchos de: 0,10; 0,25; 0,65 y 0,90 m. El peso es de 2,2 kg/m². Adealu, con un espesor total de 1,5 mm, tiene acabado de hoja de aluminio en tres colores po-sibles: natural, teja ocre y gris pizarra. Su longitud es de 10 m, y la anchura: 0,10; 0,15; 0,20; 0,30 y 0,60 m.



La lámina Adealu está disponible en tres colores.

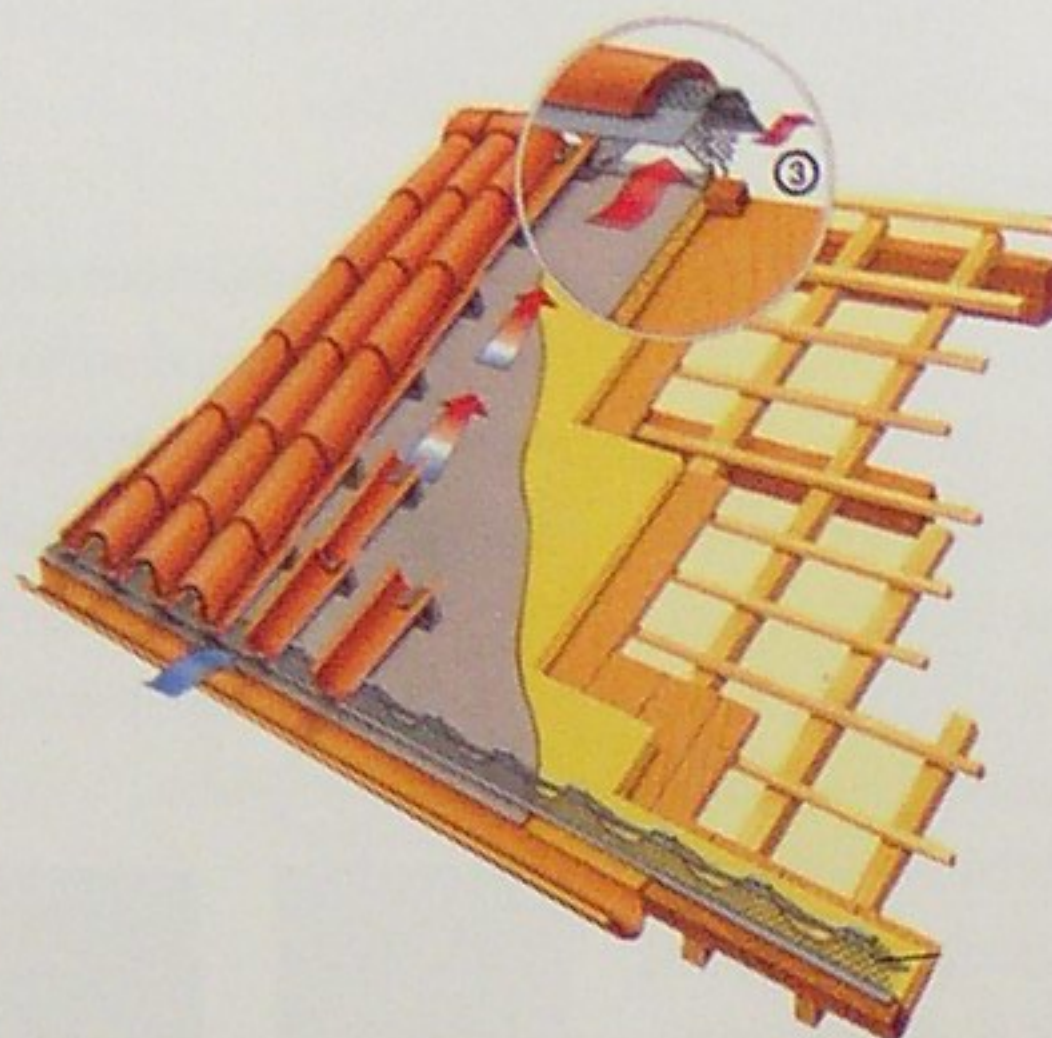
AERCOPPO

DEPLIMAX S.R.L.

Via Trieste, 1. 31057 Silea. TV (Italia)

Tel.: +(39) 0422 362 443. Fax: +(39) 0422 362 145

(Para distribuidores en España, ver índice)



Sistema de elementos para conseguir una cubierta de teja ventilada, que consiste en un separador de plástico con una pieza de sujeción que se coloca en cada teja. La estructura de aquel separador hace posible su aplicación en los tipos más diversos de tejas, nuevas o recuperadas. A su vez, la ausencia total de travesaños o cualquier tipo de obstáculos longitudinales permite que circule un gran flujo de aire en todas las direcciones.

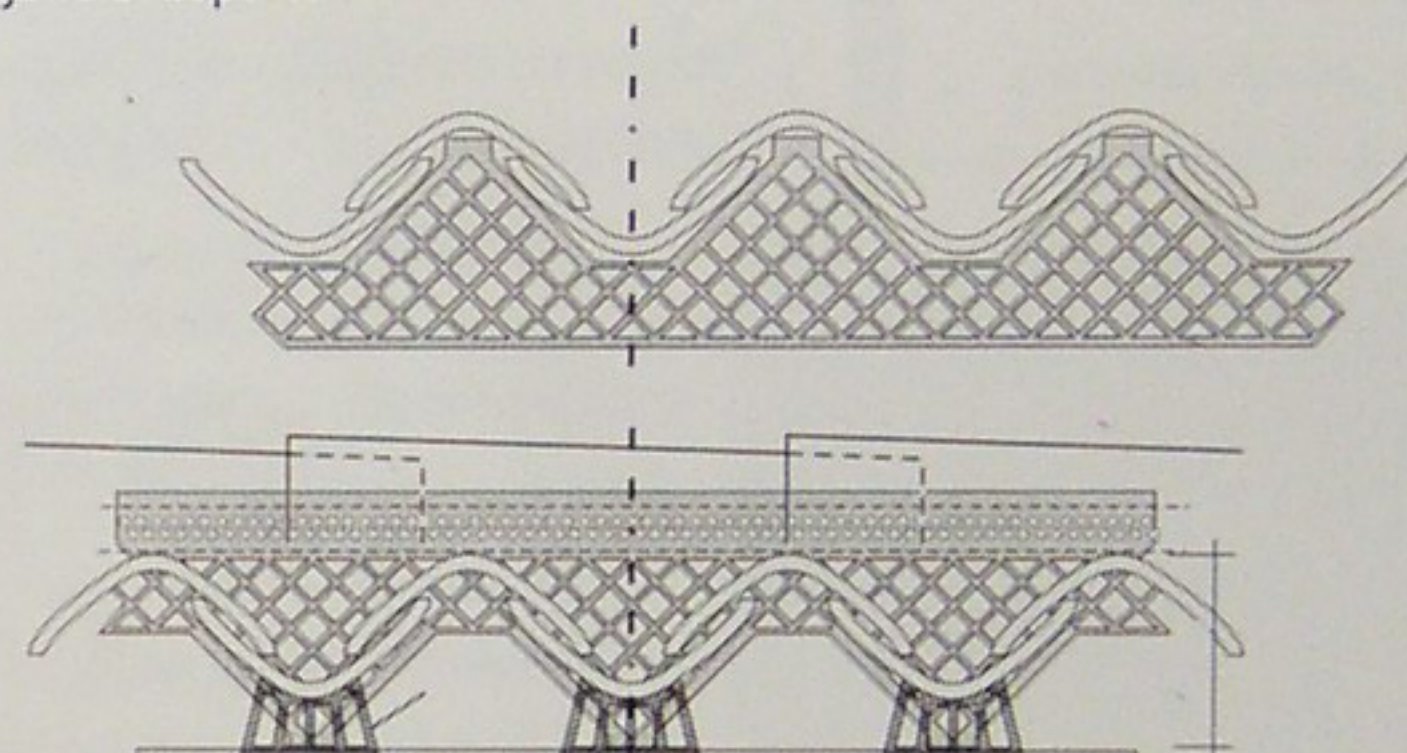
Esquema de la circulación de aire bajo las tejas, que parte de la rejilla y asciende hasta la pieza de ventilación Aercolmo.

Derecha, sección por la rejilla en la base del faldón.

La entrada de aire de ventilación se produce a través de la rejilla metálica 'anti-pájaro' cuya estructura permite el apoyo de la primera fila de tejas, correctamente separadas entre sí. La circulación de aire continúa hasta la cumbre, donde pasa por la pieza Aercolmo, que también sostiene las tejas. Aercoppo, fabricado en polipropileno copolímero, es autobloqueo, por lo que no es necesario fijarlo al soporte.



Pieza de ventilación y sujeción de tejas Aercoppo.



CANALONES IMS

IMS (INDUSTRIAS MAS SALVADÓ)

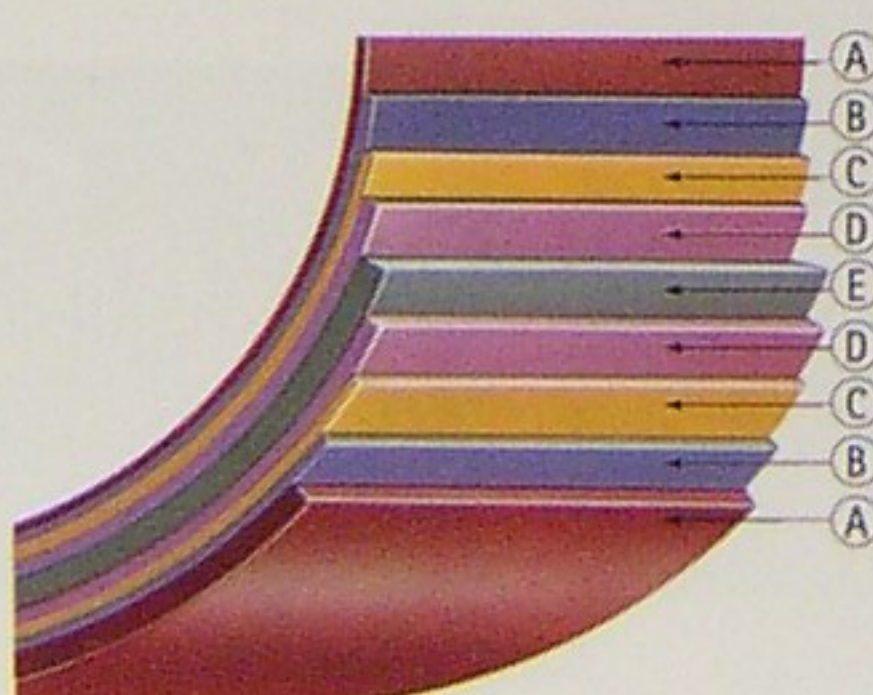
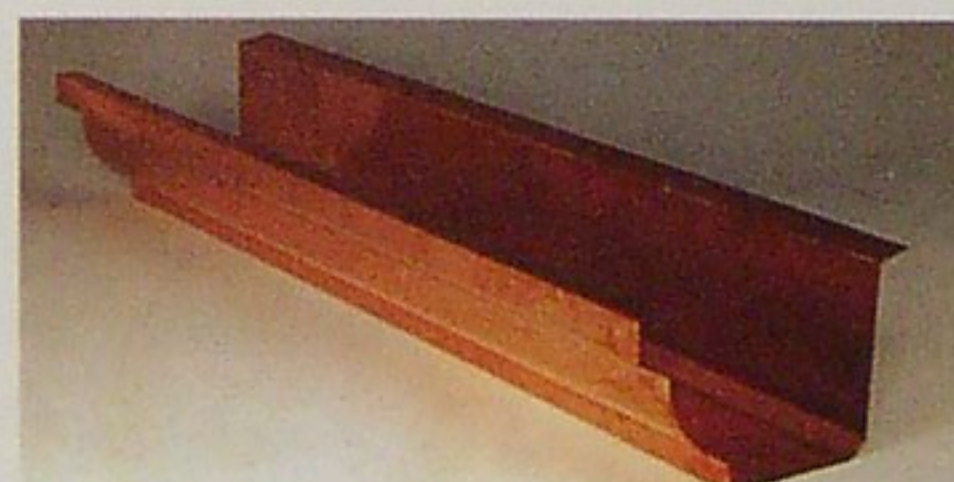
Pol. Ind. Canaleta, s/n. 25300 Tárrega (Lleida)

Tel.: 973 31 01 62. Fax: 973 31 28 15



Sección de un laminado de acero prelacado.

- A- Barniz de terminación.
- B- Imprimación o Back Coat.
- C- Fosfatación.
- D- Galvanización en caliente.
- E- Acero laminado en frío.



Industrias Mas Salvado es una empresa dedicada al sector metalúrgico y desarrolla su actividad en la fabricación de elementos para la recogida de aguas pluviales y artículos de fumistería. Ofrece un catálogo muy completo de canalones, con gran variedad de diseños, desde los tradicionales cuadrados, semi-circulares o perfil paloma a otros nuevos con forma de moldura de varios tipos. El soporte base de los elementos, fabricados en acero prelacado, consiste en un laminado zincado en caliente, con un aca-

bado también de zinc de 300 gr/cm². Esta protección del lacado se basa en una película seca de aproximadamente 25 micras sobre la superficie expuesta, y de 17 sobre el resto. La dureza de la película es F en la escala KOH-I-NOOR. La pigmentación se somete a constantes controles de estabilidad, consiguiendo la invariabilidad necesaria tanto en la parte expuesta al sol como en la más resguardada. La firma también ofrece como alternativa la fabricación en cobre de estos elementos: canal-

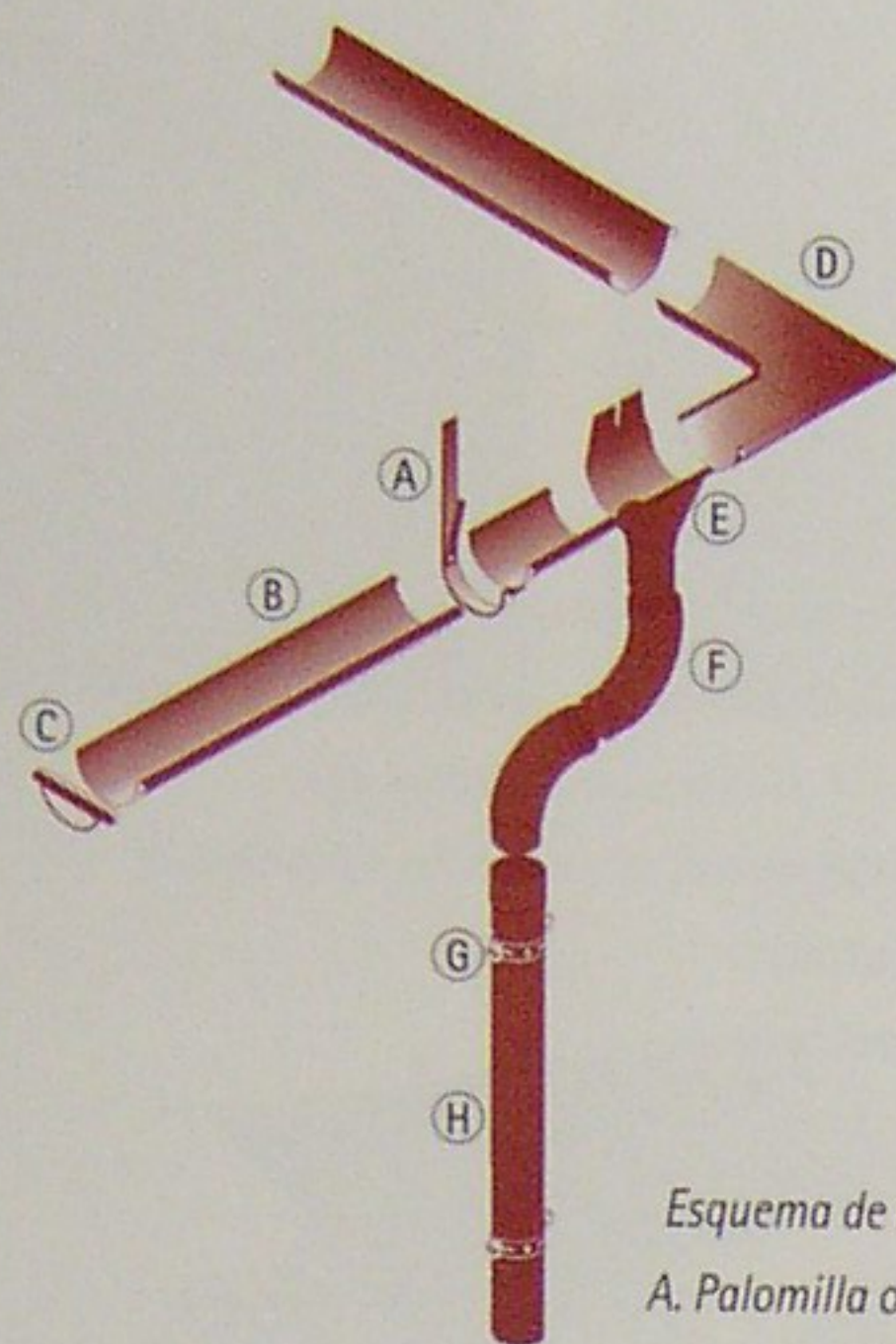
nes de pluviales, bajantes y accesorios. La calidad del cobre empleado es tipo semiduro de-soxidado al fósforo, DHP, de una pureza del 99,9%.



Gama de colores, de izquierda a derecha y de arriba abajo: marrón, rojo teja, plancha galvanizada y verde bosque.

CANALONES METÁLICOS NORMALIZADOS

METAZINCO. MEDINA METAL, S.A.
Pol. Valnalón. 33930 Langreo (Asturias)
Tel.: 98 567 60 00/06. Fax: 98 569 20 00



Esquema de montaje.

A. Palomilla o soporte.

B. Canalón.

C. Tapa.

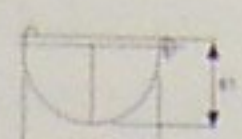
D. Inglete o ángulo.

E. Salida universal.

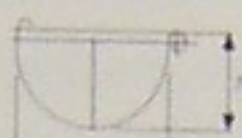
F. Codo.

G. Abrazadera.

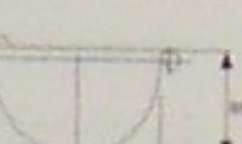
H. Tubo bajante.



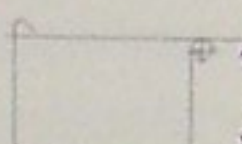
D = 250



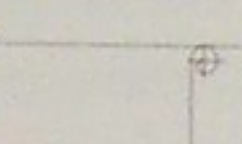
D = 280



D = 333



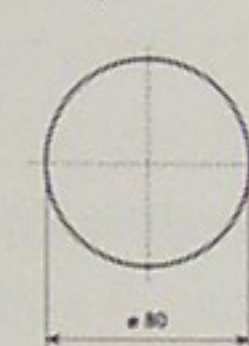
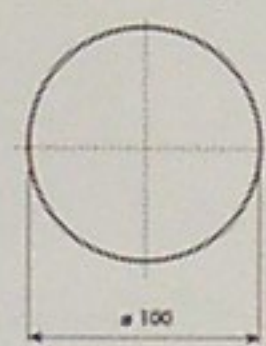
D = 250



D = 333

Medidas de canalones (Normas DIN 18461/UNE-EN 612), D= Desarrollo.

Medidas tubos bajantes (Normas DIN 18461/UNE-EN 612).



Medina Metal, S.A., que comercializa sus productos bajo el nombre comercial Metazinc, ofrece soluciones completas para la recogida y evacuación de aguas pluviales, con productos que se caracterizan por su escaso número de componentes y fácil instalación, sin soldaduras. Los canalones, bajantes y demás accesorios se fabrican en materiales metálicos de gran calidad, como el cobre (L.O.C.S.A.), el zinc-titanio (VM Zinc) y el acero prelacado y galvanizado (Aceralia). La medida estándar en canalones y bajantes es de 3 m aunque existe la posibilidad de encargar medidas especiales. El espesor utilizado en estas piezas es de 0,6 mm, y en soportes de hasta 5 mm.

Metazinc dispone también de perfiles para cubiertas en cobre y zinc-titanio y una amplia gama de productos metálicos (limahoyas, pesebrones, cubiertas, etc.).

Algunas piezas disponibles en el catálogo Metazinc, de arriba a abajo y de izquierda a derecha: canalón de cobre; soportes en cobre, zinc-titanio y acero prelacado; tubo bajante en zinc-titanio y accesorios en cobre y zinc-titanio.



FEL'X

SIPLAST ESPAÑA, S.L.
Bruc, 50 3º-2ª. 08010 Barcelona
Tel.: 93 302 57 58. Fax: 93 302 26 63

Fel'x es un fieltro bituminoso, impermeable desde el exterior y transpirable desde el interior, para colocar bajo teja y pizarra.

Se utiliza con objeto de asegurar la protección de los altillos y desvanes contra el viento, lluvia, nieve y polvo.

x 1,25 m (50 m²). La anchura de solape viene indicada por dos hilillos rojos.

En caso de colocar el velo encima de un aislamiento térmico, hay que dejar una cámara de unos 2 cm para la ventilación del espacio entre la cara inferior de Fel'x y la superior del aislamiento.

Colocación de Fel'x con doble rastrelado. El inferior, como soporte del velo, y el superior, del material de cobertura. La señal de solape aparece marcada por una línea roja sobre el propio material.



Esta pantalla flexible y resistente se compone de un TYPAR-velo de filamentos de polipropileno termosoldados impregnado de betún por ambas caras-altamente resistente al desgarramiento. Su cara interior es microporosa, lo cual facilita el paso del vapor de agua hacia el exterior.

Se distribuye en medidas de 40



Secuencia de puesta en obra.

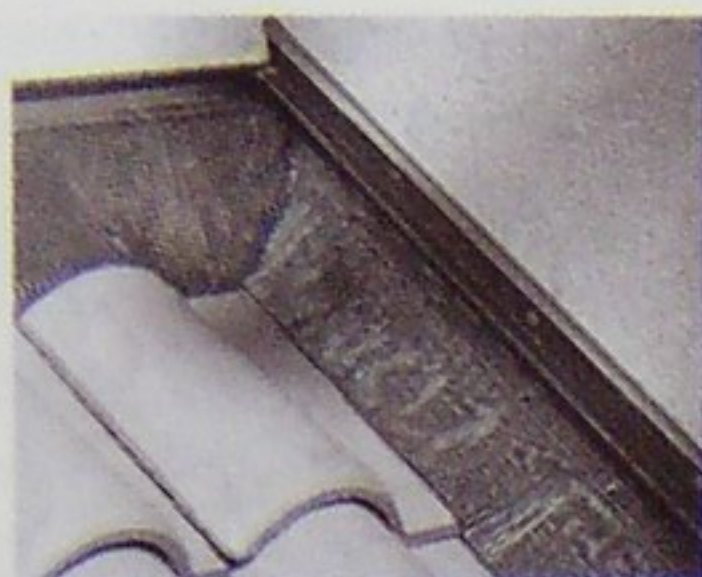
LIMA DE ZINC-PLOMO Y JUNTA DE DILATACIÓN

SOGEM IBÉRICA, S.A. (UNION MINIERE)

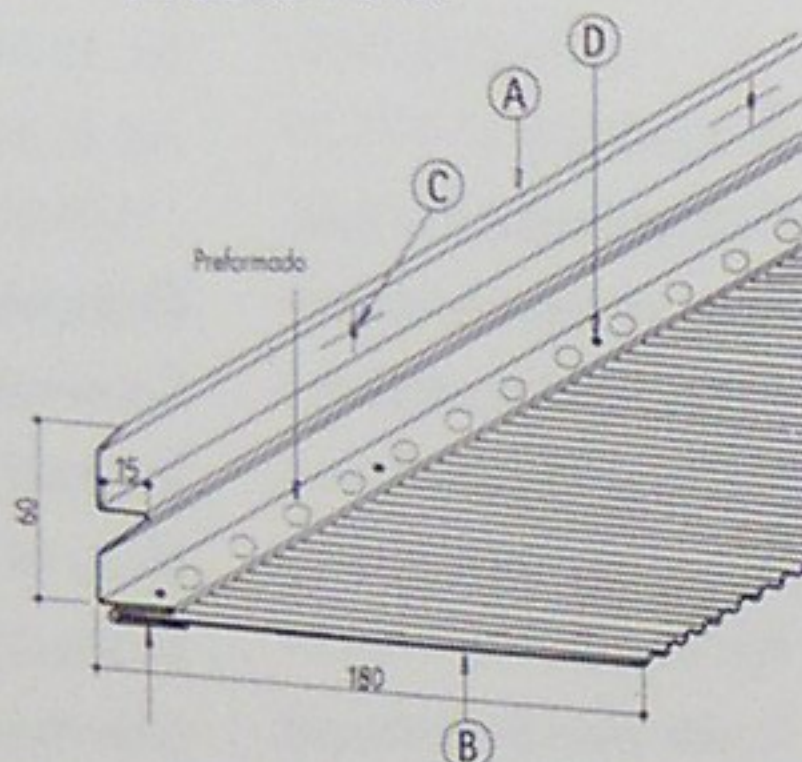
Pol. Cova Solera s/n. Edificio Sogem. 08191 Rubí (Barcelona)

Tel.: 93 588 21 59. Fax: 93 588 26 20

E-mail: sogemibbat@logiccontrol.es



Lima Zinc-Plomo.



A. Lima frontal o lateral.

B. Faldón de plomo plisado de .6 mm de espesor.

C. Agujeros de 5 mm de diámetro, espaciados cada 200 mm.

D. Ribetes.

La lima Zinc-Plomo es una lima frontal o lateral para el encuentro entre paramento y cubierta de teja curva. Se compone de una banda rígida de zinc de 2 m de largo, perforada cada 20 cm, y un faldón de plomo plisado de 180 mm de ancho que permite una adaptación exacta al perfil de los elementos de cubierta –especialmente en los casos de tejas de ondas pronunciadas–. La unión entre el zinc y el plomo está asegurada por un pliegue tipo 'pittsburg' y un ribeteado estanco. Presenta dos sistemas de colocación: en materiales compactos (hormigón, ladrillos compactos), con 'clavitacos' comercializados por VM Zinc; y en materiales huecos, con tornillos y tacos adaptados.

La lima de ventilación OTP VM 880 está constituida por una

parte rígida de zinc con orificios de ventilación, cuyo diseño no permite la filtración de agua, y por dos faldones de plomo plisado, engatillados y ribeteados. Tiene las siguientes características técnicas:

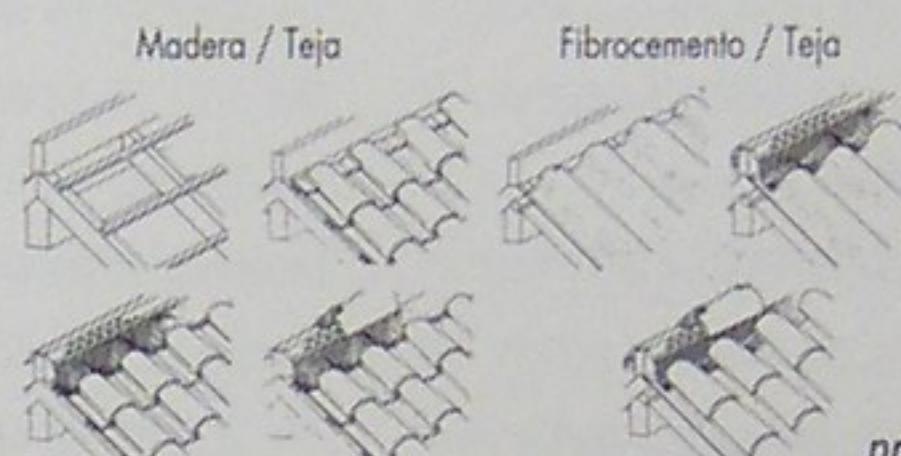
–Longitud: 2 m (1.95 m útiles).

–Ancho de faldón de plomo plisado: 120 mm.

–Sección de ventilación:

100 cm²/m lineal.

Por último, la junta de dilatación VM-Zinc se compone de una parte central elástica de neopreno (elastómero de síntesis) y de dos bandas de zinc laminado unidas por vulcanización a la parte central, lo que facilita la fijación a los elementos deseados.



Colocación OTP VM 880 en aristas



Lima de ventilación con esquemas de colocación.

Abajo, junta de dilatación VM-Zinc: se presenta en bobinas de 3 ó 6 m.



SK 60

SCHÜCO INTERNATIONAL

Ochandiano, 6 bajo. 28023 El Plantío (Madrid)

Tel.: 91 307 64 55. Fax: 91 372 90 87

Principio de ventilación y desagüe en el sistema.

A- Ventilación de los bordes del vidrio.

B- Conducción del agua de condensación.

C- Montante (perfil SK 4).

D- Travesaño (perfil SK 1).

E- Vidrio.

F- Junta de estanqueidad de EPDM.

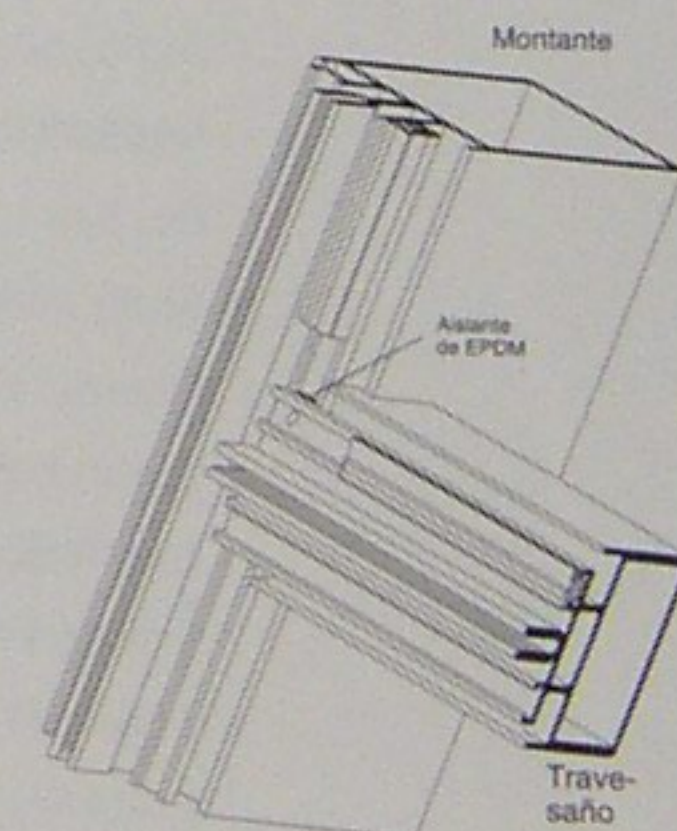
A la derecha, dimensiones de los perfiles de aluminio SK 60, con rotura de puente térmico.

Sistema de perfilaría de aluminio con rotura de puente térmico, especialmente concebido para la ejecución de lucernarios. Con el sistema SK 60 pueden construirse prácticamente todas las formas de cubiertas, desde los más sencillos acristalamientos inclinados (cubierta a un agua) y adosados, hasta las más complicadas construcciones (pirámides, polígonos, etc.). Lo característico de este sistema

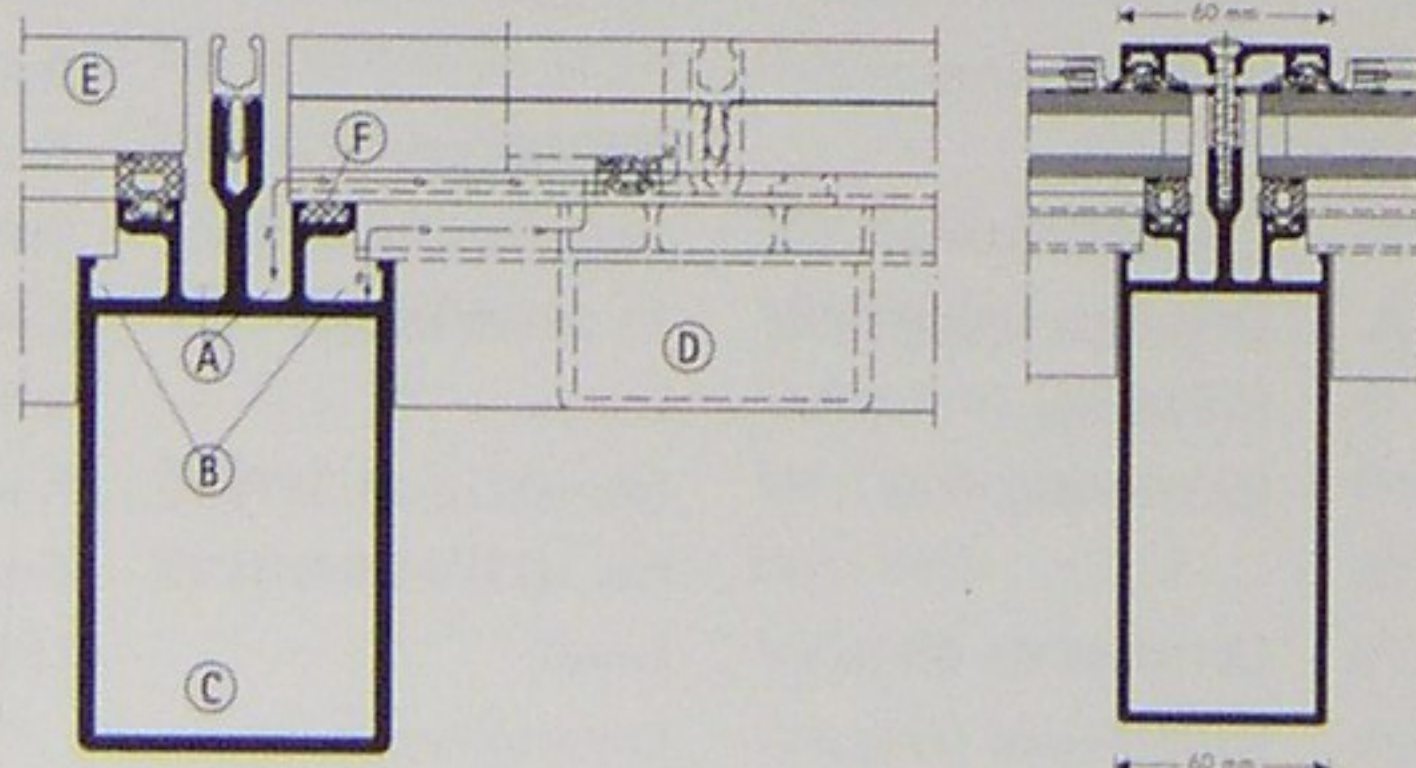
es el canal integrado para agua de condensación, que se ocupa de la evacuación hacia el exterior de cualquier humedad que pudiera aparecer.

El sistema está construido de tal forma que los canales de desagüe de las vigas transversales y longitudinales (montantes y travesaños) se encuentran en diferentes niveles, de modo que la condensación que pueda aparecer en el interior es conducida de forma controlada desde la viga longitudinal (situada en el plano superior) hacia la transversal (en el plano inferior), y desde allí al canal de desagüe. La conexión de estos canales hace posible también la ventilación del borde del vidrio en los cuatro lados de cada retícula. Existen perfiles portantes espe-

ciales que permiten cubrir luces de hasta 12 m.



Conexión entre montantes y travesaños. Para la conducción eficaz del agua de condensación, el desnivel producido en el encuentro entre perfiles se compensa con juntas interiores de diferente espesor. La unión incorpora además una junta de estanqueidad de EPDM.



En el índice se publican los datos suministrados por las empresas que figuran en el dossier sobre sus distribuidores y representantes.

A.I.T. S.A.
(Ficha en pág. 86)

Aceralia Transformados
(Ficha en pág. 82 y 93)
Delegaciones:
Barcelona
(Balears, Barcelona, Girona, Lleida, Principado Andorra y Tarragona):
Av. Meridiana, 350-12º C y D. 08027 Barcelona.
Tel.: 93 274 21 93
Fax: 93 346 65 57
Bilbao (Burgos, Cantabria, Guipúzcoa y Vizcaya):
Luchana, 6-3ºD. 48008 Bilbao. Vizcaya.
Tel.: 94 415 54 55
Fax: 94 415 32 12
Gijón (Asturias, León, Palencia, Salamanca, Valladolid y Zamora):
Alfredo Truán, 9-1º Izda. 33205 Gijón. Asturias.
Tel.: 98 535 11 61
Fax: 98 535 10 48
Madrid (Albacete, Ávila, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Madrid, Segovia y Toledo):
Máiquez, 22 bajo. 28009 Madrid.
Tel.: 91 409 11 20
Fax: 91 574 28 86
Pamplona (Álava, La Rioja, Navarra y Soria):
Ctra. San Sebastián, km 7,5. Apdo. 141. 31195 Berrioplano. Navarra.
Tel.: 948 13 86 53
Fax: 948 13 86 86
Sevilla (Almería, Badajoz, Cáceres, Cádiz, Ceuta, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga, Melilla y Sevilla):
Virgen de Luján, 51-1º. 41011 Sevilla.
Tel.: 95 428 14 44
Fax: 95 445 01 29
Valencia (Alicante, Castellón, Murcia y Valencia):
Avda. Primado Reig, 111. 46020 Valencia.
Tel.: 96 369 49 54
Fax: 96 369 43 54
Vigo (A Coruña, Lugo,

Portugal):
Uruguay, 2-3º. 36201 Vigo. Pontevedra.
Tel.: 986 22 14 19
Fax: 986 43 78 83
Zaragoza (Huesca, Teruel y Zaragoza):
Isaac Peral, 1-2º. 50001 Zaragoza.
Tel.: 976 23 52 18
Fax: 976 22 43 98
Agentes:
Tenerife:
Isla de la Gomera, 67. 38006 Santa Cruz de Tenerife.
Tel.: 922 27 15 46
Fax: 922 28 18 68
Las Palmas:
Uruguay, 9. 35007 Las Palmas de Gran Canaria.
Tel.: 928 27 59 46
Fax: 928 27 59 47

Alcan Ibérica, S.A.
(Ficha en pág. 100)
Representante en España de:
Alcan Aluminium Ltd.
1188 Sherbrooke Street. West. H3A 362 Montreal P.O. Box 6090.
H3C 3A7 Montreal. Canadá.
Tel.: + (1) 514 848 800
Fax: + (1) 514 848 8115
Delegación en Portugal:
Rua do Lobito, 4-B. 2775 Parede Lisboa.
Tel.: +(351) 1-45 60 181
Fax: +(351) 1-45 83 020

Alubel S.r.l.
(Ficha en pág. 99)

Asteca Estructuras, S.A.
(Ficha en pág. 92)

Auxitesa
(Ficha en pág. 88)
Pertenece al Grupo Cupire Padesa

b
B.M.C. Maderas, S.A.
Ver Gescoinsa

Bettor MBT, S.A.
Basters 13-15. Pol. Ind. Riera de Caldes. 08184 Palau de Plegamans.

Tel.: 93 862 00 00
Fax: 93 862 00 20
Representante en España de: Dörken

Blocotelha, S.A.
(Ficha en pág. 80)
Representante en Portugal:
S. Jorge-Porto de Mós.
Apdo 39. 2481 Porto de Mós.
Tel.: +(351) 44 481 300
Fax: +(351) 44 481 567

Borja Tejas Cerámicas, S.A.
(Ficha en pág. 78)

Butler Cladding Systems
1 The Parade, Lodge Drive. WA3 4ES Culcheth, Warrington. Reino Unido
Tel.: +(44)1925-764335
Fax: +(44)1925-763445
Representante en España:
Norton Edificios Industriales, S.A.

c
C.E.S. (Escude Sala)
Ver G.P.S.

Cupa
Ver Cupire Padesa, S.A.

Cavisa
Ver Metazinco. Medina Metal, S.A.

Cembrit Building Products Ltd.
(Ficha en pág. 95)
Pertenece a Dansk Eternit Holding A/S Group.

Cerámicas del Ter, S.A.
(Ficha en pág. 97)
Representante en España de: Guiraud Frères.

COIM (Chimica Organica Industriale Milanese)
(Ficha en pág. 102)
Ver Metazinco. Medina Metal, S.A.

(Ficha en pág. 98)

d
Deplimax S.r.l.
(Ficha en pág. 105)
Agente en España:
Palau Cerámica de Alpicat, S.A. Camino de la Coma, 7. 25100 Alpicat. Lleida
Tel.: 973 73 60 00

Dörken A.G.
Representante en España:
Bettor MBT, S.A.

Dragados y Construcciones, S.A.
Avda. de Tenerife, 4-6. 28700 San Sebastián de los Reyes. Madrid
Tel.: 91 583 38 13
Fax: 91 742 77 53
P. web: www.Dragados.com

e
Enca
Ver Inici de Promocions

Eternit Clay Tiles Limited
(Ficha en pág. 97)
Pertenece a Etex Group

f
Falzonal
Ver Alcan Ibérica, S.A.

Fargeot S.A. España
(Ficha en pág. 87 y 90)
Representante en España de:
Fargeot, S.A. Route Nationale 79 / BP1. 71220 Verosvres. Francia.
Tel.: +(33) 85- 24 81 22
Fax: +(33) 85- 24 84 50
Delegación en Portugal:
Rua do Progresso, 558. Perafita. 4460 Matosinhos.
Tel.: +(351)2-996 67 03
Fax: +(351) 2-995 94 11

Faynot S.A.
33, rue Eva Thomé. B.P. 13. 08800 Thilay. Francia.
Tel.: +(33) 3-24 33 70 70
Fax: +(33) 3-24 32 84 93
E-mail: Contact@Faynot.com
P. web: www.faynot.com

G.P.S. (Gelís-Poudenx-Sanz)
(Ficha en pág. 96)
Distribuidores en España:
Salaverri. Avda. Lentiscars, parc. 39. Pol. Ind. Lentiscars. 26370 Navarrete. La Rioja
Tel.: 941 44 07 00
Fax: 941 44 07 15
C.E.S. (Escude Sala). Belsica, 3. Pol. Ind. Pla de Llerona. 08520 Le Franqueces. Barcelona.
Tel.: 93 840 25 75
Fax: 93 840 20 53

Gescoinsa (Gestión de Comercio Internacional, S.L.)
(Ficha en pág. 89)
Distribuidor en España de:
Unilin Systems S.A.
Representantes comerciales en España:
Castilla-León: B.M.C. MADERAS, S.A. Aluminio, parc. 230. Pol. Ind. San Cristobal. 47012 Valladolid.
Tel.: 983 29 18 18/ 19 19/ 29 60 33
Fax: 983 29 81 00

Gres de Castilla
(Ver La Cerámica)

Grupo Metecno
Via Per Cassino. Tribiano. Milán. Italia.
Tel.: +(39) 0 2906 951
E-mail: metecno1@ns.pnp.it
P. web: www.penny.it/metecno
Representante en España:
Imetsol

Guiraud Frères
114, boulevard de l'Embouchure. 31018 Toulouse. Francia.
Tel.: +(33) 5 61 26 54 00
Fax: +(33) 5 61 26 54 73
E-mail: guiraud@guiraud.fr
P. web: www.guiraud.fr
Representante en España:
Cerámicas del Ter, S.A.

(Ficha en pág. 82)

Representante en España
de: Iscom s.r.l.

H.H. Robertson Ltd.

Cromwell Road, Ellesmere
Port. L65 4 DS South
Wirral. Reino Unido.
Representante en España:
Robertson Española, S.A.

Holtza S.A.

(Ficha en pág. 90)

Hoogovens Aluminium España

Avda. Portal del Ángel, 40.
08002 Barcelona.
Tel.: 93 318 69 98
Fax: 93 302 11 60
P. web:
www.hoogovens.com
Representante en España de:
Koninklijke Hoogovens NV
Vondellaan, 10. P.O.Box 10.
1970 CA IJmuiden. Holanda
Tel.: +(31) 251-491307/
494455
Fax: +(31) 251-470379
E-mail:
corp.com@hoogovens.com

I.M.S. (Industrias Mas Salvadó)

(Ficha en pág. 105)

Iber-Ais, S.L.

(Ficha en pág. 81)
Representante en España de:
Hoogovens Aluminium
Rolled Products Koblenz.
Carl-Spaeter-Strasse, 10
Postfach 100331. 56033
Koblenz. Alemania

Imetsol, S.A.

(Ficha en pág. 78 y 80)
Pertenece al Grupo Metecno
Delegaciones:
Zona Centro (Madrid,
Extremadura, Castilla-La
Mancha, Canarias):
Martín de los Heros, 59 bis.
28008 Madrid.
Tel. 91 559 15 18
Fax: 91 559 08 24
Zona Noroeste (Valladolid,
Salamanca, Zamora, León,

Asturias y Galicia):

Reyes, 1. 47002 Valladolid.
Tel./Fax: 983 21 22 71.
Zona Norte (Cantabria,
Vitoria, Bilbao, San
Sebastián, Burgos, La Rioja):
Pol. Ind. de Bayas,
parc.107-110. 09200
Miranda de Ebro. Burgos.
Tel.: 947 33 06 90
Fax: 947 33 06 78
Zona Norte (Navarra,
Zaragoza, Huesca, Teruel,
Soria): Coso, 100 3ª 4ª.
50001 Zaragoza.
Tel.: 976 22 13 41.
Zona Sur (Andalucía menos
Almería): Pl. Enrique
Fernández de Bobadilla,
puerta A. C.C. Santa Clara.
41007 Sevilla.
Tel.: 95 451 57 66
Fax: 95 425 81 17
Levante (Murcia, Almería,
Valencia y Alicante):
Rosario, 51 bajo. 30830 La
Ñora. Murcia.
Cataluña: Prado, 1-9 altílllo
J. 08907 Hospitalet de
Llobregat. Barcelona.
Tel.: 93 336 42 61
Fax: 93 336 41 58
Portugal: Isotope. Parque
Ind. Padin da Graça, lote
nº6. 4700 Braga.
Tel.: +(351) 53-62 36 11.

Industrias Mas Salvadó

Ver I.M.S.

Inici de Promocions, E.N.C.A. S.L.

(Ficha en pág. 79 y 93)

Iscom S.r.l.

Via Belvedere, 78. Loc.
Ospedaletto Ang. SS
d/Brennero. 37026
Pescantina- VR. Italia.
Tel.: +(39) 0 45-77 32 177
Fax: +(39) 0 45-77 32 970
Representante en España:
Guives Girona, S.A.

Isotope

Ver Imetsol, S.A.

Jolara Artesanía en Zinc, S.L.

Fernández Caro, 32.
28027 Madrid
Tel.: 91 377 57 08
Fax: 91 377 58 06

K KM Europa Metal

(Ficha en pág. 100)
Representante en España
de: KME EUROPA METAL AG
Postfach 3320. 49023
Osnabrück (Alemania)
Tel.: +(49) 5 41 321-0
Fax: +(49) 5 41 321-13 66
P.web: www.kme.de
Pertenece a SMI Group.

Knauf Miret

(Ficha en pág. 85 y 89)

I La Cerámica (Gres de Castilla)

(Ficha en pág. 96)
Delegaciones:
Madrid: Doctor Esquerdo,
163. 28007 Madrid.
Tel.: 91 409 15 70
Fax: 91 409 17 01

Lana S. Coop.

(Ficha en pág. 85)

Lusoceram

Ver Uralita S.A.

m Maderas Medina, S.A.

(Ficha en pág. 86 y 91)
Delegaciones:
Toledo: Ctra. Cabañas.
45300 Ocaña.
Tel.: 925 12 02 29
Fax: 925 12 07 70

Madera y Arquitectura, S.A.

(Ficha en pág. 91)
Pertenece al Grupo Pardo

Marley Building Materials

Station Road. Coleshill.
B46 1HP Birmingham.
Reino Unido
Tel.: +(44) 1675-468400
Fax: +(44) 1675-468485
P. web: www.marley.co.uk

Ver Metazinc

Metazinc. Medina Metal, S.A.

(Ficha en pág. 106)

Representantes:

Galicia: Juan Vázquez. Tel.:
939 75 54 32
Asturias-León: Rafael
García. Tel.: 989 51 70 56
Euskadi-Navarra-Rioja:
Cavisa. Tel.: 945 27 80 40
Aragón-Baleares: Salvador
Cascallana. Tel.: 908 79 21 13
Cataluña: Francesc
Sánchez. Tel.: 919 30 69 41
Comunidad Valenciana:
Javier Navarro.
Tel.: 929 60 98 14
Murcia-Albacete-Cuenca:
Francisco Vives.
Tel.: 929 69 14 31

Andalucía Oriental: Rafael
Morera. Tel.: 908 75 41 12
Andalucía Occidental:
Antonio Peralta.
Tel.: 989 36 74 90
Extremadura: Gerardo
Plasencia. Tel.: 910 72 82 75
Castilla-León: Ignacio
Arribas. Tel.: 919 70 12 44
Castilla-La Mancha: José
Antonio Arjona.
Tel.: 908 91 05 43
Madrid: Javier Fernández.
Tel.: 989 73 01 69
Representante en Portugal:
Corredor de Metais.
Tel.: +(351) 2 607 67 40

n Natur Piedra- Pizarrerías Bernardos

(Ficha en pág. 98)

Nod, S.L.

(Ficha en pág. 92)

Norton Edificios Industriales, S.A.

(Ficha en pág. 81)
Representante en España
de: Butler Cladding Systems
O
Onduline Materiales
de Construcción, S.A.
(Ficha en pág. 103)
Delegaciones:
Centro: Francisca Calonge,

Tel.: 91 323 53 63

Fax: 91 314 15 43

Delegación en Portugal:

Rua das Lages, lote nº 4.
Zona Industrial de San
Caetano. Canelas. 4405
Valadares. Vilanova de Gaia.
Tel.: +(351) 2-712 62 94/5
Fax: +(351) 2-712 37 88

p Palau Cerámica de Alpicat, S.A.

Ver Deplimax s.r.l.

Perlisa (Perfiles Ligeros, S.A.)

(Ficha en pág. 94)

Pizarrerías Bernardos

Ver Natur Piedra-
Pizarrerías Bernardos

Polytuil España

(Ficha en pág. 103)
Representante en España
de: Polytuil, S.A.. L.I. des
Hauts Sarts. 4040 Herstal.
Bélgica.
Tel.: +(32) 41-40 51 51
Fax: +(32) 41-40 51 99

r Ravago Productos Ibérica, S.A.

(Ficha en pág. 84 y 88)
Representante en España
de: Sirap Gema
International, S.A.;
Socomer, S.A.
Delegaciones:
Madrid: Serrano Galvache,
2. 28033 Madrid.
Tel./Fax: 91 766 57 39

Redland Ibérica

(Ficha en pág. 95)
Representante en España
de: Redland PCL Redland
House. Station Approach.
RH4 1TH Dorking. Surrey.
Reino Unido.
Tel.: +(44) 0990 601000
E-mail:
roofing@redland.co.uk
P. web: www.redland.co.uk
Delegaciones:
Andalucía: Ronda de los
Tejares, 1. 14001 Córdoba.
Tel.: 957 47 66 19

230. 50190 Zaragoza.
Tel.: 976 34 20 90
Fax: 976 13 11 44
Castilla-León: Ctra. N-VI
km 128. 05200 Arévalo.
Ávila.
Tel.: 920 30 14 37
Fax: 920 30 37 38
Cataluña: Aragón, 182.
08011 Barcelona.
Tel.: 93 451 72 97
Fax: 93 451 74 76
Centro: Ctra. M-513, km
12,200. 28670 Villaviciosa
de Odón. Madrid.
Tel.: 91 633 38 22
Fax: 91 633 31 75
Comunidad Valenciana:
Comedías, 17 1º. 46003
Valencia.
Tel.: 96 351 63 99
Fax: 96 394 23 49
Galicia: Parroquia Rois,
parc. B-29. 15166
Bergondo. A Coruña.
Tel.: 981 79 56 78
Fax: 981 79 56 65
País Vasco: Camino del
Cristo s/n. 01212
Zambrana. Álava.
Tel.: 941 33 71 01
Fax: 941 33 71 14

Rheinzink GmbH (Ficha en pág. 101)

Robertson Española, S.A.

(Ficha en pág. 79)
Representante en España
de: H.H. Robertson Ltd.
Delegaciones:
Madrid: General Yagüe, 10
-1º. 28020 Madrid
Tel.: 91 555 32 03
Fax: 91 555 28 19

S **Salaverri** Ver G.P.S.

Schüco International (Ficha en pág. 107)

Representante en España
de: Schüco International
KG. Karolinenstrasse 1-15.
33609 Bielefeld. Alemania.
Tel.: +(49) 521 783-0
Delegaciones:

10. (Sr. Carcedo)
Cataluña: Tel.: 93 419 97
68. (Sr. Sanz)
Valencia: Tel.: 909 67 15 15.
Fax: 96 578 87 41. (Sr.
Maldonado)

Siplast España S.L. (Ficha en pág. 104 y 106)

Representante en España
de: Siplast. 12, rue Cabanis.
75680 Paris Cedex. Francia.
Tel.: +(33) 1-40 78 35 00
Fax: +(33) 1-45 88 56 87

Sirap Gema **International, S.A.**

Parc Industriel Zone D.
7170 Manage. Bélgica.
Tel.: +(32) 64 51 95 11
Fax: +(32) 64 54 00 48
Representante en España:
Ravago Productos Ibérica, S.A

Socomer, S.A.

Nieuwbrugstraat 73.
1830 Machelen. Bélgica.
Tel.: +(32) 22 55 77 77
Fax: +(32) 22 55 77 40
Representante en España:
Ravago Productos Ibérica, S.A

Sogem Ibérica (Ficha en pág. 78, 102 y 107)

Representante en España de:
Union Minière France S.A.
Delegaciones:
Madrid: Núñez Margado, 3
2ºA. 28036 Madrid.
Tel.: 91 378 97 30
Fax: 91 314 75 85

t **Tegola Canadese** **S.p.A.**

Via dell'Industria, 21.
31029 Vittorio Veneto-
TV. Italia.
Tel.: +(39) 0 438 91 11
Fax: +(39) 0 438 91 12 65
Representante en España:
Texsa

Texsa (Ficha en pág. 101) Pertenece al Grupo Lafarge Representante en España de: Tegola Canadese S.p.A. Delegaciones:

Canarias: Ctra. del Rosario,
41. 38108 Taco-La Laguna.
Tenerife. Tel.: 922 61 36 71
Centro-Norte: Pol. del
Tambre. Via Pasteur, 37.
15890 Santiago de
Compostela. A Coruña.
Tel.: 981 57 71 00
Centro-Sur: C/B, parc. 11,
nave 3. Pol. Ind. Store.
41008 Sevilla.
Tel.: 95 435 99 00
Este: Ferro, 7. Pol.Ind. Can
Pelegrí. 08755
Castellbisbal. Barcelona.
Tel.: 93 635 14 00
Fax: 93 635 14 80
Revestimientos:
Canarias: Ctra. del Rosario,
41. 38108 Taco-La
Laguna.Tenerife.
Tel.: 922 61 36 71.
Centro-Norte: Pol. del
Tambre. Via Pasteur, 37.
15890 Santiago de
Compostela. A Coruña.
Centro-Sur: Latina, 43 ofic.
1-1º. 28047 Madrid.
Tel.: 91 470 13 62
Este: Ferro, 7. Pol.Ind. Can
Pelegrí. 08755
Castellbisbal. Barcelona.
Tel.: 93 635 14 00
Fax: 93 635 14 80
Delegación en Portugal:
Lisboa: Parque Industrial
Sintra/Cascais. Lote 6.
Cabrsa Figa. Albarraque.
2735 Cácem.
Porto: Rua D. Marcos da
Cruz, 1563. Armazém 9.
Perafita. 4450 Matosinhos

Trilatte (Ficha en pág. 87)

U **Unilin Systems S.A.** Waregemstraat, 112. 8792 Desselgem. Bélgica. Tel.: +(32) 56 73 50 91 Fax: +(32) 56 73 50 90 Distribuidor en España: Gescoinsa

Union Minière **France S.A.** Les Mercuariales-40, rue Jean Jaurès. 93176 Bagnolet Cedex. Francia.

Fax: +(33) 1-49 72 43 73
Representante en España:
Sogem Ibérica, S.A.
Uralita S.A.
(Ficha en pág. 83, 84 y 94)
Delegaciones:
A Coruña: Ctra. N-VI, km
584. Lugar de Iñas. 15171
A Coruña.
Tel.: 981 61 02 00
Fax: 981 61 10 50
Asturias: Peña Brava, P-28.
Pol. Ind. Silvota. 33192
Asturias.
Tel.: 98 526 25 92
Fax: 98 526 33 31
Barcelona: Ctra. Barcelona,
137. 08290 Cerdanyola del
Vallés
Tel.: 93 580 34 43
Fax: 93 692 15 50
Madrid: Avda. de John
Lennon s/n. 28906 Getafe
Tel.: 91 664 70 00
Fax: 91 695 78 29
Córdoba: Ingeniero Juan de
la Cierva, 6. Pol. Ind. de la
Torrecilla.14013 Córdoba.
Tel.: 957 29 54 55/ 42 71
Fax: 957 20 08 39
Las Palmas: Pol. Ind. El
Goro. Autopista Las
Palmas-Gando km 18
aprox. 35219 Telde. Tel.:
928 70 00 35/36
Fax: 928 70 05 50
Málaga: Ctra. Cádiz, km
240,200. 29004 Málaga.
Tel.: 952 23 89 44
Fax: 952 23 89 99
Mérida: Ctra. de Sevilla, km
286,100. 06800 Mérida.
Tel.: 924 37 15 64/ 01 54
Fax: 924 37 07 02
Murcia: Ctra. N-301, km
387,100. 30500 Molina de
Segura
Tel.: 968 61 00 12
Fax: 968 61 25 68
Palma de Mallorca: Gremio
Zapateros, 2. Pol. Ind. Son
Castello. 07009 Palma de
Mallorca.
Tel.: 971 43 10 41/43
Fax: 971 29 11 51
Pamplona: Ctra. de Artica
km 1. 31014 Pamplona.
Tel.: 948 12 36 22/32
Fax: 948 12 38 92

V **Ventil-Tubo** (Ficha en pág. 99)

Z **Zanoletti Strutture** **S.p.A.** (Ficha en pág. 83)

El Mayorazgo. 38110 Sta.
Cruz de Tenerife.
Tel.: 922 22 01 30/ 35 34
Fax: 922 20 45 89
Sevilla: Avda. Jerez s/n.
41012 Sevilla.
Tel.: 95 469 09 69
Fax: 95 468 06 53
Valencia: Ctra. Madrid-
Valencia, km 331,200.
46930 Quart de Poblet.
Tel.: 96 192 06 50
Fax: 96 192 05 12
Valladolid: Ctra. de
Adanero-Gijón, km
187,500. 47009 Valladolid.
Tel.: 983 23 31 05
Fax: 983 22 36 42
Zaragoza: Nave 11,13. Pol.
Ind. El Greco. C/ Argualas.
50012 Zaragoza.
Tel.: 976 35 70 50
Fax: 976 56 04 11
Delegación en Portugal:
Lusoceram. Rua Castillo, 39
8º A/D. 1200 Lisboa
Tel.: +(351) 1-381 55 40
Fax: +(351) 1-381 55 41