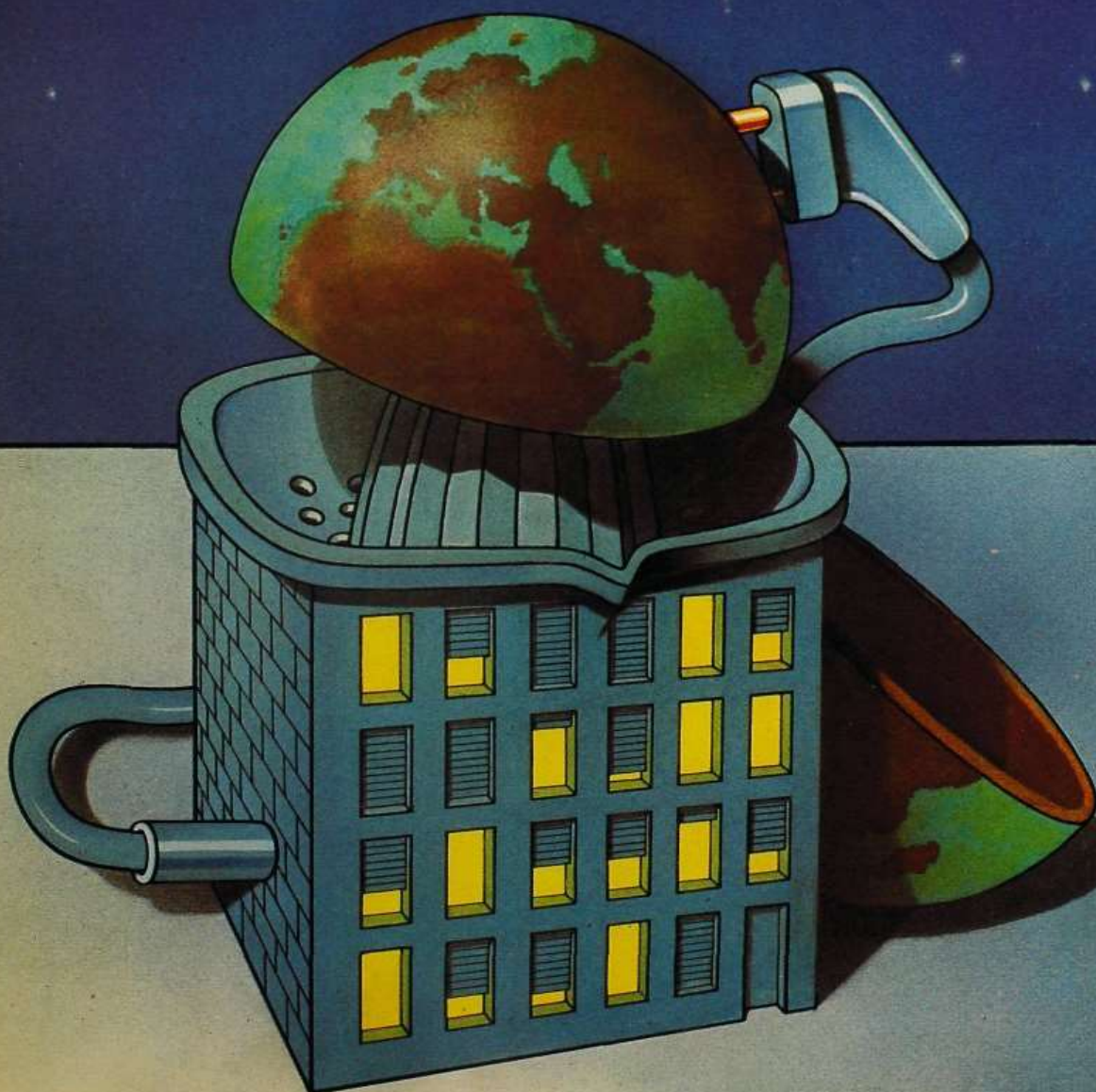


enr

PUBLICACION DEL COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES Y ARQUITECTOS TECNICOS DE BARCELONA JULIO-AGOSTO 1978 200 PESETAS

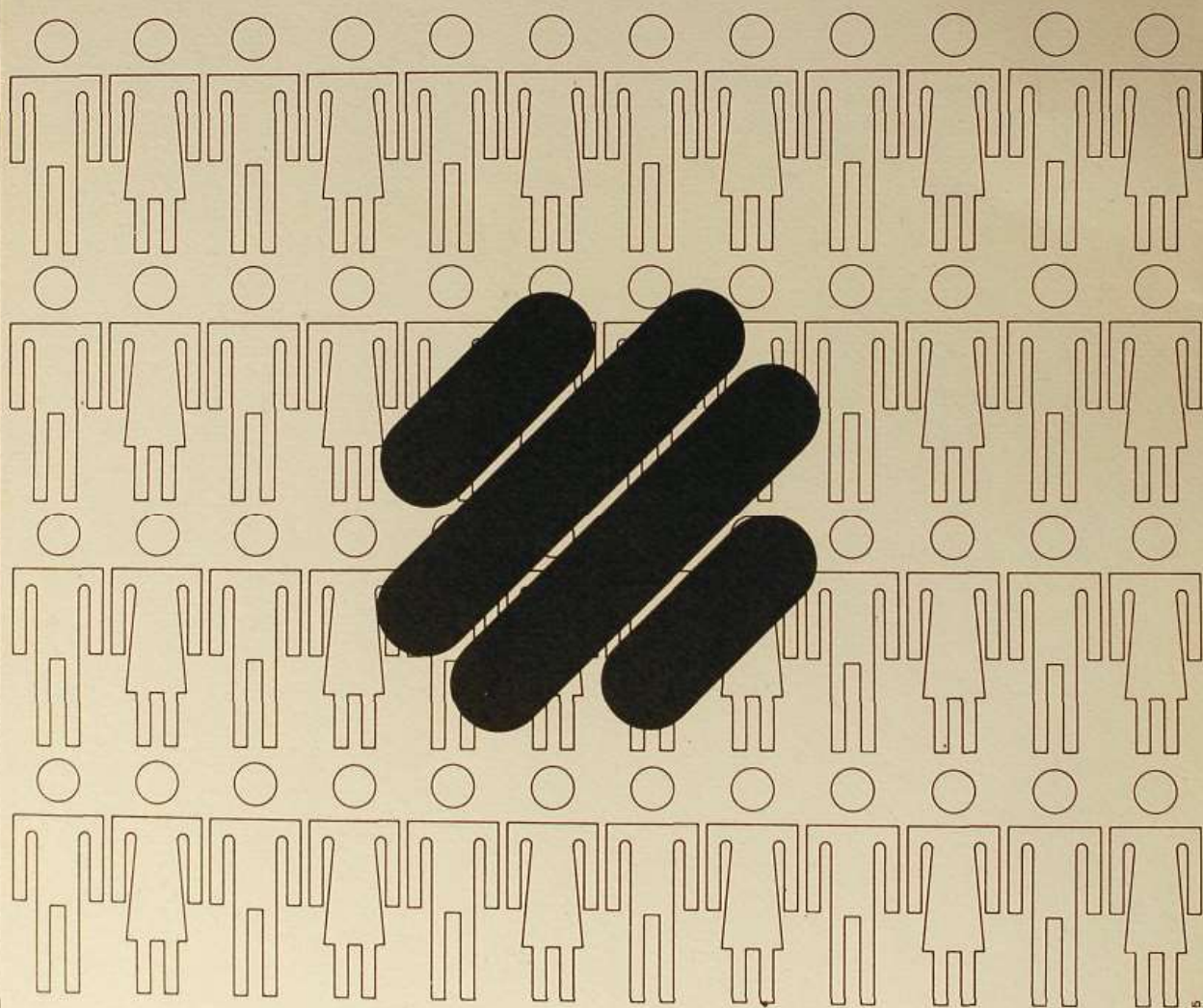
50

ENERGIA Y EDIFICACION





Hi ha tot un món d'experts a l'entorn d'aquest signe



BANCA CATALANA

Director Jaume Rosell

Equipo de Redacción
Luis Fernández-Galiano
Antoni Lucchetti
Ignacio Pericó
Marià Pere

Secretaria de redacción
Montserrat Alemany

Diseño gráfico
Albert Ferrer

Portada Julio Vivas

Suscripciones y distribución librerías
Librería Internacional
Córcega, 428. Tel. 257 43 93
Barcelona-37

Publicidad Miquel Munill
Exclusivas de Publicidad
Balmes, 191. 2.ª, 3.ª y 4.ª
Barcelona-6
Tels. 218 44 45 y 218 40 86

Realización técnica
KETRES (253 36 00)

Composición mecánica
Fernández

Fotolitos Roldán

Impresión
H. Salvador Martínez
Avda. José Antonio, 493
Barcelona

Encuadernación
Casanova

Redacción CAU
Buen Pastor, 5
(209 82 99) Barcelona-21

Números sueltos
España, 200 Ptas.
Extranjero 4 \$
(envío incluido)

Suscripciones
España (1 año), 1.000 ptas.
Extranjero (1 año), 24 \$

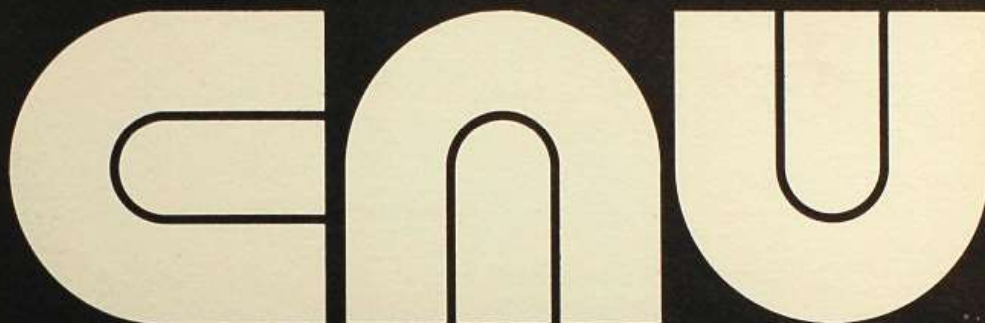
Los trabajos publicados en este número por nuestros colaboradores son de su única y estricta responsabilidad.

En cumplimiento de lo dispuesto en los artículos 21 y 24 de la Ley de Prensa e Imprenta, el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona pone en conocimiento de los lectores los siguientes datos:

Junta de Gobierno
Presidente: José Miguel Abad Silvestre. **Secretario:** Rafael Cercós Ibáñez
Contador: Gustavo Roca
Jordi Tesorero: Carlos Puiggrós Lluell

PUBLICACION
DEL COLEGIO OFICIAL
DE APAREJADORES Y
ARQUITECTOS TÉCNICOS
DE BARCELONA

(DEPOSITO LEGAL:
B. 36.584 - 1969)



Sumario

Julio-Agosto 1978

50

Angel Pestaña	18	Modelos energéticos y modelos de desarrollo
Francesc Solé	23	Sistemas ecológicos y sistemas energéticos en la biosfera
Francisco Daumal Gerardo García Ventosa	26	El edificio como ecosistema
Francisco Daumal Gerardo García Ventosa	30	La energía y el ciclo vital del edificio
Javier C. Jericó Juan Briz	38	Un proceso de análisis para la arquitectura vernácula
Efrén y José Luis García Fernández	43	El clima y las soluciones arquitectónicas en el medio rural
Rafael Serra Florensa	52	Padecer la vivienda
Jocelyne M. de Botton Miquel Camps	54	Mito y realidad de la arquitectura solar
Andrés Medrano	58	La arquitectura solar y el proyectista
Fernando Ramón	61	Arquitectura del dentro y del fuera
Luis Fernández-Galiano	64	Cinco afirmaciones discutidas y una reflexión final sobre energía y edificación



Mesa redonda	80	El Plan Energético Nacional a debate
	87	Libros recibidos

Fregaderos PRACTIC de acero inoxidable: Hay fregaderos más caros. Mejores no.



Fabricados con:



Por eso Vd. profesional competente, los prefiere.

Si, los fregaderos **PRACTIC** de Acero Inoxidable son tan buenos como los mejores, pero no los más caros. A primera vista puede parecer una contradicción, pero no lo es.

Son tan buenos como los mejores, porque están fabricados con chapa 18/10 tipo Aisi 304 laminada en frío y esto hace, que el espesor constante de sus bandejas y cubetas le proporcione una resistencia a los golpes y la corrosión, fuera de lo normal.

Que no son los más caros, es fácilmente demostrable. Basta con preguntar precios en cualquier esta-

blecimiento. Pero y ¿por qué siendo tan buenos como los mejores, no son tan caros? Sencillamente porque **PRACTIC**, tras una planificación profunda, ha sabido ajustar hasta tal punto sus costos de fabricación, que hoy por hoy puede ofrecer un producto líder, a un precio sorprendente.

Por eso Vd., profesional competente, que vela por el buen servicio y satisfacción de sus clientes, los preferirá. Los **FREGADEROS PRACTIC** de Acero Inoxidable le ayudarán a obtener grandes resultados, favoreciendo además su economía.



Vda. de Gabriel Mari Montañana
Ctra. Barcelona, 50
Teléfs. 159 05 00-04-08 - Telex 64404 VGMM
MELIANA (Valencia)



**Lo que hoy construimos
será mañana nuestra mejor
imagen de empresa.**

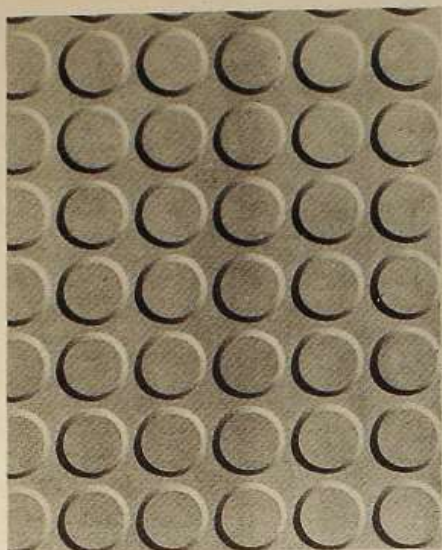


Ecisa Cía. Constructora s.a.

Barcelona
Avda. de Madrid, 95
Tel. 329 68 50 - 66
Barcelona-14

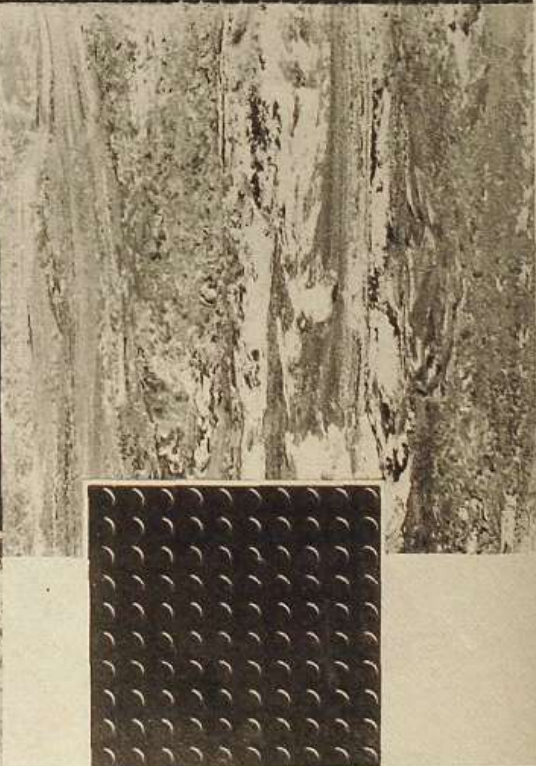
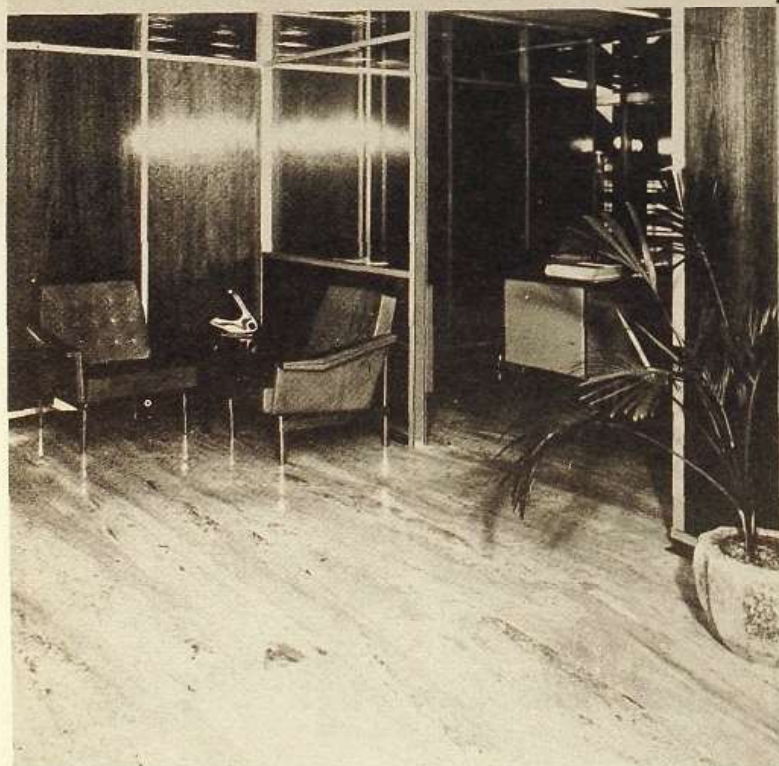
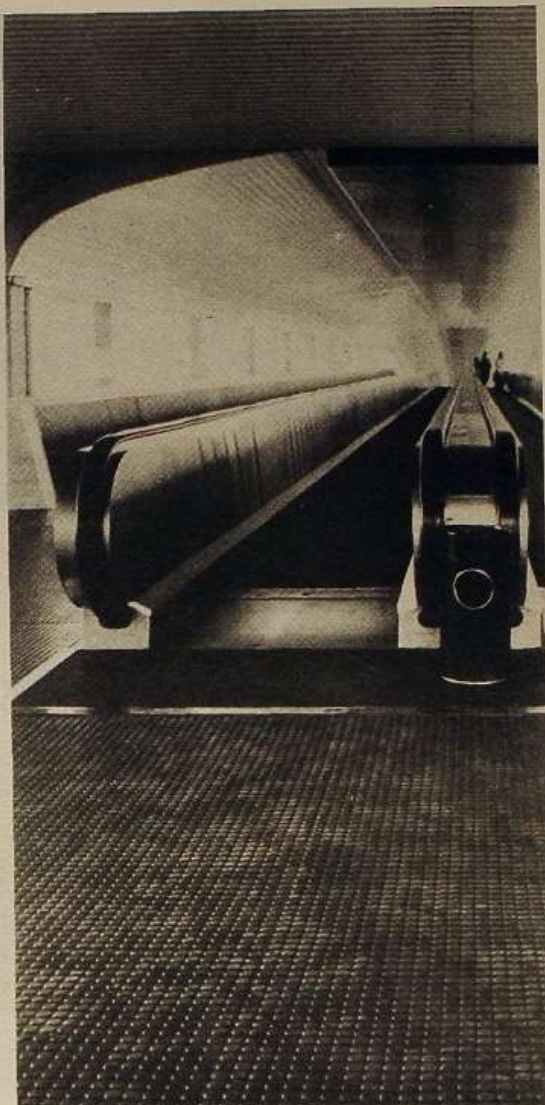
Gerona
C. Costa, 4
Tel. 20 13 00
Gerona

Madrid
C. Fernán, 13
Tel. 246 60 02
Madrid-8



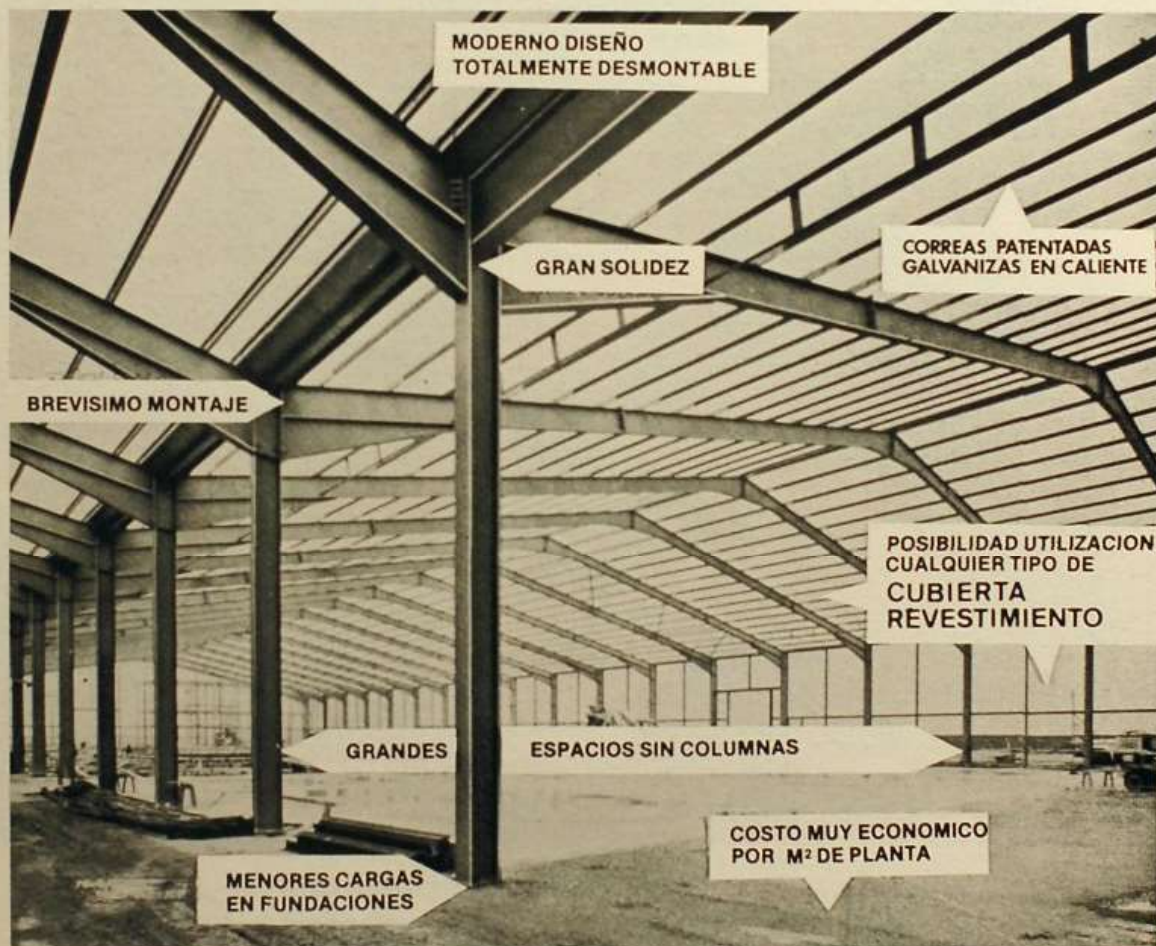
PAVIMENTO DE GOMA

PIRELLI



¿Por qué **THOMAS-CONDER** en **ESTRUCTURAS** **METÁLICAS** para **NAVES INDUSTRIALES?**

POR SUS VENTAJAS



Y POR SUS APLICACIONES

- NAVES INDUSTRIALES • TALLERES • ALMACENES
- GARAGES • POLIDEPORTIVOS • GRANJAS

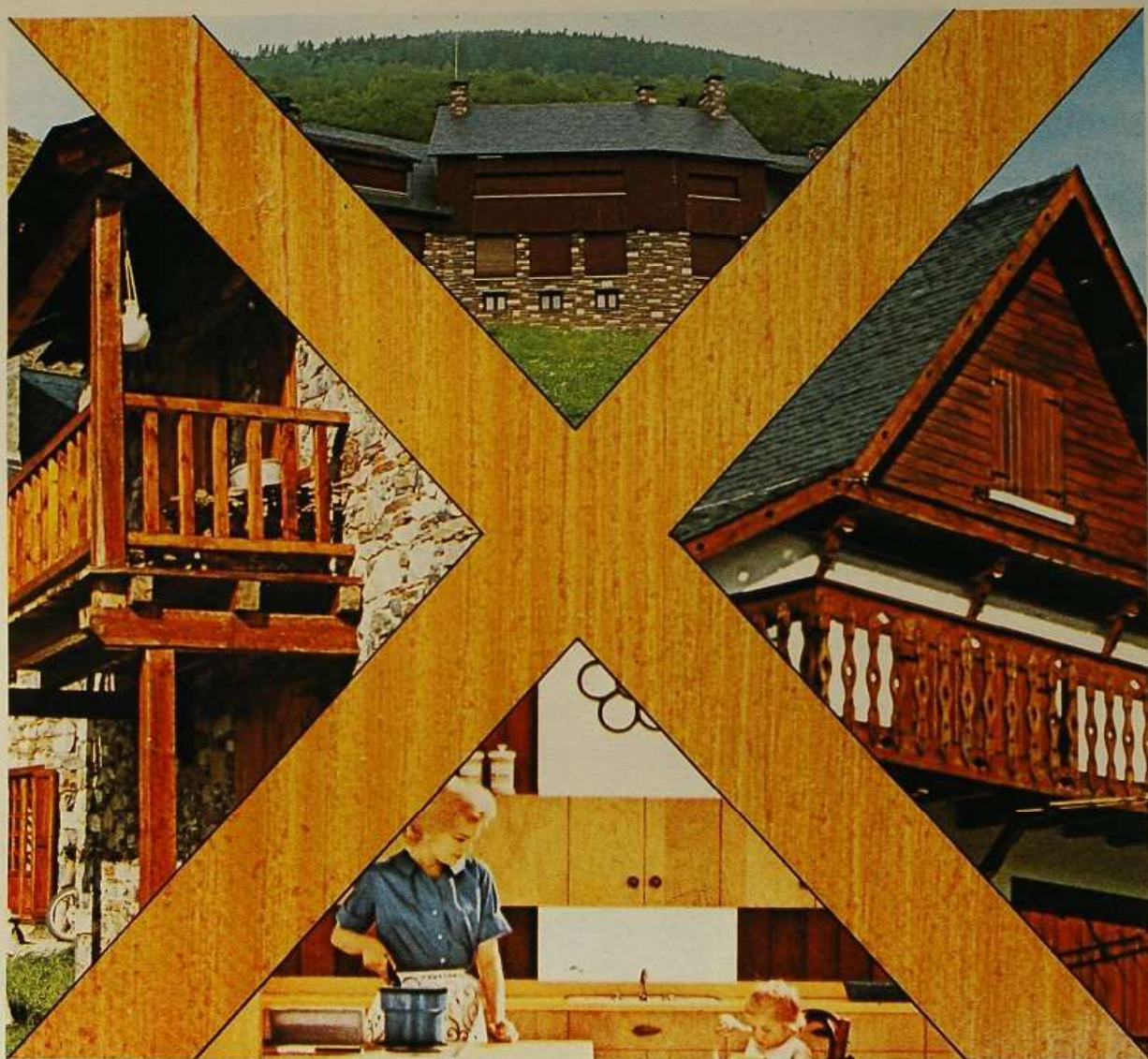
Construcciones Hidráulicas e Industriales

B. THOMAS SALA, S.A.

Oficina central: BARCELONA (9) - Paseo de San Juan, 97 - Tel. 257 32 05 (5 líneas)
Oficina en MADRID (14) - Montera, 25, 2.º Desp. n.º 2 - Tel. 231 04 67

XYLADECOR®

PROTECTOR DE LA MADERA CON ACABADO EN COLOR



XYLADECOR protege a la madera

Contra la agresividad atmosférica del sol y del agua y contra el ataque de las pudriciones y de los insectos XYLADecor posee además una amplia gama de bonitos colores y un acabado mate.

Nadie se preocupa tanto por la madera como XYLADecor

XYLADECOR es un protector de la madera, que proviene de la investigación científica. Es de fácil empleo, y no se desprende ni se agrieta. Sin problemas en su mantenimiento.

XYLADECOR el protector de la madera, con colores transparentes y acabado decorativo.



XYLADECOR®

LA MANERA MAS BELLA DE PROTEGER A LA MADERA

Según norma



xylazel, s. a.

PORRIÑO (Portugal)

FABRICANTES BAJO LICENCIA DE



DESQWAG-BAYER
HOLZSCHUTZ GMBH

**EN CUALQUIER FASE
DE TRANSFORMACION DE LA MADERA**

xylazel

LE OFRECE EL PROTECTOR MAS ADECUADO



Imprimación impregnante contra el azulado.
Evita tanto los ataques de los hongos del azulado,
como los de otros parásitos, siendo además
una adecuada imprimación de fondo para un
correcto sistema de pintado.
Controlado oficialmente según las normas de
protección de la madera DIN 68800.

XYLAMON®-FONDO
Mantiene la madera sana

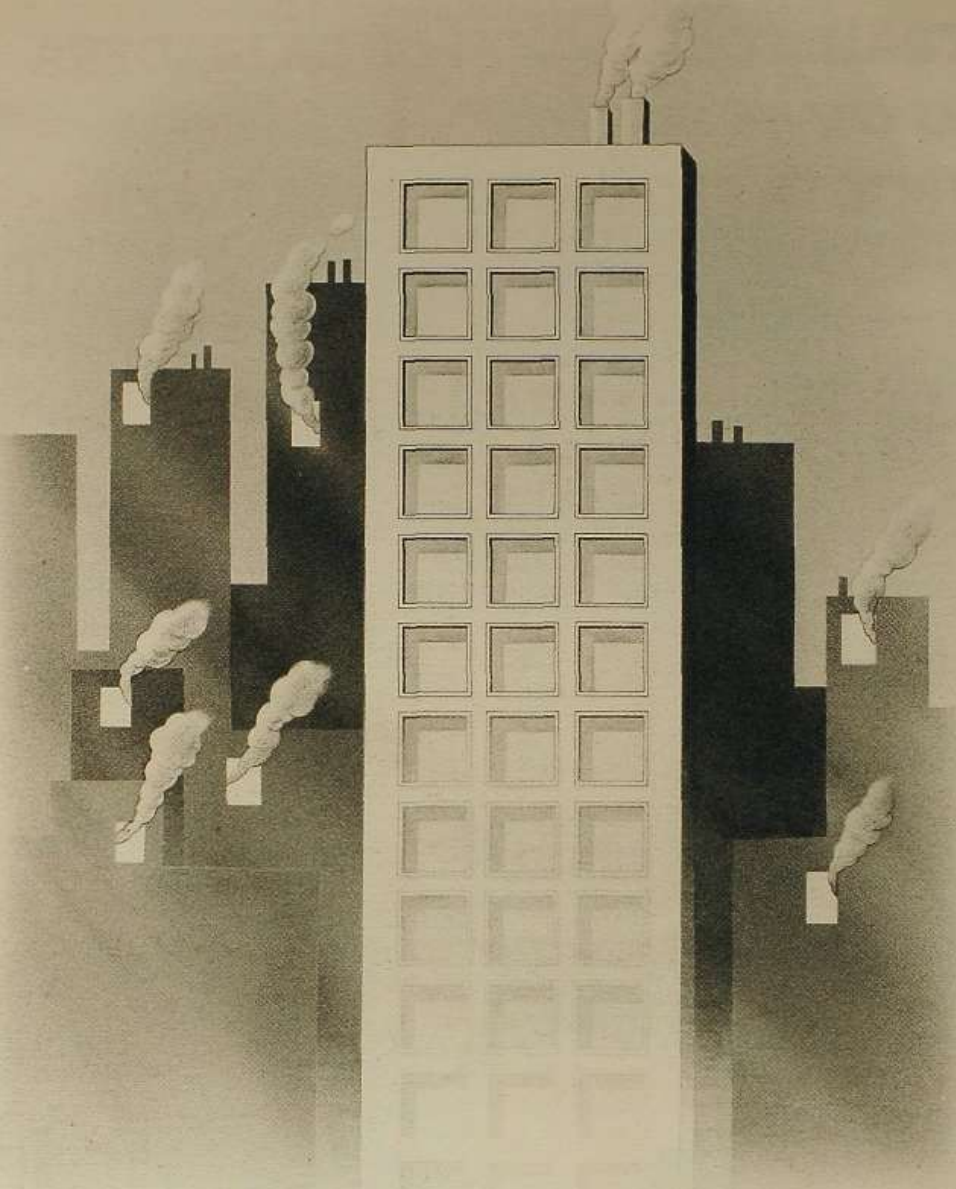
xylazel, s. a.

PORRIÑO (PORTUGAL)

FABRICANTES BAJO LICENCIA DE



DESIGWAG-BAYER
HOLZSCHUTZ GMBH



Cuando se van los humos, vienen los clientes.

Gracias a las nuevas campanas extractoras Balay. Con ellas usted asegurará la venta de sus pisos, porque eliminará totalmente el problema de las grasas, olores y humos en la cocina. Y eso es algo que siempre convence a una mujer.

Ahora hay un nuevo modelo de

campana extractora Balay fabricada pensando en usted. Con más ventajas. De instalación y de precio.

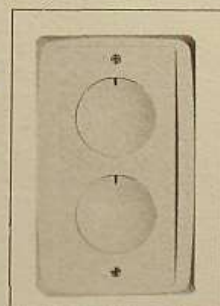
Para que usted venda mejor, más rápidamente, edificios enteros. Sin humos.



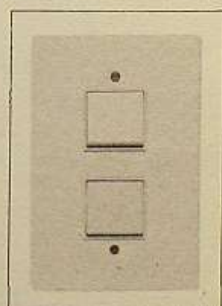
**Campanas
extractoras Balay:
Eficaces**



distíngase
en su
decoración



SERIE **Esferica**



SERIE **linea**



con la garantía

BJC

Servicio. Una razón más para elegir Buades.

Servicio y fiabilidad.

Aunque parezca paradójico, en Buades el servicio empieza al principio, para que sea menos necesario al final.

En Buades, entendemos que «dar un buen servicio» es fabricar un buen producto desde el primer momento.

La investigación, creación, rigurosas

verificaciones, ensayos y controles pieza a pieza, son las reglas que nos permiten estar muy seguros de hacer un producto fiable.

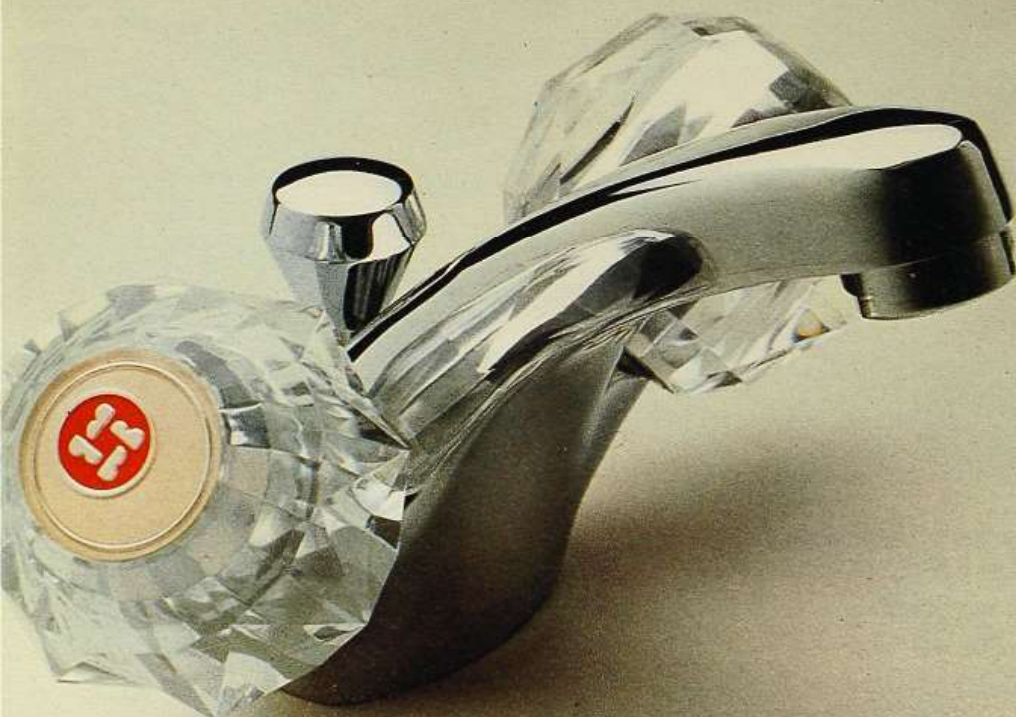
Esto, forma parte de nuestra aportación a su prestigio profesional y a la satisfacción que merece todo usuario.

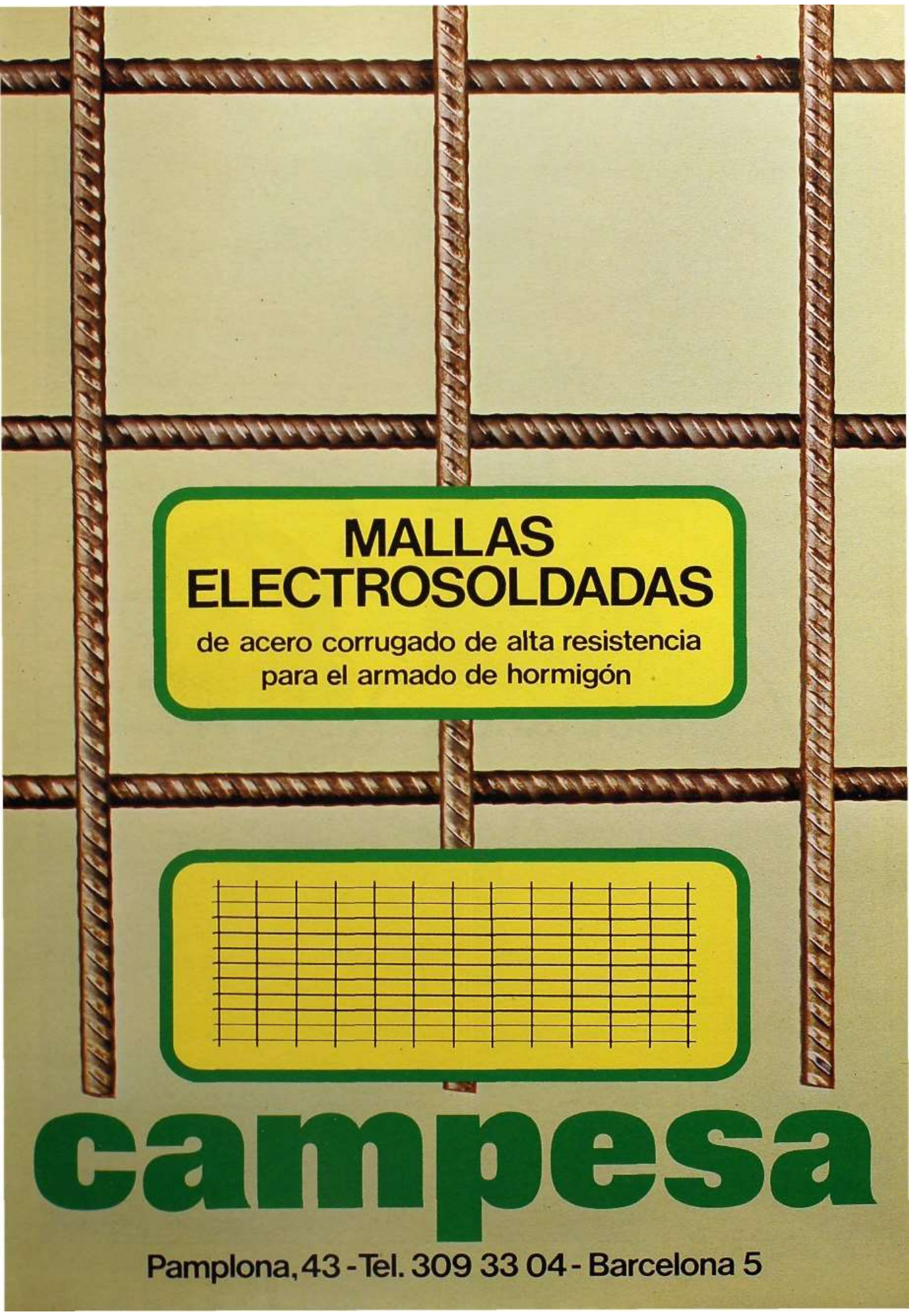
Buades: Servicio hasta post-venta en su amplia gama de modelos.

De la calidad, diseño y servicio de nuestra grifería dan testimonio más de 40 países.



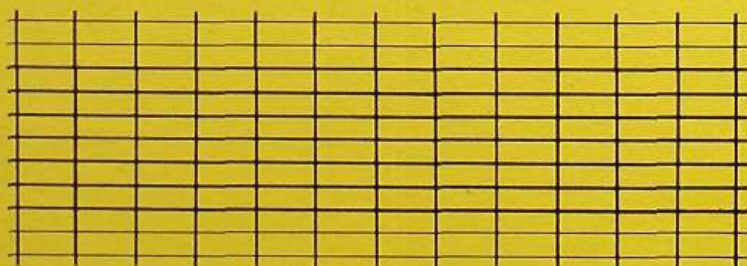
BUADES
grifería





MALLAS ELECTROSOLDADAS

de acero corrugado de alta resistencia
para el armado de hormigón



campesa

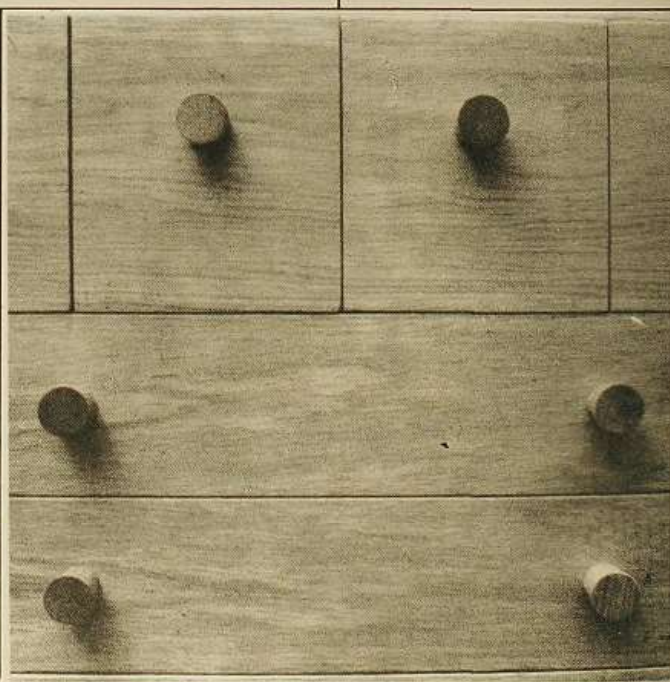
Pamplona, 43 - Tel. 309 33 04 - Barcelona 5

Grup **EN** distribuïdors a:



Mobles & Decoració Casablanca

Gran Vía, 532
Telèfon 254 12 08
Barcelona-11



¿Qué se puede esperar hoy de los creadores del primer auricular estereofónico?*

* (SP-3, año 1958)

Una gama que responda a todas las necesidades de los exigentes en Alta Fidelidad.

A usted le interesa conocer hasta dónde ha llegado KOSS en el campo de los auriculares electrostáticos y dinámicos; o bien, cuáles son sus últimas aportaciones en cuadrafonía; o cómo, desarrollando la técnica "High Velocity", ha conseguido una extraordinaria dinámica de reproducción en auriculares de tipo abierto.

Formule estas preguntas a los especialistas de la Alta Fidelidad en España:

VIETA AUDIO ELECTRONICA, S.A.
Bolivia, 239 - Barcelona-5
Representante en España de
KOSS CORPORATION.

 **KOSS**



Deseo recibir información de los auriculares KOSS

- | | |
|--|--|
| ☐ Dinámicos | ☐ High Velocity |
| ☐ Electrostáticos | ☐ Cuadrafónicos |

D. _____

Domicilio _____

Población _____

Provincia _____

Dto. _____

VITRISOL:

EL FIN DEL AISLAMIENTO QUE SOLO AHORRA ENERGIA

Lo primero para un aislante es asegurar un buen aislamiento térmico. Si no, adiós energía. Pero a estas alturas, hay que pensar en ahorrar en muchas otras cosas, tan importantes como la energía. Por eso es importante que usted conozca las posibilidades de la nueva placa aislante Vitrisol:

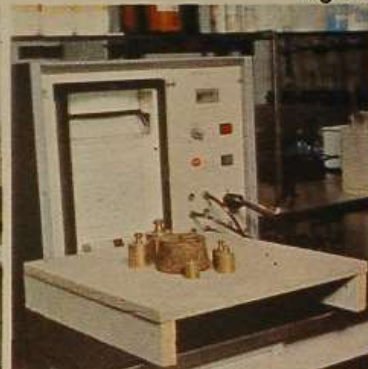
- Eliminación de puentes térmicos.
- Aislamiento inalterable por la humedad.
- Aumento de superficie útil: sólo tiene 1,5 cm., de espesor.
- Eliminación de humedades de condensación.
- Calentamiento rápido del ambiente.
- Protección de humedades capilares.
- Mayor ahorro de energía.
- Se puede guarnecer directamente, sin necesidad de tabiques.
- Aislando puentes térmicos con Vitrisol se reduce a la mitad el resto del aislamiento.
- Cumplimiento del Decreto 1490/75.

Si Vitrisol ahorra energía, tiempo, espacio, dinero, trabajo, materiales y problemas,
¿por qué ahorrar solamente energía?

Barrera de vapor



Rígido



Impermeable



Resistencia química

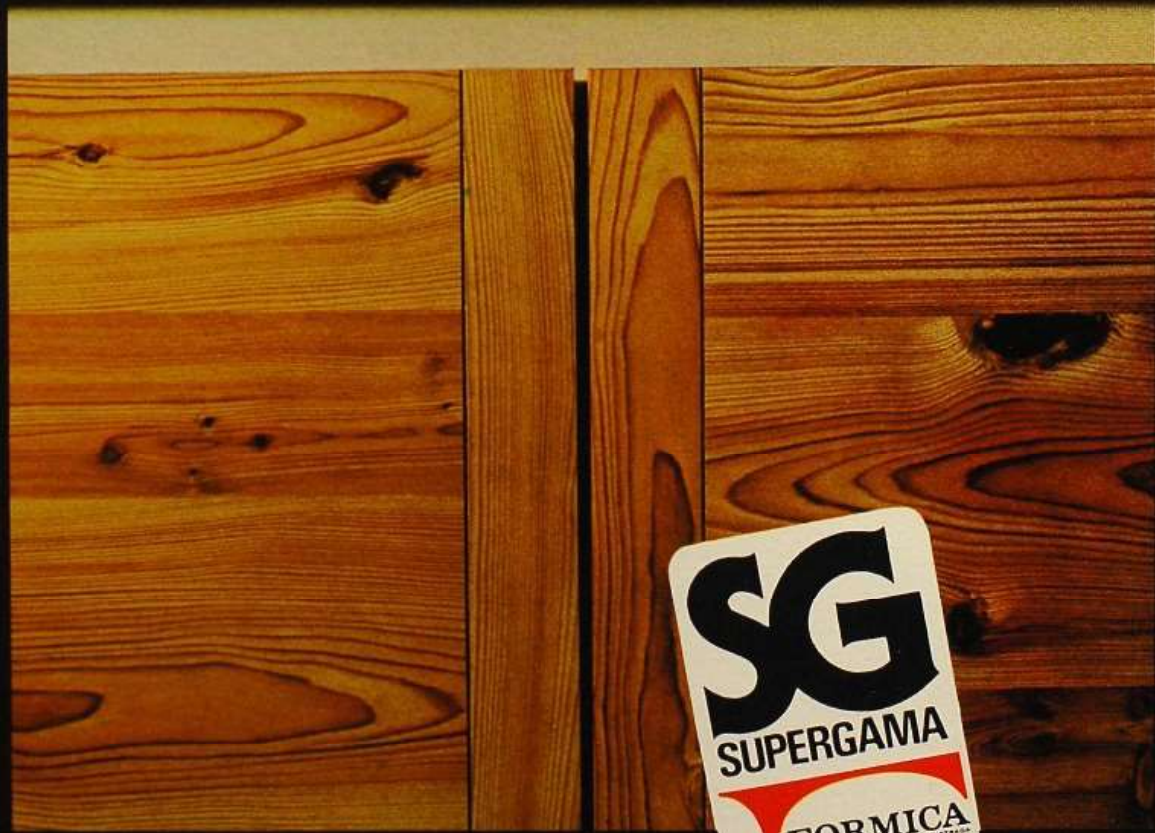
VITRISOL

Vidrio Celular Rígido

AHORRO INTEGRAL



SUPER·GAMA FORMICA* en solitario y destacada



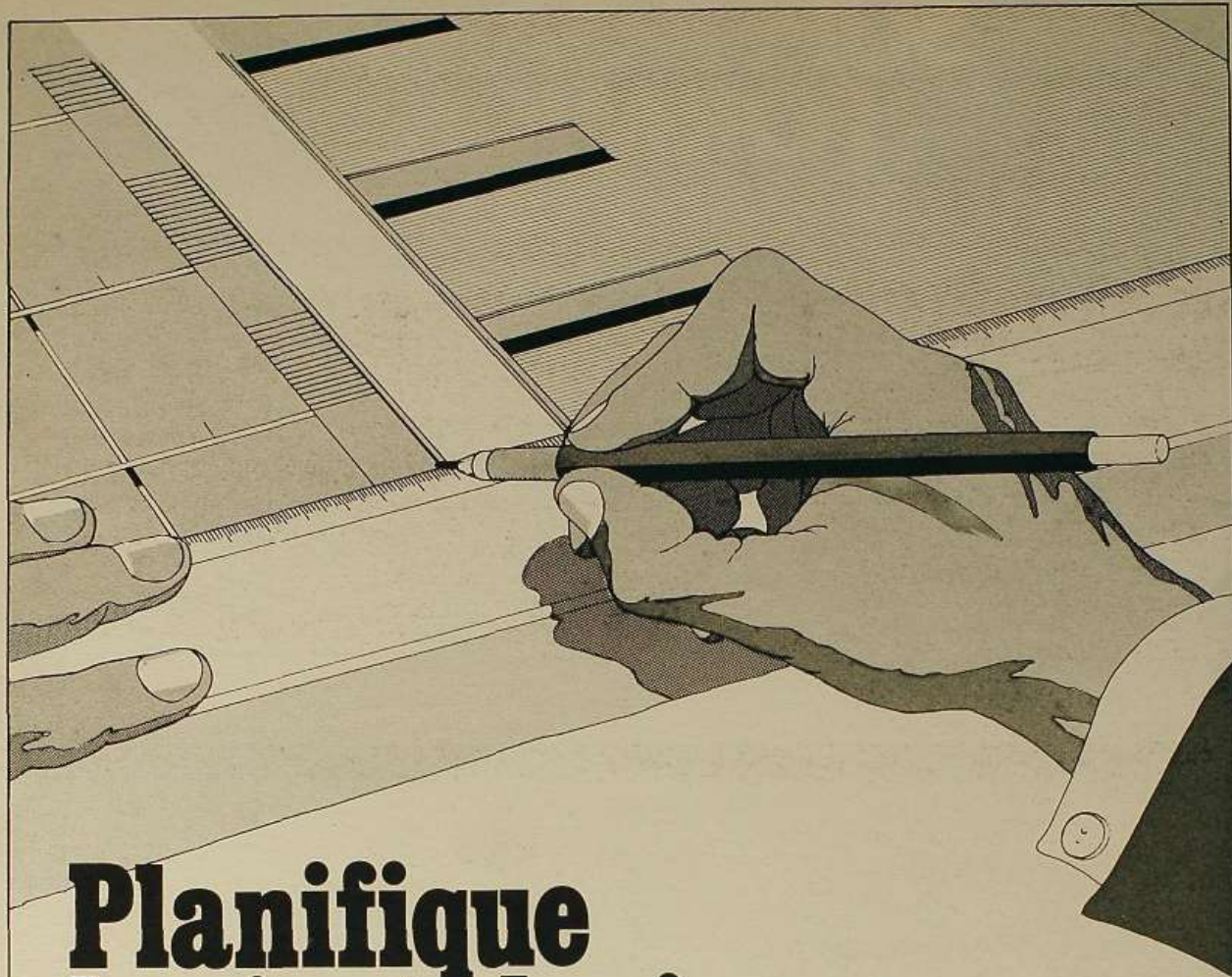
En 1976 **FORMICA ESPAÑOLA, S. A.** hizo la revolución de los Laminados Decorativos, anunciando el comienzo de una nueva era, la era de la **SUPERGAMA**. Desde entonces sigue siendo **UNICA** en el mercado.

SUPERGAMA es distinta, obsérvela, tóquela, infórmese y saque las consecuencias.

Nuevos y originales diseños: maderas, mármoles, cueros y fantasías con efectos tridimensionales.

Por superar lo conocido
queremos diferenciarla.
Exija ésta etiqueta
en su mueble.

Solicite Catálogo General **SUPERGAMA** a: **FORMICA ESPAÑOLA, S. A.** Apartado 1.013 - BILBAO

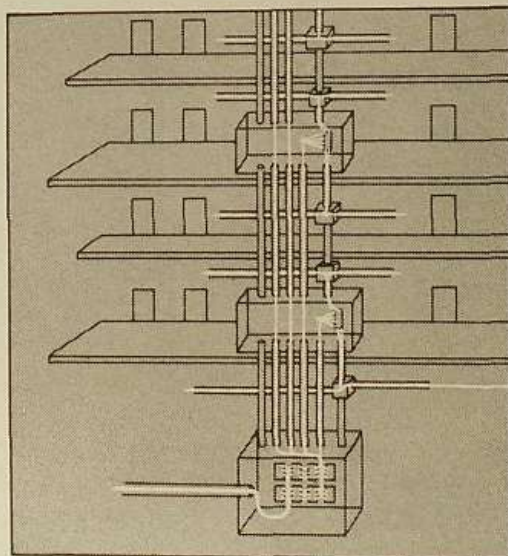


Planifique las instalaciones telefónicas

El prestigio de una construcción no acaba en el diseño exterior ni en la calidad de sus materiales. Hoy cuenta mucho la comodidad, el servicio, el detalle interior. Ese confort se deriva de una planificación racional de todos los servicios, incluido el servicio telefónico.

Por ello, la Compañía Telefónica les recomienda que introduzcan en sus proyectos las redes canalizadas que permitan la instalación del servicio telefónico, con garantías técnicas y sin producir molestias a los futuros usuarios.

Para una mayor información, solicite un ejemplar gratuito de las Normas de Proyecto y Normas de Construcción de las instalaciones telefónicas interiores en la Delegación Telefónica de su provincia.



Editorial

Cuando este número entra en prensa no se ha debatido aún en las Cortes el Plan Energético, a cuya discusión pública queremos colaborar con los artículos que lo forman. Aunque la problemática específica del Plan se trata en la mesa redonda que con este motivo convocamos en nuestra redacción y que figura transcrita en el Recau del número, las alternativas energéticas que se abren ante nuestro país están presentes, implícita o explícitamente, en todas las colaboraciones que, desde diferentes ángulos, intentan examinar la situación energética de nuestro entorno edificado y sus futuros previsibles.

Huyendo de considerar estrechamente los flujos de energía en el edificio como terreno propio del consultor de instalaciones, del especialista en diámetros de tubos o cables, los distintos autores se preocupan tanto del análisis global del ecosistema del que forma parte el edificio, y a cuyas leyes debe armónicamente acomodarse, como del contexto político, económico y tecnológico en el que se producen las decisiones energéticas, que poseen a su vez una incidencia decisiva sobre la propia sociedad.

No puede pues resultar extraño que se preste preocupada atención a los vínculos de dependencia tecnológica (a los que dedicamos el anterior número) que condicionan nuestras opciones energéticas, que se analice atentamente la edificación vernácula, de la que tantas lecciones pueden extraerse, que se ponga énfasis en la importancia del diseño del edificio frente a la actitud de los que remiten a las instalaciones para la solución de los problemas ambientales o que se preconice con vehemencia la intervención del usuario en la regulación y control de los flujos energéticos, cuestión ésta que nos aproxima al tema de la participación, que será tratado en el próximo número 51 de CAU con el cual cerramos esta serie dedicada a tecnología y construcción.

Si este conjunto de textos contribuye a sensibilizar a algunos profesionales acerca de la importancia de las decisiones energéticas y de la necesidad de su público debate, nuestro objetivo se habrá alcanzado.

Modelos energéticos y modelos de desarrollo

Angel Pestaña

La energía ha pasado de ser un punto neurálgico de la problemática económica para situarse como elemento determinante de la configuración de la sociedad. La «crisis energética», no es sino un episodio que ha subrayado el carácter estructural de la crisis de acumulación iniciada hace una década, y que ha cerrado definitivamente la fase expansiva posterior a 1945. Al igual que en crisis anteriores, el capitalismo necesita una completa reorganización económica y tecnológica— y, por supuesto politicosocial— que sienta las bases de una nueva división del trabajo.¹

Durante las grandes crisis pasadas se han gestado unos avances tecnológicos que, en estrecha relación con la base energética, han permitido el relanzamiento y la expansión del capitalismo. La máquina de vapor en la crisis postnapoleónica, el motor de combustión interna y el eléctrico en la de 1873-95, la petroquímica, y la electrónica en la crisis de las dos guerras mundiales. La actual crisis viene enmarcada por dos condicionamientos que le confieren un carácter original. De una parte, el horizonte limitado de energía no autorrenovable que impone como una necesidad la búsqueda de nuevas fuentes energéticas con las que impulsar la expansión del capital, a la par que obliga a introducir correctivos en la forma del desarrollo. Por otra parte la moderna tecnología— y en particular la desarrollada en torno a la energía— que viene siendo el soporte de las sociedades industriales avanzadas, ha entrado en contradicción con la naturaleza y la propia humanidad, al

configurarse como un elemento de destrucción. La percepción de este fenómeno por parte de las masas medias urbanas introduce un nuevo elemento político que debe ser tenido en cuenta, no sólo por las fuerzas del capital, sino también, y muy especialmente, por las fuerzas empeñadas en la transformación de la sociedad.

Este doble problema energético y ecológico que configura a la actual crisis del

capitalismo, plantea un dilema que, en última instancia puede remitirse a la existencia de dos caminos, dos vías energéticas, con profundas implicaciones económicas, sociales y políticas.

La vía del capitalismo monopolista (la vía dura)

La primera vía se asemeja a la política energética seguida por la mayoría de los gobiernos en las sociedades industrializadas. Como referencia podría considerarse el Plan Energético Nacional de 1975 (PEN 75), que con los retoques de 1978 seguirá siendo cualitativamente similar al plan francés, el cual a su vez puede remitirse con ligeras variaciones al estadounidense, etc. Sus objetivos se resumen en el mantenimiento de un crecimiento en el consumo energético (que se asume estrechamente relacionado con el PIB),² y en disminuir las importaciones de petróleo (con el fin explicitado de eludir todo posible sometimiento al Tercer Mundo por medio de la OPEP). Para conseguir estos objetivos se propone la expansión de tecnologías avanzadas y centralizadas, basadas especialmente en la producción de electricidad a partir, sobre todo, de la fisión nuclear (y eventualmente en los reactores rápidos), y en la expansión y diversificación de otras fuentes de energía primaria convencionales, de acuerdo con los recursos propios. En el caso español, faltos de recursos propios otros que el carbón (cuyas reservas estimadas son bajas, y cuyo nivel de prospección es absolutamente deficiente) y la energía hi-

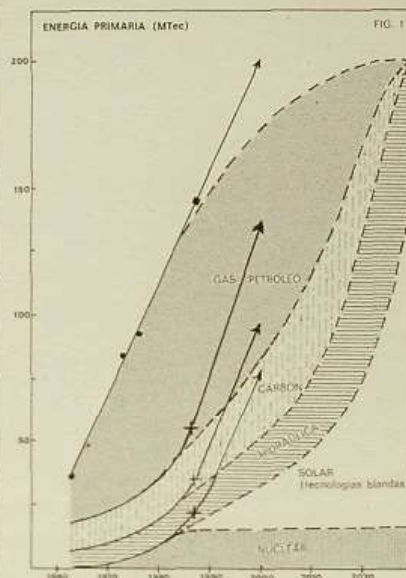
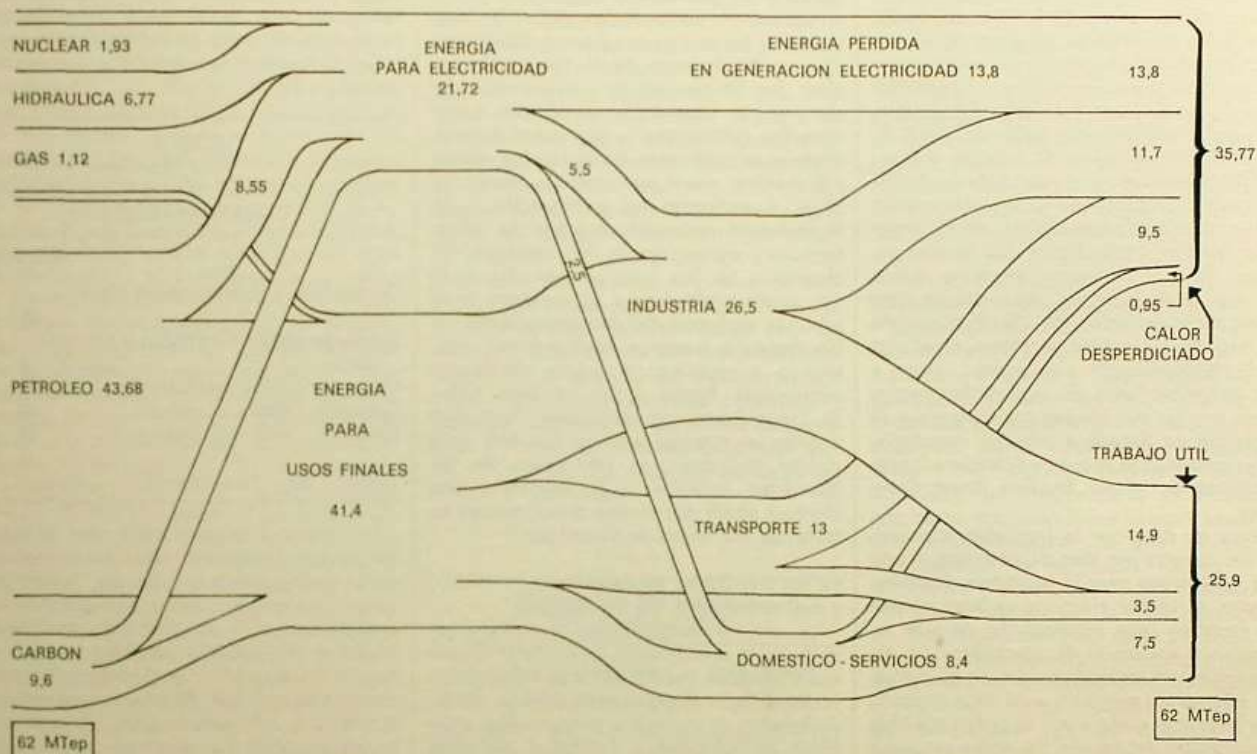


Figura 1. Fuentes de energía primaria en España.

Figura 2. El «Plato de Spaghetti» español (1975) en Mtep.



dráulica (que aunque susceptible de expansión y mejora, tiene un techo), el abastecimiento energético debería reposar esencialmente en la fisión nuclear. En la figura 1 se ilustra con líneas continuas el consumo español de energía primaria hasta 1975, con proyección hasta 1985 en base al PEN 75, junto con una extrapolación ideal (flechas) coherente con el modelo de desarrollo. La característica a resaltar es la sustitución del petróleo por energía nuclear y la creciente participación de la electricidad en el consumo final de energía.

La electrificación masiva, que se presenta como una conquista del progreso —el intento más importante de modificar la infraestructura de la sociedad industrial desde el ferrocarril— es un contrasentido energético y económico, y tiene graves implicaciones sociopolíticas. Desde el punto de vista energético, la generación de electricidad es un proceso con una eficiencia muy baja, de forma que por cada unidad de energía producida se desperdician dos unidades de energía en forma de calor. Esta desventajosa situación termodinámica exige, desde un punto de vista de racionalidad energética, que la electricidad se destine exclusivamente a aque-

llos usos finales para los que no tienen sustituto (iluminación, electrónica, telecomunicación, electroquímica, electrometalurgia, soldadura de arco, electrodomésticos, tracción de ferrocarril y motores industriales). Estos usos de la electricidad no representan más del 8 % del consumo final de energía en EE.UU. (ver Tabla 1). Si aceptamos estos valores para el caso español, resulta un despilfarro de cerca del 50 % de la energía eléctrica, toda vez que el consumo final de electricidad representó el 16 % del total en el año 1975 (véase figura 2).

Este uso indebido de la electricidad aumentará necesariamente a medida que progresen los planes de electrificación, lle-

vando el consumo de electricidad para usos finales hasta cifras comprendidas entre el 20 y el 40 % del total del consumo energético.⁴

En estas condiciones, buena parte de la electricidad se destinará a crear diferencias térmicas del orden de decenas de grados, consumiendo en este proceso unos combustibles cuyo potencial térmico se cifra en miles de grados, o incluso en millones de grados, como es el caso del combustible nuclear. Esto es tanto como cortar mantequilla con una sierra mecánica. Con el agravante de que el consumo de energía primaria será el triple del requerido por las leyes termodinámicas, en virtud de la ineficiente conversión calor-electricidad.

Aparte de estas consideraciones energéticas, el obstáculo mayor para satisfacer un crecimiento del consumo energético del tipo establecido en la vía que estamos considerando, reside en la magnitud del capital requerido para llevarlo a cabo. Los costes de capital de las tecnologías centralizadas de producción de electricidad son casi cien veces superiores a las de aquellas basadas en la utilización directa del combustible. La intensidad de capital de las grandes centrales eléctricas es tan

TABLA 1

USOS FINALES DE ENERGIA EN ESTADOS UNIDOS (%) ¹	
Calentamiento a temperaturas próximas a la ebullición del agua . . .	58
Tracción	38
Usos que exclusivamente requieren electricidad	8

grande, que numerosos especialistas, tales como los del grupo de la Shell de Londres, han concluido que ningún país, a excepción de los del Golfo Pérsico, puede permitirse un sistema en gran escala de tecnologías centralizadas, capaz de abastecer todas las necesidades energéticas. Como ilustración de esto cabe señalar que el plan energético del gobierno Ford de Estados Unidos (1976-85) suponía una inversión acumulativa de cerca de un trillón de dólares, equivalente a las tres cuartas partes del total acumulativo de la inversión privada prevista para ese mismo período. Para el subsector eléctrico, sobre el que recae la mayor parte de un plan energético de este tipo (la combinación de una alta intensidad de capital en rápido y desproporcionado crecimiento, junto a los largos períodos de maduración requeridos por las tecnologías centralizadas), la situación ha llegado a adquirir características próximas al desastre financiero, como reconoce la misma Bankers Trust Company.

Para un país con la fragilidad económica del nuestro, un plan de este tipo puede ser desastroso para la economía. Efectivamente, el sector eléctrico español carece de recursos para autofinanciar un plan intensivo y acelerado de electrificación. Su capacidad de endeudamiento en el mercado interno de capitales está muy limitado por la propia crisis y por la previsible baja rentabilidad del sector. En estas condiciones no caben más recursos que el endeudamiento exterior y una intervención directa del sector público.⁵ Pero con esto se cierra lo que acertadamente ha sido llamada «la espiral de la imposibilidad», porque una de dos, o se va hacia una bancarrota financiera del tipo de la del estado de Nueva York, o bien nos quedamos sin dinero para financiar la utilización de la energía, o ambas.

Pero siendo muy importantes los dos aspectos, energético y económico, antes considerados, lo más grave de la vía energética monopolista son sus proyecciones sociopolíticas a medio y largo plazo. El desarrollo de los sistemas centralizados de energía conduce necesariamente a una forma política de dirigismo autárquico, fundamentado en un sistema de oligopolios y capitalismo de estado. La alta intensidad de capital y de tecnología de este sistema conducirá irremediablemente al predominio político de una élite tecnocrática y burocratizada, que consolidará de forma ampliada la división del trabajo intelectual y manual, que está en la base del modo de producción capitalista. Esta vía de desarrollo aumentará la tendencia a la concentración industrial y urbana, acentuando la desigualdad entre la ciudad y el campo, beneficiando económicamente a la población urbana y cargando los cos-

tes sociales en el medio rural. Al mismo tiempo se reforzará la autoridad central frente a las autonomías locales.

Finalmente, no podemos dejar de lado el hecho de que la progresiva electrificación se fundamenta en la tecnología nuclear. Por limpia, segura y económica que sea —y hay sobrados motivos para dudar de estos calificativos— la energía nuclear tiene unas profundas implicaciones sociopolíticas en virtud del carácter altamente tóxico y explosivo del combustible, y de la maliciosa naturaleza humana. La salvaguarda y protección de las centrales nucleares y de las instalaciones del ciclo del combustible frente al atentado o el robo; la vigilancia del almacenamiento de los residuos frente a contingencias geológicas o sociales; la propia protección circundante frente a los posibles fallos de los sistemas de seguridad. Todo ello implica un sistema político con una gran rigidez jerárquica, la restricción de las libertades públicas y la tendencia creciente a eludir decisiones democráticas en favor de las élites tecnocráticas.

La vía humanista, democrática y antimonopolista (la vía blanda)

La otra vía de desarrollo energético, resulta de la combinación de medidas urgentes y eficaces destinadas a una utilización racional de la energía, el desarrollo rápido de fuentes de energía autorrenovable, ajustadas en cantidad y calidad a los usos finales a que se destinan, junto con tecnologías especiales para utilizar los combustibles fósiles en el período transitorio. Esta vía alternativa, surge del análisis crítico de la política energética que se va imponiendo en los países industrializados, y muy especialmente en sus aspectos de racionalidad termodinámica. Sin embargo, sus profundas implicaciones económicas y sociopolíticas, permiten considerarla como una vía específica de desarrollo, que modela una sociedad humanista, construida en torno a la persona y no a expensas de ella.

En la sección anterior se ha señalado que el modelo energético actualmente en desarrollo en los países industrializados se caracteriza por una creciente ineficiencia en la utilización de la energía primaria y por una inadecuación de la calidad de la energía en relación con su utilización final. Vamos a considerar aquí algunos datos más precisos de esta ecuación energética, como base argumental de la vía alternativa que proponemos.

Los datos de la Tabla 2 muestran que la eficiencia total del consumo de energía primaria es tan sólo de un 36 %. Esta baja eficiencia resulta de las limitaciones termodinámicas en la generación de electricidad y de la inadecuación de los sistemas de consumo en los diferentes sec-

tores. De esta forma, cerca de las dos terceras partes de la energía primaria no llegan al consumidor, desperdiciándose en forma de calor. Esta misma situación se da en España, según se ilustra gráficamente en la figura 2, con los datos correspondientes a 1975.⁷

TABLA 2

EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGÍA EN ESTADOS UNIDOS (1971)

	Eficiencia %
Generación y transporte de electricidad	35
Consumo sector doméstico y terciario	73
Consumo sector transporte . . .	12
Consumo sector industrial . . .	44
Eficiencia total del sistema . .	36

Fuente: Ann. Rev. Energy.⁸

Un sistema caracterizado por tamaño despilfarro energético sólo puede mantenerse incontestado en épocas históricas caracterizadas por una sobreabundancia de energía barata. Y, sin embargo, los planificadores energéticos actuales tienden a dejarlo básicamente igual, preocupándose casi exclusivamente de buscar sustitutos al petróleo, o a empeorarlo, al aumentar la participación de la electricidad en el consumo final. Pero, si no podemos mantener la bañera llena, porque hay fugas de agua caliente, ¿qué es mejor, aumentar la capacidad del calentador, o bien recurrir a una fontanería barata y de baja tecnología para taponar las fugas?

La respuesta es obvia, y su racionalidad viene avalada por numerosos estudios que muestran que hoy es posible doblar la eficiencia con que usamos la energía en cuestión de dos décadas, y con sólo recurrir a tecnologías disponibles y económicamente ventajosas. Medidas de este tipo —que los anglosajones han denominado «retoques técnicos»— incluyen aislamiento térmico en la industria y edificación, bombas térmicas, sistemas de combustión más eficientes, menos iluminación y climatización en los edificios comerciales y aprovechamiento integral del calor liberado en los procesos industriales o en la generación de electricidad. Según recientes estudios del American Institute of Architects, y otros grupos de estudio, los retoques técnicos en los edificios de nueva construcción, conducirían a un ahorro del 50 al 80 % en las viviendas u oficinas. Esto, junto a modificaciones en las construcciones viejas, podría representar para Estados Unidos, un ahorro equivalente a un tercio del consumo actual de energía en todos los sectores.⁹

Otra contribución importante al ahorro de energía son los sistemas «totales» de energía, conocidos también como «cogeneración» de calor y electricidad. En un reciente estudio de la Dow Chemical Co.⁹ se demuestra que el vapor generado como subproducto de diferentes procesos industriales podría satisfacer en el término de una década la mitad del consumo de electricidad de todo el sector industrial estadounidense, con un enorme ahorro tanto en combustible como en dinero. Igualmente, el calor disipado en las centrales termoeléctricas podría aprovecharse para la calefacción y agua caliente de viviendas y edificios públicos o comerciales.¹⁰ Esto requeriría la descentralización de la generación de electricidad en plantas medianas de barriadas o de zonas industriales. Los sistemas «totales» de barriadas, tienen la ventaja adicional de que pueden adaptarse fácilmente a la incineración de basuras urbanas, permitiendo un notable ahorro de combustible junto con la solución de los basureros. Como ejemplo del potencial de este sistema señalemos que desde hace 50 años funcionan en París cuatro centrales de barriada, con capacidad para 1.200.000 Tm de basura diaria (algo menos de la mitad de la basura recogida diariamente en Madrid o Barcelona), que proporcionan electricidad, calefacción y agua caliente para cerca de 200.000 habitantes. Un sistema similar se va a poner en funcionamiento en Tokio en la próxima década. La cogeneración no es por tanto ninguna utopía. En Suecia y ciertos países centroeuropes, este sistema abastece de cerca del 30 % del consumo de electricidad.¹¹

Tan grandes son las posibilidades de estos retoques técnicos, tan asequible es su aplicación tanto desde el punto de vista técnico como económico, que tenemos que preguntarnos por qué no se han puesto ya en práctica. La respuesta reside en toda una larga serie de barreras institucionales que van desde las normas de construcción anticuadas y fragmentarias, feroz especulación del suelo urbano que imposibilita la ordenación territorial desde los municipios, cartelización de la industria eléctrica con un gran peso político y administrativo, inadecuación de la política fiscal y de precios que ocasiona una mala distribución de los costes y beneficios de la conservación de la energía, etc. Todas estas barreras son superables con una legislación adecuada, que tiene perfecta cabida dentro del orden económico y social hoy existente.

El campo específico de aplicación de los retoques técnicos afecta especialmente a los subsectores eléctrico y a los sectores de consumo industrial, doméstico y terciario. Para el sector transportes, que actualmente consume un 27 % de toda

la energía para usos finales y un 30 % aproximadamente del petróleo que importamos (ver figura 2), se impondrían otro tipo de medidas que conllevan cambios en los hábitos sociales establecidos y que en cierta medida, modelarían la propia estructura del sistema productivo. El alto consumo energético del sector transportes está presidido por el predominio del automóvil para el transporte de pasajeros (42 % del consumo del sector en 1975) y del camión en el transporte de mercancías (30 % del consumo del sector en 1975). Si tenemos en cuenta que la eficiencia energética del autobús urbano y ferrocarril es 4-5 veces superior a la del automóvil y camión respectivamente (ver Tabla 3), es evidente que una transformación radical en el sistema de transporte, con predominio de los servicios colectivos y públicos, resultaría en un ahorro neto próximo al 75 % del consumo actual del sector. Con la ventaja adicional de hacer las ciudades habitables.

TABLA 3

EFICIENCIA ENERGETICA
DEL TRANSPORTE

	Kcal/pasajero-milla			Kcal/Tm-milla
	urbano	interurbano		
Bicicleta	50	—	Ferrocarril	167
Autobús	925	400	Camión	950
Tren	—	725	Avión	10.500
Auto-móvil	2.025	850		
Avión	—	2.100		

Fuente: Energy and the Futura.¹²

Una transformación de este tipo es perfectamente viable en el transcurso de una década si se adoptan rápidamente las medidas apropiadas, que no han de ser necesariamente impositivas. Evidentemente, una política de precios disuasorios de gasolina y una campaña publicitaria de educación cívica quedaría corta, si no se acompaña de una infraestructura apropiada de transportes colectivos y de medidas para estimular su utilización (bonos mensuales, tarifas bajas en general, billetes con múltiples combinaciones de transbordos, etc.). Una combinación similar de tarifas disuasorias y estímulos para la utilización de una infraestructura ferroviaria adecuada, podría instrumentar la transformación del transporte de mercancías en el sentido apuntado. Una transformación de este tipo chocaría evidentemente con la resistencia del conductor y del autopatrón, para los cuales se podría encontrar una fórmula ventajosa de reconversión. Más importantes serían las

repercusiones en el sector de producción industrial, y más concretamente en la industria siderúrgica y de transformación. Ahora bien, desde el punto de vista energético, la disminución de la industria siderúrgica sería ventajosa, por cuanto este subsector es uno de los más intensivos en energía (30 % del consumo de energía primaria del sector, con una cifra de empleo de 80.000). Para la industria de automoción, podrían encontrarse fórmulas prudentes de reconversión basadas en el amplio horizonte de los retoques técnicos y en el de las tecnologías energéticas alternativas que requerirían una amplia participación de las fuerzas productivas.

Estas medidas de conservación y racionalidad de consumo en los sectores industrial, doméstico y servicios, deberían extenderse al sector agrícola, con medidas tendentes a combatir su dependencia creciente de las técnicas de la «revolución verde». Esto significa detener y revertir el avance de la reforma «a la prusiana» que se va imponiendo en el agro español, con la consecuencia de una progresiva despoblación de las zonas rurales y la utilización indiscriminada de pesticidas y fertilizantes químicos (lo cual conduce a un incremento continuo de la cantidad de energía requerida para producir una unidad de energía en forma de producto agrícola y pecuario).¹³ Estas medidas, no sólo no se contraponen, sino que exigen una potenciación de la economía agrícola y rural fundamentada en el respeto al ecosistema, el desarrollo de variedades adaptadas a nuestra climatología, el equilibrio entre agricultura, ganadería y silvicultura, y, sobre todo, la mejora en la rentabilidad y en las condiciones de vida del medio rural. En este sentido, las tecnologías blandas que consideraremos más adelante, son particularmente apropiadas.

La combinación a largo plazo de los retoques técnicos junto con los cambios estructurales en el sector industrial y agrícola es posible que requieran muchos años de ajuste mediante el sistema de ensayo y error. No será fácil, al menos no más fácil que el no intentarlo. Si se acepta, como afirman tantos estudiosos del problema, que con estas medidas podremos duplicar la eficiencia con que usamos la energía hacia el año 2000, podríamos para entonces tener el doble de la riqueza actual con el mismo nivel de energía que hoy consumimos, o podríamos alternativamente disfrutar de la misma riqueza actual —mejor repartida— consumiendo la mitad de la energía. O, también, estabilizarnos en alguna posición intermedia. Como base para una alternativa coherente a la descrita en la figura 1 (línea continua), podríamos establecer un consumo estabilizado de energía primaria de unas 140 Tep (200 Tec) para el año

2000 (línea de trazos en la figura 1).

Consideremos ahora el otro ingrediente de esta vía alternativa, que como se indica en la figura 2, reside en un creciente aprovisionamiento de tecnologías «blandas». Estas tecnologías energéticas, de las cuales existe hoy día un abundante repertorio, pueden definirse atendiendo a cinco características:

— Todas se basan en flujos de *energía autorrenovable*, tales como el sol, el viento o la vegetación.

— Son variadas, de forma que el aprovisionamiento energético resulta de un agregado de muchas contribuciones modestas, cada una diseñada para rendir el máximo en circunstancias determinadas.

— Son flexibles y de tecnología relativamente sencilla; lo cual no quiere decir que no sean complejas, sino que son fáciles de comprender y de utilizar sin habilidades especiales. Son por tanto accesibles a todos.

— Se ajustan en *escala* y distribución geográfica a las necesidades de consumo final, sacando partido de la distribución libre de la mayoría de los flujos naturales de energía.

— Se ajustan en cuanto *calidad energética* a los usos finales.

Este conjunto de características confiere a las tecnologías blandas unas importantes ventajas económicas, que no son alcanzables con los grandes sistemas centralizados. Veamos algunas de las más significativas. La distribución de electricidad representa más de la mitad de los costes totales de capital. Efectivamente más de la mitad de las tarifas eléctricas se destina a cubrir los gastos de distribución tales como líneas, torres, transformadores, contadores, lectura de los mismos, servicios administrativos centrales, etcétera. Los sistemas de energía local o domésticos pueden reducir o eliminar estos costes de infraestructura, de forma

que los ahorros compensan sobradamente los gastos de mantenimiento. Los sistemas descentralizados eliminan virtualmente las pérdidas energéticas de distribución, además de evitar la baja rentabilidad económica de los sistemas centralizados (el factor de capacidad) y eliminar la necesidad de disponer de exceso de capacidad con que hacer frente a las demandas de horas «punta». Los tiempos de maduración de los sistemas descentralizados son mucho menores que en los centralizados, de forma que es mucho menor la incidencia de la inflación e intereses del capital en los costes. Finalmente, el menor tamaño de estos sistemas permitiría una considerable reducción de costes, por las posibilidades de su montaje en cadena. Un grupo electrógeno diesel o de viento podría, por ejemplo ser construido en serie, con unos costes totales 20 o 40 veces inferiores a los de un generador gigante de una central termoeléctrica. Este es un terreno importante a la hora de la reconversión del sector de transformados metálicos que hemos considerado anteriormente.

En el terreno de la energía solar se están ensayando sistemas modulares de colectores para edificios, susceptibles de montaje en cadena, por parte de firmas tales como Philips, Honeywell, Owen-Illinois y otras. Estos colectores solares ya se pueden instalar en los edificios en construcción o en los viejos, y podrían adaptarse en su día a los sistemas de calefacción de barriadas, con dispositivos de almacenamiento apropiados. Nuestra climatología es especialmente favorable para ello.

Los sistemas hidráulicos y eólicos son otra de las tecnologías blandas a considerar. Su rentabilidad económica parece adecuada para competir con la energía nuclear, según estudios en progreso en Estados Unidos y Europa.¹⁴ Otro campo im-

portante a tener en cuenta es el de la conversión de los residuos urbanos y agrícolas en metanol y otros combustibles líquidos, que ya ofrecen hoy unas posibilidades técnicas y económicas para el sector del transporte.¹⁵ Las tecnologías de conversión orgánica pueden integrarse apropiadamente con la agricultura y la silvicultura de modo que no conduzcan a una degradación del suelo. Finalmente, los colectores solares, los convertidores orgánicos y los molinos de viento pueden asociarse simbióticamente en híbridos más atractivos que sus componentes por separado.

Hasta aquí hemos considerado las ventajas económicas y energéticas de una vía coherente de desarrollo, intentando resumir el cúmulo de evidencias de todo tipo que le permiten concebir como una vía alternativa, técnica y económicamente viable. El aspecto quizá más importante, el que mejor delimita sus diferencias con la vía dura del capitalismo monopolista, es el referente a su impacto en el contexto sociopolítico. Efectivamente, los cambios sociopolíticos que implica la vía dura convergen, según hemos visto, en lo que el grupo del Stanford Research Institute ha calificado de «fascismo amistoso». Por el contrario, la vía blanda configura una sociedad libre y pluralista, que por su propia dinámica se encamina al establecimiento de un equilibrio entre la industria y la agricultura, entre ciudad y campo y a la eliminación de las diferencias en el desarrollo regional. Una organización, en suma, basada en el servicio a la comunidad y en la eliminación de los despilfarros.

Desde el punto de vista geopolítico, esta vía ofrece indudables ventajas a los países del Tercer Mundo, y su generalización puede suponer la eliminación virtual de la proliferación nuclear. ■

NOTAS

1. Este artículo está basado en sus rasgos fundamentales en el trabajo de Amory B. Lovins: «Energy Strategy: The Road not Taken?», publicado en *Foreign Affairs*, vol. 55 (octubre de 1976), páginas 65-96.

2. Que esto no tiene que ser necesariamente así, lo demuestra el caso de Suecia o Suiza, que con un PNB per cápita igual al de los Estados Unidos, consumen la mitad de energía per cápita que este país.

3. Amory B. Lovins, op. cit.

4. Señalemos que las previsiones del PEN 75, situaban la participación de la electricidad en el

consumo final de energía de cifras algo superiores al 20 % para 1985.

5. *Coyuntura* (1977), vol. 10, p. 24.

6. Datos tomados de Lee Shepper, «Raising the Productivity of Energy Utilization», *Ann. Rev. Energy* (1976), vol. 1, p. 455.

7. *Coyuntura* (1977), núm. 10, p. 72.

8. J. E. Snell y col.: «Energy conservation in Office Buildings», International CIB Symposium on Energy Conservation in the Built Environment, abril 1976.

9. P. W. McCracken y col.: Industrial Energy Center, Dow Chemical Co. Informe presentado al National Science Foundation, PB-243824, junio 1975.

10. «Energy Conservation in the Generation of

Electricity», Washington Government Printing Office, 1972.

11. D. Large: «Hidden Waste: Potential for Energy Conservation», Conservation Foundation, Washington, 1973.

12. A. L. Hammond y col.: «Energy and the Future», publicación de la American Association for the Advancement of Sciences, Washington, 1973, capítulo 20.

13. B. Sørensen, «Energy and Resources», en *Science* (1975), vol. 199, p. 255; M. Myle, «Economics of Alternative Energy Resources», *Nature* (1977), vol. 267, p. 111.

14. A. D. Poole y R. H. Williams, «Bulletin of the Atomic Scientists» (mayo 1976), p. 48.

Sistemas ecológicos y sistemas energéticos en la biosfera

Francesc Solé

Un sistema ecológico o ecosistema se caracteriza por ser un conjunto organizado de diferentes elementos que están interrelacionados entre sí —tanto directa como indirectamente— y que poseen un determinado nivel de autoorganización. La naturaleza de dichos elementos es tanto de carácter orgánico como inorgánico, es decir, materia viva en sus variadas formas (bacterias, animales, vegetales, etc.) elementos de carácter mineral (fósforo, nitrógeno, arcillas, etc.) así como elementos naturales (viento, radiación solar, etc.).

Los sistemas ecológicos tal y como se presentan en la actualidad en la biosfera han sido el fruto de la constante evolución a lo largo de un período de tiempo no inferior a 3.000 millones de años. Nuestro planeta en la actualidad presenta unas condiciones de equilibrio macroscópico que han posibilitado y posibilitan variadas formas de vida. Durante el período prebiogénico la situación de nuestro planeta era distinta. Según diversas fuentes, la delgada capa que configuraba la litosfera del globo terráqueo estaba envuelta por un 10 % de gases tales como nitrógeno y dióxido de carbono y un 90 % de vapor de agua, no existiendo por tanto oxígeno en forma libre. Se supone que el origen de la vida en la Tierra se desarrolló en las aguas poco profundas de los trópicos donde los protozoos estaban al abrigo de la mortífera dosis de rayos ultravioletas procedentes de la radiación solar. La formación de oxígeno libre por acción de dos mecanismos distintos como son los procesos de fotosíntesis acuática y de disociación de las moléculas de vapor de agua presentes en la biosfera de entonces, originó probablemente la liberación continuada de oxígeno y por tanto la formación de la capa de ozono que circunda en nuestra atmósfera, reduciéndose en consecuencia la dosis letal de rayos ultravioletas sobre la superficie de nuestro planeta. Otros factores como los movimientos sísmicos contribuyeron asimismo, con toda probabilidad, a la presencia de minerales que facilitaron el desarrollo biológico posterior sobre la Tierra, es decir, minerales de tipo orgánico tales como fosforitas, ca-

lizas, etc. Vemos por tanto que son varios los factores que han contribuido de forma conjugada y diversa a crear unas condiciones a lo largo del tiempo favorables al desarrollo de las más variadas formas de vida sobre nuestro planeta hasta llegar a establecerse unas condiciones de estabilidad y equilibrio en nuestra biosfera entre los sistemas ecológicos.

Por lo expuesto al principio, un ecosistema se caracteriza por su *biomasa* de carácter animal y vegetal. Esta puede ser cuantificada fácilmente. Así en un campo determinado existe una cantidad de masa vegetal por Ha (Kg/Ha) o bien su equivalente en gramos de carbono orgánico por m² de superficie. Dicha cantidad puede oscilar entre valores muy diferenciados, así por ejemplo, la cantidad de biomasa en un desierto puede ser de unos 100 gra-

mos de carbono orgánico por m² y en zonas de fuerte vegetación y muy húmedas alcanzar valores de hasta 30 kg/m² de carbono orgánico. La biomasa, para existir, necesita de un flujo constante de energía que le permita su conservación y renovación, es decir, mantenerse organizada. Dicha energía la recibe en forma de radiación electromagnética o cuantos de luz y es asimilada en cantidades determinadas a nivel de los cloroplastos en los vegetales y transformada a continuación en energía química, pudiendo seguidamente ser asimilada por los animales o ser degradada por las bacterias (véase en la figura 1 el esquema propuesto por R. Margalef sobre las rutas de la materia y de la energía en un ecosistema). En consecuencia distinguimos a los vegetales como *productores primarios* que asimilan

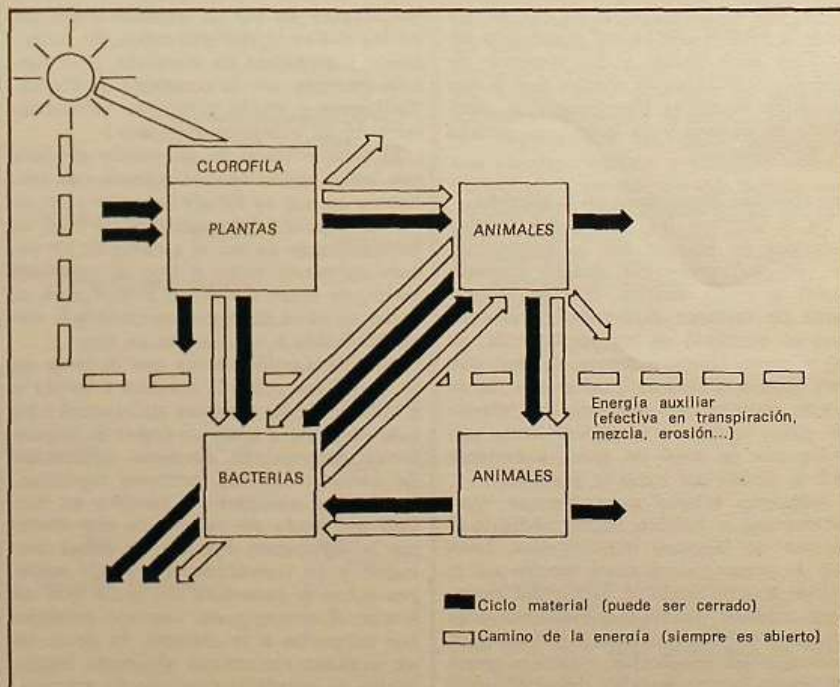


Figura 1. Las rutas de la materia y de la energía en un ecosistema.

directamente la energía del sol y serán *productores secundarios* los que reciben dicha energía, en forma de energía química, a través de los vegetales. El hombre es un ejemplo típico de productor secundario ya que percibe la energía necesaria a su metabolismo biológico ya asimilando directamente vegetales o a través de otros animales.

Por ser el hombre una parte integrante de ciertos ecosistemas, habrá que distinguir entre aquellos en que está fuertemente implantado de aquellos en que su acción es débil o prácticamente nula. En consecuencia en este último tipo de ecosistema veremos que la energía necesaria para el mantenimiento del mismo vendrá prácticamente determinada por el metabolismo estrictamente *endosomático* del sistema; en otras palabras, por el consumo mínimo de energía necesaria al metabolismo biológico básico de cada uno de los componentes del ecosistema para sobrevivir y autogenerarse.

La situación cambia radicalmente en aquellos sistemas ecológicos en que el hombre está fuertemente implantado. Ello se debe a que aparte del mencionado metabolismo endosomático inherente a todo sistema ecológico, y que en el hombre significa un equivalente energético de unas 2.000 calorías/día o unos 150 vatios, aparece otro tipo de consumo energético de carácter *exosomático*. Es decir, el hombre emplea energía para cocinar los alimentos que ingiere, calentarse, vestir, viajar, etc. Dicho consumo ha ido aumentando a medida que ha ido dominando las técnicas para liberar y así disponer de enormes cantidades de energía que le han permitido modificar fuertemente la naturaleza en general y su inmediato entorno en particular.

Los sistemas energéticos en la biosfera

En la biosfera las principales fuentes naturales de energía son la energía solar, en su conversión directa (fotosíntesis) y como energía térmica responsable de factores climatológicos básicos para el equilibrio de los ecosistemas, es decir, como fuente indirecta, existen además junto a la energía gravitacional, la de origen térmico que proviene del interior del globo terráqueo. La energía solar participa con un total de aproximadamente 99,9 % siendo por tanto la principal.

Asimismo existen otras fuentes energéticas que el hombre utiliza mediante el empleo de técnicas determinadas. Unas son de origen natural como pueden ser la eólica, aprovechando la fuerza del viento para producir trabajo mecánico mediante ingenios, así como el agua en movimiento gracias a las pendientes y fuerzas gravitacionales, etc. (centrales hidroeléctricas) otras son obtenidas mediante la combus-

ción de la biomasa vegetal (leña, carbón vegetal) o bien utilizando la energía de los animales de tiro que proviene asimismo indirectamente de la energía solar o en definitiva explotando la energía del petróleo, carbón de piedra, gas natural que son en suma fuentes de energía provenientes también del sol y acumuladas por los ecosistemas del pasado.

Termodinámicamente nuestro planeta se mantiene dentro de un equilibrio térmico. Debido a su propia forma llega mucha más energía proveniente de la radiación solar sobre una misma superficie en las latitudes altas que en las bajas. Consecuentemente, de no existir el transporte de calor, mediante la circulación y movimiento de grandes masas de aire y vapor de agua, la temperatura, es decir, el gradiente térmico entre los trópicos y los polos sería cada vez mayor. Gracias al gradiente térmico, que hace posible la circulación, se mantienen unos ciclos climatológicos estables; en cierto sentido ello se debe a la entropía global del sistema natural que tiende hacia una cierta uniformidad térmica, es decir, evita un orden mayor como pudieran ser zonas más frías y zonas más calientes.

El concepto de entropía o segundo principio de la termodinámica

El segundo principio de la termodinámica se refiere a la entropía como un concepto estadístico de valor probabilístico según el cual en la naturaleza sólo se manifiestan de por sí aquellos procesos en los cuales la entropía crece. Su formulación matemática es $S = K \ln W$. (S = función entropía, K = la constante de Planck-Boltzmann y W = la propiedad termodinámica de un estado determinado.)

El sentido físico de la función entropía nos indica cuáles son los estados más probables en que se hallara la materia en su forma natural. Asimismo refleja que el mundo tiende de por sí a pasar de un estado de mayor orden a otro de orden inferior, es decir, del orden al desorden, o, dicho en otros términos, de un estado menos probable a otro que lo es más.

En este sentido vemos que la tarea de la humanidad sobre la biosfera a través y a lo largo de las distintas civilizaciones ha sido tendente a crear un orden de organización determinado, es decir, edificación de centros urbanos, sectores agrícolas, medios de transporte y siempre en función del grado de energía de que disponía la agrupación humana en aquel momento y en consecuencia creando enclaves sobre la superficie del globo que de acorde al concepto del segundo principio son contrarios a la entropía. Es decir, ha ido creando estructuras altamente improbables de acorde al concepto de entropía. Para ello ha sido menester que el hombre

liberara cada vez más energía no sólo para seguir dominando la naturaleza de forma progresiva sino para continuar manteniendo la estructura creada. Es decir, los sistemas ordenados, los medios de que dispone la civilización actual, están en abierto desafío con la entropía y en esta lucha sólo la creciente y más racional utilización de la energía por parte de la humanidad podrá mantener en su puesto dicho estado de cosas.

Balance energético

Dejaremos de un lado los sistemas naturales que consumen energía de carácter prácticamente endosomático en que ésta es suministrada por los sistemas energéticos naturales en la biosfera y analizaremos el consumo exosomático y endosomático de la humanidad, es decir, en aquellos ecosistemas en que el hombre interviene fuertemente.

—El consumo exosomático de la humanidad es de aproximadamente 3.300.000 megavatios. La producción primaria de la biosfera es de unos 122.000.000 megavatios. Un dato interesante lo constituye el hecho de que el consumo exosomático crece exponencialmente con la densidad demográfica, es decir, en las aglomeraciones urbanas tal y como se indica en la figura 2.

Dicho crecimiento motiva de forma directa no sólo la organización del espacio físico del sistema en sí, sino que crea una interdependencia cada vez mayor de los sistemas ecológicos entre sí, es decir, a nivel de los distintos grupos humanos que habitan en nuestro planeta. Asimismo observamos que el consumo exosomático de energía no está distribuido de forma regular entre los distintos países (en otras palabras, la producción primaria de alimentos necesarios para el sustento de una comunidad), sino que aparecen desequilibrios muy importantes. La figura 3 nos muestra la relación directa que existe entre el rendimiento agrícola y la utilización de energía auxiliar, es decir, abonos, maquinaria, etc. Asimismo se observa la diferencia sustancial en grado de utilización de energía entre los distintos países y continentes.

Perspectivas

Sobre una base geográfica amplia, se observa que el metabolismo exosomático es proporcional a la densidad de población y a mayor densidad demográfica el índice de consumo relativo crece exponencialmente. También se observa un mayor consumo exosomático en las grandes ciudades que en las poblaciones rurales. Asimismo son patentes las grandes diferencias en el consumo de energía entre los países altamente desarrollados y los menos industrializados.

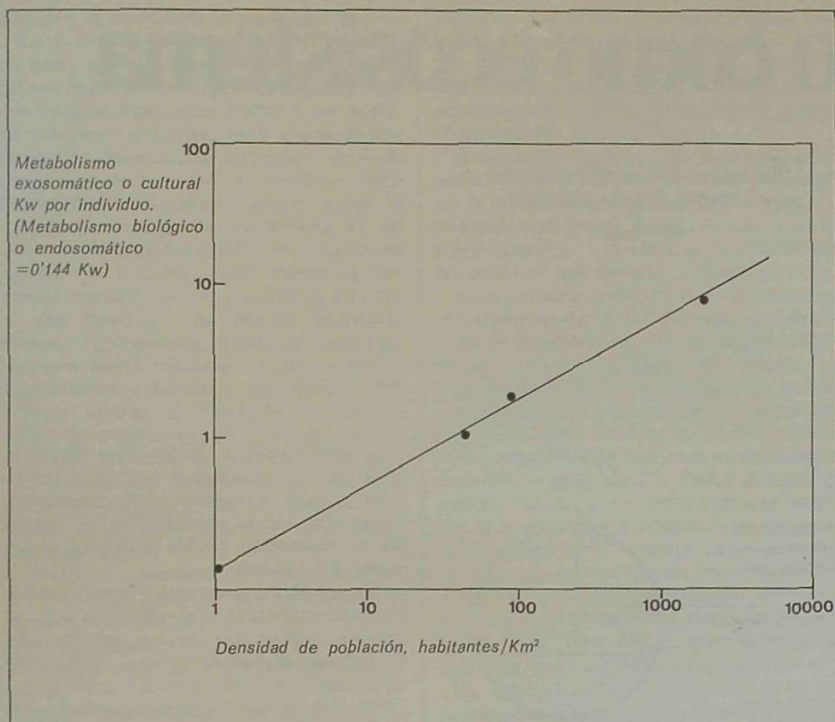


Figura 2. El consumo exosomático crece exponencialmente con la densidad demográfica.

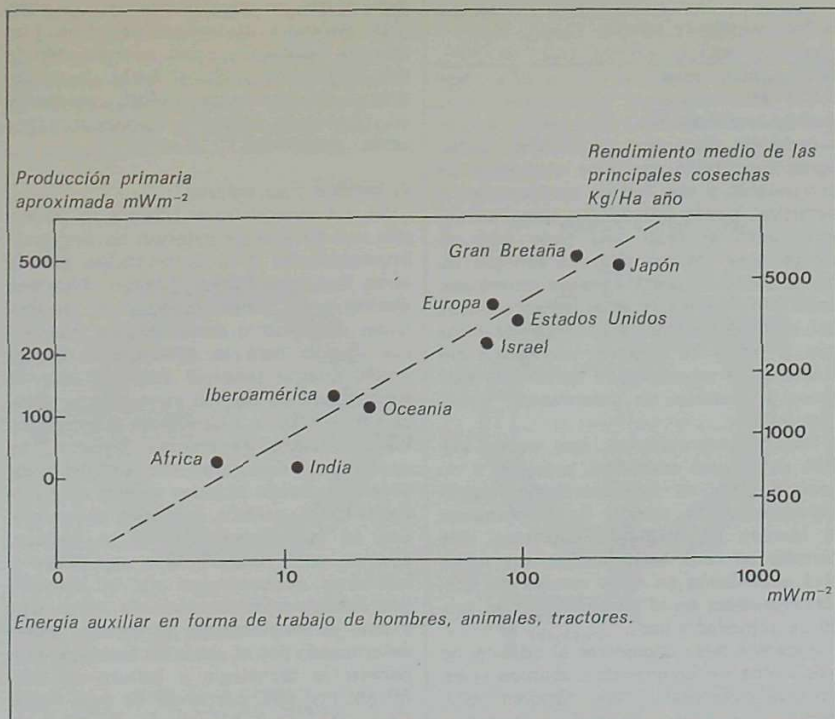


Figura 3. Relación entre el rendimiento agrícola y la utilización de energía auxiliar.

Las diferencias entre las ciudades y los medios rurales se deben a la utilización de energía suplementaria para el transporte de suministros que garantizan el consumo endosomático (biológico) de los habitantes de los grandes centros urbanos, que cada vez tienen que ser traídos de más lejos. Asimismo la complejidad de los sistemas en las ciudades y su propia organización requieren para su mantenimiento energía auxiliar. Paradójicamente un alto índice de consumo energético no traduce de forma automática una calidad de vida mayor, ya que el consumo de una lechuga puede significar para el habitante de una gran ciudad el empleo de mucha más energía que para uno del campo.

Del mismo modo el desarrollo de las últimas décadas en los países industrializados se ha efectuado explotando fuentes de energía no regenerativas, es decir, que son recursos energéticos que se agotaron o se agotarán un día, con lo cual, la lucha contra la entropía que mantiene la civilización puede verse afectada seriamente. En este sentido es necesario que la colectividad humana se acerque más a comprender a la naturaleza en la que está inmersa y aprender de ella en el sentido de utilizar más racionalmente la energía evitando despilfarros, es decir, descentralizando los centros de consumo y generación de energía, usando tecnologías sencillas dentro de las económicamente rentables y tendiendo a la utilización de fuentes de energía regenerativas, como son tanto el aprovechamiento de la energía solar en sus formas de conversión fotovoltaica y fototérmica, el empleo de energía eólica, etc.; que son en definitiva ejemplos de fuentes de energía de carácter regenerativo, es decir, inagotables que pueden conducir a sistemas descentralizados de producción que tengan más en cuenta las necesidades reales del consumo exosomático y endosomático de la humanidad así como la no degradación de los sistemas ecológicos naturales en la biosfera. ■

1. Las tres figuras que se incluyen en este artículo están tomadas del trabajo de Ramón Margalef «L'energia factor ecològic de base», correspondiente al capítulo 2 del libro *Natura, ús o abús? Llibre blanc de la gestió de la natura als Països Catalans*, redactado por la Institució Catalana d'Història Natural con motivo del Congreso de Cultura Catalana y editado en Barcelona por Editorial Barcino (1976).

El edificio como ecosistema

Francisco Daumal Doménech
Gerardo García Ventosa

del I.C.A.S.

Un ecosistema, según los ecólogos, es un sistema más o menos complejo, formado por un conjunto de organismos y por una matriz ambiental en la que viven inmersos (ambiente físico) que comporta un cierto nivel de organización. De esta forma, en todo *ecosistema* pueden considerarse dos componentes básicos: el *biótico*, que abarca el conjunto de organismos ligados entre sí por unas relaciones concretas (alimentación, competencia, etc.), y un segundo componente de tipo *abiótico* que comprende el marco ambiental en que se hallan dichos organismos, y en el que se estudian todos los posibles factores (temperatura, humedad del aire, concentración de nitrógeno, etc.), que posibilitan la vida del ecosistema.

Los factores fundamentales que determinan la existencia y evolución de un ecosistema (figura 1) son: el entorno ambiental, la *biomasa* o materia viva, la *energía* que precisa la biomasa para producir o mantenerse y la *organización* entre los variados organismos bióticos de que se compone la biomasa. De su estudio, pueden extraerse una serie de conocimientos que permiten presuponer, en cada caso, cuál será la mínima energía precisa para que se mantenga en equilibrio, y cómo la variación de esta organización puede llegar a romperlo.

De la misma forma, dentro del campo de la arquitectura, los urbanistas y arquitectos, ayudados por toda una serie de especialistas en otras ciencias, intentan proporcionar unos ecosistemas determinados, en los que ciudad y edificio juegan normalmente el papel *abiótico* y los seres humanos que en ellos moran, constituyen el *biótico*. El interés de analizar el edificio como un organismo vivo, bajo el aspecto ecológico, reside en la gran repercusión que tiene el confort, como máximo determinante de los moradores, para el correcto diseño arquitectónico y la optimización de los recursos energéticos necesarios para alcanzarlo.

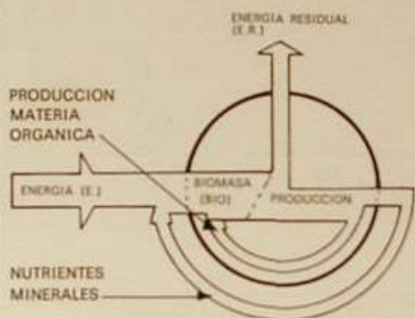


Figura 1. Ecosistema natural ideal, la materia circula en circuito cerrado, mientras la energía lo hace en circuito abierto.

Ecología edificatoria

Podemos decir que un edificio, al hallarse constituido por unos elementos de cerramiento y una red de instalaciones y servicios, puede entenderse como un ser vivo, pues al igual que todo ente viviente, presenta una piel que conecta, filtra u obstaculiza los agentes exteriores, unos sentidos que captan las variaciones del entorno exterior y unos mecanismos que, a modo de sistema nervioso y circulatorio, le permiten, en definitiva, mantener y controlar un determinado equilibrio interior.

Todos comprendemos que estos medios de control ambiental, precisen o no energía para su funcionamiento, tienen encomendada la misión de proporcionar al hombre un ambiente adecuado, que permita en cada caso realizar sus múltiples actividades en unos niveles de confort (variables en el tiempo según el grado de actividad y uso).

Podemos pues considerar el edificio, no sólo como un componente *abiótico* —estructura ambiental—, sino también como *biótico* —ser vivo—, respecto a otros ecosistemas. Por una parte como organis-

mo, está inmerso dentro del macrosistema de la sociedad y entorno natural, tanto a nivel energético como económico, y por otra, como ambiente físico, posibilita la realización de las múltiples actividades del hombre.

Resulta muy interesante observar cómo, el comportamiento del edificio, bajo el aspecto biótico que hemos mencionado, es análogo al que el hombre, como ente individual, mantiene con su entorno.

Pasemos pues, sin más preámbulos, al análisis del proceso que sigue el hombre en su búsqueda del confort, hasta comprender que su consecución lleva aparejado el uso de unos mecanismos y energías ajenos a su naturaleza, cuya producción también precisa energía, por lo que, al final del ciclo, el hecho de conseguir y mantener este confort, representa un importante esfuerzo energético y por ende, económico.

El hombre y su entorno

Lo que caracteriza al hombre, es el amplio uso de energía exterior, no destinada principalmente a la alimentación sino a otras funciones menos básicas. Podemos distinguir en el ser humano un *metabolismo biológico* o *endosomático* que utiliza energía para la alimentación de su propio cuerpo (energía interior), con un valor promedio de 150 vatios, y por otro, un *metabolismo cultural* o *exosomático* cuyo consumo de energía (exterior) se destina para calentarse, cocinar, viajar, etcétera, pudiendo alcanzar valores muy elevados como veremos. Si bien el endosomático es innato y básico en el hombre, acotado entre unos límites superiores e inferiores determinados por la biología, que oscilan aproximadamente entre uno y dos, el exosomático, en cambio, viene determinado por el grado de bienestar que permite la tecnología y cultura del momento. Por ello, partiendo de cero como base, el límite superior puede llegar a infinito en aquellos casos en que la so-

ciudad y la tecnología lo permitan.¹

La principal finalidad para el hombre de estos intercambios energéticos, consiste en mantener siempre constantes sus condiciones interiores, frente a un entorno exterior cambiante. Este mantenimiento de las condiciones interiores, denominado *homeostasis* por el fisiólogo americano Walter Bradford Cannon, exige la existencia de órganos y sistemas de regulación interior-exterior, cuya misión es regular la respuesta del cuerpo a las cargas ambientales, muy variables a lo largo del tiempo, y de diversa tipología: térmica, atmosférica, lumínica, acústica, etcétera. Estos mecanismos de regulación acostumbran a funcionar de forma «retro-activa»; similar al *feed-back* de una máquina cibernética; es decir, en un proceso de causa a efecto, el mecanismo de control detecta las variaciones del efecto y actúa sobre alguna de las causas para regular este efecto dentro de unos límites preestablecidos.

Cualquier organismo vivo es un sistema que se autorregula, lo que conlleva a la capacidad de controlarse no sólo a sí mismo, sino además, la de modificar su ambiente, de acuerdo a sus propias apetencias.

Cuando los procesos homeostáticos no fueron suficientes como para mantener las condiciones corporales, el hombre necesitó idear y utilizar otros sistemas complementarios, en principio recogidos del mundo exterior. El primero de ellos consistió en la creación de barreras defensivas frente a las condiciones no deseadas del ambiente. Ya fueran barreras portátiles —vestidos o pieles como barreras

térmicas, sombrillas o paraguas como barreras de radiación o de lluvia, etc.— o fijas, desde el hábitat individual hasta la escala comunal, se basan todos ellos en disminuir el consumo de energía propia endosomática del hombre.

El segundo sistema, de aparición posterior a las primeras barreras, consistió en la utilización de medios que a base de energía —el fuego es el primer y más claro ejemplo—, permitieran modificar las condiciones del entorno utilizable.

Estos medios energéticos nacieron para complementar a las barreras constructivas en la obtención del acondicionamiento del entorno humano, allí donde las constructivas, de por sí solas, no pudieron garantizarlo. Hoy, debido a estos sistemas complementarios, el hombre puede llegar a plantearse posturas radicalmente distintas en la actuación frente al entorno natural; desde la de independencia máxima, a la de máxima relación y aprovechamiento posible del entorno. La primera actitud supone el rechazo de las condiciones ambientales exteriores, creando artificialmente en el interior, las condiciones óptimas para desarrollar sus actividades (ejemplo tipo, cápsula espacial).

La segunda actitud responde a la de aprovechar al máximo las condiciones que le aporta el entorno, cuando éstas son apetecibles, filtrando las que no lo son y creando otras cuando las del entorno no se pueden asimilar.

¿Qué actitud adoptamos para nuestros edificios? Hoy por hoy (figura 2) todavía nos hallamos construyendo edificaciones que corresponden mecánicamente a una actitud intermedia. Como veremos al final

del artículo, esta alternativa intermedia es en casi todos los casos, una imposición del ecosistema sociedad-edificio, condicionada más por los intereses económico-políticos de los grupos dominantes, que por las opciones de la tecnología.

Condiciones que determinan el confort

Pasemos a revisar los factores que, debido a su actuación exterior o interior al ecosistema, influirán en mayor o menor medida en la posibilidad de proporcionar aquellas condiciones óptimas, que llamaremos *condiciones del confort*, en las cuales el hombre, por medio básicamente de sus mecanismos de homeostasis, realiza sus actividades con plena satisfacción.

El principal condicionante exterior viene dado por el *microclima* o clima del lugar, constituido por el conjunto de agentes exteriores que intervienen en la mayor o menor idoneidad de un asentamiento.²

Si las condiciones exteriores nos son dadas por la naturaleza, las condiciones interiores vienen prefijadas por las apetencias del hombre. En su interior se desarrollan los procesos metabólicos endosomáticos, mediante las reacciones de oxidación biológica, generando una cantidad de calor determinada en función de la actividad que desarrolla, y puesto que el rendimiento no es del 100 %, parte de este calor debe cederse al ambiente exterior. Esta cesión constante de calor al ambiente circundante, depende fundamentalmente de la actividad que realiza (figura 3). Gracias a sus mecanismos de homeostasis, puede adaptar-

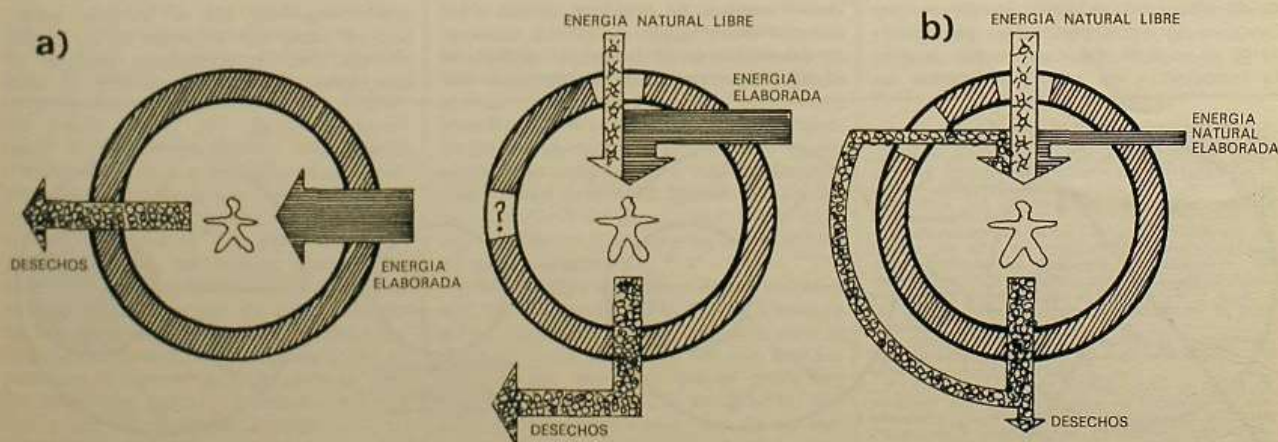


Figura 2. El dibujo de la izquierda representa el rechazo de las energías naturales exteriores; para generar las condiciones interiores debe alimentar a muchos aparatos transformadores de energía. Los dos dibujos de la derecha representan el aprovechamiento, por la piel filtrante, de las energías naturales, así como el reciclaje de las energías residuales utilizables nuevamente.

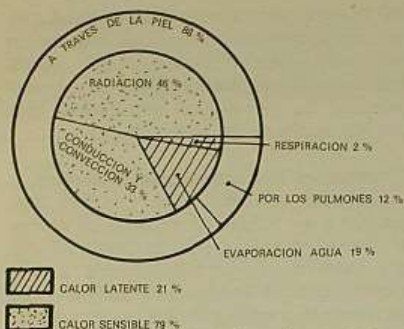


Figura 3. Desprendimiento de calor por las personas en reposo, a 20°C de temperatura del aire.

se a una gama de condiciones ambientales no excesivamente variables y alcanzar el nivel de confort, pero para conseguirlo hay que tener en cuenta que los *condicionantes de confort* no siempre son constantes, sino que *varían* según la actividad, sexo, edad y estado de salud de los ocupantes.

Sabemos que una misma sensación de confort está acotada por unos *parámetros ambientales*, tales como la temperatura, humedad relativa, movimiento del aire, etcétera, variables entre sí, pero también puede conseguirse un mismo grado de bienestar, cuando los parámetros tienen condiciones distintas. Siendo la temperatura exterior que nosotros sentimos, la resultante de la temperatura del aire y la de radiación de los cuerpos que nos rodean, para obtener una misma sensación, pueden variarse una u otra, dentro de unos límites (figura 4), y por ello es posible calefactarnos por radiación o convección, alcanzando la zona de confort térmico —interviniendo además la humedad relativa, el movimiento del aire, etc. Fuera de esta zona, debemos incidir en uno o varios de estos parámetros para recuperar el confort. De esta forma, cuando la temperatura es baja, necesitamos un

aumento de la energía incidente por radiación; si es elevada, precisamos aire en movimiento y estar a la sombra, etc.

Otros condicionantes muy importantes en el confort humano son el lumínico y acústico, que junto con el térmico nos definen un conjunto de parámetros muy variables. Todos ellos influyen según la asimilación que cada hombre hace de los mismos, según su constitución e interpretación, motivando psíquicamente diversas variaciones de la zona de confort. La actividad de los usuarios y el grado de ocupación, es decir, la mayor o menor necesidad de ceder calor al ambiente, y el tiempo de permanencia y variabilidad del número de ocupantes, implican la *fluctuación en el tiempo de los determinantes de confort* en un ambiente.³

De la complejidad de este fenómeno podemos esbozar que, si las condiciones exteriores son variables en el tiempo, y también lo son las deseadas en el interior, la intersección de ambas se producirá en escasos momentos.

El edificio como abiótico

El hombre genera unos microecosistemas artificiales, donde el marco ambiental o estructura que debe facilitar la existencia de unas condiciones óptimas, es asumido por su creación edificatoria que, a su vez, puede también considerarse como ser vivo —bioedificio—, dentro del macroecosistema formado por el conjunto del entorno natural y de los condicionantes socio-económico-político-cultural-tecnológicos, etc., en que se halla inmerso (figura 5).

En una primera etapa, para el funcionamiento del edificio, existían unas necesidades mínimas, que podía satisfacer el mismo usuario, mediante pequeñas aportaciones propias. No obstante, debido a los avances tecnológicos y continuo aumento de exigencias en el confort, el edificio ha llegado a ser realmente un elemento bió-

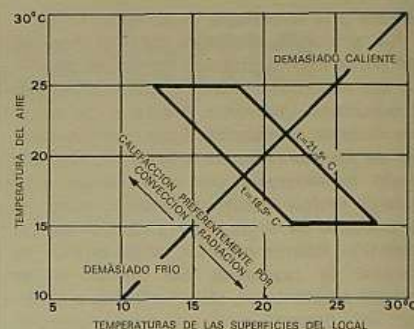


Figura 4. Efecto complejo de las temperaturas del aire y de las superficies del local.

tico, dependiente de una estructura superior.

En este artículo, sólo mencionaremos las interacciones del flujo energético que intervienen directamente en estos ecosistemas, aunque no debemos olvidar las consecuencias que a nivel de la ecología global (flora, fauna, recursos naturales, polución, etc.) se derivan de esta explotación unilateral.

Para producir las condiciones de confort, el edificio dispone de dos tipos de medios, unos que no utilizan energía para funcionar y otros que sí la utilizan, los cuales filtran, conectan o transforman la energía exterior proveniente del ecosistema superior. Estos medios de control ambiental tienen que ser capaces de contrarrestar las variaciones que se producen en las condiciones del ambiente exterior, por lo que precisan disponer de unos elementos de regulación, capaces de variar y mantener constantes las condiciones interiores a voluntad del hombre.

Un poco de historia

Antes de la era industrial, el único elemento regulador era el hombre, quien, para no hacer uso excesivo de su propia energía, creó un ecosistema artificial. El bajo nivel tecnológico existente, le obli-

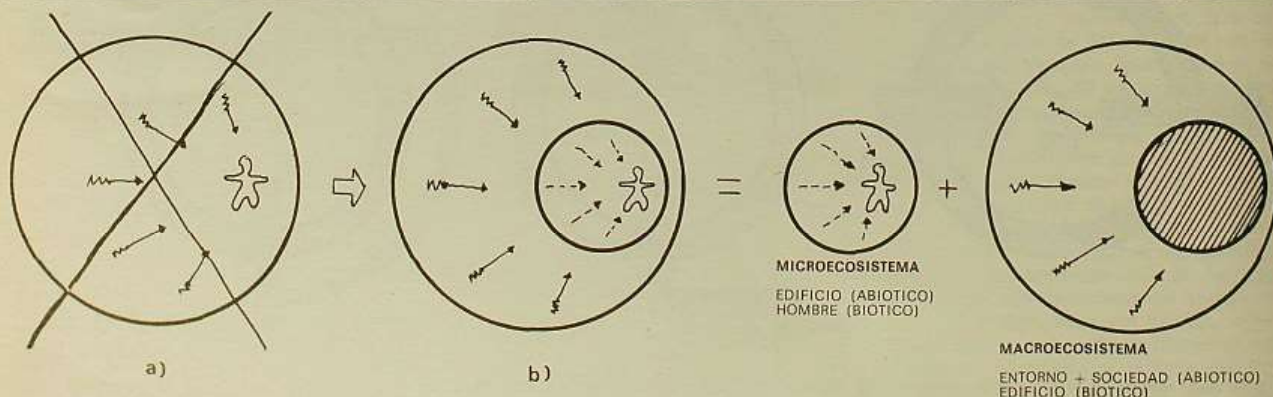


Figura 5. El edificio, considerado como ser vivo, está inmerso dentro de un microecosistema formado por el conjunto del entorno natural y de condiciones de todo tipo.

gaba todavía a una aportación —aunque menor—, de su energía, destinada al funcionamiento del mencionado ecosistema. Esta regulación se realizaba básicamente sobre los medios constructivos de control ambiental —la piel del edificio— diseñados teóricamente para el óptimo aprovechamiento de las energías naturales exteriores introducidas al interior sin necesidad de transformarlas. La respuesta del hombre sobre su entorno era, pues, muy restringida, puesto que la regulación consistía casi exclusivamente en la abertura o cierre de los postigos y persianas de las ventanas, bajo la dirección de su sensación de confort. Realizaba también la regulación sobre otros medios, que consumían energía, fundamentados en energías vegetales como la madera, ya que la piel del edificio no le bastaba para alcanzar y mantener el grado de confort deseado. Con su propia energía procedía al corte e introducción de la madera en el edificio, efectuándose el control según el mayor o menor aporte de este combustible en el fuego del hogar.

A partir de la era industrial, los avances tecnológicos permitieron la posibilidad de aumentar los niveles de confort y disminuir la energía endosomática que el hombre necesitaba como regulador directo de los medios de control del ambiente. Anteriormente, este control ambiental se conseguía más o menos satisfactoriamente por los medios naturales o constructivos, puesto que la tecnología energética era muy primitiva, pero a partir del industrialismo sufre un cambio de planteo, relegando progresivamente estos medios naturales a un segundo término, y basando los productores de confort en los nuevos aparatos que aporta la creciente tecnología.

En la actualidad, por haber alcanzado grandes progresos tecnológicos, es muy corriente en la práctica constructiva diseñar el edificio sin tener en cuenta las posibilidades de aprovechar el exterior por medio de su piel, debiendo superponer al diseño los medios energéticos, transformadores y consumidores de energía. Como consecuencia, los medios de regulación de la transformación de la energía proveniente del ecosistema superior, también se realiza básicamente sobre medios energéticos, en forma de sondas de temperatura, de agua caliente, de humedad, etc., mecanismos todos, que —como controles de autorregulación—, permiten la homeostasis del edificio, bajo las apetencias físicas y psíquicas del hombre y por ello destinados tanto para su confort básico como para el confort de lujo.

Actualmente algunos edificios tienen ya elementos de regulación que actúan no sólo sobre los medios energéticos, sino

también en los naturales —la piel del edificio—, pues en vez de dar una única respuesta a las condiciones exteriores, permite adaptarse a ellas. El hombre deja entonces de ser el elemento regulador exclusivo, asumiendo esta misión los elementos de regulación que funcionan automáticamente, pero que consumen energía.

Aunque fundamentalmente esto sea cierto en los sistemas energéticos, en los medios naturales todavía es el hombre su regulador directo —las ventanas, etcétera—, pero se tiende a que, en el futuro, lo asuman unos elementos ajenos a él, cumpliéndose la ley de que «a mayor nivel tecnológico de una sociedad, el hombre tiende a un menor gasto de energía endosomática y mayor exosomática».

El edificio como biótico

Este ecosistema superior, formado por sociedad y ambiente natural-edificio, que a su vez engloba al anterior —edificio-hombre—, se caracteriza por unas determinadas relaciones entre el elemento vivo y su estructura que sigue las leyes del modelo típico de los ecosistemas biológicos. El edificio como elemento vivo posee también dos tipos de metabolismo que consumen energía. El *metabolismo endosomático*, que es el que se realiza en su interior, puede subdividirse en: el que por medio de unos elementos interiores proporciona el nivel de confort óptimo, y el que realiza la regulación de estos elementos actuando, tanto sobre los generadores de las condiciones interiores, como sobre la piel. Estos elementos son indispensables para la vida del bioedificio, y por ello la energía que consumen es llamada *energía de alimento o endosomática*.

El otro metabolismo es el llamado *exosomático* o cultural, cuya utilización puede suponer un ahorro de la energía endosomática. El mayor aprovechamiento de la energía natural exterior que no precisa transformación realizado por la piel, constituye un ejemplo de ello, siendo la capacidad de adaptación a las condiciones ambientales exteriores fijadas por el tipo de microclima del lugar, como en el caso del hombre, lo que caracteriza la misión de este metabolismo.⁴

¿Qué extraña contradicción se extrae a raíz del comportamiento como elemento biótico del edificio comparándolo con el hombre? Si la tendencia del ser humano consiste en que, del mayor grado de cultura y tecnología de la sociedad en que vive, se deriva un mayor uso de su metabolismo exosomático, con el consiguiente ahorro de energía endosomática necesaria para tal fin, ¿por qué en el edificio actual, siendo el grado de tecnología tan alto como para permitir alcanzar otros

planetas, no se traduce en el mejor aprovechamiento de las energías libres de su entorno a través del metabolismo exosomático del edificio?

Innumerables, aunque poco difundidos, son los ejemplos de elementos que pueden formar parte de este metabolismo para la introducción de las energías libres exteriores. Existe un determinado tipo de cera mineral que se coloca dentro de la cámara de aire del doble acristalamiento, cuya propiedad consiste en la baja temperatura precisa para su paso de sólido a líquido. Este tipo de cerramiento «sandwich», usado en fase experimental para la construcción de invernaderos, se vuelve transparente a la radiación solar cuando el calor de la cámara, aportado por el Sol, es suficiente para iniciar la fusión de esta cera, obteniéndose un coeficiente de transmisión de calor menor cuando es sólida, y mayor cuando se licúa, indispensable para garantizar la conservación del calor en el invernadero. En el aspecto lumínico, también es posible variar la cantidad y longitud de onda de las radiaciones, mediante el empleo de doble cristal en cuña, relleno de líquido pigmentado.⁵ Sean de importación o nacionales las patentes de estos mecanismos, lo cierto es que podemos dividirlos en dos aspectos; los que como la cera mineral no precisan ningún mecanismo de regulación que utilice energía endosomática —la regulación se realiza sola— y el de los que sí la precisan, pero ambos casos tienen en común el *aprovechamiento de la energía exosomática*.

La única proyección de las mejoras tecnológicas sobre el ahorro de energía endosomática, parece ser el posible aumento del rendimiento de los aparatos energéticos, medida que a nuestro entender es insuficiente dentro de la potencialidad de introducir las energías exosomáticas existentes en la naturaleza.■

NOTAS

1. En una sociedad altamente industrializada, por ejemplo EE.UU., el metabolismo exosomático, proporcional al producto nacional bruto, grado tecnológico y densidad de población, es mil veces mayor que el endosomático. En poblaciones con cultura paleolítica, los pigmeos, etc., es por el contrario prácticamente omisible.

2. El microclima de un solar en la falda del Tibidabo, por citar un ejemplo, está determinado por unas características concretas de temperatura, humedad, grado de polución, nivel de ruido de fondo, etcétera, distintas, para el mismo día y hora, a las de otro solar idéntico, emplazado en la Zona Franca.

3. Por condicionantes de confort, se sobreentienden, no sólo los de tipo térmico, sino también los lumínicos, acústicos, etc.

4. El edificio cumple perfectamente la visión de elemento biótico, por cuanto se alimenta de una energía y posee unos metabolismos que permiten transformarla —caldera de calefacción, luminarias, ascensores, etc.—, gobernados por unos sistemas de regulación más o menos automáticos —termostatos, células fotoeléctricas, memorias de programación, etc.—, y con unos controles, más o menos efectivos, de adaptación de la piel —persianas, brisoles, etcétera.

5. Invención española.

La energía y el ciclo vital del edificio

Francisco Daumal Doménech
Gerardo García Ventosa

del i.c.a.s.

Macroenergía

Uno de los procesos más importantes que tienen lugar en cualquier ecosistema es el flujo de la energía a su través. La captación de la energía exterior, su transformación en materia y energía y el transporte por los sucesivos elementos que intervienen en el estudio de visión macro o microecosistema que hemos descrito en el trabajo anterior, configura un extenso organigrama de interacciones que podemos resumir en el representado por la figura 6.

En el macroecosistema 2 (Energías y recursos naturales — sociedad — edificio), las fuentes energéticas primarias, constituidas por los combustibles fósiles, hidráulicos, solar, nuclear, geotérmico, etc., se someten al proceso de extracción, transporte, almacenamiento y transformación por parte de la sociedad, quien finalmente las distribuye de forma más o menos canalizada al bioedificio. Esta *energía, controlada por ciertos sectores de la sociedad*, como cita Grenon: '«por la amplitud de los tonelajes extraídos del suelo,

transportados y transformados, por las inversiones y las necesidades financieras indispensables para su expansión, por su politización e incluso sobrepolitización, la industria de la energía es con mucho la más importante de las actividades humanas y como tal quizá sea la más sensible y la más vulnerable». Recordemos la crisis del sector del petróleo en 1973 y las repercusiones que de ella se han derivado.

Dependemos no sólo de las reservas de recursos energéticos naturales, de los

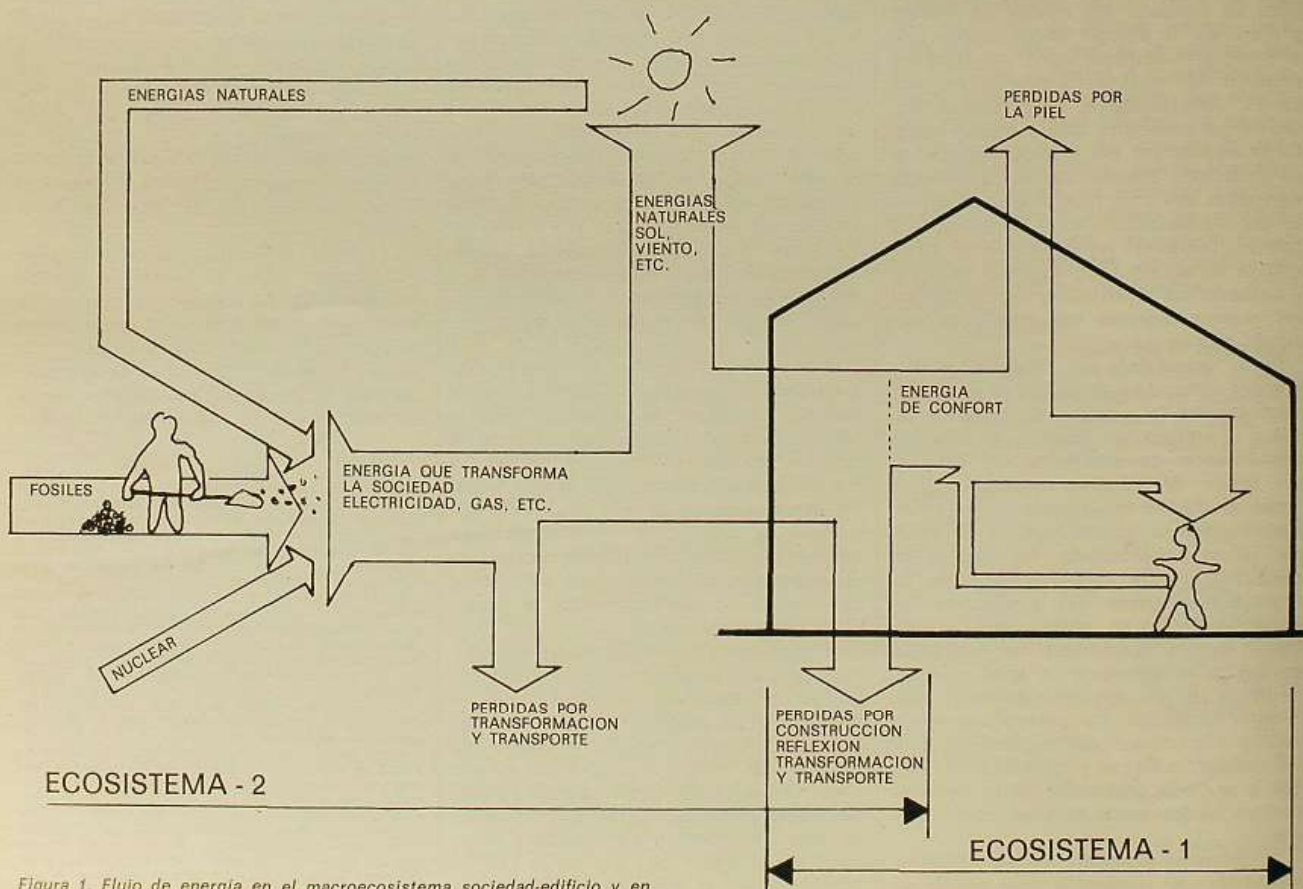


Figura 1. Flujo de energía en el macroecosistema sociedad-edificio y en el microecosistema edificio-hombre.

que hasta la fecha nos hemos limitado a explotar en mayor proporción los de tipo perecedero, sino también del grado en que los avances tecnológicos nos permiten la optimización del aprovechamiento en la conversión a energía elaborada (figura 1). Pero más importante todavía es el hecho de que nuestro actual sistema se ha basado y todavía se basa en productos importados de otros países, tanto en recursos energéticos como en las tecnologías precisas para la transformación de las energías, provocándose a raíz de ello unas intensas fluctuaciones del flujo de energía, reflejadas en la imposibilidad de satisfacer plenamente la demanda —cuyo crecimiento es de tipo exponencial—, y comportando un continuo incremento del precio en la energía elaborada.

Volviendo a la figura 1, puede observarse que el rendimiento total de la transformación de energía primaria a energía elaborada es del 51 %, es decir, la energía controlada por la sociedad que ésta produce, es tan sólo la mitad de la energía primaria que para tal fin necesita el macroecosistema.

El cuadro I muestra los tipos de energías elaboradas en función del agotamiento de la fuente y viabilidad de suministro constante a lo largo del día.

Si tenemos en cuenta que del total de estas energías elaboradas, el sector residencial y terciario consume un orden del 20 al 40 %, es evidente que las actuaciones que persigan un «mejor aprovechamiento» de energía en este sector, conlleven un cuantioso ahorro de la energía total del macroecosistema social. Esta acción encaminada a una disminución en la demanda de energía que la sociedad monopolista elabora, no le es negativa a sus intereses, ya que para satisfacer plenamente esta demanda, debe importar gran cantidad de energía primaria, puesto que la propia es insuficiente para tal fin, y por ello los beneficios finales obtenidos tras su elaboración y transporte, por el encarecimiento constante de la materia prima, ya no son tan cuantiosos como anteriormente lo fueran. Por otro lado, la sociedad teme las repercusiones que se originarían si, en algún instante, no pudiera atender plenamente la demanda, lo que podría incluso llevar a racionalizar el suministro —con el consiguiente colapso de la actual estructura—, por lo que estos medios están exclusivamente destinados a mantener sus intereses privados.

El coste comparativo de los diversos combustibles cuya aplicación es destinada a «usos domésticos», se ha representado esquemáticamente en el cuadro II, expresando para una mejor interpretación de sus repercusiones sobre el usuario, todos los resultados en una unidad común (ptas/th), obtenida a partir de la

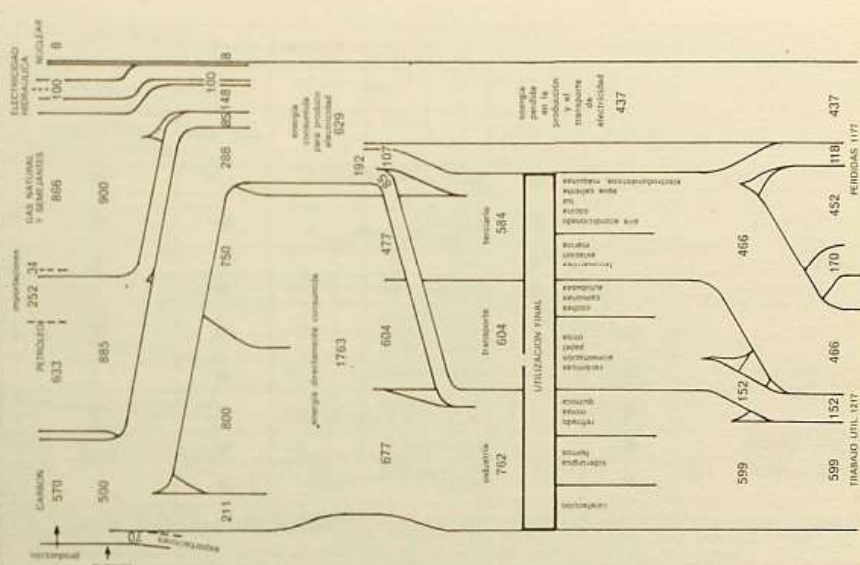


Figura 2. Movimiento de energía en la sociedad norteamericana.

potencia calorífica máxima de la conversión.

Política energética

En España la energía social está controlada por la Dirección General de Energía, y encauzada en el Plan Energético Nacional, que ha previsto la demanda de energía primaria representada en la figura 2, donde si bien el tope de 1985 se trasladará a años posteriores por motivo del lento crecimiento de nuestra economía, puede observarse la paulatina, aunque lenta, tentativa de desaparición de energías importadas, con el respectivo incremento de las producidas por el país. No obstante, la inexistencia de previsiones basadas en fuentes energéticas alternativas, que aparte de ser renovables son incontaminantes, sugiere una patente desconfianza sobre este tipo de energías —corroborada por las escasas ayudas sobre investigaciones teórico-prácticas—, que contrasta con el distinto parecer de otros países de estructura menos monopolista.

Como decía Ricardo, «es indudable que si una persona pudiera apropiarse del viento o del sol, podría obtener una renta por dejar que otras personas lo utilizaran». Si nuestro país es deficitario en reservas de energías primarias fósiles —lo que también está por demostrar—, no lo es en absoluto en alternativas, pero sí en la tecnología precisa para su óptima transformación —de la que también parece dudar—, lo que junto a los intereses poli-

tico-económicos del sector que controla la energía y mientras las formas de producción —fundamentalmente la capitalista— no evolucionen hacia características más progresivas, todo lo que se diga sobre ahorro del coste de energía, para el usuario, no dejará de ser pura ciencia-ficción.

Se están buscando internacionalmente optimizaciones de algunos procesos con energías no convencionales, pero aunque se fomenten las fuentes alternativas, el objetivo básico no deja de ser el mantenimiento del «statu quo».

B. y R. Vale citan: «Si la sociedad pide más energía, el gobierno promoverá dársela, sea cual fuere la repercusión en generaciones futuras... los gobiernos quitarán importancia a los peligros de la radiación y nos convencerán de que el aumento de las posibilidades de padecer leucemia no es un precio excesivo a pagar, para conseguir un nivel de vida mejor, posible a partir del «átomo pacífico»». Compara la última casilla vertical del cuadro b) (figura 2); en los años sucesivos España producirá energía eléctrica basada fundamentalmente en la nuclear llegando a alcanzar una dependencia del 85 % en el año 2000, donde la producción de energía eléctrica total será nueve veces superior a la de 1973. ¿Será incluso suficiente tal esfuerzo? ¿Y a qué precio?

Hemos visto hasta ahora la *energía social*, controlada por algunos sectores de la sociedad, pero ésta no es la única energía que llega al edificio, sino que el ecosistema natural también le suministra

ENERGIA PRIMARIA			ENERGIA ELABORADA		
TIPO	FUENTE		TIPO	SUMINISTRO DIARIO	
	PERENNE	AGOTABLE		CONTINUO	DISCONTINUO (precisa almacenado)
CARBON, MADERA		●	CARBON, MADERA		●
PETROLEO		●	ELECTRICIDAD GASOLEO KEROSENO, ETC.	●	●
GAS		●	GAS	●	●
NUCLEAR		●	ELECTRICIDAD	●	
SOLAR	●		ELECTRICIDAD AGUA CALIENTE CALOR, ETC.	●	●
HIDRAULICA	●		ELECTRICIDAD	●	
EOLICA	●		ELECTRICIDAD MECANICA (pozos de agua)	●	●
MAREOMOTRIZ	●		ELECTRICIDAD	●	
GEOTERMICA	●		ELECTRICIDAD CALOR	●	

Cuadro I. Energías elaboradas en función de la fuente y viabilidad del suministro diario.

TIPO DE COMBUSTIBLE				PRECIO	POTENCIA CALORIFICA	Precio Th Teórica Pts.
GAS BUTANO/PROPANO GRANEL	MINIMO	10.000 kg		13,85 Ptas./kg	12.000 Kcal/kg	1,15
	MINIMO	5/10.000 kg		13,95 "	" "	1,16
	MAXIMO	5.000 kg		15,05 "	" "	1,25
GAS BUTANO/PROPANO - Servicio contador				18,25 "	" "	1,52
GAS BUTANO - Botellas de 12,5 kg				18,73 "	" "	1,56
GAS PROPANO - Botellas 11 y 35 kg				18,73 "	" "	1,56
GAS CIUDAD	Máximo parte fija anual ...			7,965 Ptas./m ³	4.200 Kcal/m ³	1,90
	Mínimo parte fija anual 3.338 Ptas.			6,237 "	" "	1,49
GAS NATURAL	Máximo parte fija anual ...			18,389 "	11.000 "	1,67
	Mínimo parte fija anual 3.471 Ptas.			14,902 "	" "	1,35
ELECTRICIDAD USOS DOMESTICOS	CUOTA POTENCIA BIMESTRAL					
		Pot Kw	Th teórica Th útil		1 Kw=860 Kcal	
	A-0	44,80	52,69 54,83	3,63 Ptas./kw	"	4,22
	A-2	54,59	63,48 66,82	4,43 "	"	5,15
	A-2	163,74	190,40 200,36	1.º 3,62 " 2.º 2,36 " 3.º 1,54 "	" " "	4,20 2,74 1,79
GASOLEO Clase "C" (Calefacción)				6,50 Ptas./litro	10.300 Kcal/kg	0,73
PETROLEO (Keroseno)				16,— "	7.900 Kcal/l	2,03

Cuadro II. Coste comparativo de los diversos combustibles aplicables a usos domésticos.

unas energías propias del microclima del lugar; soleamiento, viento, etc.; las cuales a su vez pueden ser o no transformadas y por ello canalizadas como alimento del edificio. A diferencia de las que transforma la sociedad, estas últimas energías, que llamaremos *naturales* o *libres*, son de tipo local, transformadas por cada bioedificio sin la intervención directa de la sociedad —salvo por la tecnología necesaria para la transformación de una energía en otra.

Coste energético

La cantidad de energía que necesita

el bioedificio tiene un amplio desglose. En una primera fase, para su existencia, deben emplearse ciertas cantidades de energía destinadas a la piel, invertidas tanto en su producción y transporte, como en la construcción material del edificio, diseño, ejecución, etc.

Para evaluar el coste energético de la construcción, la complejidad del proceso mencionado, imposibilita de momento un estudio exhaustivo total de todo el sector. Existen no obstante, algunos estudios parciales, como el realizado por A. McKillop¹ (cuadro III), donde, a partir del coste energético total de la fase de construc-

ción por medio de materiales con los que resultan de aplicar los materiales propios del lugar, permite extraer algunas conclusiones que, aunque válidas, son destinadas casi exclusivamente a aplicaciones autónomas.

Por otra parte, el metabolismo endosomático del edificio, según hemos visto, precisa también de unas energías para el correcto funcionamiento de sus mecanismos de producción y autocontrol. Estos medios energéticos que proporcionan el confort, así como los mecanismos de autorregulación, necesitaron durante su fase de fabricación, transporte e instalación, de cierta cantidad de energía del macroecosistema, que por ser poco significativa respecto al consumo de energía total, no merece mayor atención. Lo que sí es importante, es que debe suministrarse una energía de alimento continua o esporádicamente —como si de un suero intravenoso o un alimento, respectivamente, se tratase—, vital para el correcto funcionamiento de los elementos descritos, pudiendo ser de dos tipos: la que transforma y suministra la sociedad —y que debe también transformar el bioedificio—, y la natural o libre, que en ciertos casos —radiación lumínica y térmica del sol, etc.— no precisa ninguna transformación, sino quizá simplemente un previo filtrado.

Para poder comentar el tipo y cantidad de energía que alimenta y transforma cada medio energético, así como su rendimiento de la conversión, es muy importante esbozar, aunque someramente, el coste energético de un edificio durante un tiempo de vida determinado. La figura 3 muestra que para una vida de 40 años, el porcentaje del consumo total de energía que le aporta la sociedad destinado a la construcción es mínimo (6,5 %), mientras que la mayor parte (93,5 %) alimenta su endometabolismo. Resulta evidente que la calefacción es el principal factor del consumo energético del bioedificio, y por ello su estudio merecerá mayor profundidad.

Tipo de energías y rendimiento

Dentro del ciclo vital de un edificio —desde su construcción hasta la demolición—, el mayor porcentaje de energía se destina, pues, a la fase de mantenimiento, comprendiendo los aparatos de calefacción, refrigeración, iluminación, calentamiento del agua sanitaria, cocina y otros fines, específicamente eléctricos tales como lavadora, lavavajillas, frigorífico, etc., algunos de los cuales no son tan básicos como aportadores del mínimo confort exigible (televisión, hilo musical, etc.).

Prácticamente toda la energía de confort en el edificio procede del petróleo, gas y electricidad y se destina casi exclusivamente (3/4 del total) a la calefacción y agua caliente. Si consideramos que

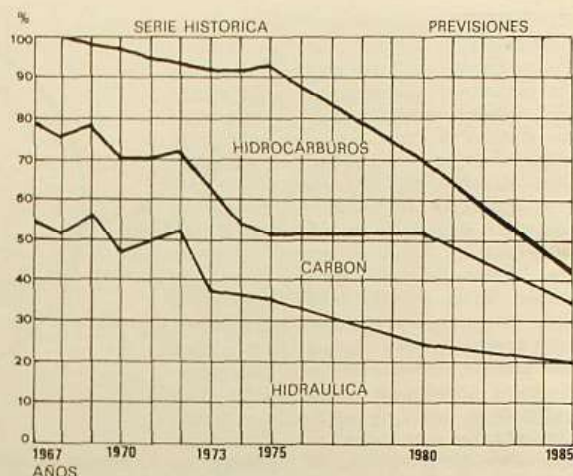
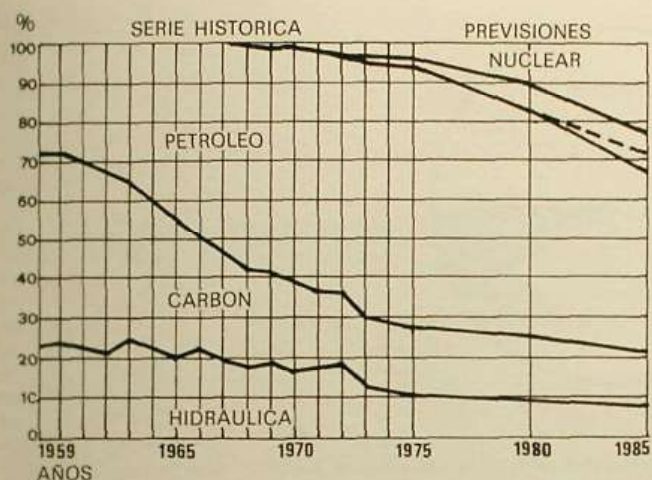


Figura 3. Plan Energético Nacional. Los gráficos superiores corresponden: el de la izquierda a la demanda de energía primaria, y el de la derecha a la generación de la energía eléctrica. Las previsiones del PEN sobre consumo de energía eléctrica son las siguientes: 1973: 6,5 Twh sobre un total de 76 Twh; 1979: 40,5 Twh de energía nuclear sobre un total de 149 Twh; 1982: 92 Twh de energía nuclear sobre un total de 171 Twh; y para el año 2000: 600 Twh de energía nuclear sobre un total de consumo de energía de 700 Twh.

MATERIALES (en unidades, m ² , toneladas, etc.)	ENERGIA NECESARIA PARA SU PRODUCCION en kilovatios-hora
LADRILLOS (16.000)	3.200
ACERO (1,2 T.)	9.200
VIDRIO (30 m ²)	2.000
HORMIGON (10 T.)	5.000
CEMENTO (2 T.)	3.600
YESO (3 T.)	900
MADERA DE CONSTR. (4,3 m ³)	310
PLASTICO (110 kg)	300
PINTURA (440 m ²)	500
TUBOS, GRIFOS (200 kg)	2.500
OTROS	4.000
	31.510
TRANSPORTE DE LOS MATERIALES	+
LADRILLOS (100 km)	3.200
MADERA (400 km)	1.100
CEMENTO (60 km)	400
	4.700
PREPARACION DEL TERRENO	+
Replanteo, vaciado y cuidados (50 m ³)	6.000
Llenado y otras operaciones	4.200
	10.200
	II
COSTE ENERGETICO TOTAL	46.400

Cuadro III. Coste comparativo de los materiales utilizados para la construcción de una casa standard (tres dormitorios) de 100 m².

el rendimiento de la transformación por estos sistemas no es el óptimo, por pérdidas en conversión y transporte a energía de confort, resulta obvio que para la obtención de unas mismas condiciones, nos estamos basando en un consumo de energía mayor del estrictamente necesario, tanto más grande cuanto menos eficaz sea la piel para conservarlas en el interior y cuanto peor sea la eficacia de la regulación.

No es pues de extrañar, que las actuales medidas para mantener el «statu quo» del sector que controla la energía, estén dirigidas al ahorro de energía y a la mejora de esta eficacia constructiva del edificio, aunque para ello deba imponerse el decreto 1490/1975, fundamentado en el modelo alemán, y por ello excesivamente rígido para nuestra geografía, donde no se tienen en cuenta para nada conceptos tales como la inercia térmica de los materiales, el aumento de la transmisión de calor debido a las condensaciones, etc.

¿Qué rendimientos útiles obtenemos de los sistemas que utilizan energía? Una lámpara fluorescente de 40W, cuyo mejor rendimiento 80 lum/W respecto la incandescente 12 lum/W es de todos conocido, genera en forma de luz, sólo el 22 % de la energía eléctrica que consume, mientras el resto lo pierde en forma de radiación térmica, 30 % y conducción-convección, 48 %, (en incandescencia de 100W el reparto es 10 %, 70 %, 20 %, respectivamente). Esta energía residual puede, aunque en muy baja proporción, ser aprovechada para el confort térmico en invierno, pero, salvo instalaciones de luminaria aire-luz u otras tipologías poco implanta-

das hasta la fecha, eleva el grado de incomodidad en verano. ¿Por qué hasta el momento de la crisis energética no se ha fomentado estatalmente la obtención de mejores rendimientos? La respuesta es simple: el coste de la energía recae siempre en el consumidor de cualquier producto elaborado: «el usuario».

A diferencia de la luz, que puede ser locacional dentro de un ambiente, el confort térmico tiende a abarcar la totalidad⁴ y por ello la energía que precisa es mayor. No es nuestra misión describir la gran diversidad de sistemas que suministran y regulan este confort,⁵ pero a nivel del usuario, interesa destacar las repercusiones económicas y energéticas derivadas de su coste de instalación y mantenimiento. De este capítulo, merece especial atención el intento de implantar en el sector doméstico el denominado «todo eléctrico». Basado en una intensa campaña publicitaria, prodigando inclusive sus cualidades anticontaminantes, tiene ciertamente unos costes de instalación menores a los de otros sistemas —de lo que se aprovecha la picaresca del promotor—, pero no obstante obliga, por la multiplicidad de aparatos necesarios en la vivienda y por su elevado consumo, a unas contrataciones mayores con las compañías eléctricas, resultando un mantenimiento con tarifas más altas.

Por otro lado, como principales factores negativos frente al gasto de mantenimiento de cualquier sistema calefactor o refrigerador, tenemos a los mencionados rendimientos de cada aparato, el grado de transparencia térmica de la piel del edificio y la mala regulación. El cuadro IV compara a título orientativo los precios del consumo según la finalidad y tipo de energía elaborada. No pueden extrañarnos las facturaciones que las diver-

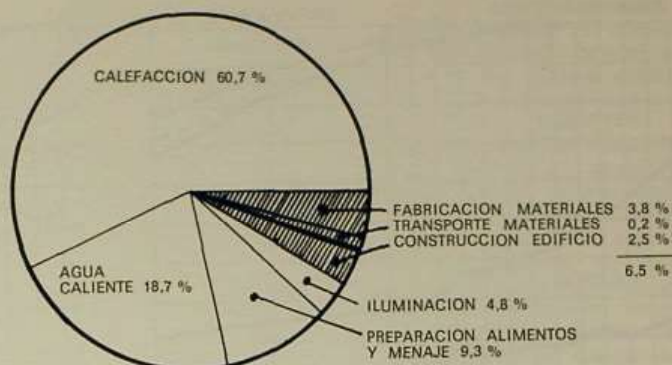


Figura 4. Porcentajes respecto al 100 % de la energía social para una vida del edificio de 40 años.

sas compañías nos envían mensual o bimensualmente, si tenemos en cuenta las pérdidas energéticas que del proceso se derivan.

¿Cómo evaluar este rendimiento? Supongamos que necesitamos producir 1.000 Kcal/h de energía térmica destinada al confort; será necesario para ello disponer un mínimo de: 4,6 l de capacidad de agua caliente en un radiador de fundición, frente a los 2 l en uno de aluminio último modelo, ambos con el mismo salto térmico —60° C entre agua y ambiente. Para el mismo número de kilocalorías se precisa 1,16 kw/h de radiador eléctrico y, si es de gas: 0,26 m³/h para gas ciudad, 0,10 m³/h de gas natural, 0,20 m³/h de aire propanado y 105 g/h en butano-propano. Asimismo, un generador de aire caliente necesita para ello un caudal de 56,25 m³/h y para un convector, cuyo salto térmico deba alcanzar 70 °C, será de 75 m³/h

en la posición de máxima. ¿Y la estufa de butano? Para este sistema las 1.000 Kcal/h le suponen consumir 0,24 m³/h de este gas.

Estos rendimientos tan dispares conducen a sopesar detenidamente para cada caso, la conveniencia de instalar uno u otro tipo de convertidor de energía. Olvidar que todas las energías que la sociedad produce están sujetas a continuas tendencias alcistas, olvidar que la fabricación e instalación de estos aparatos no supone más que una mínima parte del coste energético total en la vida del edificio y olvidar que el rendimiento de la piel del edificio y de estos aparatos energéticos y regulaciones no se acerca al óptimo que podría proporcionar la actual tecnología, sólo conduce a que, para conseguir el confort, se deba utilizar gran cantidad de energía endosomática, actualmente ya de alto precio.

Uso	Consumo bimestral	Ptas./th			
		Gas manuf.	Gas natural	Butano	Electricidad
Cocina	250	1,77	1,67	1,59	3,20 - 5,55
calentador	130	1,77	1,67	1,59	3,27 - 5,77
calefacción	3.850	1,69	1,64	1,59	2,70 - 3,10
coc+cal	380	1,77	1,67	1,59	3,01 - 4,91
cal+calef	3.980	1,69	1,64	1,59	2,69 - 3,06
coc+cal+calef	4.230	1,69	1,64	1,59	2,66 - 3,00

Cuadro IV. Comparación de precios de combustibles en el mercado doméstico. (Como las tarifas de muchos combustibles dependen del consumo, se da la tabla comparativa para distintos consumos.)

Energía del ecosistema

Sabemos que en todo ecosistema, una parte del flujo de la energía que lo atraviesa es «transformada» por el propio ecosistema para su alimento, otra parte es «asimilada directamente» y el resto se transmite al ecosistema inferior dependiente de él.

En nuestro ecosistema sociedad-edificio, la actual estructura socio-económica aporta al edificio la energía necesaria para su metabolismo endosomático —energía de alimento de los aparatos—, cuyas características y tipo de suministro son las que más le convienen al organismo dirigente. ¿Coinciden estos intereses con los del edificio-usuario? El edificio recibe casi constantemente de su entorno natural, una exoenergía aprovechable directamente, si el edificio y la construcción de su piel son correctos. Hasta antes de la era industrial (ejemplo de ello es la vivienda popular), la simbiosis del edificio con su clima se basaba casi exclusivamente en medios constructivos, llegando en muchos casos a un rendimiento muy elevado. Hoy, se ha olvidado este aprovechamiento, se ha decantado el diseño hacia la proliferación de medios que consumen cada vez más energía endosomática, por lo que se ha establecido una dependencia total del edificio respecto a las energías que la sociedad le suministra. Energías que debe pagar el usuario.

A raíz de la crisis del sector petrolero de 1973, el sector sociopolítico que elabora la energía, apreciando la inestabilidad de su mercancía y con miras a sus intereses, adopta varias medidas: el alza de sus precios y la concienciación del ahorro de energía, medida esta última que eleva la calidad del aislamiento en las construcciones, pero que no está bien dirigida potencialmente a la protección del usuario, sino más bien al mantenimiento del fluctuante mercado energético.

Las tres figuras siguientes analizan las utilidades de estas energías por el bio-edificio. La figura 4 representa la evolución de sus energías a lo largo de la historia. El mínimo confort, por la sucesiva evolución y continuas aspiraciones del ser humano, se traduce en una curva energética creciente. Al mismo tiempo, desde la aparición del edificio, el nivel de confort que éste proporcionaba y del cual se deduce la energía total utilizada para intentar lograrlo, ha ido aumentando muy rápidamente a partir del industrialismo, hasta superar el mínimo confort. A raíz del corte de las dos curvas energéticas mencionadas, se obtiene una zona de «lujo» para el menor gasto de energía interior del hombre —transporte vertical y horizontal, comunicación audiovisual, etc. El desglose de la energía utilizada

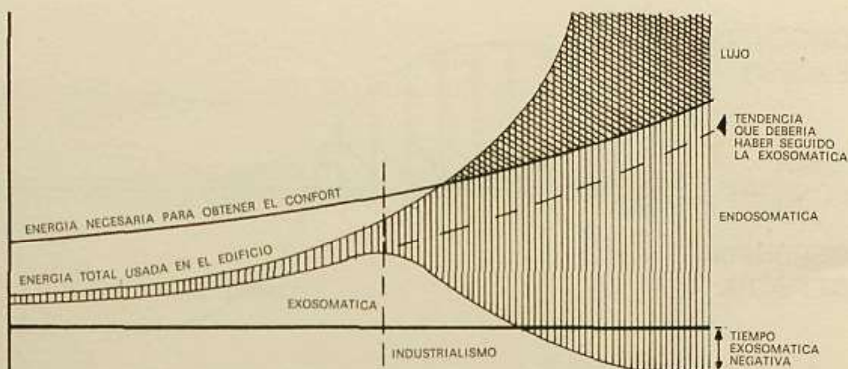


Figura 5. Desarrollo y desfase de las energías precisas para el confort desde la aparición del edificio.

por el edificio, en sus diversos metabolismos, se traduce en la incongruencia de utilizar mayor endoenergía, toda vez que anteriormente predominaba la exoenergía —vivienda popular. El industrialismo ha fomentado no sólo el mayor uso de la energía de alimento, sino también el descuido de la piel del edificio. Para contrarrestar su mal diseño, tal como las fachadas acristaladas en zonas cálidas, sin ningún tipo de protección solar —período anual de funcionamiento del sistema refrigerador incrementado por delante y detrás del verano—, debe utilizarse mayor energía. La línea punteada representa la curva ideal que de acuerdo con el continuo avance tecnológico, debiera haber seguido la energía aportada por la piel, supliendo la cantidad restante necesaria para el confort, con pequeñas aportaciones de energía endosomática.

En la figura 5, respecto a una estrecha franja que contiene nuestros determinantes de confort, vemos que las condiciones exteriores oscilan por defecto o exceso a su alrededor, a lo largo del tiempo, con mucha amplitud de oscilación. La respuesta de la piel consiste en amortiguar y retardar los cambios —según el aislamiento e inercia térmica, respectivamente, si hablamos de confort térmico—, aplanándose esta curva, tanto más cuanto mayor consonancia exista entre el diseño del edificio y el microclima del lugar.

¿Podemos llegar a extremos óptimos si además basamos exclusivamente esta pequeña endoenergía en el uso de energías naturales no perecederas? Dependerá de quién realice la transformación; si es la sociedad, continúa la dependencia del usuario a los intereses de la misma, particulares o colectivos, pero si es el propio usuario quien la realiza, llegamos a una energética individual. ¿Nos pondrán un impuesto por cada m² de captor solar instalado para nuestra vivienda, como en siglos pasados se hiciera en Inglaterra según el tamaño de las ventanas?

Pasemos a la tercera figura. Supongamos dos edificios cuya curva de respuesta a las condiciones ambientales exteriores, sea en un caso de mucha amplitud y en el otro muy plana (figura 6). Lógicamente, si suponemos que ambos proporcionan el mismo nivel de confort, a nivel de su metabolismo, los repartos energéticos serán distintos. Gran uso de energía endosomática en el primero, destinado a los alimentos de los aparatos proporcionadores de confort y correctores de deficiencias del diseño, e inversamente para el segundo edificio. La diferencia no termina aquí, pues esta energía endosomática necesita un plus, en concepto del bajo rendimiento de la transformación, por lo que a mayor endoenergía utilizada, mayor plus energético por rendimiento debemos aportar. A esto habrá que sumarle la conservación y mantenimiento también mayor en el caso mencionado. Finalmente en concepto de regulación, que deberían ser iguales en ambos edificios, al existir pérdidas excesivas por diseño e instalación, la suponemos aumentada en el primer caso.

En resumen, la diferencia en cantidad de energía que se utiliza del entorno natural, provoca en el primer edificio un gasto de energía «de pago», igual a: $\text{endo} + \text{rend} + \text{cons} + \text{reg}$, mucho mayor que en el segundo caso.

Queda todavía un último aspecto a tener en cuenta. En todo ecosistema se reaprovecha la energía residual.⁶ Incluso en el edificio existen ejemplos de ello; la recirculación del aire de retorno de un sistema de aire acondicionado, la recuperación del calor por recuperadores de entalpía, cuando este aire presenta mal olor o bacterias, etc. Si también podemos aprovechar el calor de las luminarias, si podemos incluir todas las energías residuales, si en definitiva todo ecosistema basa su equilibrio energético en el uso de esta recirculación, ¿por qué no se fomenta también a nivel estatal el au-

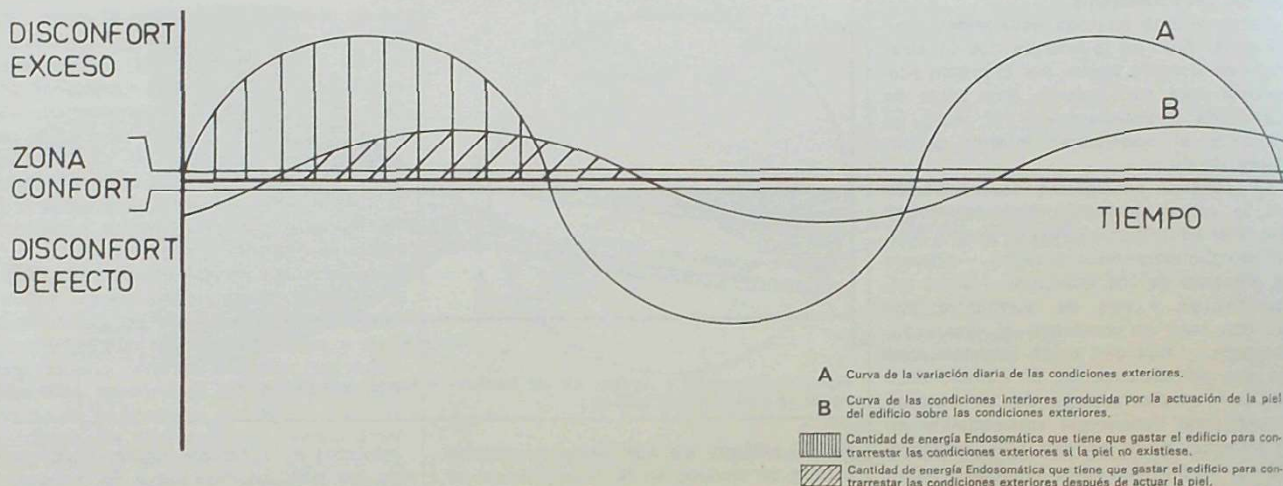


Figura 6. Las condiciones exteriores oscilan, a lo largo del tiempo, alrededor de la franja de confort.

mento de estas recuperaciones?

Hacia un mayor ahorro de energía (endosomática)

Es indudable que hoy podemos obtener mayores eficacias en nuestros edificios, si a partir del estudio microclimático del lugar, conseguimos evaluar sus energías aprovechables, realizando el diseño del edificio, de forma que proporcione una respuesta adecuada a su entorno. El asentamiento de las nuevas ciudades y edificaciones, podrá así integrarse al máximo con él, mediante el estudio profundo de la ubicación, más acorde y gracias a la correcta orientación de las zonas funcionales. Otros condicionantes son también decisivos en esta integración: la forma de superponer las estancias del edificio, agrupación o esponjamiento, el tamaño de los huecos para iluminación y pérdidas de calor, la consecución de una buena ventilación natural entre una fachada caliente y otra fría, los retranqueos en fachada, la resistencia térmica de los materiales, su inercia térmica, su índice de debilitamiento acústico, e innumerables consideraciones más, obligan o eliminan la necesidad de suplementar la construcción con sistemas de consumo energético endosomático.

Cosas tan simples como lograr la mejor estanqueidad en las juntas de ventanas y puertas, utilización de cortinas y cierre de persianas durante la noche, conllevan al ahorro de esta energía interna.

Supuesto que tras considerar el microclima obtengamos una correcta piel del edificio, debemos aún alimentar éste con energía endosomática, que se utilizará

para que los medios energéticos apoyen el aporte de confort. Para que sea mínima, tendremos que estudiar detenidamente, en cada caso, el tipo y sistema de suministro más asequible, individual o colectivo, natural o social, su coste, el rendimiento de nuestros aparatos transformadores, la zonificación, la regulación, el reaprovechamiento de energías residuales, etc.

Debido a los condicionantes actuales este ahorro energético es prácticamente imposible de conseguir.

Epílogo

La actual crisis energética, originada por la disminución de reservas fósiles, conduce en altas esferas a dos opciones distintas: la de los que creen que se encontrarán recursos por nuevos procedimientos, y la constituida por quienes no lo creen. Los primeros promueven investigaciones y ayudan al descubrimiento y aplicación de procesos tecnológicos de todo tipo, desde energía solar, hasta la casa autónoma, y los segundos implantan restricciones cada vez mayores. El hecho de que ambos sigan o no estos procesos con fines privados o altruistas, es otra consideración que cabe mencionar, pero lo cierto es que se ha creado la necesidad de energía, fomentada masivamente por los medios de comunicación de esta sociedad de consumo y no se destina exclusivamente a la producción del ambiente confortable sino, las más de las veces, a la ostentación e integración en el sistema. Como la publicidad no detallaba el alto consumo de energía necesario por estos

bajos rendimientos, se ha fomentado el uso cada vez mayor de la energía controlada por la sociedad. Al llegar a este punto, cabe preguntarse, a nivel de usuario, sobre la conveniencia de una energética social o autonomía individual, conceptos muy ligados con la idea de estructuración de la ciudad y sociedad, tanto a nivel energético como socio-económico-político.

Siendo la calefacción el principal factor de consumo energético del edificio (60,7 % del total), las medidas tendentes a un mayor aislamiento son positivas para el usuario, pero la actual tendencia del «todo eléctrico», importado de otros países productores masivos de esta energía, tras la crisis energética, obliga a los mismos a implantar limitaciones. Francia, donde más del 40 % de las nuevas edificaciones utilizan este sistema calefactor, protegerá la economía del sector energético, exigiendo que el total de energía destinada a calefacción, se reparta equitativamente en los tres tipos siguientes: electricidad, gas y otros.

¿Qué limitaciones aparecerán en España?

Si se ha creado la necesidad de energía, ahora no pueden negárnosla. Rechazamos la segunda opción, la de restricciones, por entender que tampoco atiende las reales necesidades del usuario. Deben fomentarse las acciones que posibiliten investigar sobre energías no perdedoras y su posterior aplicación con optimización de rendimientos, desde una óptica de futuro, conscientes de que, ante todo, la principal actuación en el campo

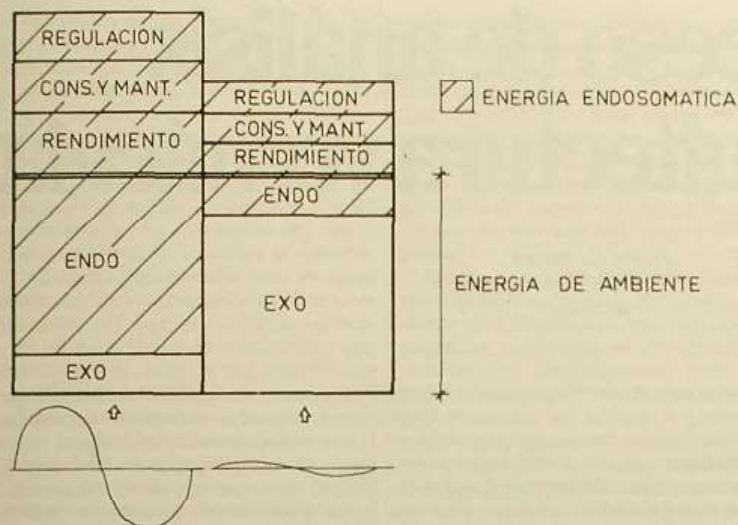


Figura 7. Evaluación energética.

edificatorio parte de una buena planificación territorial-urbana, por zonas, cuya bonanza climática permita el asentamiento de las nuevas ciudades. El mejor ahorro de energía consiste en un buen diseño en el que el bioedificio participe plenamente de su marco ambiental, de las energías que éste le proporciona, y de las que él mismo produce.

Al analizar el comportamiento de los ecosistemas naturales, se ha comprobado la existencia de unas reglas sobre la rentabilidad de su producción, íntimamente ligadas a la organización de los elementos vivos o «biomasas». R. Margalef⁷ expone que, en una comunidad, el aumento de la biomasa a lo largo de la sucesión (figura 7) comporta una disminución del cociente «producción neta / unidad de biomasa», llegando a ser nulo cuando la biomasa es muy grande, con falta de crecimiento neto. La máxima extracción o rentabilidad óptima, se obtiene para valores medios de la biomasa, es decir, que el sistema es estable cuando la biomasa permanece constante. El rendimiento se optimiza al alejarnos de los dos extremos, uno en el que se procede a un nivel de explotación tal que puede peligrar la misma existencia de la biomasa —al no regenerarse lo indispensable para su subsistencia—, y otro en el cual toda la energía que alimenta a la biomasa —muy grande respecto a la producción neta de la misma—, se destina exclusivamente a la conservación sin que exista ninguna producción provechosa. La comparación con este modelo ecológico, para las interacciones energéticas de la sociedad con el bioedificio, nos proporciona

ciertamente otra óptica que hoy —quizás a tiempo de no producir daños irreversibles— corrobora la necesidad de replantearnos, de una vez por todas, nuestro sistema vivencial en armonía con y para el entorno, aunque para ello deba también incidirse en el tipo de comunidad que lo posibilite.

Para nosotros, un bioedificio en explotación es aquel en que su biomasa se basa casi exclusivamente en el capital, su producción no es más que el interés de este capital; por ello, una sociedad monopolista tenderá a que la biomasa de un edificio sea muy baja, mientras que la producción (interés) sea lo mayor posible, minimizando el consumo de su energía (controlado por el sistema). Mediante esta manipulación, el futuro usuario se encontrará con que para alcanzar el mínimo nivel de confort, debe aumentar muy poco la biomasa (placas eléctricas), pero con gran consumo de energía del sistema (alto precio), por lo que la explotación se realiza sobre el usuario por doble vertiente.

Por el contrario en el polo opuesto llamado de conservación, la sociedad debe aportar gran cantidad de biomasa y energía, que únicamente aprovecha el usuario, existiendo también explotación pero cayendo en este caso casi exclusivamente sobre la sociedad, lo cual es totalmente rechazado por la capitalista (pero tampoco es contemplado positivamente desde el punto de vista socialista). La inexistencia de producción (interés sobre el capital invertido), por reducirse al único disfrute del usuario, no fomentaría las inversiones de la sociedad, como tampoco sería rentable proporcionar la gran canti-

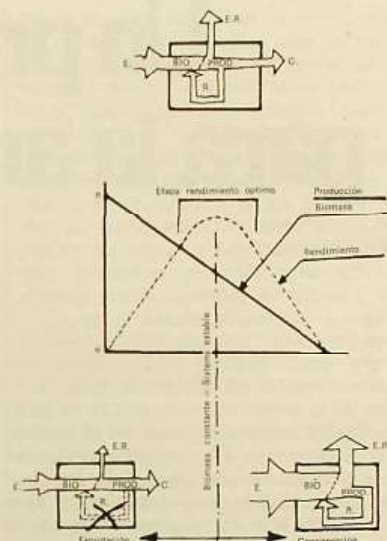


Figura 8. Comportamiento de los ecosistemas naturales.

dad de energía que el bioedificio precisaría por ello.

Así pues, un bioedificio estable, sólo es posible cuando se atiendan no tan sólo las razones «producción/biomasa» y energía que para tal fin precisa, que podrían colocarlo en la etapa de rendimiento óptimo, sino que además la política de la sociedad —no tan sólo dentro del sector energético—, por su participación directa dentro del marco ambiental en el cual aparece el edificio, debe hacer posible la existencia de este rendimiento óptimo, para la totalidad de los ecosistemas mencionados a lo largo de este artículo y del que le precede. ■

1. Michel Grenon, *Ce monde affame d'énergie*.
2. La Casa Autónoma.
3. Andrew McKillop en *The ecologist*, núm. 12.
4. El fuego del hogar se halla ubicado en el perímetro o en el centro de la estancia, es locacional. Existirán lugares del recinto en disconfort por la existencia de corrientes frías o excesiva radiación, debiendo suplementar con otras fuentes energéticas, aumentando con ello el consumo de energía.
5. Remitimos al lector a las publicaciones del *Cedesco-Técnic*, núms. 2, 3 y 4, debidas a J. M. Millán y a otras obras sobre estas cuestiones.
6. En el ecosistema «bosque», tras la descomposición de las hojas caídas de los árboles y restos orgánicos de los animales, los abonos que se producen vuelven a ser asimilados por las raíces de los primeros.
7. Ramón Margalef, coautor del libro *Natura, ús o abús*, dedicado a la gestión de la naturaleza en los países catalanes.

Un proceso de análisis para la arquitectura vernácula

Javier C. Jericó
Juan Briz
del I.C.A.S.

Generalmente, al hablar de historia y teoría de la arquitectura no se abarca toda la actividad humana creativa en el ámbito de la construcción, sino aquella faceta realizada por diseñadores, que lleva consigo toda una tradición arquitectónica, y que por lo tanto sólo es representativa de la cultura de una minoría social.

Como complemento, y muchas veces menospreciada, se desarrollaba la arquitectura popular, que está directamente enraizada con el pueblo, como respuesta a unas situaciones y a unas necesidades concretas, lo que representa la verdadera cultura tradicional y vernácula.

La mayor parte del ambiente edificado respondía a esta forma directa e inconsciente de crecimiento, sin arquitectos ni diseñadores. Cuando un miembro del grupo construía su hábitat, el problema pasaba a afectarle personalmente, era consciente de sus necesidades y del entorno que le rodeaba y aceptaba ciertas formas que se daban por válidas, pues la misma tradición las justificaba. En el fondo, esta actitud no es más que la respuesta a unas exigencias físicas y culturales determinadas; como consecuencia, su vivienda no diferirá de la contigua pues se debe a la colaboración de muchos individuos durante muchas generaciones. Por lo tanto, el modelo es único, no existe ningún afán de originalidad sino un interés por adaptarse al medio, a través de unos condicionantes culturales y tecnológicos.

Matizando la importancia que la arquitectura popular tiene en el desarrollo total de la historia de la arquitectura, se podría añadir que una correcta lectura de la arquitectura de estilo, precisa el conocimiento de la matriz vernácula que la ha posibilitado, especialmente si se considera la época en la que fue diseñada y construida.

¿Podemos afirmar, sin embargo, que han sido únicamente estas razones de tradición y mimetismo las que han influido en la tipología de la vivienda en cada momento? Rotundamente no.

No puede decirse que exista un único elemento que justifique totalmente la configuración del hábitat tradicional, es decir,

no podemos afirmar que éste responde únicamente a razones de defensa, a razones climáticas, o a razones tecnológicas constructivas, por citar únicamente tres de los elementos deterministas entre todos los que se podrían analizar, sino que es el tratamiento conjunto de todos ellos, con las interrelaciones y dependencias que puedan engendrarse, el que definitivamente determina el modelo.

Estos elementos deterministas no son siempre los mismos (un factor socio-cultural puede ser muy importante en una cierta civilización y prescindirse de él en otras) e incluso gozan de una escala de valores variables en cada cultura (una localización por razones climáticas puede considerarse más importante que otra aunque ésta presentara unas ventajas defensivas o de accesibilidad).

No vamos a realizar un estudio exhaustivo de cada uno de los factores deterministas que, con mayor o menor incidencia, condicionan la forma de las construcciones vernáculas. Nuestro objetivo es analizar cómo las distintas condiciones climáticas han engendrado distintos hábitats; no pasaremos revista por tanto a cada uno de los modelos existentes, que por otro lado son muy numerosos. Haremos un intento de crear un proceso de análisis, a través del cual, fijando las preexistencias climáticas de un lugar y estableciendo las condiciones exigidas de habitabilidad por un lado y las posibilidades tecnológicas por otro, nos permita justificar tanto los distintos modelos de hábitats como los elementos que los configuran, o sea tanto la forma definitiva de los mismos como los elementos constructivos en que se basan, entendiendo como tales aquellos que influyen en el comportamiento higrotérmico de la vivienda.

Antes de exponer este proceso, analizaremos someramente las razones que han hecho desaparecer en gran parte esta arquitectura como respuesta inmediata a unos problemas climáticos concretos, y el intento actual de recuperarla.

La aparición de la era industrial permitió, mediante la tecnología que aporta, la

obtención de ambientes climáticos más perfeccionados (aparición de calefacción, aire acondicionado, etc.), esto, que implica una clara mejora en el confort, trae como contrapartida el olvido de los sistemas tradicionales adaptados climáticamente al entorno, confiando en que la tecnología pueda corregir la inadaptación del diseño al ambiente exterior. No se ha tenido en cuenta que un sistema energético no sirve más que de apoyo a un buen diseño higrotérmico hasta el punto en que es capaz de afinar mucho más en las condiciones climáticas exigidas, a través de un sistema de regulación mucho más perfecto, que permite prescindir de las variaciones temporales del ambiente exterior.

Este proceso ha ido abusando de la energía, hasta el momento en que la escasez de la misma ha planteado los serios problemas en que el mundo se ve hoy involucrado; a partir de este momento la evolución en el campo de control climático se ha hecho reversible, volviéndose al pasado. Nos interesa nuevamente adaptarnos al máximo, a través del diseño, al ambiente exterior, teniendo en cuenta que este sistema tiene sus limitaciones ya que actúa únicamente como filtro de estas condiciones exteriores, entendiendo como filtro el aprovechamiento restringido de algunas de ellas; está por tanto siempre sometido a los límites y variaciones que éstas puedan tener, con los problemas de regulación que ello plantea.

Paralelamente a esta adaptación al entorno exterior mediante el diseño, se intenta potenciar al máximo el aprovechamiento de las energías primarias, entendiéndose como tales las que el hombre encuentra gratuitamente en la naturaleza de manera directa, y que son utilizables de forma inmediata: eólicas, mareomotrices, solares, etc...

Proceso de análisis

Para llevar a cabo el estudio de la influencia del clima en la tipología del hábitat es preciso establecer en principio las manifestaciones climáticas ambientales del

lugar, fijándolas en el tiempo en que se realizó su construcción.

Para determinar un ambiente necesitamos, antes que nada, conocer qué variables son las que influyen en él. Concretamente en el aspecto higrotérmico, tendríamos entre otras: la temperatura, la humedad, la ventilación, etc., pero esto no es suficiente si no se cuantifican, fijando una temperatura, una renovación del aire...

A este conjunto de variables o definidores ambientales cuantificados para un lugar determinado les llamaremos *preexistencias ambientales* del lugar, y a la cuantificación de las características ambientales que deseamos en el interior del hábitat les denominaremos *voliciones*.

La contraposición existente, en la mayoría de los casos, entre el ambiente exterior y el ambiente interior deseado, debe solucionarse a través de una serie de técnicas que van, en nuestro caso, desde el más simple diseño (como puede ser un toldo que nos evita la radiación solar) hasta el más sofisticado sistema de aire acondicionado. De su gran diversidad se desprende el hecho de una inmediata necesidad de realizar una división fundamental de dichas técnicas.

Cuando estas técnicas no precisan de un aporte energético manufacturado para su utilización, sino que actúan únicamente como filtro o barrera entre el ambiente interior y el ambiente exterior, estamos en el ámbito de los medios pasivos, de control ambiental, que son los tradicionalmente usados en el campo del diseño hasta la aparición de los que sí precisan de un aporte de energía manufacturada, y que denominaremos medios activos de control ambiental.

Normalmente, la actuación mediante elementos activos por parte del diseñador,

es un complemento correctivo a un insuficiente control del ambiente conseguido a través de su actuación con los medios pasivos de que dispone en el campo proyectual. Sin embargo, esta norma no es exclusivista, existen otros ámbitos en el diseño, muy particulares, en los que por tener que conseguir unas características ambientales especiales, es necesario el empleo de técnicas energéticas más complejas.

Al actuar los medios pasivos como filtros ante unas condiciones exteriores, únicamente podrán conseguirse con ellos características existentes ya de manera implícita en las preexistencias, pues no se podrá, sin aplicar un sistema activo, crear algo nuevo.

Como ejemplo ilustrativo de lo mencionado hasta ahora citaremos el hecho de que puede considerarse como medio pasivo de control ambiental, desde la ubicación de una vivienda, siempre que existan posibilidades de elección, hasta el último panel de cerramiento de la misma. A su vez un medio activo de control ambiental puede abarcar desde una simple estufa de leña, hasta el más complejo sistema de calefacción.

Es muy patente que el diseño aparente está constituido propiamente por los medios pasivos de control ambiental; lo que también es cierto es el hecho de que un elemento de un servicio o de un medio activo influye formalmente en el proyecto. Cada día se cuida más la forma de los distintos elementos de un sistema de climatización, no sólo desde el punto de vista de rendimiento, sino también desde el aspecto estético.

Sin embargo, de aquí surge una de las diferencias fundamentales entre los medios activos y pasivos de control ambien-

tal, y es que, así como un medio activo de control higrotérmico está concebido principalmente para la realización de esta función, es en general tanto más perfecto cuanto menor incidencia tiene en otros aspectos del diseño; tenemos por ejemplo, que un sistema de aire acondicionado será más deseable cuanto menos ruido produzca u ocupe menos espacio; un medio pasivo no tiene como única misión su correcto funcionamiento climático, ya que en principio debe responder a otros condicionantes, lumínicos y acústicos en el campo ambiental, y más ampliamente, estructurales, constructivos, urbanísticos y, en general, todos aquellos que condicionan un diseño arquitectónico (figura 1).

Preexistencias

Para establecer las preexistencias de un lugar determinado, tendremos primero que fijar cuáles son los definidores ambientales a considerar desde el punto de vista higrotérmico. Estos definidores, como ya hemos dicho antes, serán cuantificados para el emplazamiento dado y pasarán a ser las preexistencias del mismo.

En principio, los que tendremos que considerar son: temperatura del aire, temperatura de radiación, humedad relativa, movimiento, composición y pureza del aire y precipitaciones.

Dichas preexistencias vendrán fijadas o modificadas por la actuación en el emplazamiento en cuestión de una serie de factores, entre los que el más importante es indudablemente el geográfico. Está muy claro el hecho de que la latitud y la altura sobre el nivel del mar influyen en el clima de la zona, sin embargo, también la desaparición de una especie animal, la destrucción de un bosque por la apertura de una

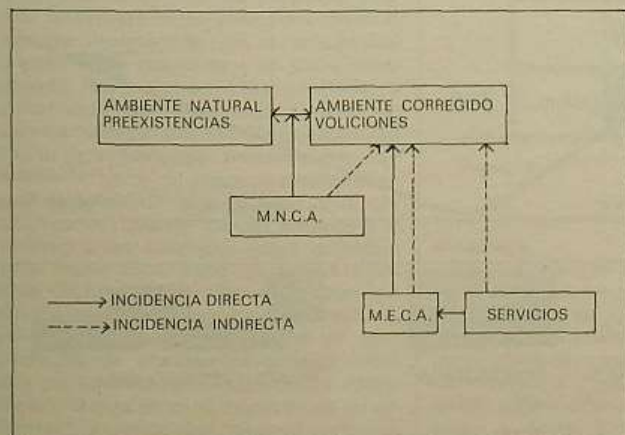


Figura 1.

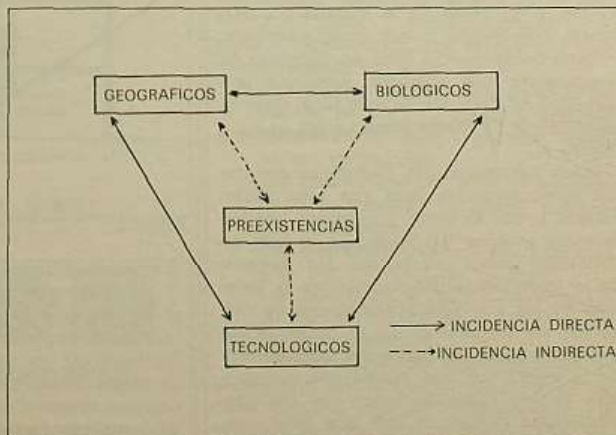


Figura 2.

autopista o por la construcción de un enclave urbano, pueden romper el proceso ecológico, con las variaciones climáticas que esto trae a largo plazo. Vemos pues que aparecen aquí otros dos nuevos factores de gran influencia, aparte del geográfico, el biológico y el tecnológico (figura 2).

La relación entre estos tres factores determinantes es biunívoca y la variación en cualquiera de ellos puede afectar a los otros dos y, por lo tanto, en último término a las preexistencias, pero el problema puede ser más complejo ya que la relación de influencias puede darse entre distintas preexistencias. Un factor tecnológico como es el humo de una industria, junto con una preexistencia como es el viento, afecta a la pureza y composición del aire directamente, e indirectamente influye sobre la temperatura de radiación solar.

Cabría ahora preguntarse: ¿cuáles de entre estos factores, tanto geográficos como tecnológicos y biológicos, tienen una mayor influencia en el clima del lugar? Como respuesta obtendríamos una relación, dentro de los geográficos: la latitud, hidrografía, la relación masa agua-masa tierra, la altura sobre el nivel del mar, la altura relativa y la morfología del terreno; como biológicos: la flora, la fauna y la microbiología; y, finalmente, entre los tecnológicos, aquellos impuestos directa o indirectamente por el hombre, como zonas industriales, autopistas, enclaves urbanos, canales, zonas de cultivo, etc.

Al hablar de las preexistencias climáticas de un lugar, nos encontramos con que éstas pueden responder a lo que se llaman condiciones macroclimáticas, es decir, que sus características son las típicas de una gran zona geográfica. Así, se puede hablar de clima mediterráneo, condicionado fuertemente por la gran inercia térmica del agua, lo que nos da pequeñas variaciones temporales de temperatura y alta humedad, o de clima de la meseta o continental, con mucha menor inercia térmica, y como consecuencia unas oscilaciones de temperatura más acusadas, junto con una humedad relativa mucho más baja, dada la inexistencia de masas importantes de agua (figura 3).

Estas características climáticas generales particularizadas para una zona determinada y, por lo tanto, corregidas por los factores propios del lugar, es lo que se determina como microclima. Un ejemplo de la importancia del microclima lo tenemos en las distintas posibilidades de ubicación en las laderas de un valle, orientado este-oeste; el hecho de emplazarnos en la ladera sur, nos aporta una mayor y más directa radiación solar, con las consecuencias climáticas que ello lleva consigo, y, por el contrario, la ubicación en ladera norte puede originar una radiación

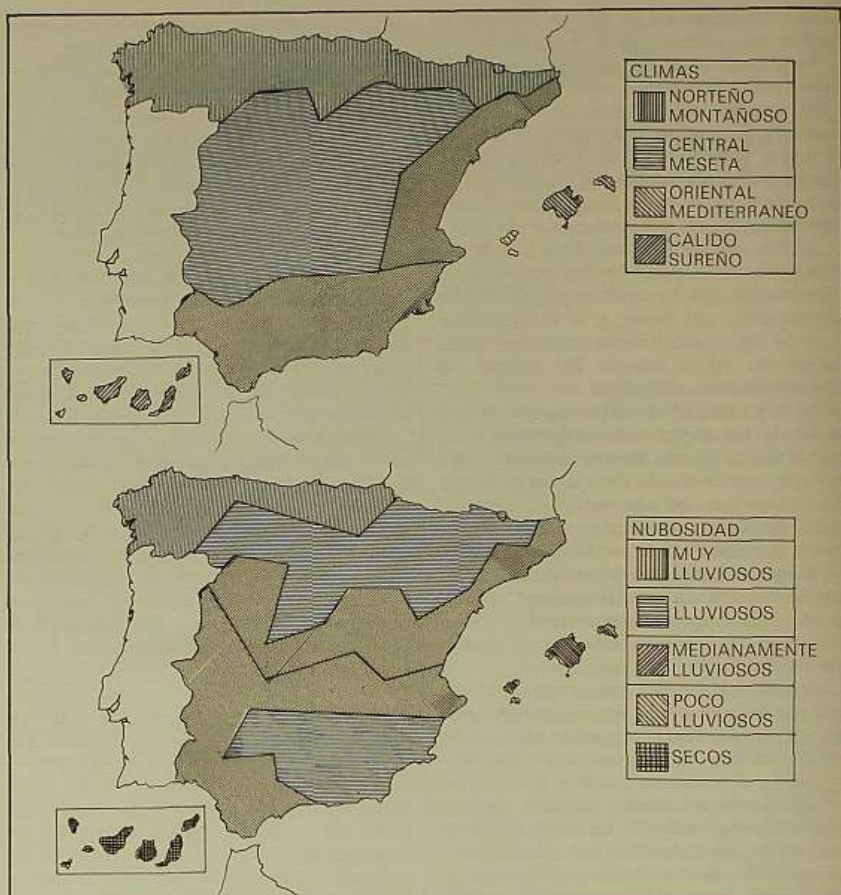


Figura 3.

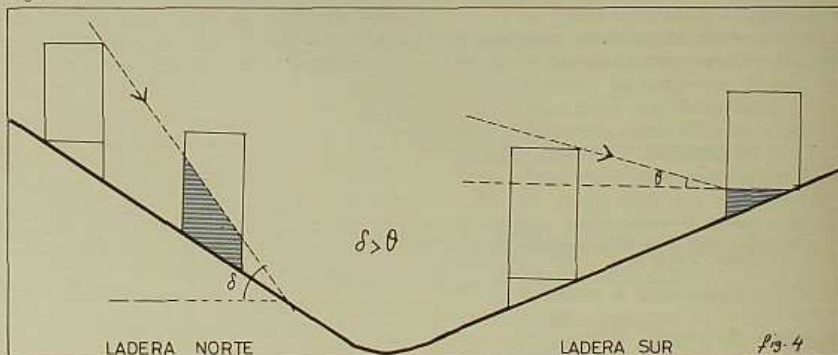


Figura 4.



Figura 5.

solar prácticamente nula, en función de la inclinación de la ladera. Obsérvese que las condiciones macroclimáticas son idénticas en ambos casos, pero las soluciones arquitectónicas consecuentes con los emplazamientos, serán distintas por corresponder a condiciones microclimáticas distintas (Figura 4).

¿Precisaremos aún más información sobre las características climáticas del lugar? Seguramente sí; para conocerlas en su totalidad es necesario conocer el sitio exacto y analizar su entorno inmediato; podemos estar situados a la sombra de un gran edificio, a la orilla de un río o en el interior de un bosque, lo que indudablemente corregirá el microclima.

Al estudiar por tanto las preexistencias de un emplazamiento dado, tendremos que basarnos en el entorno inmediato, que es el que en última instancia determinará las condiciones reales del lugar.

¿Cómo se puede obtener esta información? Técnicamente sólo existe un sistema, y es a través de los datos facilitados por la estación meteorológica más cercana; ahora bien, hay que tener en cuenta que, por lo general, los datos así obtenidos serán a nivel macroclimático, y a lo sumo incluirán algunas variantes microclimáticas, según su proximidad. Para completar las características microclimáticas y obtener las propias del entorno inmediato, nos veremos obligados a recurrir a sistemas más tradicionales, visitando el emplazamiento dado observando los factores que puedan influir en las características higrotérmicas del mismo, y consultar a los habitantes del lugar, que a través de su experiencia nos pueden facilitar datos tan interesantes como los proporcionados por la estación meteorológica.

Medios pasivos de control higrotérmico

No podemos perder de vista que estamos intentando hacer el análisis desde el aspecto higrotérmico de la arquitectura popular como respuesta a un clima determinado. Hasta ahora hemos intentado facilitar unas directrices para conocer las características climáticas del emplazamiento, lo que llamamos preexistencias del mismo. A partir de ahora el problema estará en conseguir en cada lugar unas condiciones de confort, que se aproximen al máximo a las voliciones antes definidas; para lograr esto, como ya hemos dicho anteriormente, disponemos de un conjunto de técnicas, tanto pasivas como activas. Ahora bien, cuando analicemos un caso particular de arquitectura popular habrá que preguntarse: ¿De qué medios tecnológicos disponían en el momento de su actuación? Veremos que en la mayoría de los casos, éstos se habrán aprovechado al máximo.

Para estructurar el análisis higrotérmico de la vivienda popular, vamos a pasar revista a aquellas técnicas de control climático que influyen directamente en el diseño. Como hemos visto antes, éstas serán principalmente de carácter pasivo, por lo que nos limitaremos a ellas.

Ubicación

La primera posibilidad de actuación del diseñador es la ubicación, entendiendo por tal el lugar físico en que debe emplazarse la vivienda; en realidad, no es más que la elección de unas preexistencias determinadas, lo más próximas posible a las deseadas, con lo cual los elementos barrera entre el ambiente interior y exterior serán mínimos.

Indudablemente la actuación del arquitecto, hoy día, en este campo, es muy reducida; en una ciudad el solar le viene fijado, y por tanto no queda sino aceptar las preexistencias que éste presenta. En el campo, suponiendo el caso típico de una vivienda unifamiliar en una urbanización, esta opción está muchas veces imposibilitada, pues ha sido el propietario quien anteriormente ha realizado ya la elección del terreno.

Cuando existe, por parte del arquitecto, una cierta posibilidad de elección, generalmente está limitada a emplazamientos con las mismas condiciones macroclimáticas y muchas veces también microclimáticas, variando sensiblemente las del entorno inmediato, que en definitiva son las que conforman, como antes se ha indicado, las verdaderas preexistencias del lugar.



Figura 6.

Morfología

Una vez elegido el emplazamiento con unas determinadas preexistencias, la siguiente arma de que se dispone es la morfología del edificio, entendiendo a éste como elemento receptor de las condiciones exteriores y que, por tanto, según su forma, tendrá diferentes comportamientos frente a éstas. Si las temperaturas del ambiente exterior son muy extremadas (frías o calurosas), nos interesará un edi-

ficio que para un mismo volumen tenga la mínima superficie de exposición al exterior (caso del igloo).

Por el contrario, para unas temperaturas exteriores coincidentes con las deseadas para la vivienda, optaremos por una gran superficie de contacto interior-exterior para un mismo volumen, lo que nos dará como resultado una vivienda con muchos retranqueos. Para definir este concepto se utiliza el denominado coeficiente de forma, que viene dado por la relación m^2 de superficie de contacto exterior-interior/ m^3 de volumen; cuanto menor sea, menos estará sometido el edificio a las condiciones térmicas exteriores, ya que éste tendrá un contacto físico con el ambiente muy reducido.

La morfología del edificio no sólo puede emplearse como respuesta a las condiciones térmicas, sino que otras preexistencias como el viento, las precipitaciones o la humedad pueden aprovecharse o contrarrestarse según interese. Así, un lugar cálido y seco puede hacerse más confortable mediante un volumen concentrado (bajo coeficiente de forma), pero añadiéndole un patio interior que evita radiación y nos da mayor humedad.

Por el contrario, un lugar cálido y húmedo puede adecuarse mediante la suma de distintos elementos independientes, con bajo coeficiente de forma cada uno de ellos, pero permitiendo la ventilación a través de los mismos (contrarresta la humedad y se arrojan sombra unos sobre otros evitando la radiación) (Figura 5).

La siguiente actuación del diseñador —también a nivel morfológico— es ya en el interior del edificio y corresponde a la distribución de las distintas funciones dentro del conjunto, tanto con respecto al exterior, como la situación relativa de cada una de ellas en relación a las otras.

Cada una de estas funciones podemos clasificarlas climáticamente según aporten o no calor y según precisen o no control higrotérmico, con lo que nos quedan agrupadas en cuatro tipos:

- Las que no aportan calor (o si lo hacen es en poca cantidad) y precisan control como: aseos, pasillos, dormitorios, comedores...
- Las que no aportan calor ni precisan control: garajes, escaleras, almacenes, ascensores, etc.
- Las que aportan calor y precisan control, por ejemplo: las cocinas.
- Las que aportan calor y no precisan un control importante como salas de calderas, establos...

En un clima caluroso nos interesará independizar las funciones productoras de calor (cocinas, establos...) de aquellas que precisan control térmico (dormitorios, comedores...), puesto que éstas tienden más a ser refrigeradas que calefactadas; exac-



Vivienda ibicenca.

tamente lo contrario ocurre en un clima frío, con lo que el resultado será totalmente diferente.

En climas con condiciones térmicas extremas tenemos que aislar las funciones que precisan control térmico, sea éste del tipo que sea, del exterior, para lo cual podemos valernos de aquellas que no lo precisan (almacenes, garajes, graneros...). Esta solución se ha utilizado tradicionalmente ubicando las caballerizas en la planta baja, que estaba en contacto con el suelo, y los graneros en la última planta, quedando la vivienda entre los dos y protegida por ambos (Figura 6)

A este nivel otra posibilidad es la orientación con respecto al exterior de cada una de las funciones; esta actuación es de las pocas que hoy en día se utiliza normalmente.

Construcción y acabados

La última posibilidad, insuficiente en sí misma, pero muy válida como complemento de todas las anteriores, es la correcta utilización de los materiales, considerando sus características físicas en su comportamiento higrotérmico.

Dentro de las características físicas las más importantes y que se deben considerar son: a) su coeficiente de conductibilidad, que aparte de influir en el mayor o menor poder aislante térmico del material, nos dará por contacto una sensación más o menos cálida; así decimos de los metales que son fríos, al igual que el cristal; en cambio, la madera, el corcho, etcétera, son materiales cálidos; b) la capacidad térmica, que tendrá su influencia en la inercia térmica del elemento; y finalmente, c) la permeabilidad al paso del agua líquida y la resistencia a la difusión del vapor, de las que dependerán la aparición de humedades y condensaciones de forma muy directa.

La influencia de los acabados es principalmente con respecto a la radiación solar; los acabados de color claro o de

materiales pulimentados reflejan esta radiación, en cambio los mates o de colores oscuros absorben gran cantidad de calor que transmiten al interior.

Hay que tener en cuenta, a pesar de todo, que la elección de los materiales en las viviendas tradicionales no se ha debido sólo a las características climáticas de la zona. Así como la forma sí que venía condicionada de manera importante por las preexistencias del lugar, la construcción y acabados dependerán más de la tecnología de que se disponía en cada momento y de la facilidad en la obtención de los materiales usados (la construcción popular balear desconoce el ladrillo ya que allí no hay terrenos arcillosos).

Análisis de un ejemplo concreto: la vivienda ibicenca

Corresponde su situación a una zona de clima mediterráneo, cuyas características fundamentales se pueden resumir a grandes rasgos en: un alto grado de radiación solar, con temperaturas suaves y pocos saltos térmicos importantes entre el día y la noche, incluso entre el verano y el invierno, debido a la gran capacidad que posee el mar para almacenar calor (inercia térmica); una humedad relativa que adquiere altos valores y unos vientos importantes, pues existen las brisas marinas originadas por la diferente inercia térmica tierra-agua. Finalmente, podemos añadir, para acabar de concretar las características higrotérmicas de la zona, la poca importancia cuantitativa de las precipitaciones.

No todos estos factores adquieren una importancia similar, una parte de ellos los podemos calificar de molestos para la consecución de un confort adecuado, de aquí que haya que evitar su incidencia directa en el interior del hábitat, como la excesiva radiación o la alta humedad; mientras que otros presentan características muy favorables e incluso pueden comportarse, con un tratamiento adecuado, como correcto-

res de los anteriores; en este caso se pueden incluir los vientos y las temperaturas moderadas.

Analicemos detalladamente ahora una casa ibicenca y veremos que su composición formal responde, paso a paso, a las preexistencias higrotérmicas de la isla.

Para combatir la elevada humedad es preciso exponer la edificación a los vientos; ahora bien, no sólo existen vientos en los lugares altos, o en los valles, también podemos encontrarlos en las laderas que dan al mar, por el efecto de las brisas marinas, que de día son de dirección mar-tierra y de noche tierra-mar. Vemos pues como un primer elemento, el viento, nos sirve para contrarrestar otro, la humedad, únicamente, en principio, por el hecho de elegir la ubicación correctamente.

Otro aspecto que nos llama la atención es el pequeño tamaño de las aberturas al exterior, teniendo en cuenta que cualquier vivienda necesita una ventilación adecuada; el motivo de ello es la fuerte radiación solar a la que se halla expuesta, lo que condiciona los huecos exteriores. La ventilación se consigue realizando dos aberturas en paramentos opuestos para favorecer la renovación del aire; si estos dos orificios, como sucede en la mayoría de los casos, están colocados a distinto nivel, mejora la solución, puesto que de esta forma se evita la estratificación del aire interior, con la formación de bolsas a distintas temperaturas. Así se resuelven los dos problemas, el de la fuerte radiación y el de la ventilación precisa que, en principio, parecían incompatibles.

Comentábamos antes que entre las preexistencias a aprovechar estaban las suaves temperaturas del aire. ¿Cómo hacerlo? Muy sencillo: creando una piel de separación interior-exterior lo mayor posible para un volumen determinado, es decir, una planta retranqueada; de esta forma el edificio participa del exterior, térmicamente hablando; por otra parte los diferentes cuerpos se arrojan sombra mutuamente, evitando la radiación solar.

Finalmente, los materiales de cerramiento determinan las posibilidades de actuación según el esquema inicial. ¿Cómo? En primer lugar según su capacidad de retrasar o no la transmisión de calor. Nos encontramos con que los rayos solares están incidiendo durante bastantes horas en los muros de cerramiento elevando su temperatura y esto puede ocasionar problemas, a no ser que este calor almacenado lo desprenda la pared hacia el interior cuando menos molesto sea (de noche). Para ello se precisa de materiales que tarden en ceder el calor adquirido, por tanto con fuerte inercia térmica, y así utilizan el tapial (muros de barro sin cocer) que cumple este cometido. ■

El clima y las soluciones arquitectónicas en el medio rural

Efrén y José Luis García Fernández

La gran dependencia que las soluciones de la arquitectura del medio rural tienen respecto al entorno físico en que están situadas se ha puesto de manifiesto sistemáticamente como una de sus características principales.

Recursos del medio y condiciones climáticas son variables fundamentales que se suelen introducir en los análisis de aquellas soluciones porque las culturas humanas se han desarrollado a partir de ellas.

En los primeros tiempos de estas culturas no cabía esperar que los reducidos grupos de nómadas tuvieran otra preocupación respecto a su habitación que conseguir un refugio por selección de los que le ofrecía el medio. Durante esta etapa selectiva el hombre desarrolló, probablemente pronto, sus conocimientos sobre el clima en cuanto a capacidad de respuesta que podían dar a él los habitáculos naturales de que podía disponer. La localización correcta de estos refugios respecto al agua y a los vientos y su conveniente orientación solar, debió ser tempranamente planteada y resuelta.

Probablemente, el primer resultado en cuanto a la aportación de calor a su vivienda lo consiguió el hombre por reunión en ella de varios individuos y por su

convivencia con animales de gran porte (bóvidos, équidos...). La gran superficie de irradiación calorífica y el enorme poder de transpiración de estos grandes animales domésticos constituyó siempre la más fácil y económica fuente de energía que no pudo desplazar siquiera la producción voluntaria de fuego.

Estos factores, localización, orientación, calor animal y fuego, fueron el gran bagaje que el hombre rupestre lleva consigo cuando decide liberarse de su dependencia de los refugios naturales, no siempre adecuados a sus progresivas exigencias y en tamaño y número insuficientes, a veces, para albergar los crecientes aumentos de los grupos de población.

Esta liberación de la dependencia del refugio natural abre nuevos caminos en la adecuación del hábitat al medio y al clima. El hombre tiene entonces la posibilidad de agrupar convenientemente sus habitáculos, concentrándolos o dispersándolos, para obtener sus propios espacios de trabajo, almacenamiento y recreo de modo que cada función se realice en las deseadas condiciones ambientales.

Esta tarea de ordenación general de sus construcciones tiene su prolongación en la de los campos de cultivo y pastoreo y su puntualización en la compartimenta-

ción interior de los edificios. Los primeros hombres sedentarios dan así los primeros pasos en las técnicas de la arquitectura y de la ordenación del territorio.

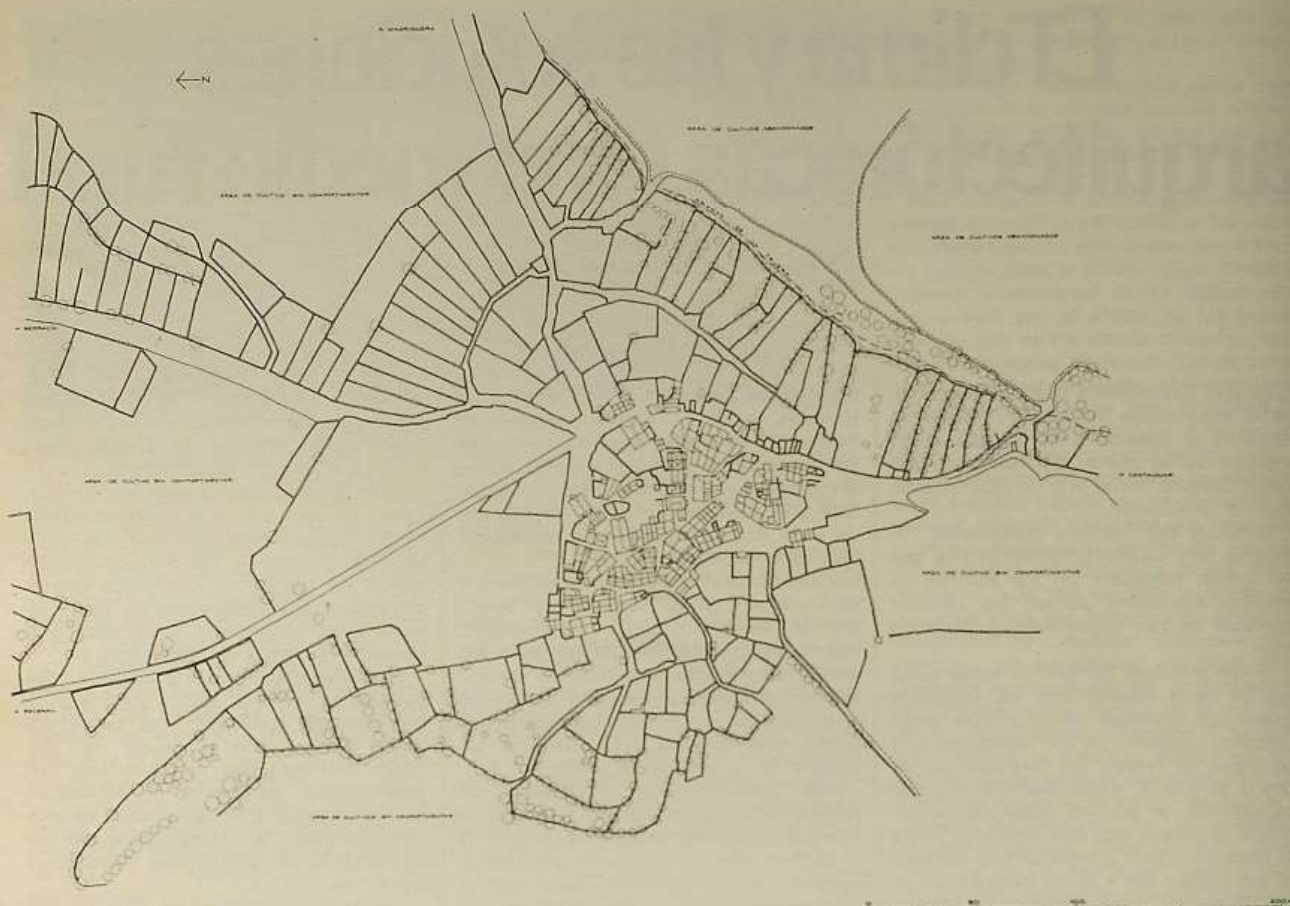
En nuestras aldeas y alquerías, en cortijos y caseríos y en algunas villas en evolución, pueden apreciarse aún con claridad las formas de resolver tradicionalmente las células de edificación correspondientes a explotaciones de grupo familiar y su articulación entre ellas para constituir unidades de orden superior.

El entendimiento de este lenguaje compositivo es siempre fácil a poco que se conozcan las actividades del sector primario, porque está expresado con una lógica profunda; las características del medio físico, las formas de explotación de sus recursos y las actividades complementarias, son las pautas sobre las que se expresa, sin que existan concesiones superfluas.

Los espacios públicos se articulan con flexibilidad y una correcta jerarquización: abrevaderos, fuentes, lavaderos, espacios rituales o de actividad comunitaria, suelen estar claramente localizados y resueltos con intención de crear el microclima más idóneo para cada caso. Pequeños matices en la resolución de estos espacios (retranqueos, voladizos, tramos cubiertos, ...)



Compartimentación espacial del entorno habitado. Campillejo (Guadalajara). Abril de 1975.



Composición general. El Muyo (Segovia). Junio de 1972.

que se escapan a la observación del espectador urbano, por hábitos de rigideces de escuadra y cartabón, son siempre una respuesta clara a imposiciones de clima y función.

En el tratamiento de los espacios privados de las células familiares, el virtuosismo en la creación de estos microclimas puede ser extremo, especialmente en los poblamientos de montaña; cada elemento (árbol, cerca, poyo, suelo, ...) está allí cumpliendo una función en este aspecto.

En todo este juego de composición general las cortinas de cercas y arbolado tienen un papel primordial, que se ha perdido por completo en el medio urbano. En ocasiones, el entorno próximo al núcleo de edificación es una prolongación del quehacer arquitectónico principal y el conjunto de ambos y de los retales de cultivo, de pastos y arbolado, es un texto completo del quehacer cultural de la comunidad correspondiente, en el que pue-

den leerse fácilmente las acciones correctoras del clima.

A nivel de composición espacial interna, los edificios del medio rural ofrecen soluciones de acondicionamiento climático cuyo origen se pierde en las indeterminaciones de la protohistoria y que van, desde regulaciones térmicas controladas obtenidas a partir de una correcta relación espacial entre los zaguanes y los corrales o patios interiores, hasta la debida ordenación de las piezas de una vivienda o de un edificio auxiliar (establo, heno, hórreo, etc.) respecto a las posibilidades de soleamiento o aireación naturales.

De lo anteriormente expuesto, antes de que el hombre rural haya alcanzado un desarrollo tecnológico importante en la construcción de edificios, ha recorrido un largo e importante camino en el aprovechamiento o transformación de las condiciones climáticas de origen, que pueden resumirse del siguiente modo:

- a) Localización adecuada de los asentamientos y edificios.
- b) Orientación conveniente para un buen aprovechamiento de la luz y del calor del sol.
- c) Utilización del calor animal y del fuego.
- d) Creación de microclimas adecuados a través de técnicas de composición espacial.
- e) Corrección climática general por actividades agrícolas y forestales en el entorno del núcleo habitado.

Como restos de las viviendas troglodíticas primitivas quedan en España innumerables ejemplos que continúan utilizándose y de los que son más conocidas las del área de Guadix y las del Sacromonte de Granada, por razones que no tienen que ver con nuestros planteamientos. Pero en grandes áreas hay asentamientos, más numerosos de lo que cabe esperar, que ofrecen múltiples variantes, no sólo en cuanto a la elección de los em-



Composición general. Lovios (Orense). Agosto de 1969.

plazamientos, sino también en los modos de mejorar las condiciones de habitabilidad del refugio. Las bodegas en cueva, aún más numerosas que aquéllas en nuestro territorio, tienen mucho que ver con ellas en cuanto a las técnicas tradicionales de resolución de los problemas de ventilación y acondicionamiento térmico.

La cueva habitada no es sólo una cavidad abierta en el terreno a modo de gran madriguera, sino que puede llegar a reunir condiciones óptimas de «confort». Se abre a un espacio anterior, acondicionado para que sirva de expansión a las actividades del interior y donde no suelen faltar pequeñas construcciones, en cueva o no, para almacenes y animales, con los muros de acompañamiento necesarios y algún árbol o parra que coadyuva a la consecución de un microclima adecuado.

Las piezas exteriores de la cueva, vestíbulo profundo y dos piezas, generalmente, tienen sus huecos de paso y luz como cualquier vivienda ordinaria y los patios,

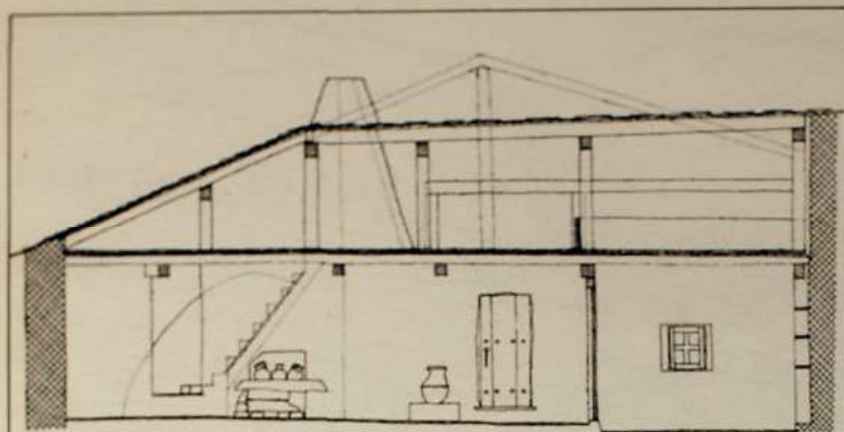
pozos, claraboyas, chimeneas y otros elementos excavados o superpuestos a la parte superior resuelven, con la misma o mejor efectividad, los problemas de aireamiento e iluminación natural de las piezas interiores que los sistemas más recientes de bloques de vivienda de nuestras ciudades o los profundos edificios característicos de los burgos medievales. En Benimamet y Paterna (Valencia), en Fuentidueña de Tajo y Estremera (Madrid), en Setenil y Arcos (Cádiz) y en Cubas y Jorquera (Albacete), por sólo citar algunos ejemplos distantes entre sí de nuestra geografía, pueden comprobarse los extremos expuestos y la fobia que existe hacia estas viviendas por considerárselas símbolo de atraso y pobreza.

La madera y las fibras vegetales fueron desde el principio, y por mucho tiempo, no sólo materiales exclusivos o fundamentales en la resolución de las arquitecturas rurales, sino también en la confección de todo tipo de utensilios y en la produc-

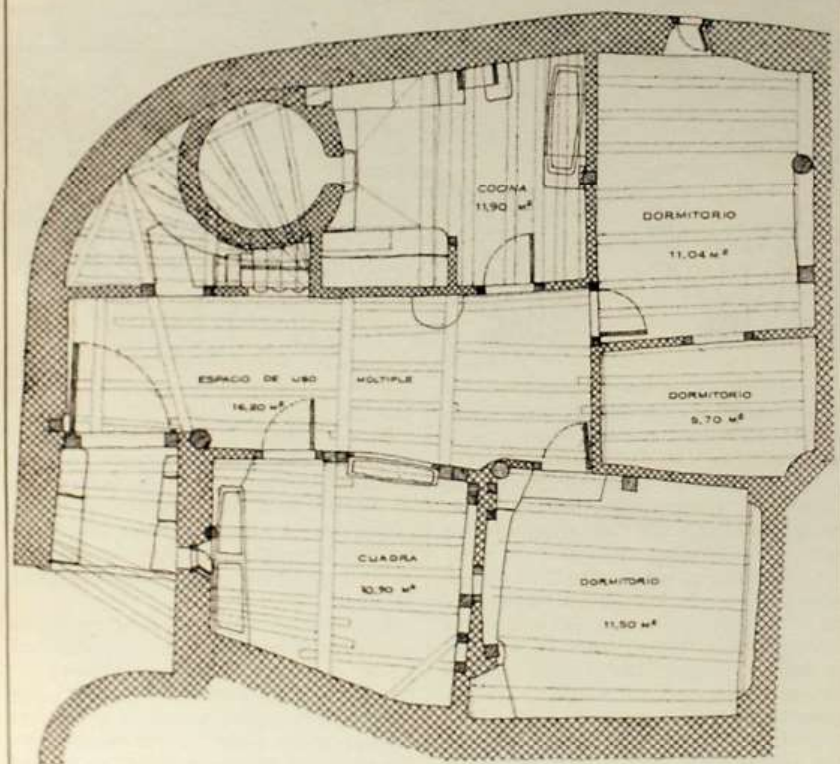
ción de calor.

Pueden conocerse en algunas comarcas españolas ejemplares interesantes de esta arquitectura vegetal, que si han perdido su unidad total por reformas ulteriores conservan, en mayor o menor grado, partes fundamentales que permiten conocer el comportamiento de sus soluciones ante el clima.

En este aspecto las pallozas de la sierra de los Ancares y de las montañas contiguas de Asturias y León, además de ser uno de los más ancestrales prototipos de nuestra arquitectura vernácula ofrece, ya en muy pocos casos, la convivencia continuada de personas y animales en un mismo espacio. La dureza del clima exige no sólo la presencia de otros dos focos de calor en este espacio único: el lar y el horno de pan, sino una cubierta con excelentes condiciones de impermeabilización y de aislamiento térmico dadas por una gruesa capa de densos haces de paja dispuestos sobre una estructura de forma



SECCION LONGITUDINAL



PLANTA BAJA ESCALA 1:50 0 2 4 6 8 10

Composición espacial interna. La Vereda (Guadalajara). Casa del espacio principal. Noviembre de 1977.

cónica y fuertes pendientes que se refuerza, en el área ocupada por el ganado, con el henar situado en un altílo. La ventilación se produce a través de la cubierta favorecida por la forma, y tiene posibilidades de regulación por apertura de los dos o del único hueco de paso, que llevan incorporado un ventanillo que suple la carencia de otro hueco de luz.

Si es difícil encontrar soluciones de cubierta y de convivencia en el mismo espacio de viviendas fuera de las ciudades (tejados de las barracas valencianas y de edificios auxiliares), si abundan aún, y fueron práctica corriente en el medio rural español, la utilización de los tres focos de calor en una misma vivienda, aunque el de los animales estaba siempre en la planta inferior, salvo que no existieran, y el horno de pan podía encontrarse en algunos casos en la planta alta.

También la regulación térmica y la renovación de aire por la cubierta es práctica corriente, aun en las construcciones de varias plantas, a través de la caja de escalera, de las juntas de los suelos de madera y de las irregularidades constructivas propias de las viviendas más modestas.

La escasez de huecos en los muros exteriores es característica frecuente en las más antiguas edificaciones de montaña y de climas extremos y más generalizada en las plantas bajas destinadas a establos y cuadras, donde suelen reducirse a pocas y diminutas troneras, en un afán de evitar pérdidas de calor.

Superada una cierta etapa de desarrollo, el interior de las viviendas se abre francamente al exterior en todo tipo de

Patio y galerías de una casa gallega. Manzanedo (Orense). Julio de 1969.



situaciones climáticas apoyándose en la práctica de la orientación y en la utilización de materiales transparentes y translúcidos (alabastro, vidrio, ...). Aparecen entonces, como respuesta semejante a la de los soportales, elementos superpuestos a las plantas altas de las fachadas orientadas al sol, que cumplen las funciones de secado de frutos y resguardo de paramentos y huecos, además de ofrecer una prolongación del espacio interior de condiciones óptimas para la realización de cierto tipo de actividades.

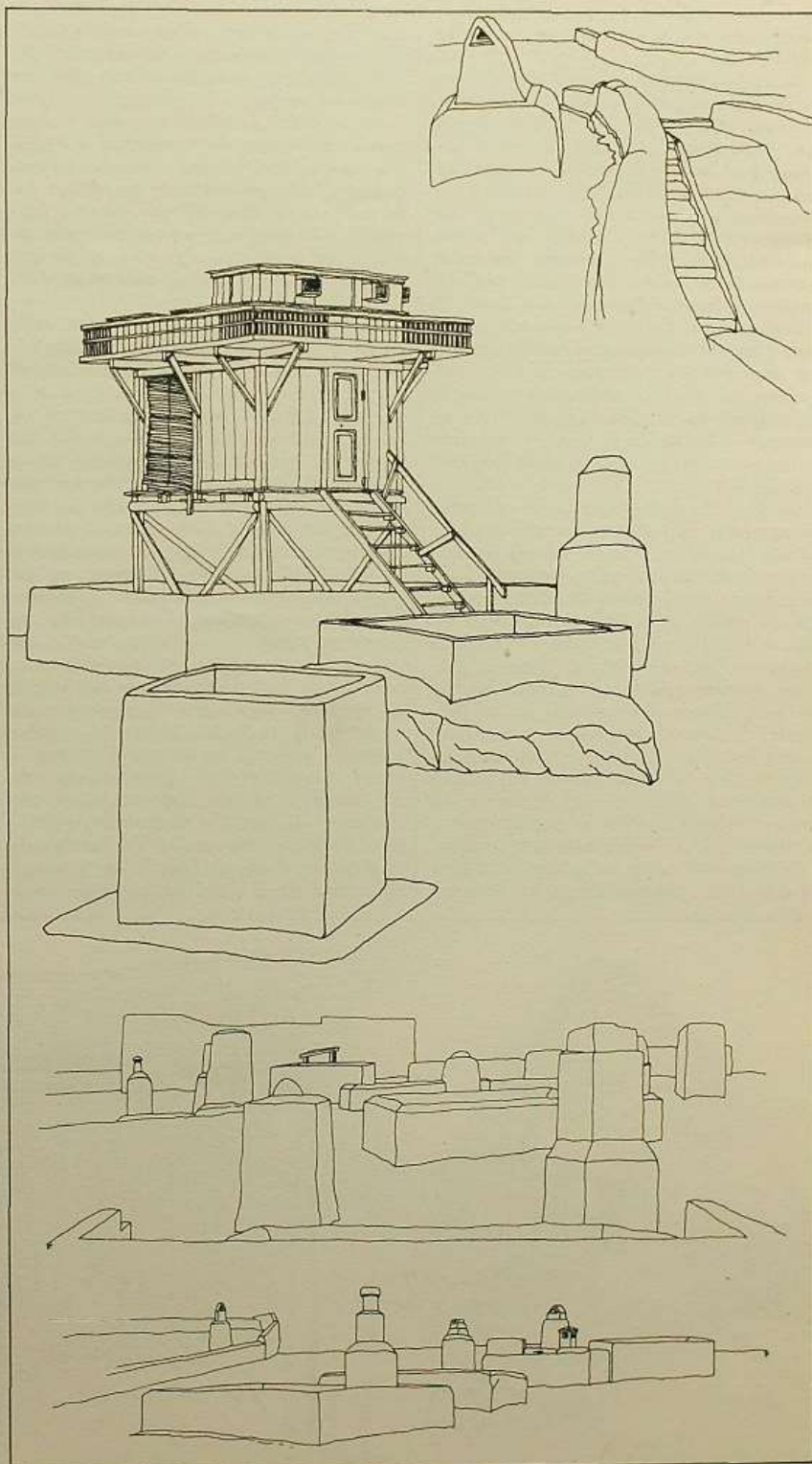
La madera es el material exclusivo utilizado en estas soluciones hasta que se generaliza, recientemente, el empleo del acero y el hormigón.

Desde el punto de vista climático estos elementos superpuestos evitan, no sólo la degradación de sus materiales por efectos de la lluvia y el hielo —como los aleros— sino la propagación de la humedad por capilaridad, llegando a proporcionar, en las soluciones de galerías, cámaras de regulación térmica muy efectivas y consiguiéndose, en todo caso, por dimensionado de los vuelos, la penetración de sol a voluntad, independientemente de la utilización de elementos secundarios: celosías, contraventanas, cortinas, etcétera.

Existe, además, una elevada serie de recursos que sería engorroso enumerar exhaustivamente pero que utilizados con carácter permanente o accidental, proporcionan otras tantas soluciones a los condicionantes climáticos: calles y espacios privados entoldados en los climas cálidos, emparrados altos en los edificios de todas las regiones y en espacios públicos de las tierras del Ribero...

En la edificación auxiliar y en las instalaciones preindustriales del medio rural pueden encontrarse todavía formas de utilización de los recursos energéticos disponibles, que, si en las segundas pueden no tener su origen en el medio, sí han sido asimiladas y transformadas en él hasta imprimirles un sello propio. Dentro de la arquitectura vegetal, los hórreos y paneras, los henares y pajares, y otros edificios auxiliares destinados al secado y conservación de productos agrícolas, muestran también soluciones eficientes en cuanto a la aireación y soleamiento, constituyendo las paneras y hórreos asturianos de madera toda una lección sobre normalización de elementos constructivos.

Los molinos de agua y de viento anteriores a la etapa industrial así como los escasos ejemplares que restan de las antiguas ferrerías y batanes, tienen soluciones mecánicas que son expresión patente del grado de virtuosismo alcanzado por los carpinteros de armar y del refinamiento tecnológico a que se llegó en los sistemas de aprovechamiento de los recursos



Elementos superpuestos a las cuevas. Paterna (Valencia). Enero de 1976.

de energía disponible (mecanismo de inyección de aire a los hogares de las ferrerías).

Si la arquitectura vegetal tiene plena vigencia en el medio rural —al menos en la resolución de las estructuras resistentes horizontales y de cubierta— hasta que llegan a él los materiales de construcción industrializados, es también cierto que en casi todas las comarcas predominan las construcciones, especialmente de viviendas, con estructuras verticales realizadas con muros de carga contruidos por materiales pétreos o terrosos del lugar. En cualquier caso, sean los muros de adobe, tapial, ladrillo, mampostería, sillería o mixtos de madera y cualquiera de estos materiales, su espesor proporciona siempre un aislamiento térmico excelente, que se refuerza en los casos en que esta solución constructiva se extiende a todas las crujiás del edificio.

Los forjados horizontales y las cubiertas se construyen en algunas comarcas, como en las Alpujarras, con el mismo sentido de pesantez que los muros de carga: densa estructura de madera sin escuadrar, losas de piedra sobre ella y relleno de arcilla o launa de buen espesor, para dar como resultado un conjunto impenetrable a los agentes climáticos. Estas cubiertas de las Alpujarras, escalonadas en las pendientes laderas, constituyen excelentes miradores sobre el paisaje y son espacios idóneos para el esparcimiento, el secado de productos agrícolas y el desarrollo de ciertos trabajos, supliendo perfectamente la escasez de espacios públicos amplios.

En otros casos, los materiales utilizados en cubiertas y pavimentos de los forjados

se asientan sobre una débil capa de barro arcilloso extendido sobre entablados o ramaje que coadyuvan a la mejora de las condiciones de aislamiento que dan los muros de carga.

No es difícil encontrar en éstos y otros casos chimeneas de ventilación y ventanas de pequeño tamaño, situadas en una pequeña sobrelevación de los muros exteriores, para aireación del espacio bajo cubierta cuando éste se utiliza como almacén de productos agrícolas, en el que son habituales los atrosjes para separación de aquéllos.

Nos parece inútil, por conocidas, referirnos a las relaciones que tienen las formas y pendientes de los tejados con el clima, pero sí queremos hacer una leve llamada sobre la importancia que se da en el medio rural a los efectos que las aguas de lluvia o las de fundición de la nieve y el hielo producen sobre los muros exteriores, que se combaten con cuidadoso tratamiento de los zócalos y otros recursos: canales o rozas perimetrales a la edificación, que se mantienen en correcto funcionamiento limpiando y desbrozando frecuentemente la vegetación espontánea; cortinas de mampostería de cuarzo lechoso a nivel del suelo exterior para evitar las humedades de capilaridad en los muros pizarrosos de algunas áreas de la Sierra de Ayllón, aleros de grandes vuelos y gárgolas de fábrica o de cinc...

Los revestimientos, generalmente de cal, aparecen en una etapa evolutiva relativamente avanzada y tanto como protección de los muros contra los efectos de la lluvia y relleno de huecos de la irregular mampostería ordinaria, como por razo-

nes de prestigio a partir de una supuesta mejora del aspecto exterior de la edificación.

En este somero repaso de las relaciones entre clima y soluciones arquitectónicas del medio rural no queremos dejar de hacer una referencia a la forma de resolver los focos productores del calor: glorias, hornos y cocinas.

La gloria se localiza principalmente en las provincias de Burgos, Palencia y León, y muy especialmente en la comarca de la Tierra de Campos. Su característica principal es la de proporcionar calor a través de los pavimentos, pero constituye también un eficaz sistema de refrigeración graduando convenientemente el tiro, con lo que satisface las situaciones climáticas extremas de invierno y verano.

Como es norma general en el medio, los recursos se utilizan con un gran sentido de la economía, de aquí que, a partir del monocultivo cerealista de aquellas comarcas, se emplee la paja como combustible básico, aunque puedan quemarse también, y de hecho se queman, legumbres sobrantes y madera.

Algunos autores consideran que su origen está en los hipocaustos griegos y romanos, aunque pueda parecer opinión apoyada en cómodos razonamientos historicistas.

La instalación general de una gloria es siempre la misma, con variantes secundarias consistentes en la forma de construcción y localización del hogar y en el trazado y número de los conductos de transmisión del calor. En las soluciones más populares el foco principal de calor tiene su parte superior elevada aproximadamente



Palloza de la sierra de Los Ancares. Agosto de 1971.



Horno en el interior de una vivienda. La Vereda (Sierra Ayllón). Noviembre de 1971.

un metro sobre el nivel del pavimento general de la vivienda, situándose sobre ella la cocina baja, con los escaños o las colchonetas colocadas a su alrededor para dormir sobre el área más caldeada.

En otras soluciones y, especialmente, cuando la cocina es foco calorífico independiente o se caldea solamente la «pieza de respeto», el hogar se localiza en el zaguán o al exterior del edificio, próximo a su entrada principal, y a nivel inferior al del pavimento general.

La solución de los conductos ofrece las siguientes variantes:

1. Un solo conducto que va directamente del hogar a la chimenea y que proporciona una transmisión calorífica lineal.

2. Un conducto principal que se inicia en el hogar y varios secundarios que entroncan en el primero y que distribuyen más uniformemente el calor en cada pieza, o son necesarios para caldear áreas más extensas.

3. Un conducto principal que recorre la parte central de cada pieza, con orificios que transmiten el calor a un relleno de piedra caliza en seco que ocupa la totalidad de la superficie a caldear.

En las soluciones tradicionales se emplean los siguientes materiales: el adobe en la construcción de hogares y conductos, el barro cocido en pavimentos y la chapa de acero en la tapa de registro del hogar, que suele ser de apertura basculante o de corredera. En otras más recientes se utiliza el ladrillo refractario en el hogar, el hueco doble o macizo ordinario en paredes de conductos, el hormigón en la solera de los mismos y la chapa de acero en su parte superior para que la

transmisión de calor sea más rápida, solución que ofrece el inconveniente del cuarteo del mortero o barro de asiento del pavimento en las zonas próximas al hogar, donde la intensidad del calor es más elevada.

El dimensionado aproximado es como sigue:

- a) Hogar: $1,00 \times 1,00 \times 0,70$ m libres.
- b) Conducto principal: $0,50 \times 0,40$ m.
- c) Conductos secundarios: $0,40 \times 0,40$ metros.
- d) Chimenea: variable, entre $0,20 \times 0,30$ y $0,30 \times 0,40$ m para instalaciones ordinarias.

Aunque la intensidad de calor varía sensiblemente entre el hogar y el conducto de salida de humos, ello se produce en las primeras jornadas de funcionamiento de la gloria en que se precisa una mayor activación del fuego, pero una vez conseguido un cierto grado de caldeo de paredes y techos, basta con una combustión lenta que amortigua aquella variación y reduce apreciablemente el consumo.

La cocina fue la pieza principal de toda vivienda rural; en torno a ella giraba la vida familiar, especialmente en época invernal. En nuestra literatura costumbrista hay referencias múltiples para conocer que al calor de su hogar surgieron y se transmitieron gran parte de las leyendas y tradiciones populares. En ella no sólo se condimentaban alimentos de personas y animales sino que se comía, se dormía y se debatía y decidía sobre el futuro de los intereses del grupo familiar.

Las cocinas de hogar bajo fueron solución única de nuestro territorio hasta que las económicas, que quemaban leña, se-

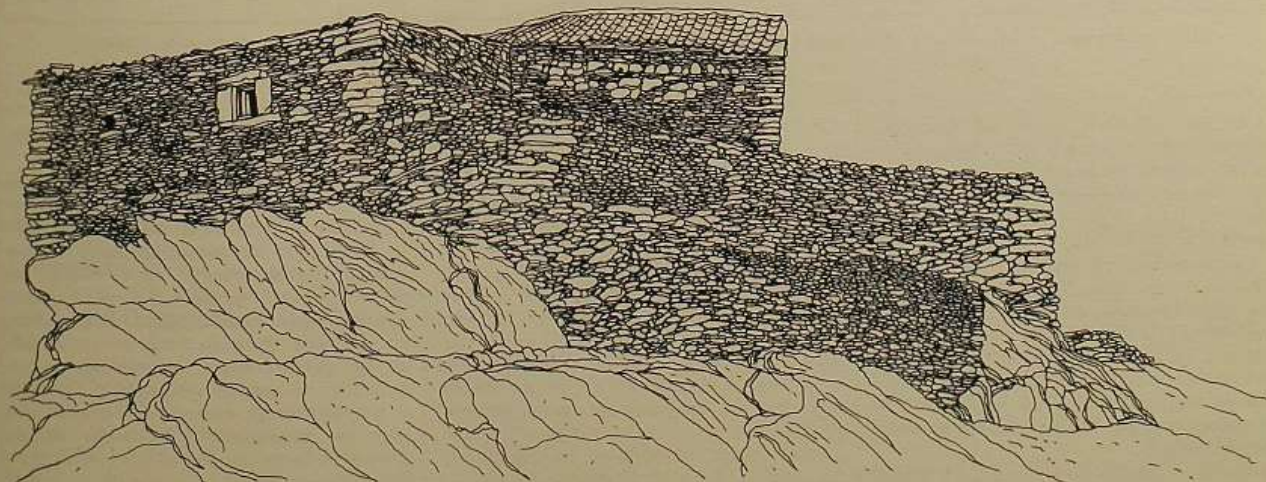
rrín y carbón, y más recientemente, las eléctricas y las de gas, las arrinconaron casi por completo, significando para el pueblo, las que aún se utilizan, un símbolo de atraso y pobreza, como las habitaciones rupestres y las mismas edificaciones rurales antiguas, sin considerar que su importancia como foco productor de calor no ha sido reemplazado en ellas con mediana efectividad, ni aun en los casos en que, como en las más recientes viviendas, no se ha compensado tampoco la pérdida de otras soluciones tradicionales efectivas de aislamiento o acondicionamiento térmico.

Existieron también desde antiguo, y se conservan en algunas comarcas del área mediterránea y aun en determinadas zonas de la meseta castellana, hogares complementarios fuera del edificio principal, en patios y corrales o adosados a alguna fachada de aquél, que se utilizaban en épocas de buen tiempo.

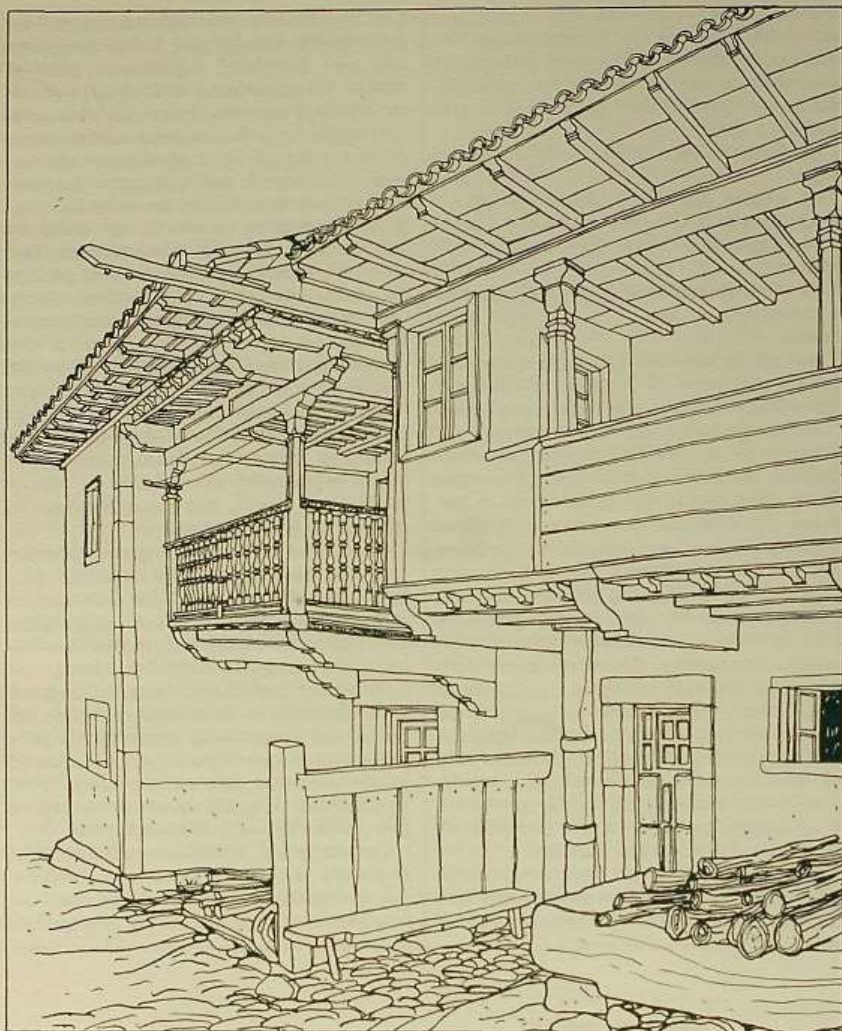
No faltaba el lar en ninguna construcción que se habitara más o menos permanentemente, como en las cabañas de pastoreo temporal continuado y en algunas edificaciones de uso recreativo: bolera cubierta de Hueto-Arriba (Alava).

La cocina tradicional tenía su hogar a nivel del suelo o ligeramente elevado sobre él; el fuego ardía sobre una losa o pavimento ligeramente resaltado sobre el de la habitación que, en gran parte o en su totalidad, ocupaba la campana bajo la que se desarrollaba toda actividad.

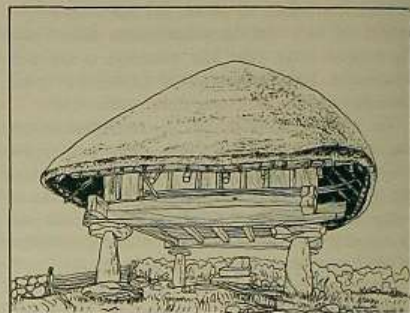
Las variantes sobre esta solución son pequeñas y más formales que funcionales, no faltando vasares y alacenas superpuestos o abiertos en los muros don-



Escasez de huecos exteriores en una unidad familiar de la sierra de Ayllón. Grado del Pico (Segovia). Abril de 1976.



Elementos superpuestos a las fachadas. Merodo (Asturias). Noviembre de 1969.



Hórreo y palloza en la Sierra de los Ancares. Agosto de 1971.



Calle emparrada. Fondevilla (Orense). Agosto de 1969.

de se exhibían toda suerte de utensilios de loza, barro o cobre o latón. Abundaban las soluciones de brazo giratorio de madera del que se suspendían la cadena y ganchos para situar y retirar los recipientes de la lumbre.

La cocina más generalizada en las áreas pinariegas de Soria, Segovia y Burgos, que Blas Tarazona y J. Tudela consideran derivada de las de los chozos de los merineros, suele tomarse como prototipo de las más características, aunque quizá más por la belleza plástica de su remate de chimenea que por la generalizada solución de conjunto.

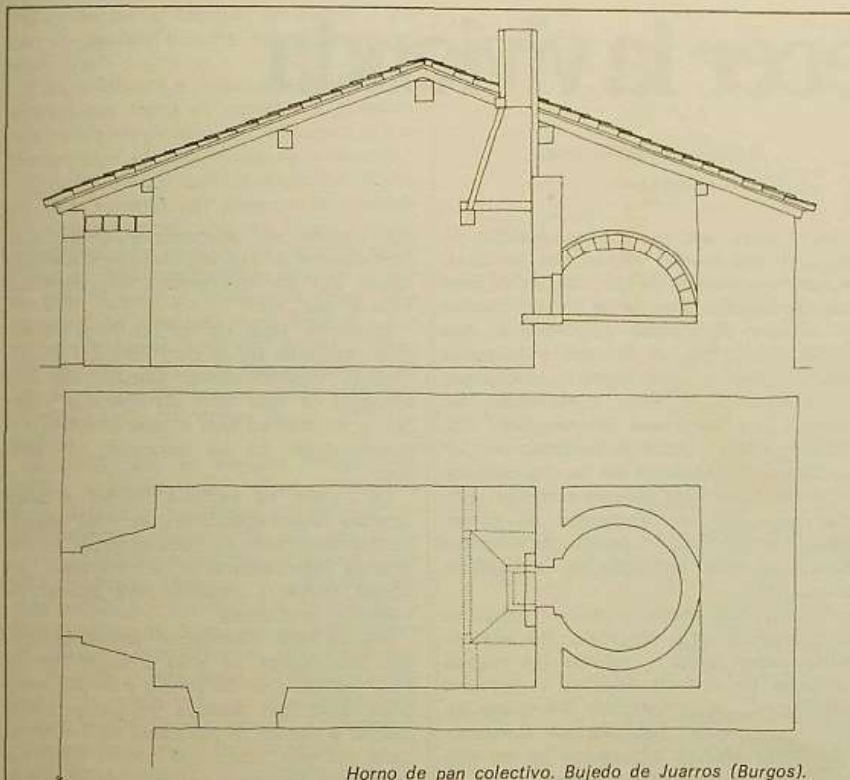
Las más singulares son las de planta cilíndrica, sobre la que se eleva un volumen cónico que es a la vez campana, con-

ducto y remate. En las de planta cuadrada el tránsito a la sección circular del cono se hace a través de un octógono estructural de madera sobre el que se apoya la campana-remate, constituida por elemental estructura de piezas de pequeña sección según la directriz cónica, sobre las que se teje un trenzado de varas de enebro, sabina o fresno. Este conjunto —el seto o cesto— se reviste exterior e interiormente con barro arcilloso, incrustándose en él pequeños trozos de teja por afuera, que dan un aspecto escamoso característico.

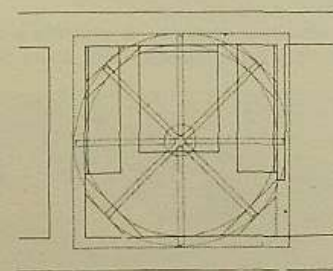
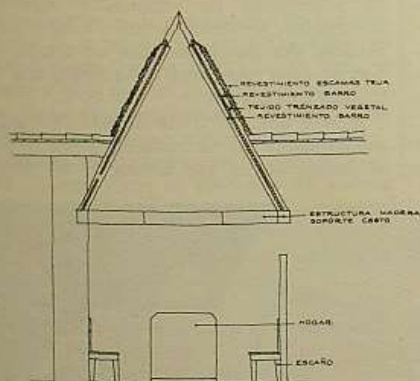
Las cocinas situadas en las plantas altas suelen elevarse alrededor de 40 cm del pavimento general para evitar la propagación del fuego a la estructura del piso

pero conservan, en general, las características descritas.

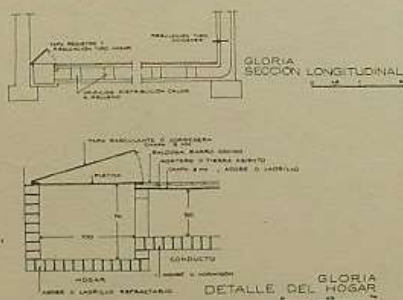
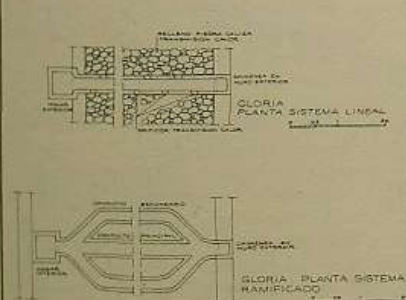
Los hornos de pan no faltaban en ninguna vivienda hasta que se adoptaron soluciones comunitarias y, más recientemente, hasta que se generalizó su comercialización. Solían situarse en el mismo espacio o en otro contiguo a la cocina, aunque no faltan localizaciones independientes de ella. Pueden haberse construido en las plantas bajas, englobando su volumen en el general del edificio principal o acusándose al exterior con forma casi siempre semicilíndrica. Cuando se sitúan al exterior de las plantas altas pueden ofrecer con el volumen de su hogar protegido con tejazos o con revestimiento de mampostería de sección semicircular,



Horno de pan colectivo. Bujedo de Juarros (Burgos).



Planta y sección de cocina pinarlega.



Planta, sección y detalle de gloria.

apeándose su vuelo al muro con jabalcones de madera y otros recursos estructurales.

En algunos pueblos de la sierra de Ayllón el volumen del horno aparece casi totalmente exento en el zaguán o en cualquier otra pieza con inesperada potencia plástica.

El frente del horno es un muro recto, generalmente de mampostería, al que se abre la boca y alguna hornacina para vajilla, sirviendo de resguardo al fuego de la cocina cuando están ambos en el mismo espacio. En este caso tienen campana y chimenea compartidas; en otros puede tenerlas el horno independientemente o evacuar los humos por un pequeño orificio situado en la parte más alta de la cúpula de su hogar, que se construye con adobe, revistiéndose al exterior con barro arcilloso para evitar pérdidas de calor.

Como resumen de lo expuesto puede decirse que la cultura arquitectónica rural ha planteado y resuelto —con los medios a su alcance inmediato y con criterios de economía muy estricta— los condicionantes impuestos por cada clima. Los resultados que encontramos son fruto de muchos siglos de experiencia continuada; cada solución ha ido transmitiéndose y afinándose a lo largo de generaciones hasta lograr resultados altamente satisfactorios.

El futuro de las soluciones arquitectónicas examinadas es poco esperanzador, tanto si se contempla desde el punto de vista de los efectos de la violenta regresión del medio, como desde el de la conveniencia de una actualización y potenciación de sus formas de producción que, de realizarse, se intuye sin planificación ponderada, o desde la consideración de las acciones colonizadoras de las fuerzas de presión socioeconómica de la nueva sociedad urbana, que no sólo sustraen los recursos humanos y materiales del medio sino que imponen en él, zafia o sutilmente, sus productos, infraestructuras y formas de vida interesadas.

En todo caso, se está produciendo la pérdida de conocimiento de procesos y resultados culturales importantes por falta de un estudio sistemático, que cada día es más preciso y urgente realizar y que no obsta, sino que favorece, el desarrollo de políticas de conservación y activación adecuadas. ■

NOTAS

Efren y José Luis García Fernández son autores del libro *España dibujada - Asturias y Galicia*, editado por el Servicio de Publicaciones del Ministerio de la Vivienda. Madrid, 1972.

Algunos dibujos que acompañan el presente texto corresponden a este libro, los demás son inéditos.

Padecer la vivienda

Rafael Serra Florensa

del I.C.A.S.

Resulta difícil y complicado ponerse a escribir hoy sobre cómo ahorramos energía en nuestras casas. Hoy, que es un día de agosto, en un pueblecito del interior, donde todo el problema está en el exceso de energía y no en la carestía de la misma.

En estos días la casa se cierra al sol y al calor (ventanas y puertas) y los muros van restituyendo lentamente el frescor acumulado en las horas de oscuridad y nadie piensa en gastar energía (gas, electricidad o gasóleo) para controlar la temperatura interior.

Es en estos casos cuando recuerdo de nuevo que, en la mayor parte de nuestro país y en una gran porción de los días de verano, primavera, otoño e incluso de invierno, las condiciones de clima exterior pasan, a una u otra hora, por las que pueden considerarse de confort.

Entendiéndolo así, qué fácil sería que nuestras viviendas, nuestros edificios fuesen como esponjas energéticas, recogiendo las buenas condiciones por poros abiertos en las horas adecuadas y cerrándose herméticamente al dispararse en uno u otro sentido las condiciones exteriores.

Pero no es así, ¿que va! Los edificios que en general habitamos presentan toscas respuestas a su función original de protección climática. Nos encontramos fre-

cuentemente con que las condiciones interiores son mucho peores que las exteriores; nos asamos de calor dentro de casa cuando bastaría colocarnos en una sombra al exterior para estar confortables; nos morimos de frío en oscuras y húmedas habitaciones, cuando bastaría colocarnos al exterior en un lugar resguardado del viento para sentirnos divinamente, etc. Este paradjico hecho lo conoce cualquier profesional consciente de la arquitectura, pero las soluciones, aunque sencillas, quedan fuera de sus esquemas de pensamiento en los frívolos aunque tecnificados conceptos de lo que debe ser la arquitectura actual.

No vayamos ahora a intentar descubrir el porqué de esta situación. No nos importa saber cómo y cuándo las nuevas técnicas de control térmico y lumínico permitieron desinteresarse del clima exterior y concebir edificios en abstracto, hoy cada vez más abstractos en las últimas tendencias formales, herencia del dibujo y la maqueta donde incluso los árboles son todos iguales. Veamos simplemente qué está pasando en las más vulgares y menos «arquitectónicas» construcciones, en las viviendas que vivimos y sufrimos día a día.

La situación es clara: la vivienda actual es ligera y poco aislada, pero sobre todo

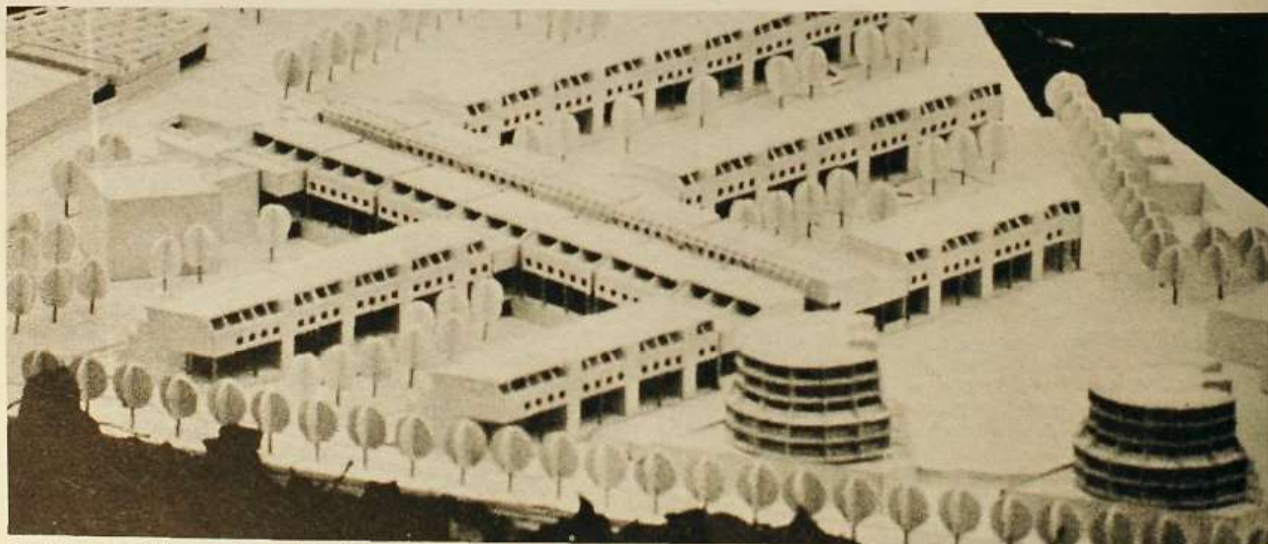
mal aislada, mal adaptada a las distintas necesidades de sus orientaciones, mal protegida del sol en verano, mal ventilada todo el año, etc.

Entonces, ¿qué se les ocurre a los sabios regidores de la construcción? Reglamentar, evidentemente. Cuando algo no funciona es más fácil prohibir que enseñar, y lo peor es que el que prohíbe, frecuentemente no ha aprendido él tampoco...

La receta es sencilla. Tómense unas cuantas reglamentaciones de otros países, espejo deformado de nuestra sociedad, bárranse adecuadamente y obténgase un cóctel, bálsamo curativo para aplicar en nuestros problemas.

Así de fácil, decreto de ahorro energético que obliga, no sólo a aislar por un igual edificios en Barcelona y en Torremolinos, sino que además obliga, prácticamente, a reducir la superficie de ventanas, cada vez más, hasta que incluso dejan de cumplirse las reglamentaciones mínimas de superficies de iluminación. Edificios compactos, herméticos que ya no pueden respirar por sus poros, que se ahogan en sus propios desechos de energía que no podrán evacuar.

Suerte que, es triste decirlo, las reglamentaciones no se cumplen y por ello la situación no es tan crítica y, en último



El profesional deja en manos de la sofisticación técnica, la protección climática. Hasta los árboles son de serie. Perdemos el sentido común.

caso, con cerrar también en verano y poner un aparato de aire acondicionado ya vale, ¿no?

Pero volvamos a nuestra vivienda. ¿Qué alternativas tiene el usuario, suponiendo que pueda elegir algo, al plantearse el funcionamiento energético de su vivienda?

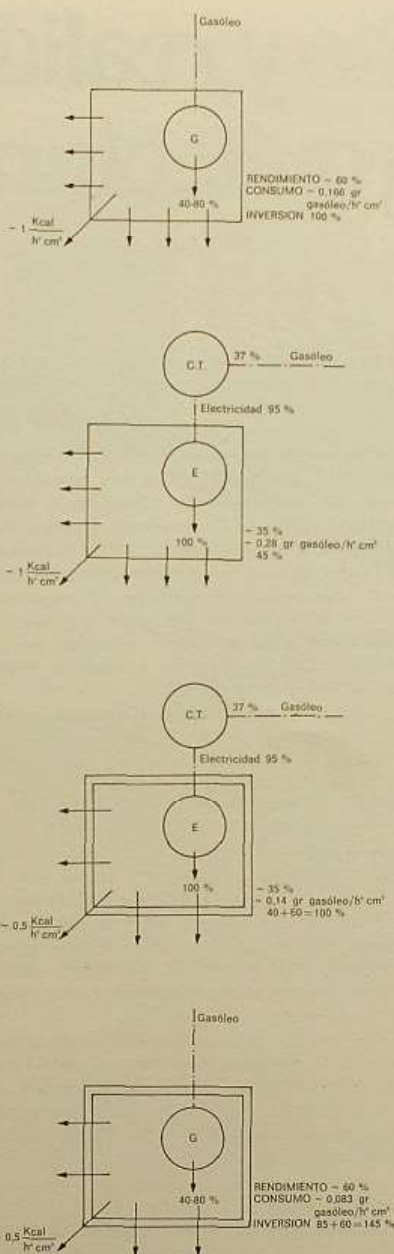
Escasas y poco convincentes. Puede elegir, por ejemplo, un sistema de calefacción convencional, sistema fiable y experimentado, con circuito de agua y radiadores y como combustible gasóleo o quizá gas, licuado o canalizado, algo más limpio. Esta elección representa sin embargo una fuerte inversión inicial, a cambio de unos costos de mantenimiento relativamente reducidos, especialmente para el gasóleo C, del orden de un 30 % inferior.

Asustado por el elevado presupuesto inicial, el usuario busca otras alternativas y se plantea, por ejemplo, un sistema por aire caliente, lógicamente con gas como combustible; este sistema le parece como más moderno (aunque en realidad sea más antiguo) y estudia sus costos. Si la información que posee no es muy buena es posible que le ofrezcan soluciones hasta un 25-35 % más baratas que la convencional; la única pena es que estas soluciones no funcionan: ¡vaya!, funcionar sí que funcionan, pero funcionan mal. Si se pretende conseguir una calefacción eficiente, que aproveche la ventaja de la rapidez de respuesta del sistema de aire respecto al de agua, que no estratifique las temperaturas en las habitaciones, etc., le costará igual que un sistema por agua, con un gasto de mantenimiento también similar (al caso del gas claro).

Desilusionado por estas opciones, o quizás asustado por el embrollo de montar una de estas aparatosas instalaciones en una vivienda ya construida e incluso habitada, se le ilumina la mirada cuando se le ocurre utilizar la electricidad.

Solución más limpia que ésta no la hay, ningún problema en pasar conducciones, máxime hay que reforzar el suministro y las líneas eléctricas, todo tipo de aparatos y sistemas a elegir, incluso invisibles detrás del enyesado de paredes o techos y sobre todo, ¡oh milagro!, más barato, ¡incluso más barato!..., hasta puede ser un 40 % del precio de la solución convencional. Pero todo tiene su truco; si se evalúa el precio del calor eléctrico en mantenimiento, resulta caro, muy caro, así como 2 o 3 veces el precio de otro combustible y por aquí desaparecen las ventajas de lo anteriormente explicado.

Por último, si desengañado de la técnica clásica y con nuevas aspiraciones ecológicas, nuestro protagonista vuelve a pensar en la fuente primaria de toda energía terrestre, el sol, y estudia el sistema de calefacción solar, descubre a poco que lo



Comparación de distintas posibilidades de instalación de calefacción en un edificio, variando el tipo de fuente energética (desde una convencional, «gasóleo C», a la eléctrica). Se observa el papel del aislamiento en los costos de inversión y mantenimiento, los rendimientos de las diferentes soluciones y el consumo base de combustible que será el factor a considerar en una política de ahorro energético. Es interesante constatar que con una inversión inicial similar, los casos 1 y 3 con combustible líquido y electricidad, respectivamente, son comparables simplemente empleando el sobrante económico, de la inversión en la instalación, en incrementar el aislamiento.

analice que:

a) Evidentemente el gasto de mantenimiento es prácticamente nulo (en la práctica un 40 %).

b) Dolorosamente la inversión es muy superior a la de un sistema convencional, salvo que la vivienda hubiese sido diseñada pensando en este tipo de solución solarizada, cosa que no ocurre casi nunca y que obliga a la adquisición de sistemas sobrepuestos, engorrosos y caros, que se amortizan al cabo de tantos años que ya se cae todo de puro viejo.

Pues, ¡menudo panorama!, y esto que sólo hemos comentado una pequeña parte del problema energético de una vivienda. No hemos hablado de aislamiento acústico, ni de alumbrado, ni de ventilación, ni siquiera del problema inverso al de calefacción, el del calor en verano.

Pero no nos metamos con todo ello; avancemos simplemente otro paso y hablemos del aislamiento térmico, dejando al margen la legislación y veamos qué papel puede jugar en el problema.

Aquí de repente podemos aclarar el panorama. Si partimos de los costos de una solución convencional y la sustituimos por otra más barata, por ejemplo, una eléctrica, pero empleamos la inversión ahorradora en mejorar el aislamiento de la vivienda, curiosa coincidencia, se igualan también los costos de mantenimiento. Incluso, yendo más allá y analizando el gasto primario de combustible en petróleo (que también se emplea para producir electricidad) con los rendimientos de las distintas transformaciones, resulta que las distintas opciones, a igualdad de inversión, también vienen a consumir aproximadamente el mismo combustible básico.

¿Y para esto tanto jaleo? Si todas las soluciones vienen a costar lo mismo, entonces da igual la elección, ¿no? Entonces es cuando debemos hacer intervenir otros conceptos y afinar más el estudio de cada caso particular. Es verdad que en términos generales no hay solución destacable, pero en cada caso, las circunstancias concretas de ubicación, régimen de uso, etc., pueden hacer claramente preferible una u otra solución. Aquí ya no hay fórmulas mágicas, se requiere estudiar numéricamente cada caso, diseñar teniendo en cuenta otros muchos parámetros además del de la calefacción, enfocar globalmente el problema del clima exterior y pensar que puede incluso prescindirse de la instalación fija de calefacción, si el edificio está estudiado para ello. Recordemos que, hasta hace poco, en gran parte de nuestro país muchas viviendas no poseían instalación de calefacción y funcionaban bien. La práctica obligatoriedad actual de colocar estas instalaciones viene más forzada por el deficiente diseño arquitectónico que por una mayor necesidad de confort. ■

Mito y realidad de la arquitectura solar

Jocelyne M. de Botton
Miguel Camps
del I.C.A.S.

El hombre, hasta ahora, y para su continua adaptación al medio en que se desenvuelve, va utilizando —de forma bastante irracional— elementos, sistemas y procesos constructivos para dominar su entorno más inmediato.

Este mal uso de los procedimientos de control ambiental, se traduce en un bajo rendimiento del conjunto de la vivienda, provocando, en la mayoría de los casos, situaciones de discomfort.

Tal déficit de planteamiento y de ejecución de los hábitats, obliga a la aplicación de energía complementaria que restablezca el equilibrio perdido entre el ambiente exterior y el ambiente interior.

Este aporte energético deberá ser tanto más importante, cuanto mayor sea la falta de idoneidad de las soluciones adoptadas en el diseño y construcción de la vivienda.

Para aplicar la energía a la edificación, es necesario recurrir a fuentes que, a través de un determinado rendimiento, nos permitan obtenerla de forma rentable. Actualmente, la energía propia a emplear en el control del ambiente edificatorio y de los servicios inherentes al mismo, se consigue gracias a las denominadas «fuentes convencionales». Pero, ¿hasta cuándo podremos seguir actuando así?

El problema que el consumo energético plantea hoy, es el del agotamiento de las fuentes básicas, ya que las necesidades mundiales de combustible se duplican cada quince años, y estas fuentes son lógicamente limitadas.

Una primera reacción frente a este hecho de la progresiva extinción de las fuentes convencionales es la de nuestro gobierno. Este ha promulgado una campaña de lucha contra el abuso en el consumo de energía, llamada «campaña de ahorro de energía», con todos los medios de que dispone: cambio de horario, publicidad en los medios audiovisuales, normas de uso, etcétera. Todas estas medidas actúan únicamente sobre el consumo y no en la fase de producción y distribución de energía. El ahorro que se obtiene frenando el consumo de energía, es injustificado si paralelamente a él, no se lleva a cabo una

política energética que se base en el empleo integral de los procesos de distribución y producción de la misma.

Siguiendo con la correspondencia consumo-disponibilidad energética, y haciendo un breve análisis de lo que representa este fenómeno social —consumismo energético— frente a las reservas de recursos no renovables conocidas, se nos evidencia el compromiso que hemos contraído con las generaciones venideras, la responsabilidad de evitar el cataclismo que supondría para ellas el verse privadas de la obtención y del uso de la energía necesaria para poder vivir.

Tenemos, por lo tanto, el deber de encontrar y rentabilizar nuevas fuentes de energía alternativas a las ya conocidas, por encima de cualquier interés, ya sea éste individual o colectivo.

Frente a estas fuentes extinguidas, existen fuentes de energía «renovables», que hoy llamamos alternativas, como son la eólica, la solar y la del aprovechamiento de residuos orgánicos. La explotación de estas fuentes puede ser continua e indefinida, sin peligro de extinción, salvo, naturalmente, que se produjera una debacle cósmica.

De todas ellas vamos solamente a hablar de la energía solar dada su más fácil e inmediata posibilidad de aplicación a la edificación que los otros tipos alternativos, así como al mayor «conocimiento» popular que de ella se tiene.

Energía solar

Una tercera fuente de energía la constituye el sol. El sol que tanto nos preocupa o nos debería preocupar, cuando analizamos la orientación que debe poseer una habitación determinada en una vivienda, o cuando con complejos heliógrafos estudiamos sus horas de incidencia, que nos marcan determinadas normativas y reglamentos; es el mismo que a continuación olvidamos.

Para calentar agua, por ejemplo, recurrimos a sistemas energéticos convencionales con grandes costos de implantación y, sobre todo, de mantenimiento. La tendencia actual, en el campo de la protec-

ción ambiental, llega a despreciar un apartado importante como es la adaptación al medio físico local.

La arquitectura estándar no toma en cuenta la especificidad ambiental de una ubicación, construyendo en regiones con climas muy distintos (climas nórdicos y climas mediterráneos) los mismos tipos de edificación, complementándolos con sofisticados sistemas de control energético del ambiente.

La adaptación al medio físico se olvida así a cambio de satisfacer necesidades pseudoculturales y simbólicas (muros cortina, azoteas planas, etc.).

Sabida es la importancia del sol y en definitiva la de la energía irradiada por él sobre cualquier ciclo físico, químico o biológico.

Tal energía radiante se transforma a su vez en otras formas cuando las radiaciones son absorbidas por diferentes cuerpos en los que incide, pudiéndose obtener principalmente:

a) Calor, cuando un haz de radiación solar cae sobre un cuerpo absorbente.

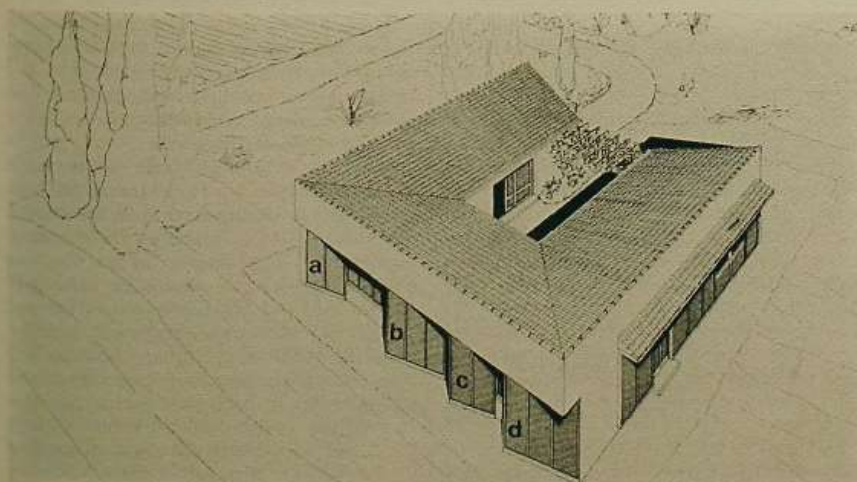
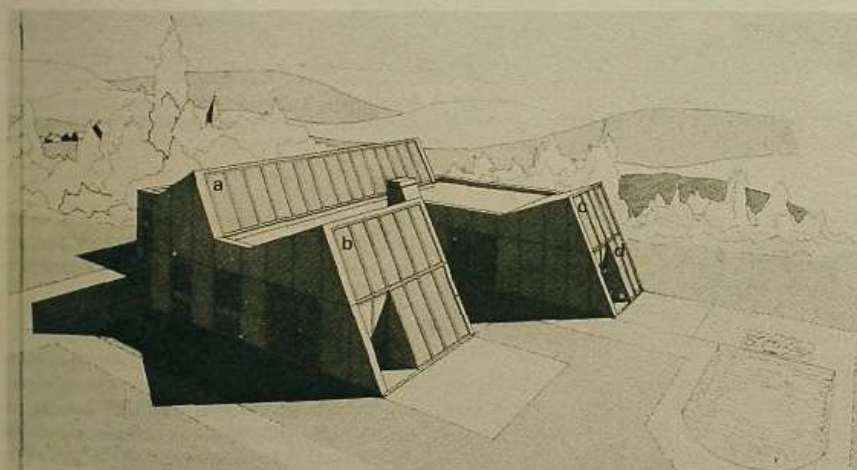
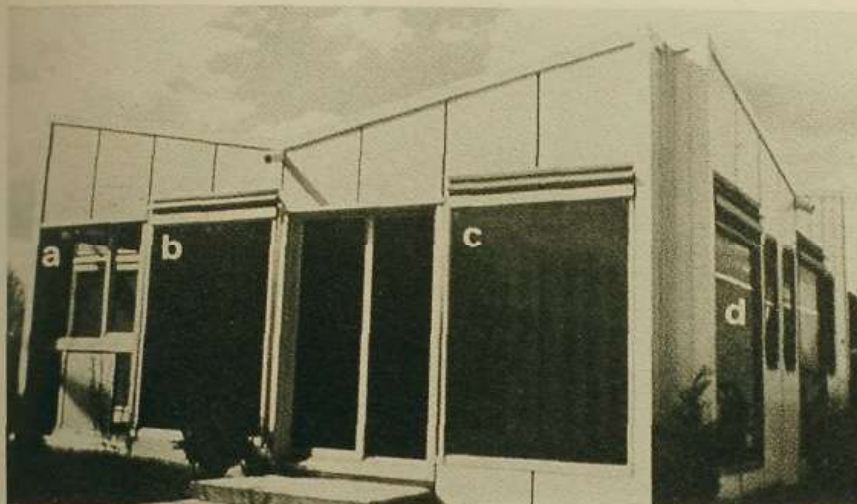
b) Energía eléctrica, mediante células fotoeléctricas.

c) Energía química por fotosíntesis, electrolisis del agua, etc.

Siendo a partir de estas transformaciones cuando se obtiene energía mecánica. Esta considerable energía que está a nuestra disposición si sabemos aprovecharla, es captada por la tierra y contribuye a mantener la superficie terrestre a una temperatura de 290°K (17°C) y a crear las corrientes marinas, los vientos y las precipitaciones, interviniendo también en los procesos fotosintéticos vegetales.

Es una realidad a considerar el hecho de que en España, y por cada metro cuadrado de superficie, se recibe horariamente de 0,20 a 0,30 kw de promedio anual de energía solar. Esto equivaldría a poder mantener encendidas tres lámparas de 100 w continuamente.

La arquitectura solar intenta aprovechar esta capacidad energética del sol y llevarla al interior de los hábitats. En una palabra, robar al rayo de sol su energía y convertirla en «bienestar».



En la fotografía superior prototipo de casa «solar» de J. Michel que fue presentada en la feria de París. Vivienda aislada de 95 m² con un volumen total de 257 m³ y cuatro piezas. Los cuatro paneles verticales a, b, c y d totalizan 33 m² y están emplazados delante de los colectores, permitiendo, de este modo, la termocirculación natural de aire. Los dos proyectos inferiores, del mismo arquitecto, son variaciones sobre el mismo tema.

Fijada la radiación solar y almacenada bajo la forma de calor, y para distribuir-la en la vivienda, el sistema siempre trata de conseguir el mismo fin: producir, además, una energía mecánica que favorezca la circulación de aire caliente o vapor de agua.

Se nos podría preguntar con cierto aire crítico... «cuando no hay sol o cuando es de noche, ¿se interrumpe por ejemplo, el servicio de agua caliente sanitaria?».

Está claro que durante la noche o en los días cubiertos o lluviosos, esta cantidad de energía que proviene del sol deja de llegarnos y, por lo tanto, deja de funcionar todo el sistema de captación. La solución adoptada usualmente en cualquier complejo o instalación de energía solar es la de incorporar al conjunto una determinada energía de apoyo (corrientemente eléctrica) que mediante acumuladores térmicos mantengan la temperatura adecuada del agua.

Para el funcionamiento de este sistema de apoyo bastará con aplicar una pequeña cantidad de energía supletoria. El valor de esta energía frente al coste de la energía primaria —el sol— y frente al efecto conseguido, es muy pequeño, representando un ahorro considerable al cabo del año.

Lo único que restaría para la puesta en práctica, a nivel general en las viviendas, de esta fuente de energía alternativa, sería conseguir la asequibilidad económica de los elementos constitutivos —en la actualidad en el mercado— de la instalación, por una parte y por otra el «consenso» de muchas entidades y estamentos que verían peligrar su estabilidad en el juego diario de la vida.

El ahorro que se obtiene frenando el consumo de energía es injustificado si paralelamente a él no se adopta una política energética que se base en el empleo integral de los procesos de distribución.

Mito y realidad de la energía solar

A través del paso del tiempo, el hombre ha soportado sucesivas «crisis» en la obtención y utilización de materias energéticas; «crisis» de la madera, del carbón, del petróleo... «Crisis» que en el momento de producirse, han obligado al hombre a obtener recursos totalmente innovadores, marcando una «era» dentro del desarrollo de la humanidad.

Antes de la revolución industrial, se usaba la madera como material energético dominante. El considerable desarrollo de las fuerzas productivas desde fines del siglo XVIII, supuso en materia energética una producción y un consumo industrial masivos.

La revolución industrial comporta ingenios y mecanismos, en los que la aportación energética de la madera es insu-

ficiente, provocando la obtención y el aprovechamiento del poder calorífico del carbón. Al mismo tiempo, las ciudades crecieron y se desarrollaron más allá de sus murallas; el hábitat dejó de ser «natural», para formar parte de tramas cada vez más consolidadas y más dependientes de recursos energéticos nacionales. La autonomía económico-energética de los pueblos rurales, se transforma en la sumisión económico-energética de los actuales espacios urbanos.

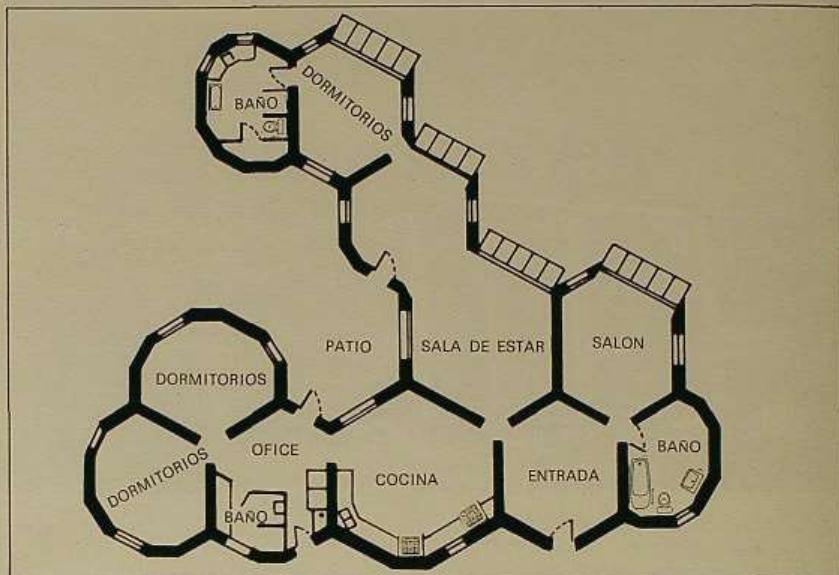
En la actualidad, la «crisis de energía» ha servido como señal de alarma, provocada quizás intencionadamente antes de su aparición real en el tiempo, para poner en marcha un plan energético (inversión, investigación, nuevos recursos, desarrollo tecnológico, restricciones...). Plan que ensaya con unos treinta años de adelanto, una serie de mecanismos correctores en el uso y producción de energía.

Como en los cuerpos vivos, las construcciones poseen redes de alimentación; flujos de aire, de agua, de sustancias orgánicas e inorgánicas y de energía cuyo elemento motor está directa o indirectamente accionado por el SOL, hecho que queda olvidado.

La crisis de la energía ha servido para concienciar a algunos profesionales y usuarios (arquitectos, urbanistas, biólogos, ecólogos...) del hecho de que calentar, ventilar, alumbrar, etc., no son sólo funciones de instalaciones específicas que complementan la arquitectura y mejoran el confort del hábitat. Estos profesionales recapacitan sobre las fuertes dependencias de los sistemas energéticos en sus obras, para llegar a descubrir «sus propias dependencias» dentro de la estructura social. No es por casualidad, que la energía centralizada como imagen del poder, debe almacenarse y distribuirse a los que la aceptan. La energía posee raíces histórico-políticas que fomentan la sumisión y dependencia de las edificaciones en las ciudades.

Sabemos que no es indiferente el hecho de usar energía del petróleo o energía nuclear. Utilizando una u otra, nos solidarizamos con su círculo económico, y por lo tanto, con el objetivo político que lo complementa y apoya. Además, observamos que las unidades productivas de energía son cada vez mayores, lo que está en contradicción con los objetivos de la energía solar. ¿Cómo explicar este crecimiento?

Si la producción marginal del capital sigue aumentando, implica la necesidad de centros de producción cada vez mayores, lo que quiere decir que en nuestra sociedad, la noción de rendimiento es, en sí misma, un objetivo. Esta será una de las explicaciones que podemos dar a los mo-



Steve Baer —diseñador, matemático, inventor— ha creado para él y para su familia esta casa solar emplazada encima de una colina, en Albuquerque (Nuevo México), compuesta por 11 «células» polidérmicas.

vimientos de centralización energética.

Centralización que lleva consigo una concentración, y por lo tanto el uso urgente y vital de la energía nuclear que sustituirá las demás fuentes fósiles que no podrán satisfacer la demanda dentro de algunos años.

La política de centralización necesita de la energía nuclear así como necesitará después de agotada ésta, de cualquier otra que la pueda sustituir y asumir sus funciones. En España, escasean el carbón y el petróleo, pero hay un 3 % de reservas conocidas de uranio. Esta realidad conjuntamente con los intereses de las grandes multinacionales, convierte en objetivo «nacional» prioritario, la puesta en servicio de las centrales en construcción.

Pero si rompemos con el sistema, lo que equivale a cambiar estos mismos objetivos, que permiten el mayor desarrollo urbano de las grandes ciudades y el abandono total de las áreas rurales, por los que se lucha en el mundo actual, por otros objetivos distintos, se hará posible la descentralización que será sinónimo de autonomía y de independencia energética concretándose en una libertad de acción por parte de todos los que lo deseen. Únicamente a partir de aquí, podremos considerar que la energía solar es viable y en arquitectura nuevamente concebible. Asegurando sólo de este modo un control climático de los espacios cerrados, utilizando la intervención directa de los flujos energéticos de origen solar.

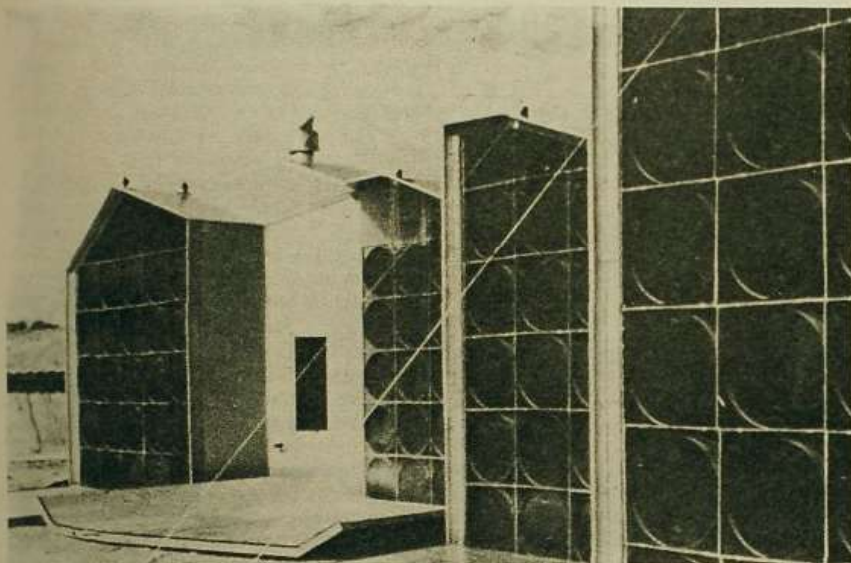
Por si no creemos o no aceptamos la

rotura del encadenamiento energético actual, la energía solar se limitará a ser un elemento de moda, pasajero, con carácter de mito y de pura experimentación.

... «Introducir el sol, es el nuevo y el más imperativo deber del arquitecto», dijo Le Corbusier en la Carta de Atenas. Este es el objetivo de los defensores solares: usar ahora la energía que está a nuestra disposición sin esperar millones de años para volver a tener gas y petróleo en cantidades aptas al consumo.

En el actual sistema sociopolítico, fijaremos una nueva escala de valores, de modo que la descentralización esté por encima de la noción de rendimiento. Así, podremos llegar a establecer la nueva realidad energética del sol.

¿Por qué la energía solar se entiende de forma ficticia y prácticamente inalcanzable? Es justamente, porque los países industrializados, al principio *incrédulos* y *desconfiados*, se dieron cuenta de que esta energía era una alternativa ideal para contrarrestar el desánimo provocado por las protestas contra el desarrollo nuclear. Además, tenía la ventaja de poderse utilizar comercialmente. Las grandes empresas que, con la bendición y el apoyo económico del poder público, estandarizaron los «colectores solares» para el posible uso individual o colectivo (obtención de agua sanitaria, principalmente), provocaron en gran parte la desconfianza de los usuarios que apreciaron en esta novedad la venta de aparatos de alta tecnología, de precios elevadísimos, por sus altos costos



Fachada sur de la casa ecológica de Steve Baer, constituida a base de bidones llenos de agua y pintados en negro. De este modo por la noche se transmite al interior el calor acumulado en el día al mismo tiempo que se elevan los paneles móviles.

de producción y mantenimiento, de complicado funcionamiento y con un uso casi idéntico a los típicos termos eléctricos o a gas.

Aparentemente, una arquitectura no diferenciada, que posibilita el uso de esta tecnología «dura», parece ser una arquitectura que sólo puede relacionarse con un *status* de clase importante o bien con una agrupación de investigación que la usa para su propio bienestar.

Esta arquitectura activa que se centra en sistemas activos, utilizando equipos separados (colectores, ventiladores, bombas, acumuladores, movimientos de fluidos...) es también la que tiende a facilitar y reducir los problemas de los arquitectos y de la sociedad, posibilitando el ahorro de las energías básicas sin romper con el sistema.

Recordemos los comienzos modestos de los inventos que nos hicieron temblar años atrás: el coche, el hormigón... El rápido desarrollo de éstos, nos proporcionaron un considerable bienestar.

Quizá, la arquitectura solarizada, en la cual se opte por los modelos estándar, colectores en el tejado, muros cortina solares, cristales antirreflectantes, pueda algún día compararse con el coche que está actualmente al alcance de todas las clases de nuestra sociedad la cual se basa en los diferentes modelos y marcas para aumentar el consumo del mismo. En realidad, la arquitectura activa introduce un pseudocambio limitado en el *modus vivendi* a causa de los sistemas de distribución

de energía dominante.

La enfatización de la arquitectura solar se produce también en el momento en que se haga una distinción al introducir la arquitectura pasiva. Arquitectura basada en el concepto global de la envolvente y que no recurre a los sistemas adicionales, tendiendo más bien a eliminarlos.

Nunca existió una arquitectura tradicional anticlimática. La historia nos enseña que los diferentes factores preexistentes fueron generalmente tomados en cuenta. La implantación de una arquitectura, basada en los productos de la industrialización y en la moda, obligó a perder los hábitos arquitectónicos de las regiones.

Esta pérdida se halla presente en toda la arquitectura contemporánea convencional que, por desconocidas necesidades, tiende a transformar el ecosistema y si es posible a destruirlo.

Como respuesta a este fenómeno, se inscriben investigaciones de carácter utópico para muchos, pero que visionan el uso independiente de las tecnologías «dulces» (energía solar, eólica...) transformando estas energías en libertarias, en relación con el sistema comercial dominante. Estas tecnologías, recurren a una práctica sencilla y a un rendimiento parecido al de los elementos industrializados y costosos. Los bricolajes ingeniosos, tales como los sistemas de captación y acumulación de radiación para producir agua sanitaria caliente, o las eólicas construidas con materiales recuperados, y también el uso de muros de adobe, de bidones o de contai-

ners de fluidos para recuperar y transmitir el calor, son el eco de los conceptos tecnocráticos y autárquicos, usados por los profesionales de la contracultura, que combaten la cientificación y la uniformidad de la arquitectura. Uno de los *hándicaps* que puede representar el uso de estos elementos es que se clasifique a los profesionales y seguidores que trabajan en este campo, como defensores ecologistas. Pero, lo que pregonan es realmente sólo el resultado del análisis crítico sobre la situación de nuestras actuales fuentes fósiles.

La integración de las energías naturales en el hábitat bioclimático posibilita la creación de espacios y zonas comunitarias diferentes en la arquitectura. El uso de una tecnología de sistemas pasivos, cuya concepción arquitectónica es la conjunción total de la obra con los principios de radiación, así como la obtención de un bajo coste de mantenimiento y funcionamiento, produce la aparición de una arquitectura insólita y fuertemente singularizada que suele ser el objetivo pretendido.

Sensibilizar a las nuevas generaciones de arquitectos, ingenieros, así como a los que ostentan la capacidad real del poder decisorio en las grandes empresas, es la meta deseada para potenciar la armonía perdida de los sistemas y formas de producción ya envejecidas por la crisis actual.

Es posible pensar también que, partiendo de la utopía de Thomas Moro, pasando por el *falansterio* de Fourier, Saint Simon o Drop City, se llegue a la utopía de la central termonuclear (energía solar) de Arthur Little o del doctor Glaser, de realizar un satélite solar, de unos quince kilómetros y 100.000 Tm., para captar energía solar por encima de la atmósfera y enviarla a la Tierra en forma de microondas. Estas ondas, serían recogidas en una central de siete kilómetros de diámetro y transformadas en una corriente industrial continua, con una potencia de 5.000 Mw. Pero nuestro objetivo es que esta utopía se conserve como una historia más de la ciencia-ficción. El uso directo de los flujos energéticos derivados de la radiación solar será entonces la realidad alcanzada para permitir la descentralización, la gratuidad y la no contaminación de nuestras metrópolis postindustrializadas.

No se destruye un modo de producción económico, al apoyar una tecnología. Pero, anteponer un tipo de energía a otro es, evidentemente, un cambio político. Es escoger, entre una sociedad hipercentralizada, con un consumo energético masivo y una sociedad libertaria, defensora de los medios naturales y descentralizada que permite el uso autónomo de la energía solar. ■

La arquitectura solar y el proyectista

Andrés Medrano

En los países industrializados, situados en climas templados-fríos la calefacción constituye el consumo energético más importante en los edificios, e incluso llega a representar una parte sustancial del total de energía consumida por el país.

Por otra parte, la calefacción de edificios, como aplicación de baja temperatura es la manera más sensata y rentable de utilizar la energía solar. El encarecimiento de los combustibles convencionales y el avance de la tecnología solar ha puesto de actualidad el tratamiento del problema energético en relación con los edificios. Sin embargo, la introducción que se está haciendo de esta energía en relación con el campo específico de la arquitectura puede producir cierta desorientación entre los técnicos de la construcción, arquitectos y aparejadores, que no van a saber exactamente cuál es su campo de actuación.

El presente trabajo pretende ser una modesta aproximación clarificadora de la problemática energética referida al campo de la edificación y más concretamente a la calefacción en edificios de nueva construcción. El objetivo es desmontar algunos tópicos y prevenciones motivadas por la carencia de una suficiente información actualizada sobre el tema.

La «casa solar»

Todos vivimos en casas solares, dice Denis Hayes.¹ Un maximalista diría que casa solar es aquella que recibe del sol la totalidad de la energía que necesita. Entre la generalización de Denis Hayes, por otra parte muy oportuna y esclarecedora, y el absurdo del maximalista podemos encontrar un amplio término medio que defina como casa solar aquella que conscientemente haya sido diseñada y/o equipada para aprovechar una cierta cantidad de energía solar.

Definición de los sistemas de energía solar en la edificación

Las dificultades que surgen continuamente en la definición de los diversos sistemas se derivan principalmente del error que supone clasificarlos según su morfología y funcionamiento. Uno de los requi-

sitos clásicos de un sistema pasivo es que no tenga partes móviles. La pureza del sistema se ve así en peligro cuando se añaden ventiladores o *bead-walls* a una pared de Trombe-Michel y no digamos lo que ocurre con el techo corredizo del sistema Skytherm de Harold Hay. Otra definición no menos clásica de los sistemas pasivos exige que el colector sea al mismo tiempo el acumulador de calor. Esta definición es muy poco precisa si consideramos que todas las edificaciones tienen en su masa térmica un colector y un acumulador de energía solar, con lo que llegaríamos a la conclusión de que todos los edificios utilizan sistemas pasivos. En el otro extremo, existen sistemas activos como el colector-diodo de MIT que, por llevar el acumulador incorporado, resultan ser híbridos de activo y pasivo.²

Para facilitar la argumentación de este trabajo se ha dividido la arquitectura solar en tres niveles, diferenciados por la consideración de dos índices objetivos: la jurisdicción de los profesionales (arquitectos/ingenieros) y la economía del sistema.

Estos niveles serán:

a) Arquitectura energéticamente eficiente³ como labor del arquitecto sin coste adicional en la construcción si exceptuamos el aislamiento. Soluciones de diseño, orientación, selección de materiales. Ganancia solar a través de las ventanas, etc. Aislamiento.

b) Sistemas pasivos como ampliación de la labor del arquitecto. Utilización de paredes de Trombe-Michel, paredes de agua, paneles termo-sifónicos, etc. Moderada utilización de mecanismos como ventiladores, paneles aislantes automáticos, etcétera. Coste moderado con escasa inversión adicional.

c) Sistemas activos como campo específico de la ingeniería de climatización. Colectores planos, tuberías, termostatos, bombas, grandes depósitos acumuladores, etcétera. Labor del arquitecto reducida a mero prescriptor del tipo de colectores en función de la estética. Adaptación de los colectores bajo tres criterios generales. Expresionismo solar con ostensible pre-

sencia del sistema, simple ocultación mediante dientes de sierra en cubiertas horizontales y colectores como parte integral de una cubierta inclinada adecuadamente.

Consideraciones económicas

La economía de la energía solar en calefacción depende básicamente de dos parámetros: el que resulta de la climatología del lugar (necesidades de calefacción/insolación) y el coste del combustible o fuente convencional.

En el estado actual de la tecnología de almacenamiento del calor resulta impracticable la obtención de calefacción solar al cien por cien lo que obliga siempre a instalar un sistema convencional similar al que se necesitaría de no existir aportación solar, ya que en muchos momentos se le exigirá que cubra la totalidad de las necesidades. Esto hace que una instalación solar sea una inversión neta, lo que lleva a considerar muy seriamente su aportación y amortización.

Economía del primer nivel

Es obvio que la utilización del primer nivel no entra en estas consideraciones económicas. Su aportación será siempre prácticamente gratuita.

Economía del segundo nivel

Los sistemas pasivos con su gran aportación energética, bajo coste y prolongado período de amortización presentan una favorable relación económica. Gracias a esto su aplicación puede hacerse prácticamente en todas las zonas climáticas por poco aptas que parezcan. Debido al abandono en que se ha tenido a estos sistemas, su comportamiento no es tan conocido como el de los colectores planos. Sin embargo, se conoce lo suficiente sobre ellos como para recomendar su uso. Un estudio realizado por J. Douglas Balcomb, Jame C. Hedstrom y Robert D. Mc Farland para la ERDA demostró la viabilidad de la llamada pared de Trombe-Michel para diferentes zonas climáticas. Ver cuadro adjunto.

Economía del tercer nivel

La tecnología de los colectores planos

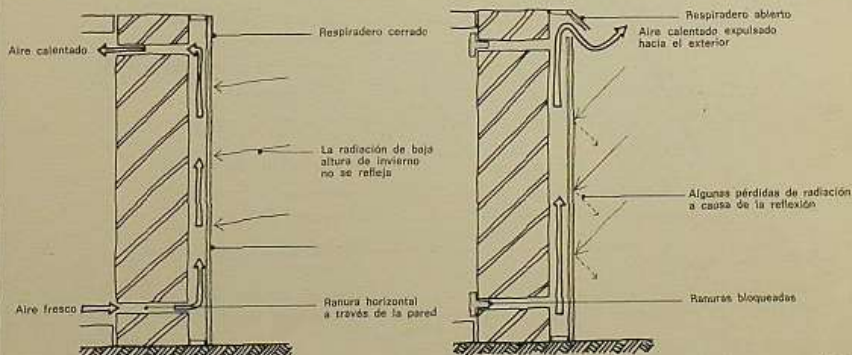
puede considerarse como madura pero no puede decirse lo mismo de su aplicación práctica. Lo que a primera vista puede parecer muy sencillo, calentar un líquido o aire a baja temperatura, puede convertirse en un complejo problema en el que hay que tener en cuenta muchos factores. Los tres objetivos principales en el desarrollo de los colectores planos son: eficiencia, costo y durabilidad. Estos tres factores están estrechamente relacionados. La eficiencia inicial del colector puede disminuir al degradarse ciertos materiales. El costo inicial debe ser considerado como provisional y podrá ser alterado por el costo de mantenimiento del sistema durante su vida útil. Los problemas más corrientes son: rotura de cristales por dilatación, degradación de los plásticos de cobertura, corrosión de los paneles, goteras, y corrosión del bastidor. Los colectores que utilizan aire y que necesitan un lecho de piedras como acumulador de calor están empezando a ser considerados como alternativa muy seria a los de líquido. La principal objeción contra estos colectores era su baja eficiencia que hacía necesaria una mayor superficie de colector. Recientemente se han realizado experiencias con nuevos tipos de colector que igualan e incluso superan a los de líquido. Los colectores de aire están exentos de algunos de los problemas relativos a la circulación de líquidos. Sin embargo, no debe considerarse como ventaja el que no tengan goteras. También se producen fugas de aire, por cierto más difíciles de detectar. En todo caso la mayoría de los problemas que afectan a los sistemas activos son consecuencia de la inmadurez de algunos fabricantes e instaladores. Era lógico que un producto nuevo sobre el que se ha especulado tanto, del que se ha dicho que va a constituir uno de los mayores mercados de la próxima década, atrajese gran cantidad de oportunistas. Es de esperar que el paso del tiempo y una cierta normativa sobre la fabricación e instalación de sistemas activos permita contar en el futuro con una oferta variada y solvente.

Los defensores de una alta inversión en sistemas de energía solar argumentan que el cálculo de amortización del sistema por el ahorro de combustible convencional no suele tener en cuenta el aumento del precio de este último que, según ellos, superará la tasa de inflación.

Algunas de estas opiniones se emiten bajo los dramáticos efectos de la crisis del petróleo de 1973.³ Desde la perspectiva de 1978 es muy aventurado realizar una inversión en la confianza de que su amortización se verá facilitada por la subida de los combustibles convencionales por encima del nivel de inflación en los próximos 10 años. Por otra parte el futuro

RESULTADOS ANUALES DE CALEFACCIÓN SOLAR PARA 29 CLIMAS DIFERENTES

Ciudad	Año de comienzo	Calefacción grados-día	Latitud	Calefacción solar	Calefacción solar %
Los Alamos, N.M.	9/1/72	7.350	35,8	60.200	56,5
El Paso, Tex.	7/1/54	2.496	31,8	50.000	97,5
Ft. Worth, Tex.	7/1/60	2.467	32,8	38.200	80,8
Madison, Wisc.	7/1/61	7.838	43,0	44.900	41,6
Albuquerque, N.M.	7/1/62	4.253	35,0	63.600	84,1
Phoenix, Ariz.	7/1/62	1.278	35,5	38.300	99,0
Lake Charles, La.	7/1/57	1.694	30,1	34.300	90,5
Fresno, Cal.	7/1/57	2.622	36,8	43.200	83,3
Medford, Ore.	7/1/61	5.275	42,3	47.400	56,1
Bismarck, N.D.	7/1/54	8.238	46,8	53.900	46,4
Nueva York, N.Y.	6/1/58	5.254	40,6	48.000	60,2
Tallahassee, Fla.	7/1/59	1.788	30,3	40.700	97,3
Dodge City, Kans.	7/1/55	5.199	37,8	58.900	71,8
Nashville, Tenn.	7/1/55	3.805	36,1	39.500	65,2
Santa María, Cal.	7/1/56	3.065	34,8	69.800	97,9
Boston, Mass.	7/1/57	5.535	42,3	47.100	56,8
Charleston, S.C.	7/1/63	2.279	32,8	47.900	89,3
Los Angeles, Cal.	7/1/63	1.700	34,0	53.700	99,9
Seattle, Wash.	7/1/63	5.204	47,5	42.400	52,2
Lincoln, Neb.	7/1/58	5.995	40,8	53.500	59,1
Boulder, Colo.	1/1/56	5.671	40,0	62.500	70,0
Vancouver, B.C.	1/1/70	5.904	49,1	46.000	52,7
Edmonton, Alberta	1/1/70	11.679	53,5	37.700	24,7
Winnipeg, Man.	1/1/70	11.490	49,8	33.700	22,6
Ottawa, Ont.	1/1/70	8.838	45,3	37.900	31,9
Fredericton, N.B.	1/1/70	8.834	45,8	40.100	33,9
Hamburgo, Alemania	1/1/73	6.512	53,2	24.900	27,5
Dinamarca	?	6.843	56,0	43.100	43,8
Tokyo, Japón	?	3.287	34,6	50.300	85,8



Los sistemas pasivos, poco conocidos, presentan una favorable relación económica por su bajo coste y prolongado período de amortización. Utilización de un muro Trombe-Michel y su funcionamiento en invierno y verano.

se puede prever de una manera económica y sin riesgos. Basta con dejar el edificio preparado para una instalación de sistemas activos, para lo que sería suficiente una adecuada orientación del edificio, inclinación de la cubierta de acuerdo con la latitud, instalación de tuberías y prever un lugar donde pudiera ubicarse el depósito de acumulación. La instalación definitiva podría hacerse cuando la relación coste-amortización fuese claramente favorable, bien por progreso tecnológico, por encarecimiento de los combustibles

convencionales o por ambos factores.

De todo esto se deduce que la instalación de sistemas activos en las actuales condiciones es una decisión que debe ser estudiada muy detenidamente y, en caso de duda, es preferible dejarlo para más adelante.

Exigencias urbanísticas

Al existir una relación superficie de captación-volumen a calentar, la energía solar exige, o bien que los paramentos verticales reciban radiación solar incluso

en el solsticio de invierno o que el edificio no tenga muchas plantas para el caso de que el colector se instale en la cubierta. Se llega así a la conclusión de que se necesita un urbanismo de bajo volumen de edificación. Esta condición es variable de acuerdo con la latitud del lugar, aunque dentro de la península Ibérica estas diferencias son inapreciables. En todo caso las condiciones urbanísticas exigidas por la energía solar no difieren de las que se reivindican por otras razones.

Objeciones esteticistas

Una de las funciones más importantes de la edificación es la de proveer un ambiente climático agradable a sus ocupantes. Si no se encuentran otras soluciones a los problemas energéticos parece que la energía solar va a ser necesaria. Es evidente entonces que los condicionamientos estéticos derivados del uso de esta

energía deben asumirse como algo natural. Oponerse al uso de la energía solar con objeciones esteticistas equivaldría a criticar la «excesiva» inclinación de los tejados alpinos o la «monótona» blancura de la construcción tradicional mediterránea.

Conclusiones

a) La energía solar aplicada a la edificación tiene grandes posibilidades de contribuir a la solución del problema de la energía a corto plazo con una buena relación inversión-aportación, sin polución y con tecnología propia.

b) La división de estas técnicas en tres niveles facilita su aplicación gradual de acuerdo con el clima concreto, sin descartar a priori ninguna zona climática.

c) Esta división de técnicas permite al profesional de la construcción asumir desde el primer momento el protagonismo

que le corresponde en la solución del problema energético, sin complejos de inferioridad ante la actuación ingenieril por una parte y sin los aspavientos distanciadores del arquitecto «artista» por otra.

d) El mayor desarrollo de los sistemas activos en detrimento de la técnica puramente arquitectónica se ha debido principalmente a que los colectores planos constituyen un mercado. Es algo que puede ser vendido, subvencionado, desgravado, exportado, alquilado, etc. Por el contrario, los dos primeros niveles corresponden a una ética y a un trabajo profesional difíciles de sustanciar.

e) Los distintos organismos gubernamentales han apoyado los sistemas activos con olvido total del potencial energético de los dos primeros niveles. Esto suele deberse a los criterios productivistas y sectarios de los técnicos responsables de estos organismos.⁶

f) De acuerdo con la definición de «casa solar» dada al principio de este trabajo, todas las nuevas edificaciones en la península Ibérica pueden ser solares.

g) Si un arquitecto recibe el encargo de una casa solar o decide por su cuenta aplicar esta energía, que no empiece buscando «un buen instalador». En su propio despacho puede estar la mejor solución.

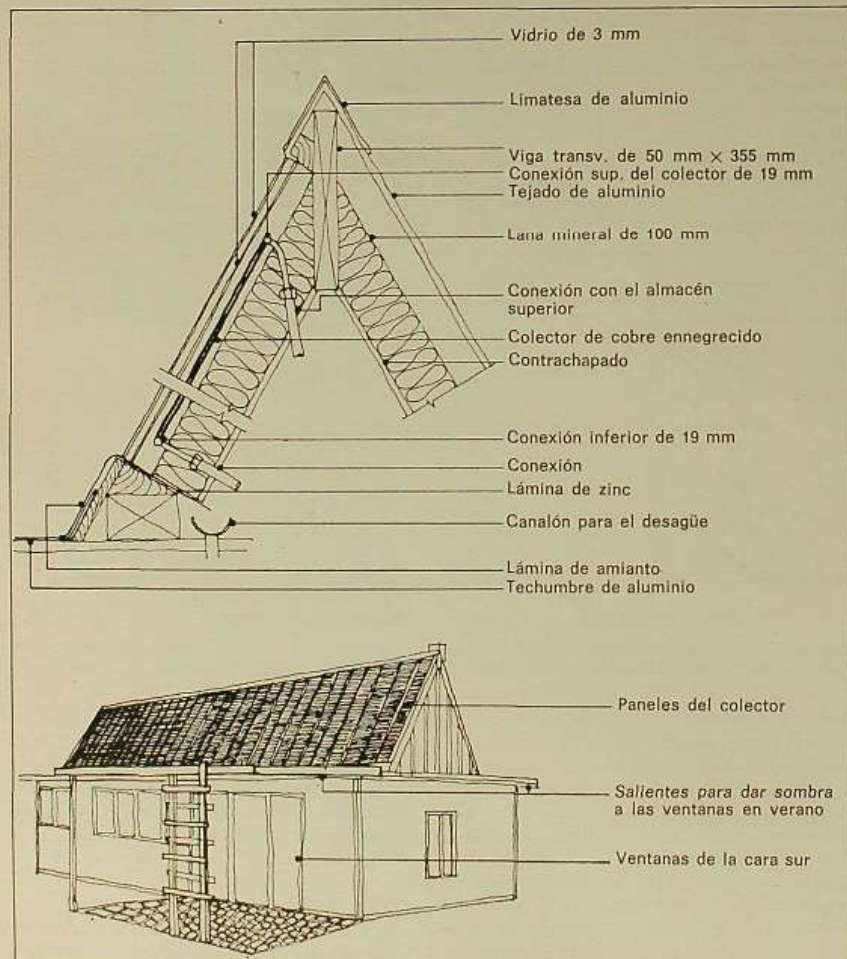
h) Todas estas recomendaciones se hacen a sabiendas de que el técnico de la construcción, arquitecto o aparejador, se ve obligado a trabajar en un contexto muy poco propicio a la racionalización, donde no existen muchas oportunidades de realizar una labor en beneficio de la comunidad. Sin embargo, esto no debe impedir que la energía solar se inscriba desde ahora entre sus reivindicaciones. Aunque esta reivindicación produzca una nueva frustración. ■

NOTAS

1. Denis Hayes. Artículo publicado en *Solar Age*, enero 1978. «Post-Petroleum Alternatives».
2. *Sunworld*, número 5.
3. Arquitectura energéticamente eficiente puede ser un grupo de técnicas. En este caso se refiere solamente a su aspecto solar.
4. Ver aclaración de George O. G. Lof en *Sunworld*, número 3.
5. Es ilustrativo el caso del libro «Energía solar y edificación» de S. V. Szokolay publicado por la editorial Blume de Barcelona recientemente. Se trata de la traducción de una segunda edición inglesa insuficientemente actualizada. Ver página 136 y siguientes.
6. Véase el excelente estudio *Energy and build environment, a gap in current strategies*, The American Institute of Architects.

BIBLIOGRAFIA

- Bruce Anderson: *Solar Energy, Fundamentals in building Design*, Mc Graw Hill, Ed. USA 1977; *The Solar Home Book*, Cheshire Books, Ed. 1977; *Solar Energy Home design in four climates*, Total Environmental Action, Ed. 1975.
- Solar Energy Society, U.K.: *European Solar Houses*, 1976.
- A. Egger Lura: «Flat Plate collectors and their application to dwellings». Estudio encargado por la Comunidad Económica Europea, Ed. 1976.
- Eugene Eccles: *Low Cost, Energy Efficient Shelter*, Rodale Press, Ed. 1976.



En el caso de sistemas activos, la labor del arquitecto queda reducida a la decisión del tipo de colector a emplear. Aspecto exterior de una instalación de colectores y detalle.

Arquitectura del dentro y del fuera

(un intento de recuperación teórica de la ventana como dispositivo fundamental de control autónomo rededorista)

Fernando Ramón

*Abril florecía
frente a mi ventana...*

Desde hace, por lo menos, un cuarto de millón de años, a lo que parece, viene el *homo constructor* modificando parcialmente el rededor físico a su propia conveniencia; creando un «dentro», para él y los suyos, donde poder guarecerse de un «fuera», a veces, adverso; aunque normalmente su vida siguiera transcurriendo fuera —el hombre más o menos arropado está excepcionalmente bien dotado para una vida activa al aire libre— y sólo se metiera en su guarida para descansar. Era una modificación con fines exclusivamente protectores.

Tuvo que pasar aún mucho tiempo para que dicha modificación tuviera lugar, además, con vistas al aprovechamiento de condiciones externas favorables, para que dicho aprovechamiento no exigiera salir afuera. El dispositivo mecánico que lo hizo posible fue la ventana,¹ que deja pasar, a discreción, el viento —ventana viene de viento—, la luz y la radiación solar. Más recientemente, el acristalamiento de la ventana ha hecho posible el paso de la luz y de la radiación (de onda corta)² solar, sin dejar pasar, con ellas, el aire, ni escapar la radiación (de onda larga) de dentro. La ventana practicable acristalada, con todos sus accesorios, más o menos elaborados, acabó por convertirse en el dispositivo fundamental de control del rededor cerrado construido.

Llegados a este punto, dejemos a cargo de los poetas la apología de la ventana. O su epitafio, tal vez: una oscura amenaza de desaparición se cierne hoy sobre ella. Fábricas, oficinas, grandes almacenes, incluso escuelas, sin ventanas, han llegado a ser considerados como la solución per-

fecta a un problema correctamente planteado. Sólo en el alojamiento sigue la ventana siendo considerada como algo indispensable: un cuarto «vividero» es aquel que dispone de ventana. Por más que, en el soporte urbano del alojamiento actual, como luego veremos, las más de las veces, la utilidad de la ventana se demuestre nula y su justificación haya que ir a buscarla al terreno culturalista. Al mismo terreno, por otra parte, pero a la inversa, donde habría que ir a buscar la justificación original de la ventana pese a la ruptura del aislamiento que, originalmente, su introducción debió suponer.

Pero dejemos también, llegados a este otro punto, el análisis culturalista a los virtuosos y aficionados que en él suelen ejercitarse. Nosotros nos limitaremos a estudiarla como dispositivo que hizo posible al *homo faber* llevar su actividad hasta el interior de su guarida, y trataremos de poner al descubierto las posibilidades que, en la actualidad, junto a otros dispositivos de reciente introducción que también hoy favorecen semejante actividad oculta, sigue brindándole.

Actividad del hombre; frío y calor

El hombre, animal homotérmico, para mantener su temperatura constante, necesita dispersar calor continuamente; más o menos, según la actividad en que se encuentre empleado. Pero no más ni menos del necesario; si más, pasará frío, si menos, calor. La dispersión necesaria varía entre márgenes muy amplios: desde unos 60 w, en una situación de reposo absoluto, hasta unos 600, en una de actividad verdaderamente intensa.

El hombre, al aire libre, lucha contra la dispersión excesiva arropándose y por una dispersión suficiente desarropándose. En

teoría, al menos, dentro de los límites de un espacio cerrado, podría mantener un arropamiento constante, para una actividad variable, si consiguiera variar consecuentemente la temperatura dentro de dicho espacio (o, eventualmente, la velocidad del aire en dicho espacio). Bien, «naturalmente», modificando las características aislantes del cerramiento, abriendo o cerrando ventanas (eventualmente, dejando pasar el viento a través de las mismas), bien, «artificialmente», calentando o enfriando dicho espacio sin romper el aislamiento con el exterior. Todo lo cual presupone una autonomía teóricamente ilimitada por parte del usuario en el control de dicho espacio. En la práctica, como luego veremos, dicha autonomía está limitada por la accesibilidad a la energía necesaria para el funcionamiento de los mecanismos «artificiales» de control.

En la realidad más concreta, sometido el usuario a un control heterónomo del espacio que le es adjudicado y de la actividad que le es impuesta, el problema resulta mucho más sencillo en sus planteamientos. El nivel físico de actividad está predeterminado por la división del trabajo: el oficinista, pongamos por caso, continuamente empleado en una actividad «sedentaria», de unos 150 w, «correctamente» vestido (ropa 1),³ podrá realizar dicha actividad, y dispersar calor en cantidad suficiente, sometido a una temperatura efectiva corregida⁴ de unos 17.5° C. Si se excede en su trabajo pasará calor; si se descuida pasará frío. El obrero industrial, por su parte, empleado en un nivel «normal» de actividad, podrá dispersar calor en cantidad suficiente sometido a una temperatura efectiva corregida de tan sólo 7° C. La solución al problema, así planteado, no necesita de ventanas; se consigue

con aislamiento, ventilación, aireación y, de hacerse necesario y resultar económicamente viable (por un mantenimiento del rendimiento en el trabajo que justifique el gasto), con refrigeración.

No vamos a poner en cuestión, en esta ocasión, el trabajo heterónomo del oficinista o del obrero industrial; es un problema para el que no existe solución técnica, además. Nos vamos a limitar aquí al tema de la heteronomía energética en el control térmico del rededor cerrado, puesta en cuestión por la llamada «crisis energética».

La casa sin ventanas

Aquello que, como acabamos de ver, viene siendo prácticamente aceptado en el caso de oficinas, fábricas, y, en general, de toda edificación donde tenga lugar algún trabajo apropiado por el capitalismo o por el Estado, o, como en el caso de las escuelas, donde se asienten las bases de una apropiación futura semejante, aparentemente, por lo menos, aún no resulta aceptable en el de aquellas edificaciones destinadas a actividades aún no sometidas a explotación; concretamente, en el del alojamiento y de las actividades reproductoras de la fuerza de trabajo que en él tienen lugar.

Pero sólo aparentemente. Las ventanas del alojamiento, dentro del soporte urbano que hoy ha llegado a hacérsenos aceptable, en España, por ejemplo, han perdido, en la mayoría de los casos, toda su función original. Muy pocos españoles, en nuestras ciudades, en esta parte del planeta de clima proverbialmente benigno, pueden confiar el calentamiento de su casa a los efectos de la radiación solar que pueda llegarles a través de sus ventanas acristaladas, ni su enfriamiento⁵ al viento que consiga cruzarla a través de sus ventanas abiertas; ni el sol, ni siquiera la luz, ni el viento consiguen llegar hasta ellas. La ventana del alojamiento urbano español, en la mayoría de los casos, de su función original, sólo conserva una puramente simbólica de la que se ha erigido en guardiana una normativa edificadora totalmente inepta.⁶

En estas condiciones y en otras parecidas, en la mayoría de las ciudades, por todo el planeta, el problema vuelve a plantearse en términos técnicamente mucho más sencillos: calefacción, ventilación y refrigeración, aislamiento y más aislamiento, y termostatos, como en esas otras edificaciones antes aludidas. El que el aislamiento total llegaría a conseguirse suprimiendo las ventanas, es un pensamiento que, sin embargo, aún no ha conseguido aflorar a la conciencia del normalizador responsable; el normalizador es el más reprimido entre todos los burócratas.



«Recuperar la ventana como dispositivo fundamental de control rededorista autónomo, frente a normalizadores y visionarios...»

Autonomía energética

En tanto que el funcionamiento de los sistemas artificiales necesarios en el acondicionamiento térmico de «la casa sin ventanas» esté controlado por el usuario, podrá hablarse de ello como dispositivo funcional autónomo; lo mismo que del automóvil. Pero lo mismo que éste, desde el punto de vista energético, la casa sin ventanas es totalmente heterónoma; el automóvil no anda sin gasolina, una casa dentro de un soporte urbano que no deje pasar ni el sol ni la luz ni el aire, resulta inhabitable sin la aportación de energía que haga funcionar sistemas artificiales de acondicionamiento térmico. La crisis energética ha puesto al descubierto la enorme cantidad de energía que ello, en la situación actual, requiere.⁷

Todo el mundo está hoy de acuerdo en que hay que reducir el consumo de energía en usos domésticos; el Estado, fundamentalmente, pero, también, las mismas compañías monopolizadoras del suministro energético, que no por ello se verán obligadas a suministrar por debajo de su capacidad. Esta última es limitada pero la demanda es ilimitada.

La panacea, en la mente del normalizador, es un aumento drástico del aislante del cerramiento exterior de nuestro alojamiento, el cual es posible conseguir por dos vías diferentes: a) disminuyendo la conductancia de dicho cerramiento, y b) disminuyendo su superficie⁸ o, mejor aún, la de las ventanas en él incorporadas (hasta el límite, esto último, simbólicamente aceptable).

Las bases teóricas de la justificación teórica a posteriori de la normativa que dio lugar al soporte urbano más denso y compacto de la historia están echadas; la segunda vía, de entre las dos anteriormente enunciadas, a ello conduce. La pared medianera y el forjado intermedio son, desde el punto de vista aislante, como reconoce la normativa vigente, el cerramiento perfecto. La autonomía energética conseguida por el aislamiento, y sólo por él, es una autonomía basada en la renuncia.

La casa solar

Frente a la vía burocrática, la vía visionaria.

El visionario no se resigna a la pared medianera, al techo debajo del vecino ni a la ausencia de ventanas; rechaza la segunda vía del normalizador y, aunque acepte la primera, se ve obligado a ir a buscar la energía necesaria para que su alojamiento funcione autónomamente, rodeado de espacio libre y, al mismo tiempo, visible desde su interior, hasta en sus propios excrementos.

Sin llegar a tales extremos, nuestro visionario redescubre la radiación solar co-

mo fuente de energía; pero no a través de la ventana. Condicionado por la tecnología del suministro heterónomo de la energía, se ve empujado a organizar en su casa una verdadera central térmica en miniatura.

La casa del moderno Robinsón se llena de tuberías, de depósitos, de bombas impelentes y de llaves de paso, de ventiladores y de conductos de aire, de baterías, conmutadores, indicadores y servomecanismos; todo ello arropado en generoso aislamiento. Por fuera, arquitectónicamente hablando, es una casa como cualquier otra; es decir, desde el punto de vista de la orientación de sus ventanas y de la adecuación de los dispositivos que han de permitir el control de su funcionamiento por parte del usuario, un verdadero disparate.

Sobre el tejado, sin embargo, surge algo para lo que la arquitectura aún no parece haber encontrado solución formal: ¿es acaso una claraboya?, ¿un invernadero?, ¿será acaso una protección provisional de la cubierta a medio construir?... Es un *colector solar* sobre la *casa solar* del *hombre solar*...

La ventana

Las soluciones absolutas son las preferidas de burócratas y visionarios (un visionario no es más que un burócrata en potencia). La ventana, como solución relativa que es del aprovechamiento de las condiciones exteriores del sol, luz y viento favorables, no resulta comparable, en términos absolutos, con el aislamiento total frente a unas condiciones exteriores que también pueden resultar adversas.

Si bien, hasta hace muy poco, una ventana debidamente equipada, con sus cortinas, sus contraventanas y su persiana exterior, podría competir, ventajosamente incluso, en aislamiento, con el muro contiguo, frente a condiciones externas desfavorables, en el momento actual, con el desarrollo experimentado por los materiales específicamente aislantes, por un lado, y, por el otro, con el empobrecimiento simultáneo del equipamiento de la ventana, impuesto por una arquitectura que, si nunca abarcó tanto, nunca se demostró más inepta, la ventana compete muy desfavorablemente con él. Se la suele suponer, en el cálculo de las pérdidas caloríficas, una conductancia de hasta 5 w/m². Aunque la conductancia de una ventana debidamente equipada podría descender a los 1,5 w/°C m² aún resulta muy superior a la de un muro o de un tejado normalmente aislados, que puede no pasar de los 0,5 w/°C m². Pero, al mismo tiempo, por esa ventana, orientada al sur, en Madrid, por ejemplo, en forma de radiación solar, pueden entrar unos 700 w/m², lo cual compensa con creces las pérdidas

por conducción que, a través de ella, puedan tener lugar simultáneamente. Y, en verano, cuando el sol va más alto, sólo entrarán, en forma de radiación, unos 400 w; o ninguno, si está equipada con persianas exteriores.

El buen funcionamiento de la ventana exige, por otra parte, la oportuna intervención del usuario, abriéndola, cerrándola o entornándola, protegiéndola del sol o lo contrario; y el visionario no confía más que en sí mismo. O en sus servomecanismos, debidamente programados por él mismo. Las ventanas de la casa solar, mejor herméticas; el visionario no puede confiar el confort térmico de su casa a algo tan aleatorio como los efectos benéficos de la brisa.

La recuperación teórica de la ventana como dispositivo fundamental de control rededorista autónomo, frente a normalizadores y visionarios, exige:

1. Un soporte urbano que permita llegar el sol y el aire hasta ella.

2. Un equipamiento de la misma que haga posible su funcionamiento según la soberana conveniencia del usuario.

Para lo cual, seguramente, no haya que irse a buscar soluciones demasiado lejos; el pasado más inmediato está lleno de soluciones brillantes. Viejos usuarios, y no tan viejos, a lo largo del día, según las estaciones, siguen abriendo, cerrando o entornando sus ventanas y contraventanas, corriendo y descorriendo sus cortinas, echando y levantando sus persianas... ■

NOTAS

1. Con el fin de poder desarrollar nuestra argumentación dentro de los límites de este artículo, nos hemos visto precisados a simplificarla; tal vez, en exceso. Prescindimos aquí, por ejemplo, de otros dispositivos, dentro y fuera del alojamiento que, como el patio árabe, el porche o la galería, hacen posible, igualmente, el aprovechamiento de que aquí se trata.

2. El peculiar comportamiento del vidrio normal frente a radiaciones de distinta longitud de onda, dejando pasar las de onda entre los 0,3 y los 3 μ m, la radiación solar, y absorbiendo las de onda de más de 3 μ m, emitida por el hombre y los objetos que le rodean (efecto «invernadero»), constituye una de sus más útiles características.

3. Véase, en el referente al concepto físico de «ropa», nuestro manual sobre «Confort térmico», publicado por el COAM, 1977; pp. 11 y siguientes.

4. Véase el manual citado, pp. 7 y siguientes, en lo referente a la definición de la «temperatura efectiva corregida», índice subjetivo de confort que depende no sólo de la temperatura del aire sino, también, de su humedad y de su velocidad.

5. Enfriamiento de la casa y de una sensible disminución de la temperatura efectiva corregida.

6. ¿Qué otra función le cabe a la ventana de un dormitorio que da a un patio con el muro opuesto a sólo 2 m de distancia y una altura de la edificación por encima de ella ilimitada? (Art. 46 de las Ordenanzas de Barcelona, 1972, aún vigentes).

7. En Inglaterra, por ejemplo, en usos domésticos, se va el 29 % de toda la energía consumida en el país. De ese porcentaje, un 66 % se va en calefacción, un 21 % en calentar agua, un 10 % en cocinar y sólo un 3 % en iluminación.

8. La normativa más reciente gratifica la disminución en superficie exterior y en huecos acristalados con una disminución proporcional al aislante exigido en los muros.

Cinco afirmaciones discutidas y una reflexión final sobre energía y edificación

Luis Fernández-Galiano

Nota previa

Las afirmaciones objeto de debate —salvo quizá la 4, redactada polémicamente con el fin de permitir aclarar algunos conceptos en la discusión— son moneda corriente entre los expertos del tema energético en la edificación y pueden hallarse con frecuencia en libros y artículos. De hecho, el mismo que esto escribe las ha defendido de una manera u otra en más de una ocasión. Si embargo, los resultados obtenidos en el curso de un estudio becado por el Colegio de Arquitectos de Madrid me obligan a ponerlas en duda. La mayor parte de las cifras que aparecen en el texto en apoyo de mis razonamientos proceden precisamente de este trabajo, y a su publicación remito al lector interesado en conocer con exactitud la metodología empleada en su cálculo. En todo caso, he de apresurarme a advertir que la parquedad de nuestra información estadística no permite hallar muchas cifras en cuya deducción no hayan intervenido una o más hipótesis en sí mismas debatibles, y que explícito en el trabajo de referencia. Con esta cautela deben pues considerarse los datos que aparecen en el texto. (En él empleo dos unidades de medida de la energía que pueden resultar poco familiares al lector: se trata del Mtec —millones de toneladas equivalentes de carbón— y el GJ —gigajulio—: $1 \text{ Mtec} = 7 \times 10^{12} \text{ kcal}$; $1 \text{ GJ} = 10^9 \text{ J} = 239 \times 10^3 \text{ kcal} = 278 \text{ kw/h}$).

1. El ahorro energético que pueda lograrse en la edificación no tendrá gran repercusión sobre la economía del país, ya que los edificios consumen de todas formas una fracción pequeña del total; en el ahorro de energía, los sectores básicos son la industria y los transportes.

Efectivamente, el clima benigno y la infradotación de un sector importante del parque de viviendas hace que el consumo doméstico y comercial de energía alcance

unos porcentajes sensiblemente inferiores a la media europea; sin embargo, las cifras son suficientemente elocuentes como para reclamar, cuando se trate de ahorro de energía, igual atención a los edificios que a las industrias y al transporte.

En 1976, los sectores doméstico, comercial y de servicios consumieron un 18,5 % del total de energía primaria; sólo algo menos que el transporte (21 %) y un tercio del correspondiente a la industria (55,7 %). Prácticamente la totalidad de esa energía se consumió en edificios. Si añadimos a esta cifra el consumo energético de las industrias relacionadas con la construcción, el monto final asciende al 31,5 % del consumo total (figura 1).

Más significativos aún son los datos correspondientes a la energía eléctrica: casi la tercera parte del consumo (31,6 %) y más de la mitad del coste (51,5 %, sensiblemente superior a la cifra anterior como consecuencia de un sistema de tarifas que penaliza al pequeño consumidor doméstico o comercial) son atribuibles a los edificios, para los que se contrató nada menos que el 57,5 % de la potencia eléctrica total disponible. También en este caso, la adición del consumo eléctrico de la construcción permitiría rebasar la cota del 40 % (figura 2).

Existe pues, como se ve, terreno abundante para el ahorro, y muy especialmente en lo que se refiere a las abultadas cifras de la demanda eléctrica, que experimentan además un velocísimo incremento (de 1975 a 1976, el consumo doméstico y comercial de energía eléctrica aumentó un 13,27 %, exactamente el doble de lo que se incrementó el consumo industrial, apenas un 6,64 %).

2. La energía que se emplea en construir un edificio y fabricar los materiales que lo forman es prácticamente despreciable comparada con la que habrá de consumir a lo largo de su vida útil; por lo

tanto, en el diseño debemos procurar minimizar los costes energéticos de mantenimiento, aunque conlleve incrementar sensiblemente los costes energéticos de construcción.

Se piensa habitualmente que los costes energéticos de construcción no son significativos. No obstante, las cifras más fiables que actualmente disponemos prueban evidentemente que lo contrario es cierto. En nuestro país, durante el año 1976, se consumieron en la construcción (incluyendo la producción de materiales cerámicos, vidrio y cemento, así como la décima parte de la producción de la industria metálica básica) 12,1 Mtec de energía primaria; en ese mismo año, el consumo energético del mantenimiento de edificios fue de 17,4 Mtec, menos de un 50 % superior.¹

La ejecución de obras públicas, que consumen grandes cantidades de cemento (cuya producción es energéticamente costosa) y que prácticamente no requieren energía para su mantenimiento, desequilibra algo el panorama, y así, las proporciones mencionadas arriba se alteran notablemente si nos ceñimos a la vivienda, que representa el 30 % de la inversión en el sector; en el año de referencia, para un coste energético de construcción inferior a 4 Mtec, el consumo doméstico fue de 11,6 Mtec, tres veces superior. De todas formas, y en conjunto, nuestras cifras señalan que el coste energético de construcción de una vivienda viene a ser alrededor de diez veces superior a su consumo energético anual (330 frente a 32 GJ).

Los costes energéticos de construcción, que suponen como vimos arriba más del 40 % de los relacionados con los edificios y su entorno, no pueden ser infravalorados. La limitación del uso de materiales altamente consumidores, su sustitución por otros, o el desarrollo de nuevas semologías de producción debe procurarse si

deseamos promover efectivamente el ahorro de energía en la edificación.

3. En las viviendas, la parte del león del consumo energético corresponde siempre a la calefacción; el calentamiento de agua, la cocina o la electricidad doméstica representan porcentajes del consumo muy inferiores, por lo que lo más conveniente y rentable es centrarse en la mejora del comportamiento térmico del edificio.

La afirmación anterior puede justificarse desde la óptica del diseñador de edificios, que juzga que su intervención es decisiva en el terreno del acondicionamiento ambiental, pero muy reducida en el consumo de agua caliente sanitaria y prácticamente nula en la demanda energética para cocina, iluminación o aparatos domésticos. Sin embargo, la dificultad de intervenir en estos campos no debe hacer pensar que su importancia es secundaria.

Por el contrario, y refiriéndonos al conjunto del país, una estimación aproximada señala que solamente alrededor de 1/3 de la demanda total de energía primaria en el sector doméstico corresponde a la calefacción; el agua caliente y la electricidad doméstica (iluminación y aparatos no calefactores) alcanzan cada una 1/4 parte del total, y 1/6 la cocina. La baja participación de la calefacción, muy inferior a las medias europeas, no se debe sólo a lo moderado de nuestro clima, sino también al bajo equipamiento: mientras que prácticamente la totalidad de los hogares poseen energía eléctrica y cocina, sólo en torno a un 60 % disfrutan de agua ca-

liente, y alrededor de un 40 %, de calefacción.

De todas formas, este reparto energético no se alteraría sensiblemente si la extensión generalizada de la calefacción y el agua caliente sanitaria fuera acompañada de un adecuado aislamiento térmico y de la eliminación de la energía eléctrica en la satisfacción de estas necesidades. En una vivienda tipo de 66 m² útiles y 3,5 ocupantes, en Madrid, aislada en conformidad con el Decreto de ahorro de energía y que utilice energía fósil para la calefacción y el calentamiento de agua, se alcanzarían estándares aceptables de confort² con el mismo reparto señalado arriba, aplicado sobre una cifra global de energía primaria superior en un 50 % a la media actual del país, pero próxima a la correspondiente a las grandes ciudades.

4. A la hora de elegir un sistema de calefacción que ahorre energía, debemos fijarnos sobre todo en el rendimiento; es evidente que la electricidad ofrece rendimientos superiores a cualquier otro sistema, por lo que su uso supondría ahorros energéticos considerables: únicamente lo elevado de su coste la hace desaconsejable para el usuario.

Desde luego, el rendimiento eléctrico (superior al 90 %) está por encima del de cualquier otro combustible (carbón, 55 %; combustibles líquidos, 70 %; combustibles gaseosos, 80 %). Y también es cierto que su coste es mucho más elevado que el resto; en pesetas por termia útil, el precio de la electricidad no es comparable con ninguno (6 pesetas de la electricidad domésti-

ca frente a 0,75 del gasóleo, 1,05 del carbón, 2 del butano-propano y del gas natural, 2,25 del gas ciudad). Las diferencias de precio entre los distintos combustibles fósiles pueden explicarse parcialmente en razón de la mayor o menor comodidad de su uso, y en su diversa accesibilidad para el usuario; pero al desorbitado coste de la energía eléctrica no puede hallarse justificación con estas consideraciones. Pues bien: la explicación de esta anomalía económica reside precisamente en el mismo hecho que hace falaz el razonamiento apuntado arriba.

Los valores del rendimiento se calculan habitualmente como la relación entre la energía útil obtenida y la energía final consumida por el usuario; pero la energía primaria necesaria para suministrar una cantidad determinada de energía final varía ampliamente según los casos, dependiendo de la magnitud de las pérdidas en la transformación, transporte y distribución de la energía. Estas pérdidas son gigantescas en el caso de la electricidad y muy moderadas para los combustibles fósiles. En España, para el sector doméstico, y en 1976, fueron necesarios 6,49 Mtec de energía primaria para un consumo eléctrico final de 1,73 Mtec, y solamente 5,08 Mtec para un consumo fósil final de 4,85 Mtec. Las pérdidas fueron en el primer caso del 73,5 %; en el segundo, del 4,5 %. Teniendo en cuenta estas cifras, los rendimientos globales (energía útil/energía primaria) fueron del 24,5 % para la electricidad y del 72 % (¡tres veces superior!) para el conjunto de combustibles fósiles empleados en el

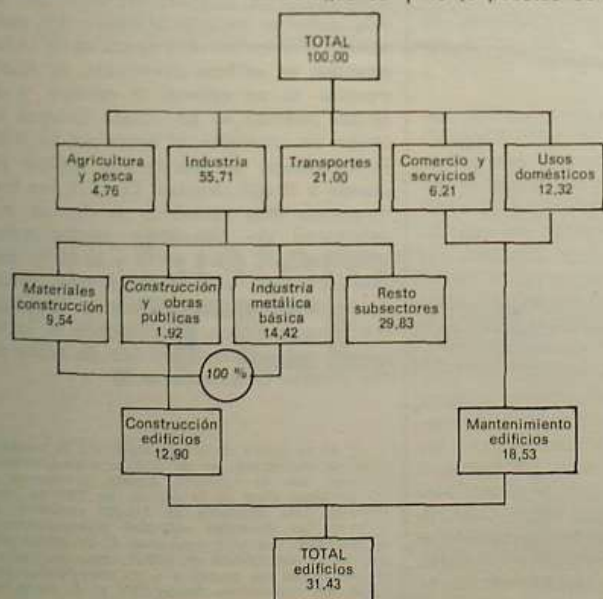


Figura 1. España 1976. Consumo de energía en la edificación (100 % = consumo interior bruto de energía primaria = 93,91 Mtec.).

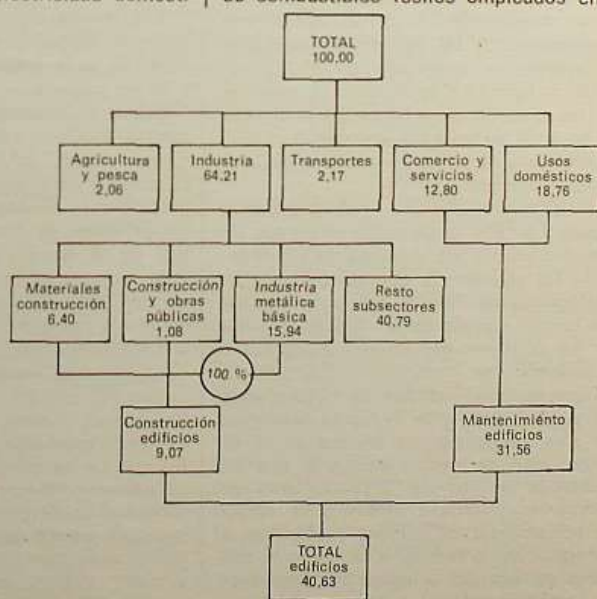


Figura 2. España 1976. Consumo de energía eléctrica en la edificación (100 % = consumo total de energía eléctrica = 74,93 TWh = 9,22 Mtec = 34,58 Mtec de energía primaria).

sector doméstico.

Tal circunstancia explica tanto el elevado coste de la electricidad (acentuado en el sector doméstico por el sistema de tarifas, pero muy alto en cualquier caso) como la importancia que reviste para el ahorro energético el evitar su empleo donde no sea imprescindible; y es obvio que está muy lejos de serlo en el caso de la calefacción.

5. La clave del ahorro de energía en la edificación es el aislamiento térmico; no en vano la generalidad de la legislación europea sobre el tema se refiere casi exclusivamente a este aspecto. Sólo de la actuación energética en este sector pueden esperarse ahorros significativos a corto y medio plazo.

Sin duda, el aislamiento puede facilitar importantes ahorros en la energía necesaria para acondicionar espacios; paradójicamente, tanto mayores cuanto más ineficaz sea el sistema de calefacción. En la vivienda tipo mencionada en el punto 3, harían falta anualmente alrededor de 12 GJ de energía útil para la calefacción; por consiguiente, la energía primaria necesaria sería de 16 GJ con un sistema de gas, de 18 GJ con gasóleo y de 50 GJ con electricidad. Si la vivienda careciera de aislamiento, deberíamos doblar estas cifras; el ahorro al aislar oscilaría pues entre 16 y 50 GJ anuales, dependiendo del sistema de calefacción.

Ahora bien, como resulta evidente, sustanciales beneficios energéticos pueden también conseguirse cambiando de sistema. La vivienda de referencia, sin aislar y con calefacción eléctrica, consumiría anualmente 100 GJ de energía primaria; el aislamiento supondría un ahorro de 50 GJ; el cambio a un sistema de gasóleo, un ahorro de 64 GJ, y de 68 GJ si el cambio es a un sistema de gas; ambas cifras superiores a la obtenida a través del aislamiento térmico.

En términos globales, refiriéndonos a España y a 1976, la situación es pareja. Un consumo medio por vivienda de alrededor de 10 GJ anuales de energía primaria en calefacción, de los cuales posiblemente dos tercios son de origen eléctrico, suponen un consumo útil inferior a los 4 GJ; la vivienda tipo mencionada, sin aislar y situada en una localidad de 1.000 gradodía, representativa de la media ponderada del país, requeriría por encima de 16 GJ útiles, más de cuatro veces lo que actualmente se disfruta. El aislamiento del parque de viviendas ofrecería la opción de incrementar el confort duplicando el consumo útil o reducir a la mitad el consumo de energía primaria. Similarmente, la sustitución de los sistemas eléctricos por otros de combustible fósil permitiría, alternativamente, el consumo anual de

7 GJ útiles, o bien el ahorro de 4,5 GJ de energía primaria.

Estas cifras, basadas en hipótesis obligatoriamente esquemáticas, y voluntariamente planteadas al margen de cuestiones de coste, pretenden solamente arrojar luz sobre una doble circunstancia: la posibilidad de abordar el ahorro energético en la edificación a través de procedimientos (se ha mencionado la sustitución de fuentes energéticas, pero podían haberse elegido también otros) distintos del aislamiento térmico; y la probabilidad de que una parte importante del ahorro potencial resulte absorbida por el aumento del confort, habida cuenta de los reducidos estándares medios y lo desigual de su reparto.

Conclusión

En resumidas cuentas, sólo actuando sobre el conjunto de los factores que intervienen pueden lograrse ahorros energéticos significativos: actuando sobre los costes energéticos de construcción y sobre los de mantenimiento, sobre el acondicionamiento ambiental y sobre el consumo de agua, cocina y electrodomésticos, sobre la reducción de las necesidades a través del aislamiento y el aprovechamiento juicioso de las ganancias espontáneas y sobre la provisión de esas necesidades energéticas con las fuentes y procesos más adecuados; prestando igual atención al diseño de la forma y elección de materiales del edificio y al proyecto de sus instalaciones, a la problemática del frío y a la del calor excesivo en verano, al aislamiento y a la inercia térmica, a los patrones de uso del edificio y a los sistemas de regulación, a la intervención del técnico y a la del usuario.

Deseo, no obstante, y para finalizar, llamar la atención sobre un tema especialmente crítico: la adecuación energética. El punto 4 ha puesto de manifiesto la importancia de pensar en términos de energía primaria; la irracionalidad del uso actual de la energía eléctrica adquiere así todo su relieve: más de un 56 % de la energía primaria consumida en el sector doméstico lo es en forma de electricidad; la cifra, insólita en cualquier país europeo, debe sin duda mover a reflexión. La limitación del uso de la electricidad a aquellas tareas —como la producción de movimiento mecánico y la iluminación— en las que no es cómodamente sustituible, y el aprovechamiento de las pérdidas ocasionadas en su generación como calor residual, a través de sistemas de cogeneración (producción combinada de electricidad y calor deben desde luego abordarse cuanto antes).

Más llamativos aún serían los resultados si en lugar de utilizar, como hasta

aquí, los términos de rendimiento procedentes de la primera ley de la Termodinámica, referidos exclusivamente a la cantidad de energía, empleáramos los de la segunda ley, que introduce el concepto de la calidad de la energía. La eficacia de una estufa de gas sería del 5 %, la de un acondicionador de aire eléctrico, del 2 %... Reducidísimos porcentajes fáciles de comprender si se piensa que estamos utilizando una temperatura de llama de miles de grados o una temperatura de reacción nuclear de billones de grados para lograr saltos térmicos de algunas decenas de grados; en cualquier caso, una monstruosidad termodinámica.

En la casa, y al margen del movimiento mecánico y la iluminación, que, como decíamos arriba, pueden ser eléctricos por mayor comodidad, sólo la cocina requiere temperaturas superiores a los 100 °C; los restantes usos, que suponen bastante más de la mitad del consumo total, necesitan energía de baja calidad, energía degradada de elevada entropía que puede suministrarse sin grandes dificultades a través de los flujos energéticos naturales, de rendimiento termodinámico bajo cuando se aprovechan de forma difusa.

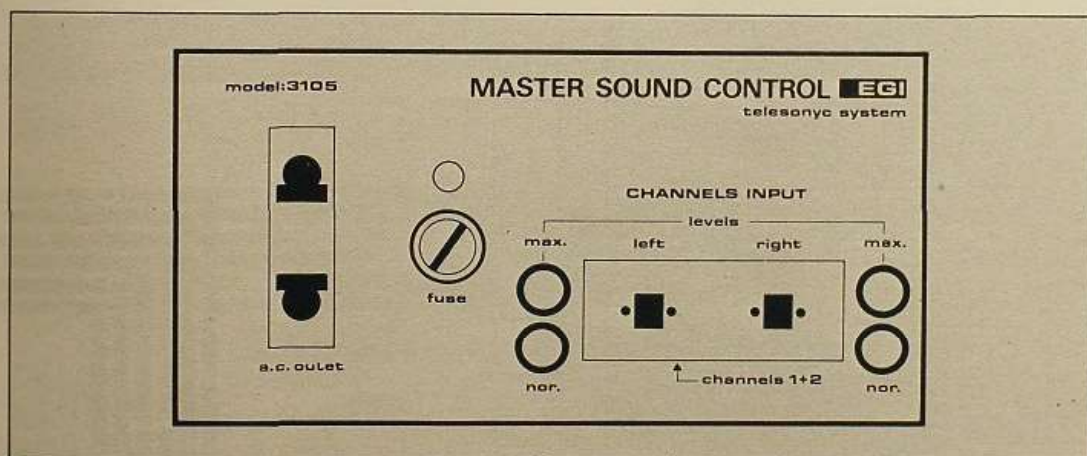
La general inadecuación entre medios y fines, entre fuentes y usos, de nuestra utilización de la energía, y muy específicamente el empleo termodinámicamente aberrante de la electricidad para cometidos que no la requieren, suscitan una última consideración: seguramente es necesario dar un paso más y trasladarse desde las leyes de la termodinámica a las de la economía política. El coste del kw/h que podría evitarse instalar a través del aislamiento térmico en obra nueva es de 13.000 pesetas; en edificio construido, de 20.000 pesetas si se rellena la cámara, y de 40.000 pesetas si se coloca aislante interior; en contraste, el coste por kw/h de la instalación de una central nuclear asciende a 90.000 pesetas. En 1975, las tres empresas más rentables de Europa, con relaciones de beneficios brutos/ventas comprendidos entre el 16 y el 22 %, fueron españolas; precisamente, tres compañías eléctricas: Hidroeléctrica Española, Iberduero y Fecsa. Corresponde al lector extraer las conclusiones que de estos datos puedan desprenderse. ■

1. Y no se puede decir que aquel año la construcción se encontrase en un momento especialmente brillante; por el contrario, pasado el «boom» de los primeros años de la década, en 1976 se construyeron sólo alrededor de 315.000 viviendas, un 3 % de las viviendas ocupadas permanentemente en ese año, una cifra razonable si se piensa que, aun en la inexistencia de déficit, debe atenderse a la renovación del parque y a las necesidades derivadas del incremento demográfico y los flujos migratorios.

2. 18 °, 40 l de agua a 50 °C por habitante y día, 3 GJ anuales de energía primaria para cocina y 1.000 kw/h anuales de electricidad doméstica.

Sonido modular para ambientación de habitats

Esta pequeña central inicia un nuevo sistema de instalación para la distribución de sonido, de moderna concepción técnica. Puede conectarse todo tipo de fuente musical, desde la más simple (transistor, radio-cassette), a la más sofisticada (equipo o magnetófono de Alta Fidelidad), lo mismo para sonido monoaural, que para estereofonía. Su diseño y esquema electrónico, permite introducir y adaptar la señal de baja frecuencia a la línea. Entra en funcionamiento al encender cualquier mando de la instalación...

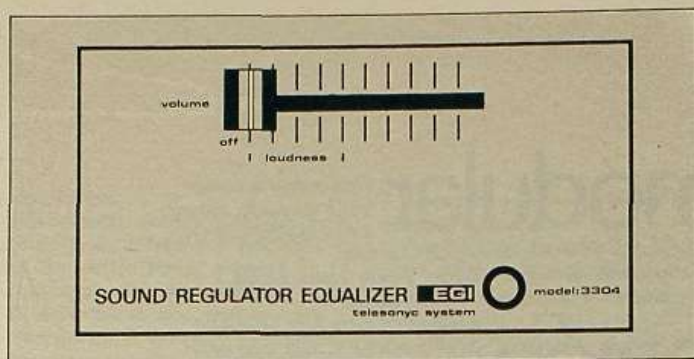


Siga nuestro esquema de instalación

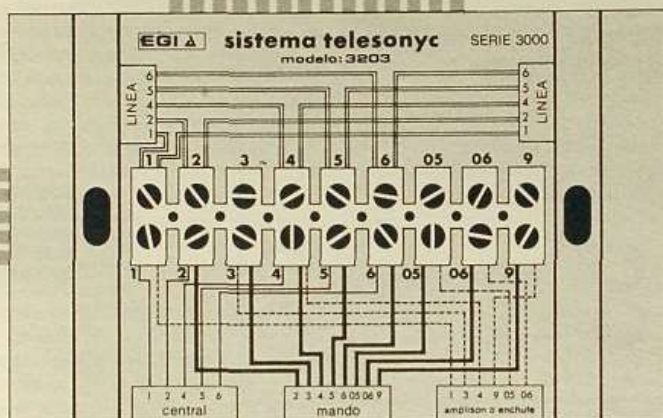
Sistema
TELESONYC®



OPTIMUS



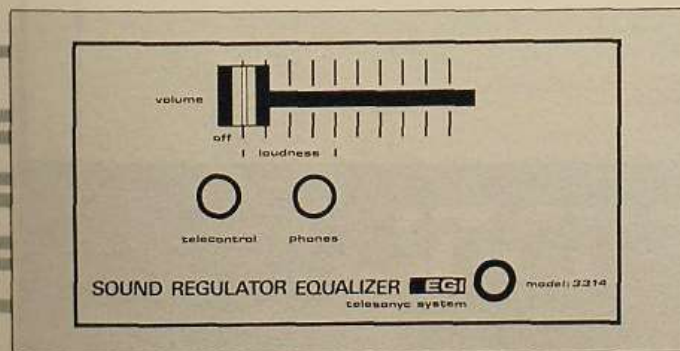
...a los módulos de mando, convenientes en cada habitación o dependencia. Reguladores del volumen de uno o dos canales de sonido ...



... para la que son necesarias las cajas de conexión que "reciben" y "distribuyen" los cables...

... difundido y amplificado, a través del altavoz con amplificador incorporado, cuya potencia de 2 W. RMS, suficiente para sonido ambiental, y a la vez para poder calcular el número de ellos que serán necesarios, en función a las dimensiones y nivel de ruido de la dependencia a sonorizar ...

... cada una de las cuales puede disponer de uno, de los dos modelos, de mando regulador, con salidas, para auriculares con desconexión de altavoz, o para telecontrol (encendido mediante despertador).



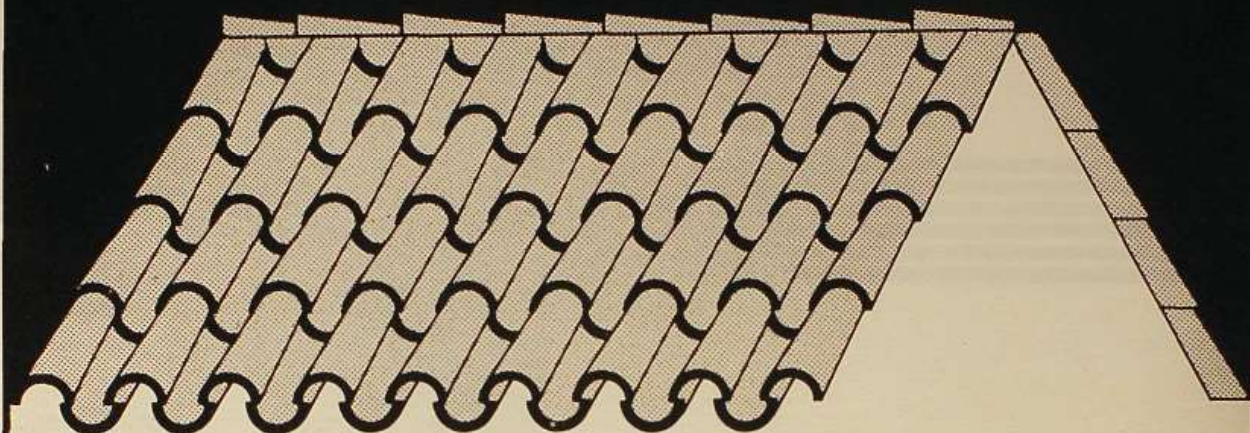
Una amplia gama de útiles y pequeños accesorios (cable, cajas de empotrar, rejillas, suplementos, enchufes), se han previsto y acompañan los módulos básicos que quedan descritos, completando una cadena para sonorización, que facilita la tarea a los instaladores, dadas sus múltiples aplicaciones.

OPTIMUS S/A



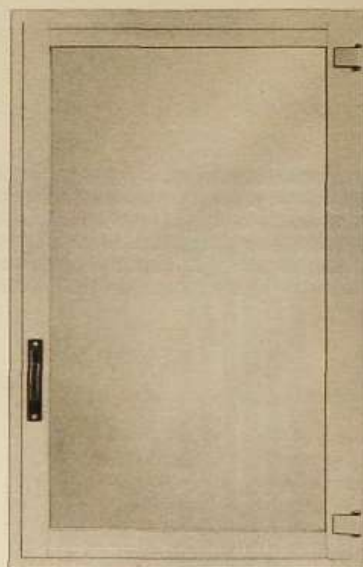
CTRA. DE BARCELONA, 101 - APDO. N.º 77 - TEL. 20 33 00 - GIRONA
AVDA. DE ROMA, 84 - TEL. 224 02 08 - BARCELONA-15

**Empiece la casa por el
tejado, si quiere, pero
no se olvide de las
"medidas" ES-TANDAL**



CARPINTERIA ESTANDARIZADA DE ALUMINIO

Las puertas y ventanas ESTANDAL se entregan
terminadas acristaladas y selladas con SILICONA.
Listas para su colocación inmediata.



ES-TANDAL

colabora eficazmente para elevar la calidad de nuestras viviendas.

Numancia, 118 - 120. Tels. 239 60 45 - 239 61 93
Barcelona - 15

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION

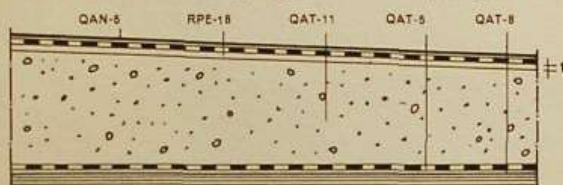
que cumplen con las normas nacionales (Norma MV, Normas Tecnológicas, Sellos de Calidad) y las normas internacionales de calidad.

- * MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES
- * BARRERA PARA VAPOR
- * HORMIGON ALIGERADO
- * PROTECCION DE LA IMPERMEABILIZACION (Tránsito ocasional)
- * MATERIALES VARIOS

MORTER-PLAS
MORPLAVA
AIS-TEXSA

EMUGRAVA

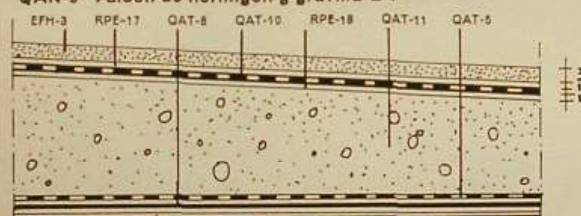
QAN-8 Faldón de hormigón y membrana autoprotégida-E-F



QAT-5 Barrera para vapor **MORPLAVA**
QAT-11 Hormigón aligerado **AISTEXSA**
QAN-5 Membrana Impermeable **MORTERPLAS**

Aplicadas en obra por especialistas propios, con lo que se evitan las responsabilidades compartidas.

QAN-9 Faldón de hormigón y gravilla-E-F



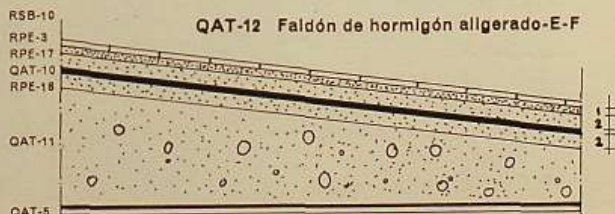
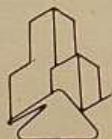
QAT-5 Barrera para vapor **MORPLAVA**
QAT-11 Hormigón aligerado **AISTEXSA**
QAT-10 Membrana Impermeable **MORTERPLAS**

La membrana Impermeable **MORTER-PLAS** está amparada entre otras por las homologaciones:

Documento de Idoneidad Técnica del INSTITUTO EDUARDO TORROJA.

Avls Technique de CSTB (Paris).

The Agreement Board cert. 76/359/C (Inglaterra).



QAT-5 Barrera para vapor **MORPLAVA**
QAT-11 Hormigón aligerado **AISTEXSA**
QAT-10 Membrana Impermeable **MORTERPLAS**

texsa

OFICINAS CENTRALES:
Pasaje Marsal, 11 y 13 Tel. 331 40 00
Telex 52943 Barcelona -14

DELEGACIONES EN TODA ESPAÑA



JUNTA

EL NUEVO SISTEMA DE LA TUBERÍA DE UNIÓN GLASSIDUR

Nacida en 1964 en Inglaterra, existen hoy miles de kms. en más de 20 países.

¿Por qué este éxito?

- Facilidad de montaje con mano de obra NO especializada
- Economía de instalación, sin adhesivo, menos tiempo de montaje.
- Elasticidad de la conducción. Mejor acomodación al terreno.
- Compensación de las dilataciones de los tubos.



- Soporta mejor las vibraciones, pulsaciones o cavitaciones.
- Imprescindible en impulsiones y distribución de aguas o redes de riego.
- Sin restricciones atmosféricas, zanjas anegadas o terrenos fangosos.

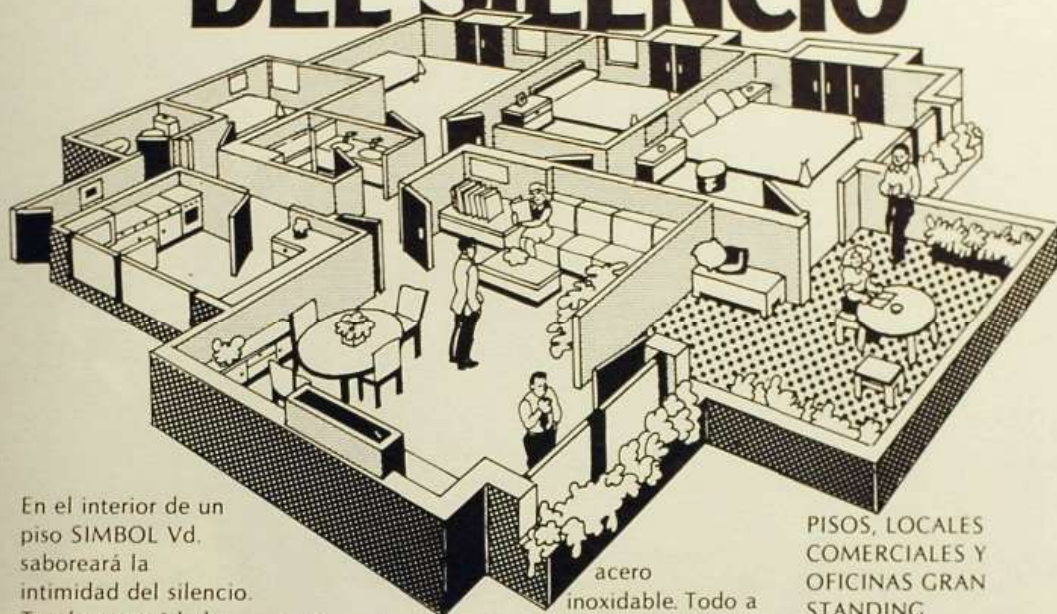
Solicite gratuitamente nuestro folleto explicativo, estudie este nuevo sistema de unión de nuestras tuberías de PVC duro Glassidur y analice sus características y sus ventajas.

glassi
dur



FABRICADO POR:
FORMICA ESPAÑOLA, S. A.
Fábrica y oficinas centrales:
GALDACANO (VIZCAYA)

SABOREE LA INTIMIDAD DEL SILENCIO



En el interior de un piso SIMBOL Vd. saboreará la intimidad del silencio. Totalmente aislado del mundo exterior. El



tráfico, el ruido, todo queda abajo. Su nuevo hogar está muy por encima del ajetreo cotidiano. Su nuevo hogar está pensado y construido para su confort. Con

cuatro habitaciones totalmente exteriores. Optima distribución

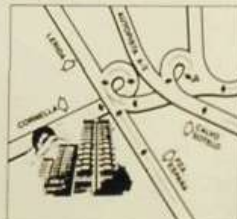
sin espacios perdidos. Amplia terraza. Baño completo y aseo, con sanitarios y grifería de primera calidad, ambos alicatados hasta el techo con azulejos de color. Espaciosa cocina equipada con armarios, cocina tres fuegos, caldera mixta calefacción-agua caliente y fregadero de

acero inoxidable. Todo a punto de funcionar. Pisos de 110 m² cuidados hasta el mínimo detalle con chimenea-hogar, excelente carpintería, zócalos y parquet. Pisos rodeados de



amplia zona ajardinada privada, contigua a parque municipal. Parking. Parada de autobuses en la puerta y futura parada de metro.

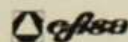
PISOS, LOCALES COMERCIALES Y OFICINAS GRAN STANDING.



Avda. José Antonio n.º 17-19-21

ESPLUGAS (junto puente de Esplugas por Crta. Cornellà)

Tel. Oficina
Información 371 10 57



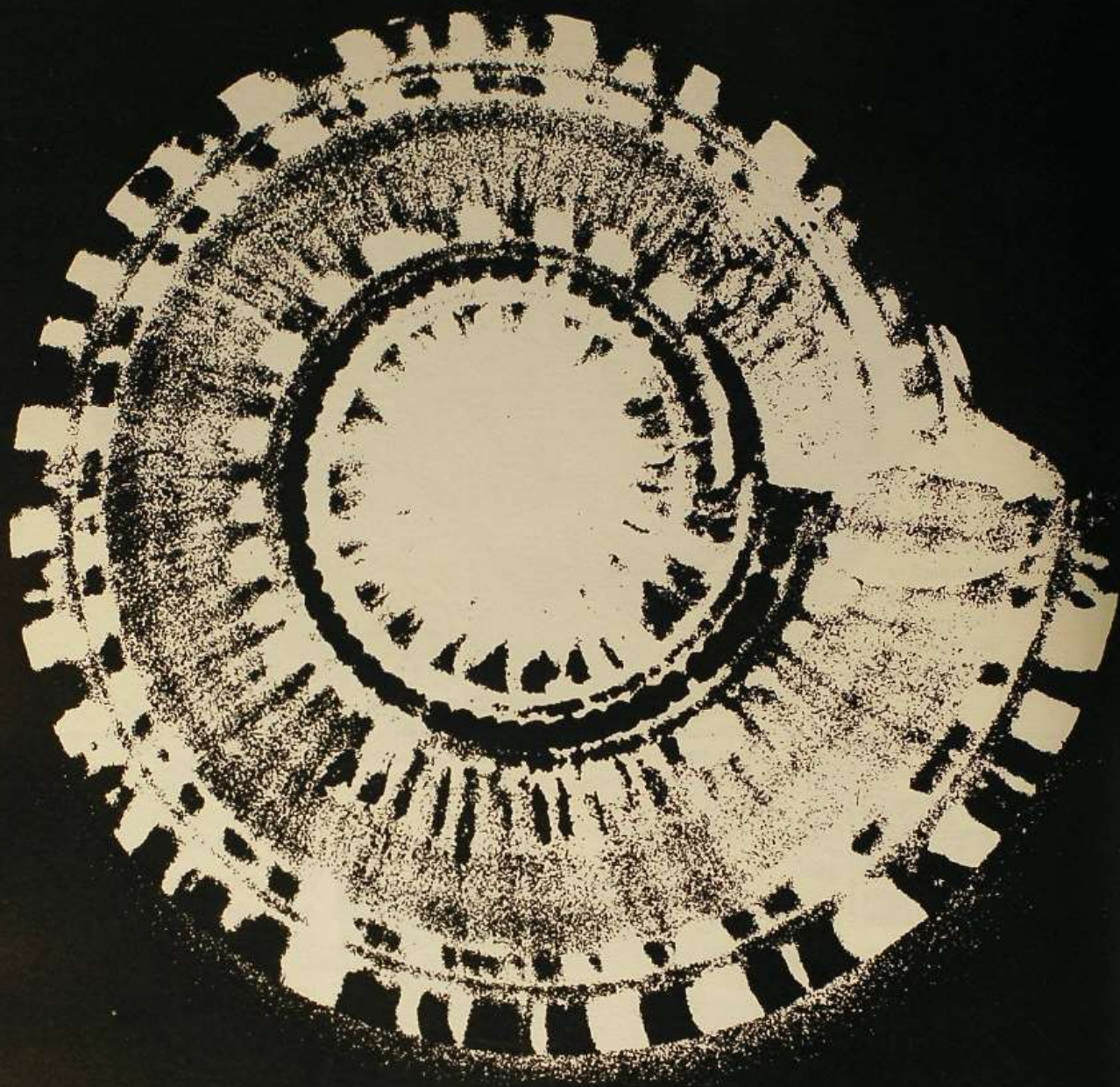
Tuset 20-24
Tel. 218 22 50

Como no todas las posibilidades económicas son iguales, estamos dispuestos a adaptarnos a cada caso

particular, con las máximas facilidades. Visite cuanto antes pisos muestra.

SIMBOL

Una nueva altura para su nivel de vida



VIETA

es

ALTA FIDELIDAD

Si lo suyo es la Alta Fidelidad, grabe en su memoria esta marca:

maxell®

Usted sabe que la Alta Fidelidad es lo más sutil. Y sabe también que tan importante como su equipo estereofónico es la cinta magnética que elija. Por eso debe elegir una Maxell.

Las cintas Maxell están garantizadas contra todo defecto de fabricación. Y su calidad, cuidadosamente verificada durante todo el proceso de fabricación, determina que las cintas Maxell sean las mejores del mercado.

Estas son algunas de sus características:

-Las cintas Maxell son utilizadas como patrón por la mayoría de fabricantes de magnetófonos.

-Su banda pasante amplia, su nivel de salida elevado y su dinámica, convierten a las cintas Maxell en las mejores del mercado.

-La tecnología Maxell ha conseguido mediante la utilización de microcristales de hematita, rodeados de ferita de cobalto, una excelente respuesta y una mínima abrasión en las cabezas del magnetófono.

-Las cintas Maxell, merced a una banda limpiadora de 5 segundos al principio y final de la cassette, limpian las cabezas de su magnetófono de residuos dejados por otras cintas o por la propia atmósfera.

Grabe con cintas Maxell y disfrute al máximo de la Alta Fidelidad. No lo olvide: grabe en su memoria este nombre: MAXELL.



Cintas cassette
maxell®
La máxima fidelidad.



UNILEC
Alfonso XII, 19
Barcelona 6



YESOS PRAT, S.A.

INSTALACION DE TODA CLASE
DE FALSOS TECHOS:

- Decorativos e industriales
- Termoacústicos
- Anticondensantes
- Recubrimiento bajo balcón



FABRICANTES DE:

- Soundex
- Dampa
- Dampa interval
- Altex
- Tabique eclair

Bailén, 92-94, bajos y entlo.
Tels. 226 35 00-09 y 226 40 00-09
BARCELONA (9)

Fabrica: Km.598'9
SAN ANDRES DE LA BARCA
(BARCELONA)



Haga clientes más seguros.

Si usted ha montado circuitos cerrados de televisión sabe cuales son sus problemas... recambios, asistencia técnica, fallos, complicaciones... clientes descontentos y sin la garantía que habían buscado.

Ahora TELEFUNKEN le ofrece una gama completa de aparatos para que usted y sus clientes estén seguros.

Telefunken fabrica la mayoría de estos elementos en España con la más avanzada tecnología: cámaras, monitores, secuenciadores, alarmas... y todos los elementos que usted necesita para un buen montaje.

TELEFUNKEN



Si desea recibir mayor documentación complete los siguientes
datos y envíalos a TELEFUNKEN DIVISION DE EQUIPOS
ESPECIALES, C/ Antonio Lopez, 109, MADRID (26)

Nombre o Empresa

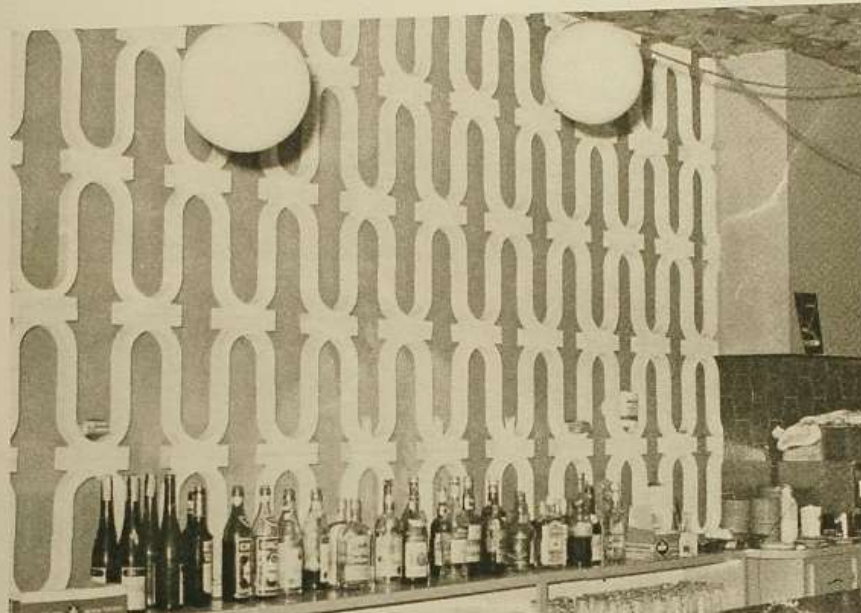
Dirección

Ciudad

Distrito

CUV

prefabricados de hormigón **Sas**



P^o TORRAS Y BAGES, 106
T^o 345 8850
BARCELONA -16

C/FERRAZ, 74
T^o 242 52 57
MADRID -8



VENTANAL



PERSIANA



CELOSIA
CRISTALERA



CELOSIA
DECORATIVA



PLAQUETA

**Tenemos todas
las puertas
que pueda
imaginar**

Su problema será escoger
en la gama más extensa de
España.

Metal, Madera. Manuales,
eléctricas, accionadas por
radio. Corredera ballesta,
Basculantes, Librillo.

Su problema resuelto en
puertas Torres.

VERONA

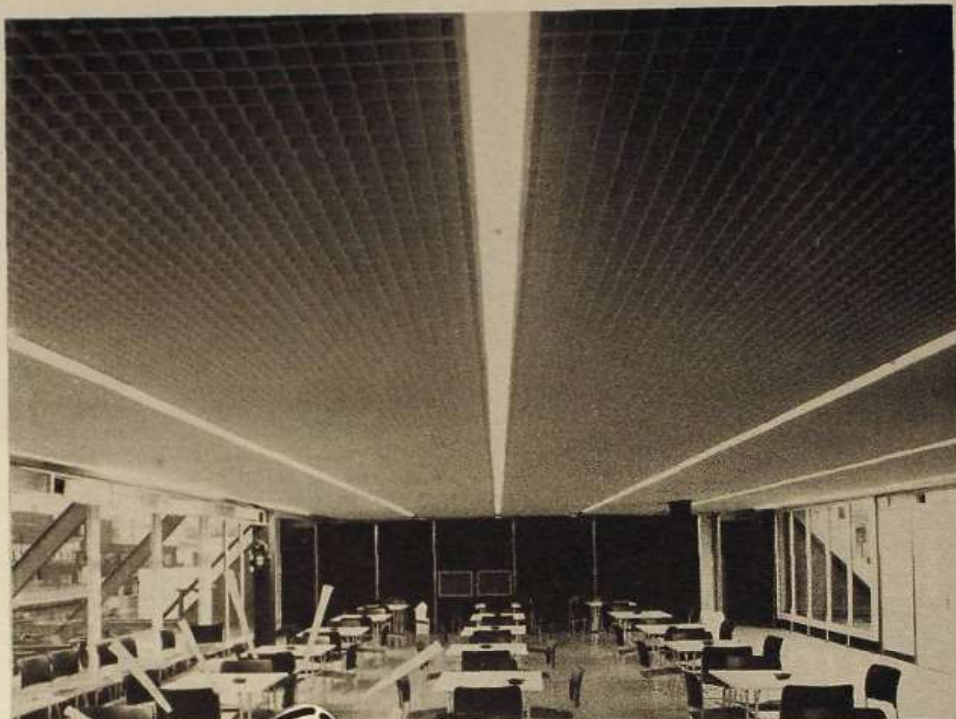


CORREDERA BALLESTA
SEGURIDAD EN CHALETS, COMERCIOS Y ATICOS

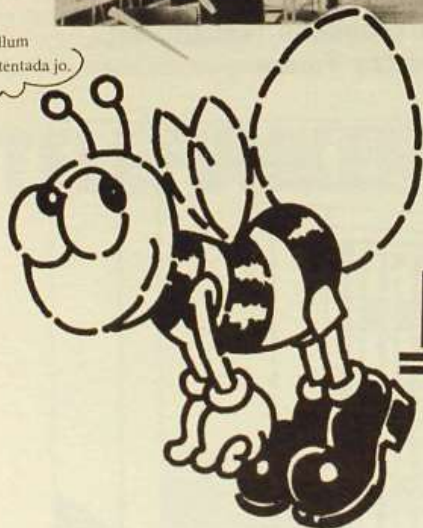
TORRES
EL GRANDE DE
LAS PUERTAS

Exposición y venta:
Elcano, 22-26 - Tel. 241 90 05
Poeta Cabanyes, 52
Barcelona-4

EL CAMÍ DE LA CUCA DE LLUM



La llum
la tinc patentada jo.



La qualitat d'un ambient es defineix per la capacitat d'integració de la llum en els diferents cossos de l'espai, i aquesta integració s'aconsegueix casant la tècnica d'aplicació de la font de la llum amb les formes concretes que defineixen l'espai.

La nostra empresa l'hi ofereix aquesta tècnica i el servei per arribar al seu disseny.

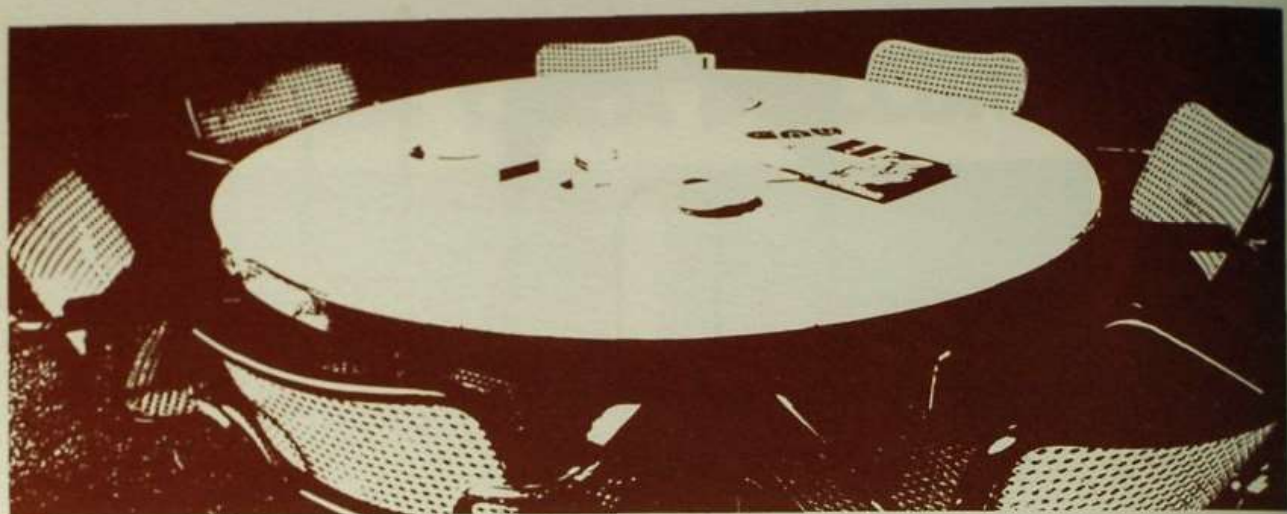
Les possibilitats que ofereix l'alumini extrusionat al servei de la integració de la llum es concreten en el «camí de llum».

SISTEMES TÈCNICS D'IL·LUMINACIÓ ha traçat aquests camins per que les idees del disseny s'expressin de cos sencer com l'integració que en fa la cuca de llum.

**SISTEMES
TÈCNICS
D'IL·LUMINACIÓ**

Rambla Catalunya, 87 Teléf. 215.13.48 - 215.66.56

RENU



El Plan Energético Nacional a debate

La energía es, en el mundo industrializado de hoy, un tema clave. La política energética condicionará, sin duda, toda la política industrial posterior. Por otra parte, la polémica energética constituye, en este momento, la base de un gran número de movimientos populares. Ya no es posible pretender desvincular las tecnologías desarrolladas en torno del aprovechamiento de las diversas fuentes energéticas, de la vida cotidiana de los ciudadanos. Pero existe el peligro de limitar o mediatizar los futuros debates convirtiéndolos en una simple disputa a favor o en contra de las centrales nucleares. La presente mesa redonda pretende ampliar al máximo el marco de dicho debate.

Cuando tuvo lugar, aún no había visto la luz el Plan Energético elaborado por el gobierno. Todas las referencias que se hacen al mismo se basan en un texto no oficial en el que parecen darse los ejes básicos sobre los que se desarrollará el mencionado Plan. En el momento de la publicación de esta mesa, el Plan ha sido ya entregado a las Cortes y el plazo para la presentación de enmiendas, por parte de los grupos políticos parlamentarios, está ya abierto.

La lectura del Plan Energético presenta-

do nos ha evidenciado que el avance, que sirvió en cierta medida de base para el debate, no ofrecía diferencias sustanciales y que, por tanto, los temas planteados tienen una total vigencia.

El periodista e Ingeniero Pedro Costa, el economista Margalef, el catedrático de tecnología nuclear, doctor Alonso, el físico Francesc Solé y la ingeniera Laura Trémosa, contrastan sus opiniones sobre los diferentes aspectos del Plan Energético, sobre los recursos energéticos españoles, las energías convencionales y alternativas y la tecnología que gira en torno de ellas, para terminar con un intento de prever cuál puede ser el futuro, a medio y largo plazo.

CAU.—¿Cuáles son los elementos básicos sobre los que debería centrarse el debate en las Cortes y, en la Prensa, en torno al Plan Energético?

MARGALEF.—Quizás, en primer lugar, convendría analizar, aunque sea brevemente, algunos datos sobre los que parece asentarse el Plan y la validez de los mismos. Viendo la producción energética actual en España y teniendo en cuenta el crecimiento acumulativo del 4 % que se considera en el Plan, ¿a qué producción se llegaría en el año 1987? Nos encontramos que si en el año 76 hay una producción de 98.000 gigawattios, en el año 1987 será precisa una producción de alrededor de 140.000. En las centrales nucleares actualmente existentes, la potencia instalada y la producción realizada, añadida a la producción de las previstas en el Plan, nos da una cantidad de gigawattios que por sí sola sobrepasaría la diferencia de necesidades energéticas establecidas en el año 1976 y 1987 por encima de unos 18.000 gigawattios. Es decir que aceptando el 4 % de aumento acumulativo de consumo, lo cual cabría ya discutir, y considerando que la energía hidráulica y la térmica no aumentasen, se descubre que habría un considerable exceso de capacidad de producción. Además hay que tener en cuenta que todo este aumento se prevé dentro del marco de un nuevo modelo productivo que tiende a ahorrar energía. Por otra parte, el Plan no considera nada respecto a la posible nacionalización del sector, ni tampoco respecto a la municipalización en la distribución e incluso en producción, preveyéndose básicamente la misma estructura de dirección que existe actualmente, es decir, centrada y centralizada en las grandes empresas eléctricas.

PEDRO COSTA.—En primer lugar, el Plan se ha hecho muy deprisa porque hay un compromiso desde el Pacto de la Moncloa y porque han aparecido problemas en el Plan Oliart por dos motivos clave: por la introducción del sector público en la producción energética y por el proyecto de racionalización y agrupación de las participaciones dispersas del Estado en el sector de hidrocarburos, el nuevo Plan se ha hecho con cierta precipitación, elaborado por un equipo del Ministerio y muy dirigido por el propio ministro, el cual, en realidad, tiene una amplia experiencia empresarial, pero en cambio ha estado siempre muy desvinculado de la problemática energética.

En el Plan se acepta de entrada que hay que consumir menos, se dice textualmente que es preciso buscar un nuevo modelo de crecimiento. Cabe decir que, en este aspecto, el enfoque es en cierta medida espectacular. Porque no es usual oír



PEDRO COSTA. «...El nuevo Plan difiere muy poco del de 1975...» «Queda claro que el Estado capitula y prescinde de una intervención en el sector...»

en una Administración convencional como la actual, que es preciso plantearse un cambio del modelo de crecimiento vigente. Lo que ocurre es que, luego, en el desarrollo del avance de proyecto que ha llegado a mis manos, se vuelve a los cauces de antes, es decir, en definitiva, el nuevo Plan difiere muy poco del del año 1975. Lo que ocurre es que en estos dos últimos años de crisis económica, la demanda se ha incrementado a un ritmo más bajo al disminuir el crecimiento del PNB y por tanto se hacen planteamientos de reducción de producción, pero en sí, en el Plan, no existe filosofía alguna de ahorro de energía. Respecto a la distribución de las diversas fuentes energéticas, la previsión para 1987 queda como sigue:

Energía hidráulica:	9,4 %
Energía procedente del carbón:	16,2 %
Energía nuclear:	14,8 %
Energía procedente de los hidrocarburos:	59,6 %

Cabe indicar que lo que sí se ha modificado respecto al año 1975 es esta última cifra, que en aquel caso se fijaba en torno del 45 %, evidentemente estamos montados en torno a los hidrocarburos y es utópico creer que esto se puede eliminar de golpe.

Por otra parte, queda claro que el Estado capitula y prescinde de una intervención en el sector. Habla simplemente de una coordinación y de la creación de una empresa para la distribución por razones de eficacia, y en el sector de hidrocarburos se queda todo como estaba. Lo único que se nacionaliza es la Empresa Nacional del Uranio, que queda del Estado, pero esto supone que se nacionaliza una empresa cuya producción va a parar, luego, a las empresas privadas, es decir, a

las que tienen las centrales nucleares. Así lo que se consigue es que determinados costos que deberían contabilizarse sobre producción de la energía nuclear ya no se consideran, porque recaen sobre el sector público. A mi entender, el debate ya está abierto en la calle. Lógicamente este debate se ha centrado, o por lo menos iniciado, con la contestación a las centrales nucleares, pero no se ha quedado aquí, sino que ha pasado a poner en cuestión el modelo de consumo y, de aquí, al tema de las nuevas energías. En mi opinión el debate en las Cortes no existirá. Probablemente se resolverá todo en una tarde, con muy poco interés, es posible que con el número mínimo de diputados necesario y con sólo 6 ó 7 votos negativos. Evidentemente el debate en la calle va a seguir y los resultados habrá que verlos muy al margen del debate parlamentario.

DR. ALONSO.—Yo no doy demasiada credibilidad a la información que hoy poseemos y, por tanto, no sé exactamente cuáles van a ser los términos sobre los que van a ser los términos sobre los que deberá centrarse el debate, pero lo que sí creo que debería contener el Plan Energético son consideraciones muy precisas sobre las necesidades energéticas de este país para este plazo de 10 años, sobre el que está concebido el Plan, teniendo en cuenta que la planificación de las fuentes ha de hacerse a largo plazo, puesto que la construcción de las instalaciones exige espacios de tiempo largos.

Un segundo punto a considerar sería, en mi opinión, estudiar todas y cada una de las fuentes que hoy pueden proporcionar cantidades importantes de energía. Evidentemente hay fuentes alternativas pero éstas, hoy por hoy, pueden dar producciones muy pequeñas y hay que pensar en producciones masivas.

Otro punto sería el acondicionar las fuentes a las necesidades. Es evidente que el ahorro energético está más en acondicionar el tipo de fuente a la aplicación, que en hacer campañas televisivas para que los usuarios apaguen la luz y cosas parecidas.

Refiriéndome concretamente a la energía nuclear, el Plan y el debate en las Cortes deberían contemplar las peculiaridades de esta fuente de energía. Hay consecuencias tecnológicas, económicas, sociológicas e incluso políticas. Desde el punto de vista tecnológico nadie puede olvidar que con la fisión nuclear se producen cantidades ingentes de productos radioactivos. Es evidente que este hecho impone condiciones tecnológicas muy importantes. Esto lleva a la necesidad de creación de un cuerpo de expertos en materia de seguridad y protección contra las radiaciones y que, en definitiva, ha de

ser un cuerpo muy competente de tecnólogos nucleares.

Desde el punto de vista económico, la peculiaridad más importante de la energía nuclear es lo complicado de su ciclo de combustible, y que hace que las estimaciones sean complejas, incluyendo un buen número de procesos y que además requieren invariablemente la participación de otros países. Hay, pues, que hacer previsiones y estimaciones a largo plazo que dependen de contratos entre gobiernos y, por tanto, aquí se necesita una participación estatal lo que justifica la creación de Enusa.

Desde el punto de vista sociológico no puede olvidarse que la energía nuclear se utilizó primeramente con fines bélicos y que la gente no lo olvida, lo que lleva a poner en cuestión la energía nuclear en todos los países, existiendo una probabilidad, a mi juicio pequeña, de que como reacción de la sociedad, la energía nuclear no sea viable. No puede negarse que en algunos países y también en el nuestro esta reacción ha originado ya una reducción en los programas nucleares.

Desde el punto de vista político, sin duda alguna, el problema está en que como consecuencia de la explotación de las centrales nucleares hay una producción de materiales estratégicos, materiales que en manos de un determinado gobierno o de terroristas pueden hacer de palanca de actos que pueden cambiar la sociedad.

Por todo esto, creo sin duda que estas peculiaridades deben ser debatidas en las Cortes y en la Prensa con profundidad, porque no nos podemos engañar, la energía nuclear, hoy por hoy, es necesaria en este país.

LAURA TREMOSA.—Lo que a mí me preocupa es que a la luz de este avance que poseemos, parece que en el Plan Energético no se ha previsto, en absoluto, la regionalización, es decir, que no hay ningún criterio de descentralización. A mi parecer es muy importante este concepto de centralización o descentralización energética. Porque si, por ejemplo, la base de la energía que se consume ha de ser la energía nuclear, forzosamente necesitaremos una política centralizadora. Parece que en el futuro Plan no se da ninguna posibilidad de regionalización ni municipalización precisamente por ello, porque se parte del petróleo y de la energía nuclear como base. También me parece sorprendente que se prescindiera de las posibilidades de energía hidráulica aún no explotadas que existen en España, así como la mala explotación de alguna de las existentes, puesto que no se considera aumento alguno de la energía hidroeléctrica producida.



DR. ALONSO. «El Plan Energético debería contener consideraciones muy precisas sobre las necesidades energéticas de este país en el plazo de diez años. Deberían estudiarse todas las fuentes que hoy pueden proporcionar cantidades importantes de energía. Y deberían adecuarse las fuentes a las necesidades...»

El problema de la energía nuclear a la luz de todos los condicionamientos que ha expuesto el profesor Alonso, es evidentemente un problema muy conflictivo para su discusión en las Cortes porque, por ejemplo, el hecho citado en último lugar, de la producción de materiales estratégicos, hace temer que haya que concebir el Estado casi como un Estado policial. La vigilancia de los depósitos de desperdicios nucleares exigirá un control extremadamente riguroso. Basta ver los sistemas de vigilancia en el cementerio nuclear de Francia. Por otra parte, mi impresión, después de escuchar diversas exposiciones de profesores americanos y franceses respecto a los peligros de la energía nuclear, es que el problema no está suficientemente estudiado.

Están muy de moda, actualmente, los modelos matemáticos para el estudio de las catástrofes, pero luego aparecen datos experimentales que en algunos casos los contradicen. Me temo que en un debate en las Cortes pueden llegar a presentarse estudios y datos contradictorios. Da la impresión que no hay datos técnicos que merezcan una credibilidad realmente concluyente.

En definitiva, mi máxima preocupación va dirigida a que el Plan Energético no contemple la posibilidad de una descentralización energética ni aparece ningún cambio respecto a los planes anteriores, en la tendencia y la mentalización para buscar una diversificación energética. En realidad, ambas cosas van ligadas, puesto que sería una descentralización que permitiría el estudio de las posibilidades energéticas en cada una de las zonas y la explotación de

cada una de ellas, lo que nos llevaría a una diversificación energética.

CAU.—A este punto del debate se han expuesto ya las críticas y opiniones que cada uno tiene respecto al Plan Energético; ahora convendría centrar el debate respecto a una serie de puntos que parecen deducirse de lo anterior y que aparecen como los más importantes. El primer punto podría ser: ¿Cuánta energía necesitamos? Es decir, las necesidades reales de energía. Los distintos planes han hecho unas previsiones a partir de unas hipótesis de desarrollo del país. ¿Qué opinión os merecen estas hipótesis y cuál pensáis que es el futuro económico del país que de ellas se derivan?

PEDRO COSTA.—Yo pienso que en el Plan no hay una voluntad positiva de reducir el consumo. Se acepta fatalmente que la crisis lo ha hecho reducir. Para ver cuánto hemos de consumir, primeramente habría que ver cuánto despilfarramos y sobre todo ver cómo está repartido el consumo. El sector industrial consume el 52,7 % de energía primaria y el transporte algo más del 27 %, ambos, pues, más del 80 %. Estos datos son de 1976. En 1977 probablemente habrá aumentado algo debido al incremento consumido por el transporte. Fundamentalmente el consumo industrial se va en la industria química y petroquímica, las industrias metálicas básicas (p. ej., ahora resulta que sobra la 4.ª planta de Sagunto y no se sabe qué hacer con ella). Otro capítulo importante es el cemento, que consume el 10 % del total (ahora mismo acaba de empezar a construirse la fábrica más grande de España, en Almería, para surtir a la costa Este de EE.UU.).

Respecto al transporte, el capítulo más importante se lo lleva el automóvil privado y el transporte pesado de mercancías. En cambio, el ferrocarril todos sabemos lo abandonado que está en nuestro país. Dentro de los productos petrolíferos el sector transporte consume el 30 %, un 11 % ya lo consume el automóvil privado. Es evidente que el rendimiento energético del ferrocarril es muy superior, pero existe una red de intereses que llevan a potenciar muy poco su uso.

En el sector de energía eléctrica, resulta que en pérdidas de conversión se tira más del doble, ninguna planta térmica llega a un rendimiento del 40 %. La energía nuclear tiene un rendimiento inferior, lo que quiere decir que el seguir incrementando la participación nuclear es ir en el sentido del despilfarro y no de la racionalización.

Teniendo en cuenta todo esto, es decir, que habría que reconvertir el sector del transporte, que nos sobra industria y que

no hay control sobre el consumo propio de las industrias, etc., ya se vislumbra que puede aliviarse la situación. Ahora bien, dado que a pesar de la crisis no hemos disminuido el consumo, sino que hemos seguido aumentándolo, yo creo que tenemos que bloquear este crecimiento. Durante unos años habría que tener una voluntad decidida de reducción de consumo. Para ello bastaría controlar el transporte y la instalación de industrias de elevado consumo energético y no necesarias, en general, para el mercado nacional. Después podría plantearse el crecimiento que prevé el Plan, de un 4 %, pero tendiendo a la disminución de esta cifra. Es decir, sería preciso tener una voluntad recesiva mientras se van controlando los distintos sectores.

CAU.—Todo lo expuesto por Pedro Costa parece incidir en el tema antes planteado de la necesidad de adecuar el consumo a las distintas fuentes energéticas, es decir, no basta con tener en cuenta la eficacia de las distintas fuentes energéticas según el primer Principio de Termodinámica, sino también la eficacia del segundo Principio. Señor Alonso, ¿usted cree que en base de una serie de medidas de reforma estructural del sistema económico es posible alcanzar una progresiva nivelación de las necesidades energéticas?

DR. ALONSO.—Yo creo que debe hacerse este intento. De no hacerlo haremos un mal servicio a la sociedad. Ahora bien, para ello hay muchas dificultades, porque esta adecuación supone cambios profundos en la vida de la sociedad y también en la industria. Conseguir que en España, los ciudadanos empiecen a utilizar el ferrocarril por ejemplo, no puede ser un proceso rápido. En la industria ocurre igual; para conseguir una reducción en el consumo, produciendo lo mismo, hay que hacer una coordinación de los diversos productores y esta transectorialización llevará tiempo y es difícil. Por tanto planificando a 10 años como hace el Plan, yo creo que los números que se manejan son válidos. Ahora bien estoy absolutamente de acuerdo en que hay que iniciar un proceso de mentalización para, a más largo plazo, llegar a la política recesiva de que hablaba Pedro Costa.

CAU.—¿Puede creerse que un aumento generalizado de las tarifas energéticas incidirá positivamente en la reducción del consumo?

MARGALEF.—El Plan prevé utilizarlo como un instrumento de política económica, quiere controlar el consumo a través de una política de precios orientán-



LAURA TREMOSA. «Mi máxima preocupación va dirigida a que el Plan Energético no contemple la posibilidad de una descentralización energética ni aparezca ningún cambio respecto a los planes anteriores en la tendencia y la mentalización para buscar una diversidad energética.»

dolo hacia los diversos recursos energéticos en uso, aunque parece prescindir a corto plazo de las energías alternativas. El Plan prevé la reducción de 16 millones de TEC mediante la política de precios. En realidad, la actual estructura de precios tiende a primar el consumo industrial sobre el consumo doméstico. Pero a mí me parece muy difícil determinar una política de precios que sea independiente de las fuentes que el propio Plan se propone. Es decir, si el Plan prevé la construcción de un cierto número de centrales nucleares, la política de precios estará en función de este hecho, con lo que el objetivo de racionalizar mediante los precios la utilización de los diversos recursos energéticos, me parece sumamente difícil.

FRANCESC SOLÉ.—Lo que ya se ha indicado de la utilización irracional de la energía es absolutamente cierto; ahora bien, yo no creo que todo ello pueda cambiar con un simple proceso de mentalización y esperando que la sociedad evolucione en este sentido; hay muchos aspectos, por ejemplo, la obtención de agua caliente a partir de la electricidad, proceso en el que el rendimiento es mínimo, que deberían ir analizándose a corto y medio plazo. A medio plazo hay que replantearse todo el enfoque urbanístico, yendo a una descentralización en el sentido de analizar si el modelo de crecimiento actual tiene un futuro a la larga. Para mí el problema está en los costos sociales que por ejemplo puede provocar la energía nuclear.

Yo creo en las fuentes energéticas alternativas. No pienso que sean la solu-

ción global ni, por ejemplo, que con la energía solar ya pueden resolverse todos los problemas, pero es comprobable que ofrecen una posibilidad de ahorro siempre que haya una planificación. Es decir, hay una gran cantidad de energía eléctrica que se utiliza para calentar (agua, gases, etcétera). Bien, pues todo esto podría realizarse por conversión fototérmica a baja temperatura. Técnicamente está resuelto y no se trata, en absoluto, de una utopía.

La conversión fotovoltaica también está resuelta desde el punto de vista técnico pero existe un problema de precio. A pesar de todo, no hay ninguna condición para que este precio no se pueda reducir, siempre que haya unos planes de investigación como ya hay en otros países.

El caso de creación de grandes centrales solares ya lo considero para un plazo más largo (8 o 10 años).

Para mí el problema está, no en si es posible conseguir un combustible más o menos barato, sino que se trata de preguntarse si la evolución tiene que pasar necesariamente por grandes centros de producción. Hasta ahora, el hombre se desplaza hacia la energía, quizás estemos ya en el momento de que la energía vaya hacia el hombre. En definitiva, el hombre, en el momento que construye una central nuclear y se pone a vivir en las grandes ciudades, lo que hace es luchar contra la entropía; entonces de lo que se trataría es de no favorecer que su organización de vida provoque que tenga que buscar energía para luchar contra esta pérdida de entropía.

No querría que se creyera que pienso que sólo hay que utilizar la energía solar. Si en un lugar, por ejemplo, sopla habitualmente el viento será interesante instalar generadores eólicos, etc. Es decir que se precisa un estudio de las posibilidades de cada zona y buscar las formas de aprovechamiento de un modo descentralizado.

CAU.—Parece que todos estamos de acuerdo en que es precisa una adecuación de las fuentes a los usos. ¿Creéis que la descentralización podría hacer más factible esta adecuación y, en la medida que lo hace, permitiría evaluar para el futuro unas cotas de crecimiento energético más reducidas?

LAURA TREMOSA.—Desde luego yo estoy convencida de esto. No soy tan optimista como Solé. En el plazo de 5 o 10 años no podemos esperar que haya una replanificación del territorio, por ejemplo. El territorio ya lo tenemos «desplanificado» y hay que cargar con ello al enfrentarnos con los problemas inmediatos. Lo que realmente me preocupa es que no

haya este espíritu que haga que en los debates el tema se plantee dentro de este amplio marco que comprende todas las posibles fuentes de energía y todas las modalidades de su utilización, para cada lugar. La polémica energética, en general, se centra aún excesivamente en nuclear sí o nuclear no.

El debate en las Cortes y en la prensa, aunque quizá llegara a modificar poco el Plan Energético, sí podría crear este clima. Pero yo no veo en los partidos políticos de la oposición planteamientos en este sentido. Más bien hay una actitud contradictoria que puede acarrearles una falta de credibilidad popular, puesto que, por ejemplo, respecto a la energía nuclear, en las luchas puntuales, los partidos locales intervienen contra las centrales pero, en cambio, sus líderes hacen declaraciones en las que consideran la energía nuclear un mal menor o un mal necesario.

Sería muy lamentable que el Plan Energético pasara por las Cortes sin pena ni gloria y que en la prensa se hicieran planteamientos muy simplificados que, en definitiva, no van a servir de nada. Cuando se presenta la noticia de que en EE.UU. se ha parado la construcción de centrales nucleares no se ofrece al público el hecho de que con la subida de los precios, el petróleo de Alaska ya es rentable, ni tampoco se dice que en Inglaterra gracias al petróleo del mar del Norte también han podido permitirse una cierta recesión en la construcción de centrales nucleares. Deben darse todos los datos a los lectores y luego presentar el problema en su aspecto más amplio. Yo diría que es necesario plantearse las relaciones entre la energía y la vida cotidiana, en el sentido que apuntaba Francesc Solé.

CAU.—El tema más preocupante es el de la inercia, es decir, la lentitud con que los cambios pueden producirse. Todos estamos de acuerdo que en un futuro es imposible que podamos seguir consumiendo combustibles fósiles y hemos de depender de fuentes autorrenovables, pero unos piensan que esto puede realizarse en 50 años y otros creen que tardará dos siglos. En todo caso, se ha mencionado que hay que presionar las curvas de demanda energética sin renunciar al crecimiento, entendiendo el crecimiento como aumento de bienestar. Todos hemos estado de acuerdo en las dificultades que todo esto implica. ¿Podríais hablar de cuál es el ritmo de cambio que es posible y cómo luchar contra la inercia no sólo con la mentalización, sino también, quizá, con medidas más energéticas?

DR. ALONSO.—Antes de entrar en este tema querría referirme al tema del ne-



FRANCESC SOLÉ. «Yo creo en las fuentes energéticas alternativas.» «Para mí el problema no está en conseguir un combustible más barato, sino en preguntarse si la evolución tiene que pasar necesariamente por grandes centros de producción. Hasta ahora el hombre se desplaza hacia la energía, quizás estemos ya en el momento en que la energía vaya hacia el hombre.»

cesario debate público a que se refería Laura. Si en las Cortes no hay debate, yo creo que la prensa debe estimular este debate porque estoy convencido de que este debate será bueno para la sociedad, para la energía y también para la energía nuclear. Todo lo que ha ocurrido hasta ahora en contra de la energía nuclear ha ido a favor de la misma.

En cuanto al ritmo de cambio posible, la respuesta es difícil. Es un problema de sociólogos. Creo que es necesariamente lento, que los cambios profundos sólo vienen, en todo caso, con grandes revoluciones. Este cambio exige un trabajo intenso de todos, del gobierno, de las empresas públicas, de las privadas si están dispuestas a hacerlo, de las asociaciones profesionales, de la prensa, etc.

En el caso de la energía solar, por ejemplo, los arquitectos pueden jugar un importante papel. Respecto a la energía solar querría llamar la atención sobre el hecho de que se encuentra aún en una fase de investigación. En el caso de conversión fototérmica a bajas temperaturas se trata de una tecnología accesible pero lo que a mí me preocupa es si una vez más van a ser las multinacionales las que construyan los paneles solares. ¿Vamos a ser capaces de tener una tecnología solar propia?

PEDRO COSTA.—El ritmo de cambio será lento, estoy seguro, porque no hay ninguna voluntad para que sea rápido.

Se ha hablado de la descentralización. Bien, este tema es ya poner el dedo en la llaga. En concreto el modelo nuclear

es implacablemente exigente en inversión de capital pero además con rentabilidad decreciente, cada vez se precisa más capital para conseguir menos energía, y cada vez se necesita más energía para conseguir menos trabajo. Lo único que aumenta es la rentabilidad de la mano de obra. Cada vez se consigue más producción con menos mano de obra. Es decir que la energía nuclear es evidente que la descentralización no le interesa. Por otra parte, parece que en el Plan se va a prever un plan de emergencia para el área rural, a desarrollar hasta el año 79, y en él se dictan criterios contra la fragmentación empresarial, de forma que las empresas de distribución tengan un tamaño mínimo, e incluso, se plantea la penalización con un determinado gravamen a las centrales que produzcan una cantidad inferior a una cifra determinada. Todo son medidas contra la posible descentralización energética.

Respecto a lo que ha indicado el señor Alonso referente al necesario debate en la prensa, yo querría añadir que, en realidad, hay que aceptar que lo único que ha cohesionado a la gente, que ha hecho que determinadas deficiencias se analizaran y que, sin duda, ha condicionado también la redacción del Plan, ha sido la lucha antinuclear, con todas las deficiencias que éste pueda tener.

CAU.—Aceptando el factor de la contestación antinuclear. ¿No crees que la recesión económica ha influido en la reducción de las centrales nucleares?

PEDRO COSTA.—Sin duda que también ha influido la crisis económica. Habría que valorar y contabilizar la repercusión de ambas. Factores hay varios, sin duda. Así la OCDE, por ejemplo, dice que las causas son:

- 1.º Recesión económica.
- 2.º Programa financiero.
- 3.º Existencia de problemas técnicos.
- 4.º La inquietud del público respecto a la seguridad y el medio ambiente.

¿Cuál tiene más peso? Esto es ya muy subjetivo. Lo cierto es que nunca se había admitido que existieran problemas técnicos y que la inquietud del público, además de por razones de seguridad y de medio ambiente viene también motivada por razones económicas y de costos sociales.

MARGALEF.—El problema está en definitiva en qué fuente energética ha de cubrir el déficit actual y previsible. Tanto el Plan, como las compañías eléctricas, prevén que sea la energía nuclear. En la construcción de las centrales nucleares, las empresas tienen unos beneficios de

tipo financiero que hace que se sientan muy interesadas en su instalación.

La presión popular puede haber ayudado algo en evitar una excesiva nuclearización aunque en definitiva lo que ha ocurrido es que la dinámica del cambio político forzosamente tenía que reflejarse en el Plan. Antes las empresas energéticas eran casi el Estado y ahora, aunque muy influyentes, algo ha cambiado.

CAU.— Señor Alonso, una parte del retraso de la implantación nuclear ¿puede realmente haberse debido a problemas técnicos?

DR. ALONSO.— Son instalaciones complejas, de tecnología muy nueva y, por tanto, problemas existen. Ha habido centrales en Francia, Italia, EE.UU., que han tenido dificultades y que, en ocasiones han estado paradas algunos años. En el caso de las centrales nucleares españolas, han aparecido problemas evidentemente pero no han sido especialmente importantes y anormales. Son problemas que han causado retrasos. Así, por ejemplo, en Ascó ha habido problemas con el asentamiento del terreno. Pero en todo caso, no son problemas especialmente graves.

CAU.— ¿Prevé el Plan un uso suficiente de los recursos autónomos de energía? ¿Es viable pensar que nuestro país pueda ser autónomo en un plazo relativamente corto?

PEDRO COSTA.— El problema está en que no tenemos el inventario. El inventario consistiría en tener un cuadro en el que estuviera expuesta la distribución de los diferentes recursos, indicando el porcentaje de cada uno de ellos respecto al total. Nada de esto está hecho y sin ello, ¿cómo se pueden planificar unos recursos que no se conocen? Respecto a las energías alternativas de momento no se dedican presupuestos para que pueda tener lugar una potenciación de la investigación y, en cambio, resulta que se habla de la posible construcción, a medio plazo, de una planta de enriquecimiento de uranio, lo que supone una inversión fabulosa.

No se trata, a mi entender, de ser absolutamente autosuficientes, sino de alcanzar un cierto grado de autonomía. Lo preocupante es que el autoabastecimiento va disminuyendo.

FRANCESC SOLÉ.— Es evidente que sin un balance de recursos y necesidades es imposible que se replantee el aprovechamiento racional de todas las posibles fuentes energéticas de cada zona. A corto plazo posiblemente no hay otro remedio que aceptar la energía nuclear, pero lo



MARGALEF. «Para prever lo que va a ocurrir es necesario saber el papel que España va a jugar dentro del mundo industrializado occidental. No soy demasiado optimista. España puede convertirse en una sociedad de las llamadas "tecnofascistas".»

preocupante es que no parece que haya conciencia de la necesidad de alternativas. Lo cierto es que las centrales nucleares resultan cada día menos rentables económicamente y el Kw producido es cada vez más caro. La explotación de los recursos de cada zona, mediante un planteamiento descentralizado, aparece como mucho más rentable a la larga.

Estoy de acuerdo en que había que hacer un plan energético a corto plazo para solventar problemas inmediatos y, en este aspecto, no cabe duda que había que aceptar la energía nuclear. Ahora bien, aceptarla no quiere decir que no se busquen ya alternativas para el futuro y esto es lo que no parece existir en el Plan, perspectivas de cambio, sino más bien todo lo contrario, el futuro se programa, y yo diría se hipoteca, a las necesidades inmediatas.

Además, todos estamos de acuerdo en que hay una recesión, pero es que si el país no tiene dinero, ¿de dónde va a salir el capital necesario para construir centrales nucleares?

De todos modos yo creo que el problema no es sólo que se utilicen los recursos propios sino también el modo en que se utilizan. Podríamos encontrarnos con que dentro de unos años las mismas compañías eléctricas construyeran grandes centrales de energía solar y siguieran monopolizando el suministro, facturando del mismo modo los Kw. Hay programas en los EE.UU., como el de la torre solar o el de un satélite que recoja la energía solar y la transmita por microondas a la Tierra, que, de llevarse a cabo, en ningún caso permitirían una descentralización de la energía.

Prescindiendo ya de estos macroproyectos, que evidentemente quedan fuera del

alcance de las posibilidades de investigación española, lo cierto es que la tecnología de las células de silicio para la transformación fotovoltaica sí está a nuestro alcance y de hecho en una empresa española se ha hecho, pero lo que vemos es que la Administración no parece dispuesta a dedicar ningún tipo de esfuerzo en este sentido. Esto es a mi entender lo grave.

DR. ALONSO.— Yo creo que los planificadores han tenido en cuenta los recursos autónomos y que la imagen que se tiene no es más imprecisa que la que pueden tener otros países con un tipo de desarrollo parecido al nuestro. Respecto al carbón el Plan prevé un mayor consumo de carbón sin olvidar los problemas que ello puede suponer. En cuanto al gas y el petróleo hay una cierta actividad en las prospecciones petrolíferas. En el uranio la situación es bastante clara. Sería importante conocer cuáles son los recursos solares, no existen mapas de insolación de todo el país, etc., creo que habría que precisar más las posibilidades que tenemos. De los recursos geotérmicos existe un mapa, donde están emplazados todos los que han sido detectados aunque, sin duda, sea posible hacer estudios más completos. Tampoco existe un mapa sobre los recursos eólicos y haría falta tenerlo para poder cuantificar.

Finalmente, respecto a los recursos hidráulicos parece que si se puede ampliar mucho la producción pero con grandes dificultades técnicas en la mayoría de los casos.

CAU.— En mayor o menor medida a través de las diversas intervenciones ha quedado expuesta cuál es la situación actual y qué puede cambiar o no con el nuevo Plan Energético. Para terminar, ¿es posible decir algo sobre lo que puede pasar, lo que debería pasar y hasta qué punto si lo que puede o debería pasar es o no compatible con el actual modelo de desarrollo?

PEDRO COSTA.— Si hay que hacer futurología, creo que hay que buscar un compromiso entre lo deseable y lo inevitable tal como están las cosas. Lo deseable es que vaya reduciéndose el consumo y reestructurándose la producción. Hay mucho margen para elaborar una sociedad ideal.

Lo inevitable es que la sociedad funcione en un sentido centralista y autoritario. Pero hay un punto de compromiso que será una aportación de la realidad y es el conflicto social que suscita la producción energética y la contestación que provoca. Habrá naturalmente un compromiso, favorable durante años a la so-

ciudad tal como está constituida, pero a la larga tendrá que haber una evolución, y la actual organización social no podrá persistir con la facilidad con que actualmente se desarrolla. La problemática energética tiene una potencialidad de cambio muy grande porque realmente suscita una revisión radical de toda la organización social.

MARGALEF. — Para el futuro es necesaria una racionalización del sector. Evitar el despilfarro no sólo en el consumo sino también en el transporte de energía eléctrica, que en España es mucho más alto que en otros países europeos. Para predecir lo que va a ocurrir es preciso ver qué papel va a jugar España dentro del mundo industrializado occidental. En este mundo hay una serie de países pioneros que marcan los sectores productivos punteros y todos los demás giran, de algún modo, en torno a ellos. No soy demasiado optimista; España puede convertirse fácilmente en una sociedad de las llamadas «tecnofascistas».

DR. ALONSO. — Yo, como técnico científico, soy muy optimista, mucho más optimista que los que me han precedido. Creo en el progreso entendido como mejora de la calidad de vida y creo que eso puede venir a través de la ciencia y la tecnología y tengo también confianza en que tendremos políticos capaces de encauzar todo el potencial científico y técnico del país.

En cuanto al futuro de las diferentes fuentes de energía voy a poner más énfasis en las diversas formas de la energía nuclear. Las centrales nucleares clásicas yo creo que están demostrando que funcionan bien. De todos modos hay que decir que tienen bastantes incógnitas planteadas respecto al ciclo de combustible y el inconveniente fundamental está en el problema del almacenamiento definitivo de los residuos. En España, según tengo entendido, sólo está prevista la construcción de piscinas de almacenamiento y esto no es la solución. Hay un problema de mucha más envergadura que hay que resolver. Si tuviera que recomendar algo a algún parlamentario lo que le aconsejaría es que sacase este tema en el debate en las Cortes. Espero que salga porque está en el ambiente. Respecto a las centrales de plutonio tienen otro inconveniente grave y es que Europa es partidaria de ellos y los EE.UU. no, y es evidente que el gigante americano puede torcer el rumbo de lo que Europa quiere y la construcción de estas centrales puede quedar en entredicho.

Respecto a las centrales de fusión es un tema difícil pero hay grandes presupuestos dedicados a su investigación. Tan-



Luis Fernández Galiano, del equipo de redacción de CAU, coordinador del debate.

to este tipo de centrales como las de plutonio es posible que presenten problemas que hoy no son previsibles.

Las fuentes alternativas yo creo que tienen futuro y este futuro dependerá de los presupuestos que se dediquen a su investigación. Pero aquí también puede haber problemas. En España hay poca coordinación en la investigación. Cada Universidad y cada Escuela de Ingenieros investiga, pero en definitiva todos investigan lo mismo. Es preciso dinero y personas preparadas.

FRANCESC SOLÉ. — Yo también soy optimista, pero por razones algo distintas. Creo que la falta de capital y la presión popular harán que se construyan un número mínimo de centrales nucleares.

Yo tengo grandes esperanzas en la energía solar. A nivel internacional, la investigación ha avanzado muchísimo respecto a la tecnología del silicio; actualmente se ha reducido muchísimo el precio de las células. Estoy seguro que dentro de poco tiempo se va a disponer de células que permitan que el precio del watio será del orden de un dólar, lo que ya lo haría competitivo con el diesel y en el campo, donde el transporte de la energía puede ser realmente caro.

En el aspecto de las aplicaciones térmicas, es muy fácil que el panel llegue a un precio muy barato y la situación concreta de España ofrece un centro de experimentación para los países desarrollados; en muchos casos con el objetivo de exportar al Tercer Mundo. Es decir, que es muy posible que los países altamente industrializados nos introduzcan la tecnología de la energía solar y potencien su utilización. Por otra parte y, de una forma general, yo creo que la humanidad tomará conciencia de que las tecnologías blandas son la esperanza para su sobrevivencia y que, en este aspecto, la energía solar

ocupa un primer lugar porque además, es inagotable.

LAURA TREMOSA. — Es curioso observar que al definirse como pesimista u optimista, como no se habían indicado las expectativas que tenía cada uno, al dar las razones para una misma actitud se han hecho planteamientos en cierta medida contradictorios.

Yo creo que lo que es imposible es imaginar el futuro energético español aislado. Estamos ligados a los demás países y nuestro futuro dependerá en gran parte de cuáles sean los planteamientos a escala internacional. Desgraciadamente no puedo dejar de ser pesimista respecto a las posibilidades de creación de tecnología española relativa al aprovechamiento de la energía solar, porque hoy el ataque al mercado español por parte de Francia, Alemania, EE.UU., es masivo.

Pero sí soy optimista respecto a las posibilidades futuras de esta fuente de energía a juzgar por las inversiones que se están haciendo por las grandes compañías, desde las constructoras de centrales nucleares hasta las propias compañías petrolíferas, pienso que lo ven como una alternativa económica rentable. El futuro a más largo plazo yo me vería obligada a ligarlo con todo el problema ecológico, no sólo con la crisis energética sino con toda la crisis de materias primas, es decir que, a largo plazo, es muy posible que habrá que crear un nuevo modelo. Es cierto que la ciencia y la tecnología han generado una mejor calidad de vida, al menos en determinadas zonas de la Tierra, pero todo el desarrollo se ha fundado en la creencia de una potencial riqueza, aparentemente inagotable. Con la crisis del petróleo y en el momento en que los países del Tercer Mundo empiezan a valorar sus materias primas, los países industrializados se plantean el posible agotamiento de las mismas. Quizás, a partir de aquí, es obligado pensar que las tecnologías tan complejas, que cada vez exigen más energía, ya no van a mejorar la calidad de vida o, en todo caso, sólo para determinados países. Si lo que realmente hemos de repartirnos es la pobreza, entonces el futuro quizás cambie mucho.

Evidentemente, lo primero que hay que definir es qué entendemos por la calidad de vida. Es posible que el futuro cambie muchos de los valores que hoy condicionan nuestra vida cotidiana y nuestros conceptos sobre el bienestar.

CAU. — El interrogante queda en el aire. Respuestas a algunos temas y muchas preguntas abiertas. Nuestra única esperanza es, en la medida de nuestras posibilidades, haber contribuido a abrir un debate absolutamente necesario en la sociedad española. ■

Libros recibidos

CATERING. DISEÑO DE ESTABLECIMIENTOS ALIMENTARIOS

Fred Lawson. Col. Biblioteca Básica de la Construcción. Editorial Blume, Barcelona 1978. 144 págs. Formato: 210×295. Precio:

Este libro está dirigido a un mercado cuyo principal objetivo es la preparación y servicio rápidos y eficientes de comidas. Las zonas de almacenamiento, preparación y cocción de alimentos tienen por ello particular importancia, especialmente desde que una mayor sofisticación en los hábitos gastronómicos significa que los usuarios esperan una más amplia —y por lo mismo operativamente más compleja— variedad de comidas que hace unos años. Los nuevos avances tecnológicos en la producción de alimentos permiten satisfacer esta demanda a precios económicos, pero exigen también un nuevo tipo de instalaciones y una nueva concepción. Al mismo tiempo, la industria en su conjunto pasa por un proceso de racionalización, debido al incremento de costes y a la escasez de mano de obra especializada, que la está haciendo salir de la esfera doméstica para entrar en un terreno altamente organizado y competitivo. Esto implica no sólo una eficiencia creciente en la gestión y la aplicación de técnicas de producción en cadena adoptadas de otros sectores industriales, sino también una concepción mucho más sistemática del diseño de este tipo de instalaciones y de sus zonas auxiliares, mayor reflexión en la selección y ubicación del equipamiento y mayor consideración de la seguridad, de la higiene y de otros elementos funcionales en el estudio de la planificación. Parte esencial de este proceso es la colaboración estrecha entre arquitectos, diseñadores, fabricantes y clientes. Proporcionar una base para esto —a la luz de un conocimiento detallado de las técnicas del moderno Catering por un lado, y de las posibilidades del diseño, por otro—, es el objetivo de este libro que da una panorámica informativa única sobre este complejo tema.

(De la contraportada interior del libro.)

ESPAÑA HOY: LA EMPRESA COMO PROBLEMA

Antonio Marzal. Editorial Cuadernos para el Diálogo. Madrid 1977. Formato: 180×115. 235 págs. Precio: 260 ptas.

Se impone entre nosotros y es inaplazable iniciarlo, un amplio debate social, tanto intelectual como político, sobre la empresa. Desde la función intelectual abierta esencialmente al futuro, es hoy urgente un análisis multidisciplinar de la empresa, que permita la confrontación entre lo racionalmente deseable y lo históricamente posible.

A nivel político hay que promover el debate crítico y abierto, sobre los grandes temas de la empresa, en el que participen los que de un modo u otro —sindicatos, asociaciones patronales, Administración, partidos políticos, opinión pública...— están directamente concernidos por el problema. Un debate imaginativo, que supere las tentaciones del inmovilismo y de la inercia.

La empresa, vista aquí por Antonio Marzal, profesor del ESADE de Barcelona, como un conjunto de problemas que se despliegan en el tiempo, es objeto de una profunda y cuidadosa disección, con lo que se iluminan y descubren, al mismo tiempo, todas sus posibilidades.

La solución, o las soluciones, al problema de la empresa tendrán que venir, en último término, de la práctica de los hombres comprometidos en los hechos con ella y, en muy primer término, las asociaciones patronales, los sindicatos obreros y la Administración del Estado.

(De la contraportada del libro.)

LA INTERNACIONALIZACIÓN DEL CAPITAL EN ESPAÑA

Juan Muñoz-Santiago Roldán-Angel Serrano. Editorial Cuadernos para el Diálogo. Madrid 1978. Formato: 180×115. 462 págs. Precio: 500 pesetas.

La «internacionalización del capital» en la economía española constituye, sin duda, el hecho de mayor trascendencia de las últimas décadas. Su incidencia ha sido tal que ha contribuido a modificar sensiblemente el marco de las relaciones económicas en que se desenvuelve el capitalismo español desde finales del siglo XIX, introduciendo cambios que han afectado, primero, a las estructuras productivas y a la organización de las empresas, y, después, en una fase a la que ahora precisamente estamos asistiendo, a otras estructuras y a los mercados financieros. Pero no son menos destacables sus efectos en la articulación del poder económico. Mientras el capital financiero español asiste a un progresivo retroceso y a una reestructuración o remodelación de sus intereses ahora seriamente afectados por la crisis económica, el capital multinacional no sólo consolida posiciones en sectores y actividades reservadas tradicionalmente al capitalismo español, sino que se destaca como la principal fuerza ascendente capaz de imponer nuevas transformaciones. Los autores son considerados, precisamente, como destacados especialistas en temas relacionados con la economía española y la problemática del poder económico. Juan Muñoz y Angel Serrano son profesores de Estructura Económica en la Universidad Complutense, y Santiago Roldán es catedrático de Estructura Económica de la Universidad Autónoma de Barcelona y, en la actualidad, decano de la Facultad de Ciencias Económicas de esa Universidad.

(De la contraportada del libro.)

CÁLCULO PLÁSTICO DE LAS CONSTRUCCIONES (2 vols.)

Ch. Massonet-M. Save. Editorial Montaner y Simón. Barcelona. Formato: 220×140. 398 págs. (I), 470 (II). Precio: 900 ptas.

TOMO I

Hasta hace poco los cálculos de resistencia de materiales se basaban en la teoría de la elasticidad, es decir, se suponía que las deformaciones eran elásticas. Actualmente, la tendencia en ciertas estructuras, sobre todo en las hiperestáticas, es la de admitir la deformación plástica en ciertos puntos (charnelas o rótulas plásticas) o en ciertos miembros. Esto está más de acuerdo con la realidad, y, además, concreta más los cálculos, pudiéndose, en muchos casos, reducir el coeficiente de seguridad y conseguir una mayor confianza y una economía estimable.

La obra consta de dos tomos. El primero contiene métodos que se aplican esencialmente a construcciones de acero, pero que, con sistemas expuestos en los capítulos finales de este primer tomo, pueden utilizarse en hormigón armado y en hormigón precomprimido (o pretensado).

El segundo tomo de Cálculo plástico de las construcciones trata de estructuras más complejas.

Este libro ofrece un interés extraordinario a todos los constructores, arquitectos e ingenieros y constituye un indispensable texto de consulta en las profesiones y carreras correspondientes.

TOMO II

La presente obra es continuación del volumen dedicado a las estructuras planas de acero dulce y nudos rígidos.

Este volumen se diferencia del precedente por un hecho muy importante: las fórmulas y las figuras están numeradas por párrafos, dentro de cada capítulo. Cuando se hace referencia a otro capítulo, el número de éste precede al número de la fórmula o de la figura.

La importancia práctica de los temas abordados (placas metálicas y de hormigón armado; depósitos metálicos; cáscaras de hormigón armado; piezas metálicas planas), y la misma tendencia general en el campo de la construcción a explotar mejor las propiedades de los materiales, determinan el valor de este libro.

El cálculo plástico aporta un nuevo elemento suplementario a la ciencia del constructor. Sus virtudes esenciales consisten en informar sobre el comportamiento último de una estructura, y, desde el punto de vista del constructor, permite un dimensionamiento directo, eventualmente próximo al óptimo.

Paralelamente al desarrollo y a la difusión de los métodos de cálculo plástico, es importante precisar cuándo puede ser utilizado y qué es lo que se puede esperar de él, especialmente a la luz de la experiencia.

(De la contraportada interior del libro.)

DECORACIÓN DE HABITACIONES INFANTILES Y JUVENILES

F. Asensio Cerver. Ediciones CEFAC. Barcelona 1978. Formato: 290×220. 137 págs. Precio: 980 ptas.

La habitación propia es para el niño un marco inestimable donde desarrollar su personalidad a cubierto de la aplastante potencia de los adultos. Estos, casi inadvertidamente, se sienten en el deber (cuando no en el derecho) de decidir cómo ha de ser su mundo.

En su zona vivencial el niño halla todos los datos y todas las sensaciones que irá recibiendo a lo largo de su vida infantil. La influencia que ejerce sobre él el entorno en el que transcurren los primeros años de su vida es tan notable y acusada que en este apartado, más que en ningún otro, el decorador debe tener muy en cuenta los postulados y las teorías de la psicología infantil.

En efecto, en este terreno tan sumamente delicado, padres y decoradores tienen que plantearse ante todo una cuestión de la mayor importancia: decidir por el niño es siempre suplantarlo. Este hecho es desde luego inevitable hasta cierto punto, y lo realmente importante pasa a ser en tal caso establecer los límites de dicha suplantación.

Habitaciones infantiles y juveniles es un itinerario que nos pasea por diversos mundos poblados por estos pequeños habitantes, pero es al mismo tiempo, en igual o mayor medida, una reflexión plástica que se desarrolla a la luz de los más exigentes postulados de la psicología infantil.

No se descuida tampoco el aspecto didáctico que toda ambientación contiene para el niño, pues es en ella donde tomará su primer contacto con elementos tan inseparables para el hombre como la luz, el color, las formas, los volúmenes.

El texto contiene la valiosa opinión de profesionales que conocen a fondo el tema del niño y de la habitación infantil. Ambos nos hacen participar de su capacidad de reflexión ante el oficio y como conocedores del alma del niño, saber tan indispensable como los mismos materiales que constituirán físicamente ese reino dentro de la casa en el que el futuro hombre aprenderá a jugar y a vivir.

Habitaciones infantiles y juveniles ha sido concebido con más ambición que la de presentar unas simples realizaciones en este campo de la decoración: se ha intentado elaborar una obra de conjunto, que sea a la vez teórica y ejemplificada, que se ofrece como guía práctica y como motivo de reflexión a todo lector.

(De la contraportada interior del libro.)

Libros recibidos

EL DILEMA ENERGETICO. ¿Medioevo tecnocrático o humanismo socialista?

G. B. Zorzoli. Serie «Ciencia, Tecnología, Sociedad». Editorial H. Blume, Madrid, 1978. Formato 150 x 210, 239 págs. Precio 600 ptas.

El libro pretende aportar un análisis exhaustivo de las causas de la crisis energética y de las alternativas que ante ella se abren. Así, la historia de la progresiva utilización de las distintas fuentes de energía se reconstruye en relación con la dinámica social y económica de los sistemas políticos; las distorsiones estructurales y despilfarros energéticos se estudian en función del desarrollo capitalista y de los intereses de las multinacionales del petróleo, y la actual crisis energética se explica como un momento crucial de una crisis más general de desarrollo del sistema.

La consideración de los programas para la investigación de soluciones energéticas alternativas y para la reducción de los actuales despilfarros hace evidente la insuficiencia de este tipo de propuestas, que no atacan las raíces de la crisis. Polemizando con las tesis del Club de Roma, el libro examina las posibles salidas: un largo período de estancamiento y degradación como premisa de una evolución capitalista hacia una especie de nuevo medioevo tecnocrático, o bien una opción radical en sentido socialista, único modo de salir «hacia adelante» de la crisis.

El texto se completa con una segunda parte en la que se efectúan análisis detallados de la problemática de la energía nuclear, de la solar y de las perspectivas de los sistemas descentralizados de energía total.

La presente edición reúne en un solo volumen dos obras diferentes de Zorzoli, «El dilema energético» y «Proposte per il futuro» (ambas publicadas originalmente por Feltrinelli), a las que se han añadido un nuevo capítulo dedicado a España que aplica a nuestro país la metodología de análisis energético del autor.

(De la contraportada del libro.)

USO DIRECTO DE LA ENERGIA SOLAR.

Farrington Daniels. H. Blume Ediciones. Madrid, 1977. Formato de 210 x 142, 288 págs. Precio 800 ptas.

Farrington Daniels ha pasado muchos años estudiando las posibilidades de convertir los rayos del sol en energía mecánica y eléctrica. En este volumen trata todos los aspectos del tema, con la intención de sugerir ideas y áreas de investigación a otros científicos e ingenieros para proporcionar fuentes de energía de bajo coste a los países en vías de desarrollo. Sin hacer hincapié en los detalles matemáticos y técnicos (aunque incluyendo referencias completas a las fuentes de este tipo de información), describe la investigación y experiencias realizadas acerca de colectores de radiación solar, cocinas solares, calefacción, secado industrial y agrícola, almacenamiento de calor, hornos y motores solares, refrigeración y enfriamiento, conversión fotoquímica y muchos otros usos.

«El Dr. Daniels ha prestado otro servicio notable a los que trabajamos en la energía solar... conoce de primera mano el tema de la energía solar, y gran parte del libro está dedicado al trabajo efectuado bajo su dirección en el laboratorio de Energía Solar de la Universidad de Wisconsin... En mi opinión, el libro del Dr. Daniels, a través de su consideración realista del problema, prestará un valioso servicio a aquellos que perseveran en el intento de hacer la energía solar directamente utilizable aquí, en la superficie de la tierra.»

John I. Yellott, director del Laboratorio Yellott de Energía Solar. (De la contraportada del libro.)

ITINERARIOS DE ARQUITECTURA POPULAR ESPAÑOLA. LOS PUEBLOS BLANCOS.

Luis Feduchi. Colección «Nueva Imagen». Editorial Blume. Barcelona, 1978. Formato 250 x 270, 496 págs. Precio 4.000 ptas.

El tema de la arquitectura popular no sólo tiene una importancia, un valor y un alcance técnico indudables dada la escasa bibliografía existente, sino que por la riqueza y variedad de su tipología, la belleza conseguida por desconocidas manos artesanas, e incluso por su valor folklórico y vernáculo, hace llegar su interés a un público más indiferenciado y heterogéneo.

Esta obra monumental —cinco volúmenes, casi 2.000 páginas y unas 6.000 fotografías y 600 dibujos— es labor de un equipo de arquitectos y estudiantes de arquitectura coordinado y dirigido por Luis Feduchi, arquitecto y autor de libros importantes como «Historia del Mueble» e «Historia de los Estilos del Mueble Español».

Para mantener en la misma un rigor científico ha sido necesaria una labor de investigación e información de la geografía española y el conocimiento «in situ» del mayor número posible de pueblos. Fue indispensable la recopilación metódica de datos geográficos, sociológicos y constructivos, el estudio de su ambiente físico e histórico, de las condiciones de vida humana, de sus problemas emigra-

torios y de su evolución desde los medios más primarios y elementales, así como el conocimiento de los métodos constructivos más simples. Fue asimismo necesario hacer estudios monográficos de comarcas y regiones de la arquitectura espontánea, de los rasgos que se han visto repetidos en apartadas regiones, de las técnicas constructivas que se adaptan a los medios geográficos, climatológicos y humanos, y su permanencia o cambios a través del tiempo. (De la contraportada interior del libro.)

EL CALENTADOR SOLAR DE AGUA.

Thierry Cabirol - Albert Pelissou - Daniel Roux. Compañía Editorial Continental, S. A. Barcelona, 1978. Formato 170 x 240, 150 págs. Precio 540 ptas.

Entre los posibles empleos de la energía solar, la calefacción de agua para uso doméstico es uno de los más directos y sencillos. El calentador solar se está utilizando ya de forma eficaz por todo el mundo, aunque debe reconocerse que lo realizado hasta la fecha ha sido privilegio de especialistas o de investigadores. Esta obra pone la concepción y la instalación del calentador solar al alcance de todos.

El fabricante de material y el profesional de la construcción, o de la calefacción, encontrarán aquí un conjunto apreciable, e indispensable, de datos científicos y técnicos. Incluso el particular, antes de lanzarse a la compra de material o a su fabricación en plan casero, encontrará todos los consejos, indicaciones, advertencias, elementos de precios de costo y de producción, sin los cuales las instalaciones resultan poco aproximadas.

Los autores, dos ingenieros y un fontanero calefactor, reúnen aquí los frutos de varios años de investigaciones universitarias y de experiencias prácticas muy diversas, para dominar la energía solar, aplicada al hábitat.

En estas páginas abundantemente ilustradas, «El calentador solar de agua» constituye la única obra completa que permite a la vez documentarse con precisión sobre un tema de actualidad y poder pasar a la realización.

(De la contraportada del libro.)

LA CASA AUTONOMA.

Brenda y Robert Vale. Editorial Gustavo Gili. Barcelona 1978. Formato: 130 x 200, 221 págs. Precio: 400 ptas.

Los textos sobre tecnología alternativa de origen anglosajón están proliferando: responden y desbordan también el interés que el tema ha abierto.

La búsqueda de técnicas no centralizadoras que faciliten la participación de cada individuo y permitan que cada comunidad, cualquiera que sea su tamaño, incida en la solución de sus problemas: es el objeto de la investigación de una infinidad de pequeños grupos en todo el mundo.

A menudo se nos ha recordado que estamos viviendo del capital, consumiendo fuentes irremplazables de energía, y con ello contaminando nuestro entorno.

En la presente obra, Brenda y Robert Vale ofrecen algunas soluciones prácticas detalladas y realistas a estos problemas y plantean un sistema de vivir sin malgastar los recursos naturales.

El objetivo que persiguen es conseguir una casa que no dependa de los principales servicios de gas, agua, electricidad y saneamiento, utilizando en su lugar para autoabastecerse los beneficios del sol, el viento y la lluvia y reutilizando en sus propios materiales de desecho. Conseguir una vivienda autosuficiente en un cien por cien que sea como una nave espacial fija en tierra es prácticamente imposible y ciertamente innecesario. Sin embargo, obtener y almacenar energía solar, utilizar generadores de viento para producir electricidad y reutilizar los materiales de desecho con el fin de obtener gas metano para cocinar significa gastar renta, no capital.

Este trabajo centra sus intereses en los problemas de autonomía energética, pero sabe hacerlo a un nivel no tan alto que deje de ser operativo, ni tan bajo que olvide la exposición profunda de las bases teóricas en aplicación.

Más de un centenar de diagramas, planos y esquemas completan la obra; el primer apéndice contiene una breve descripción de la «Casa Autónoma 1», la primera de tres viviendas diseñadas por los autores, en las que incorporan y ponen en práctica sus ideas.

Tales experiencias y otras similares desarrolladas en varios países a lo largo de los últimos años pretenden asegurar la supervivencia de la humanidad.

(De la contraportada del libro.)

ENERGIA SOLAR Y EDIFICACION.

S. V. Szokolay. Editorial Blume. Barcelona 1978. Formato: 210 x 300, 195 págs. Precio: 1.300 ptas.

En la búsqueda de alternativas a los combustibles fósiles, la ener-

Libros recibidos

gía solar ha emergido como el rival más prometedor —particularmente debido a su posible aplicación directa en edificios y servicios correspondientes. Este oportuno libro resume, a un nivel de discusión apto para arquitectos y otros lectores no especializados, la naturaleza de las posibilidades ofrecidas en este ámbito crucial. Limitando el tratamiento matemático a lo esencial, comienza estableciendo el contexto de la utilización de la energía solar (el problema mundial de la energía), revisando algunos problemas físicos. Seguidamente se estudian los métodos de captación de energía solar, comentando con cierto detalle la acumulación térmica. Un importante capítulo está dedicado a los diferentes usos de la energía solar, haciendo especial hincapié en el calentamiento de agua y espacios grandes. El capítulo sobre «sol y construcción» sugiere que un edificio bien proyectado es ya de por sí un dispositivo colector solar —las diversas instalaciones únicamente mejorarán su rendimiento y garantizarán una mayor flexibilidad de los reguladores. La médula del libro es un análisis técnico ilustrado de aproximadamente treinta «casas solares» de todas partes del mundo, completo con todos los detalles y datos de rendimiento publicados. Esto va seguido de un breve comentario sobre implicaciones en el planeamiento, un análisis de factores económicos y un estudio sobre la «industria solar» existente. Finalmente se hace un intento de facilitar una guía para proyectos. El libro no es un manual del tipo «hágalo usted mismo», pero ofrece suficiente información al creciente número de arquitectos y profanos técnicamente interesados, que están considerando la posibilidad de instalar acumuladores de energía solar, para dar salida a los problemas básicos que ello implica.

(De la contraportada interior del libro.)

ENERGÍA, MEDIO AMBIENTE Y EDIFICACION.

Philip Steadman. Editorial H. Blume. Madrid, 1978. Formato: 170×240. 312 págs. Precio: 1.300 ptas.

El texto contiene un estudio de los diferentes métodos de conservación de energía en edificios y de las nuevas fuentes de energía para la construcción, e indica diferentes modos de diseñar edificios de forma que tengan un impacto menos destructivo en el entorno natural. Incluye temas sobre los modos de conservar energía en los edificios convencionales; sobre energía solar y su utilización en el calentamiento y refrigeración ambiental, calentamiento del agua y producción de electricidad a escala de un solo edificio utilizando células fotovoltaicas; sobre la utilización a pequeña escala de la energía del viento y del agua; sobre el tratamiento de los productos de desecho, para su inversión en abono y la utilización de gas metano como combustible mediante la descomposición anaerobia de materia orgánica; y sobre la conservación de agua en los edificios. Incluye una lista de los edificios solares que actualmente existen y de los proyectos que incluyen algunos de estos factores. Steadman expone los principios básicos, físicos y biológicos implicados, pero sin presuponer conocimientos técnicos especiales por parte del lector. Cada capítulo incluye una pequeña historia de los experimentos y avances recientes, seguida de una explicación de cómo se pueden aplicar estos principios en el diseño de edificios, con ilustraciones de los proyectos concretos. Por último, contiene listas detalladas de edificios, fabricantes de equipos (molinos de viento, calentadores solares, etc.) y otras fuentes de información, así como extensas bibliografías. Las obras analizadas proceden de todo el mundo, pero sobre todo de los Estados Unidos, ya que en este país se han llevado a cabo la mayor parte de los trabajos experimentales.

(De la contraportada del libro.)

LA INTERNACIONALIZACIÓN DEL CAPITAL EN ESPAÑA.

Juan Muñoz, Santiago Roldán, Angel Serrano. Editorial Cuadernos para el Diálogo. Colección «Divulgación Universitaria». Serie Cuestiones Españolas. Formato 115×180, 462 págs. Precio 500 Ptas.

La «internacionalización del capital» en la economía española constituye, sin duda, el hecho de mayor trascendencia de las últimas décadas. Su incidencia ha sido tal que ha contribuido a modificar sensiblemente el marco de las relaciones económicas en que se desenvuelve el capitalismo español desde finales del siglo XIX, introduciendo cambios que han afectado, primero, a las estructuras productivas y a la organización de las empresas, y, después, en una fase a la que ahora precisamente estamos asistiendo, a otras estructuras y a los mercados financieros. Pero no son menos destacables sus efectos en la articulación del poder económico. Mientras el capital financiero español asiste a un progresivo retroceso tras el capital financiero español asiste a un progresivo retroceso y a una reestructuración —o remodelación— de sus intereses ahora seriamente afectados por la crisis económica, el capital multinacional no sólo consolida posiciones en sectores y actividades reservadas tradicionalmente al capitalismo español, sino que se destaca como la principal fuerza ascendente capaz de imponer nuevas transformaciones.

Los autores son considerados, precisamente, como destacados especialistas en temas relacionados con la economía española y la problemática del poder económico. Juan Muñoz y Angel Serrano son profesores de Estructura Económica en la Universidad Complutense y Santiago Roldán es catedrático de Estructura Económica de la Universidad Autónoma de Barcelona y, en la actualidad, Decano de la Facultad de Ciencias Económicas de esa Universidad. (De la contraportada del libro.)

ESPAÑA HOY: LA EMPRESA COMO PROBLEMA.

Antonio Marzal. Colección «Divulgación Universitaria». Serie Cuestiones Españolas. Editorial Cuadernos para el Diálogo. Madrid, noviembre de 1977. Formato 115×180, 235 págs. Precio 260 Ptas.

Se impone entre nosotros, y es inaplazable iniciarlo, un amplio debate social, tanto intelectual como político, sobre la empresa. Desde la función intelectual abierta esencialmente al futuro, es hoy urgente un análisis multidisciplinar de la empresa, que permita la confrontación entre lo racionalmente deseable y lo históricamente posible.

A nivel político hay que promover el debate crítico y abierto, sobre los grandes temas de la empresa, en el que participen los que de un modo u otro —sindicatos, asociaciones patronales, Administración, partidos políticos, opinión pública...— están directamente concernidos por el problema. Un debate imaginativo, que supere las tentaciones del inmovilismo y de la inercia.

La empresa, vista aquí por Antonio Marzal, profesor de ESADE de Barcelona, como un conjunto de problemas que se despliegan en el tiempo, es objeto de una profunda y cuidadosa disección, con lo que se iluminan y descubren, al mismo tiempo, todas sus posibilidades.

La solución, o las soluciones, al problema de la empresa tendrán que venir, en último término, de la práctica de los hombres comprometidos en los hechos con ella y, en muy primer término, las asociaciones patronales, los sindicatos obreros y la Administración del Estado.

(De la contraportada del libro.)

DICCIONARIO TECNICO (TOMO I)

FRANCES-ESPAÑOL

Ing. H. Mink. Editorial Blume. Barcelona 1978. Formato: 150×210. 1.200 págs. Precio: 3.200 ptas.

La terminología utilizada en casi todas las ramas de la ciencia se ha desarrollado de tal forma que hoy día es imprescindible tener a mano un instrumento de trabajo verdaderamente competente en cualquier clase de investigación o estudio científico que se acometa; y el presente diccionario ciertamente lo es.

Sus 100.000 voces son la última expresión de la técnica en sus diferentes vertientes tales como la arquitectura, construcción, electrónica, mecánica, física y química, aeronáutica, energía nuclear, ingeniería eléctrica, informática, etc.

El autor, ingeniero de gran prestigio, descuella en el campo de la literatura científica como autor de otros diccionarios técnicos paralelos a éste: Diccionario Técnico alemán-español y Diccionario Técnico español-alemán.

Mejoran la calidad del diccionario un apéndice de las abreviaturas técnicas y otro sobre las normas DIN y UNE que, al mismo tiempo que constituyen una novedad para el técnico, son una valiosa ayuda para el usuario no técnico.

(De la nota enviada por la Editorial.)

DISEÑAR PARA EL MUNDO REAL

Victor Papanek. H. Blume Ediciones. Madrid 1977. Formato: 210×150. 339 págs. Precio: 650 ptas.

Mientras las dos terceras partes de la población del mundo viven en la indigencia, valiosos recursos humanos y naturales se usan para producir tapas cubiertas de piel para tazas de retrete, secadoras electrónicas para laca de uñas, pañales para periquitos y abono de aceite de visión para «la planta que tiene de todo»...

Necesitamos alternativas prácticas para luchar contra las cosas caras, mal diseñadas, inseguras, y que además, habitualmente, no funcionan: necesitamos vehículos baratos, seguros y limpios, mobiliario para minusválidos, frascos a prueba de niños para medicamentos, termómetros para ciegos, unidades de refrigeración de comida que cuesten menos que el sueldo de un día.

Frente al diseño consumista, frívolo, inseguro y despilfarrador de recursos, Victor Papanek defiende en esta obra (prologada por R. Bukmiuster Fuller) la necesidad de un diseño ecológico y socialmente responsable. Traducido a veintitrés idiomas, DISEÑAR PARA EL MUNDO REAL se ha convertido en el libro de diseño más leído del mundo.

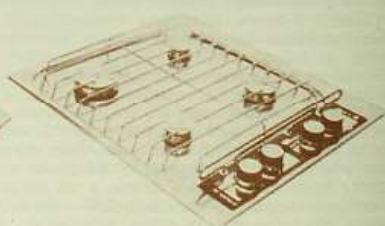
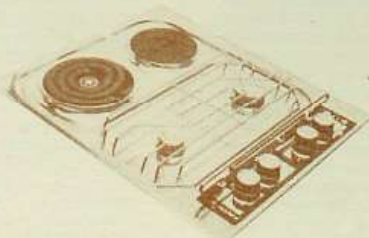
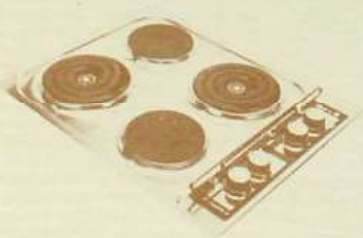
(De la contraportada del libro.)

Hornos empotrables y encimeras de cocina adaptables a cualquier decoración



Si Vd. piensa que la belleza
está en la armonía
de todos los detalles
y en la personalidad misma
del conjunto,
nosotros estamos de acuerdo.
Y lo nuestro
son las cocinas.
Por esto,
precisamente, hemos pensado
en hornos empotrados
y encimeras de cocina
que se adapten,
con toda seguridad,
a cualquier decoración
que Vd. pueda imaginar.
Si es necesario
suprimimos la decoración
de nuestras cocinas,
para su personal estilo
de la belleza.
Consúltenos,
estamos a su servicio.

Benavent
lo tiene todo



ACEROS

Aceros corrugados
de alto límite elástico
y de dureza natural
para el hormigón armado

nersid

42/46/50



TORRAS HC

RIVIERE

SOCIEDAD ANÓNIMA

mallazo RIOSOLD-50 para hormigón armado

Malla electrosoldada galvanizada después de fabricada.
Alambres, tejidos metálicos y todos sus transformados.

SARDANYOLA (Barcelona)
Dirección Comercial, Dirección Técnica
y Compras.
Desvío en el km. 5,800 de la CN-150
(Ctra. Barcelona a Sabadell).
Tel. 982 22 00 (telex 59839 rivre e).

MADRID-14
Calle Prado, 4
Teléfono 221 54 05

BARCELONA-10
Dirección General y Contabilidad
Ronda San Pedra, 58
Tel. 301 21 00
(Dirigir la correspondencia al
Apartado 145 - Barcelona)

PAMPLONA
Av. San Jorge, 26 - 28
Tels. 25 12 96 - 25 24 83
Apartado 82

BANCOS



BANCA CATALANA

IGNIFUGACION



RIPROSA

RIBO PROTECCION S.A.

TECNICAS DE IGNIFUGACION

Gran Vía de Carlos III, 98, 4.ª planta / tel. 330 94 52 / BARCELONA-14

CONSTRUCCION

EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Solucionen HOY los problemas de mañana

TABIQUES PREFABRICADOS PREGYPAN

Aislamiento térmico y acústico.
Rapidez y limpieza en obra.

TAVINCO, S. A.

París, 46-48, 1.º, 3.º.

Barcelona-29

Tel. 321 88 54

ELECTROTECNIA

JOSA

BJC
sa
FABRICA ELECTROTECNICA



TRAVESERA DE GRACIA 303-311

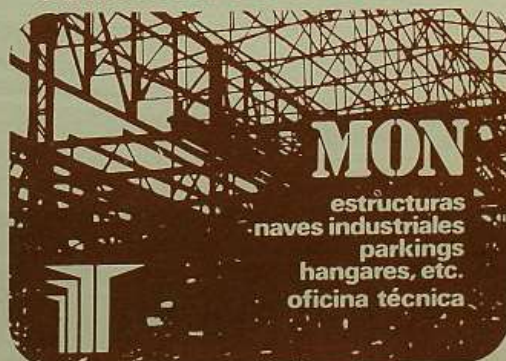
TELEFONO NUMERO 258 40 00 *

258 41 00 *

B A R C E L O N A - 1 2

ESTRUCTURAS METALICAS

estructuras metálicas



SA MON® de estructuras

Oficinas: Rda General Mitre, 126-2.º 4.ª - Tel. 212 41 62 - Barcelona-6
Talleres: Pol. Ind. Barcelonès - Energía s/n - ABRERA - Barcelona

FERRETERIA



Central:
Paseo Maragall, 168
Tel. 235 42 90
Barcelona-16
Departamento Industrial:
Calle, Ramón Albó, 38
Tel. 256 57 84
Barcelona-16

**ESPECIALIDAD EN HERRAJES
PARA OBRAS**

GEOTECNIA

LOSAN



VILADOMAT, 140, BIS, 7.º, 4.ª

☎ (93) 253 26 04 - (93) 253 26 03

BARCELONA - 15

SONDEIGS, ESTUDIS I CALCULS PER A FONAMENTS

MOBILIARIO COCINA

CUI NOVA
AMBIENTES DE COCINA

BARCELONA:

Paseo Maragall, 199-201
Tels. 256 23 14-256 35 89

Muntaner, 190 Tel. 227 57 18

Consejo de Ciento, 343
Tels. 216 00 36-215 66 46

PALMA DE MALLORCA:

Gilabert de Centellas, 8
Tel. 46 29 26

PAVIMENTOS DE GOMA

PIRELLI

COMERCIAL PIRELLI, S.A.
Avda. José Antonio 612 / 614 - Tel. 317 40 00
BARCELONA

PREFABRICADOS



intemo

INSTALACIONES INTEGRADAS MODULARES, S.A.

Entenza, 95 - Tel. 325. 08. 50.

BARCELONA-15

- Falsos techos Fono-Absorventes
- Falsos techos de Celosía Aluminio
- Mamparas Acústicas
- Protección Ignífuga de Estructuras Metálicas

Envíe este cupón y recibirá información:

Sr. _____

Calle _____

Población _____

SERVICIOS



Hoechst Ibérica s.a.

TRAVESERA DE GRACIA, 47-49
BARCELONA-6 TELS. 228 12 00 - 217 66 00

- obra gruesa
mampostería y hormigonado
- suelos
- techos y paredes
- pinturas y revoques
- construcción técnica
- protección química
- almacenamiento y transporte
- seguridad
- reprografía
- nuevas técnicas
pabellones hinchables y lonas tensadas

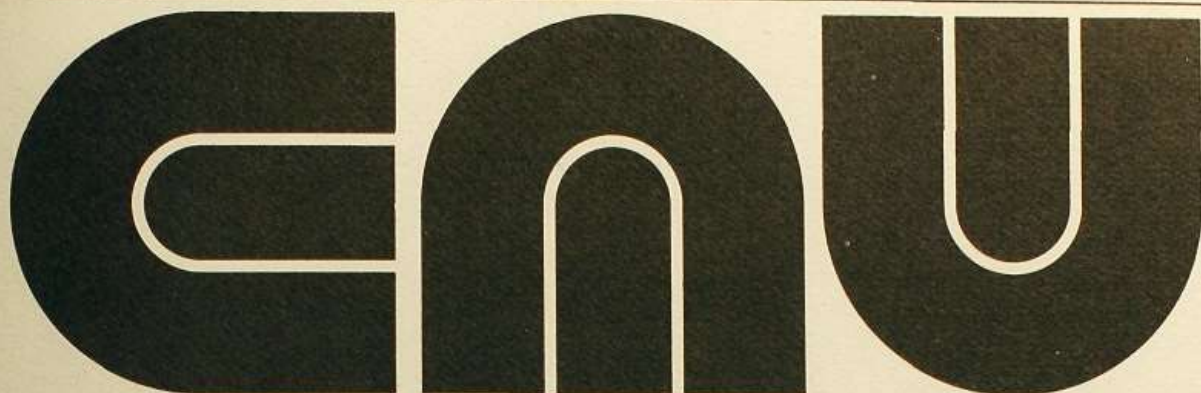


GISPERT

Automación de la gestión empresarial
Sistemas • Equipos • Servicio

Provenza, 204-208 Barcelona-11 Tel. 254.06.00
Lagasca, 64 Madrid-1 Tel. 225.85.81

60 Oficinas y Talleres en toda España.



INFORMACION

Números de CAU disponibles en la Redacción, al precio de 200 ptas. ejemplar:

- N.º 0 TURISMO
- N.º 24 MOVIMIENTOS SOCIALES URBANOS EN DINAMARCA
- N.º 27 LA FORMACION PROFESIONAL
- N.º 29 «GERONA»
- N.º 30 PORTUGAL AÑO 0
- N.º 31 CRISIS A LA ITALIANA
- N.º 32 EL TRASVASE DEL EBRO
- N.º 33 ARQUITECTURA EN PELIGRO
- N.º 34 LA LUCHA DE LOS BARRIOS (Barcelona 1969-75)
- N.º 37 UNA ALTERNATIVA DEMOCRATICA PARA BARCELONA
- N.º 38 LA CONSTRUCCION A EXAMEN
- N.º 39 LLEIDA, O LA MARGINACION
- N.º 42 LA VIVIENDA SOCIAL
- N.º 45 LA SINDICACION DE TECNICOS
- N.º 46 TECNOLOGIA, REVOLUCION O INVOLUCION?
- N.º 47 LA TECNICA COMPROMETIDA
- N.º 48 LA CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA DEL FRANQUISMO
- N.º 49 CONSTRUCCION Y DEPENDENCIA TECNOLÓGICA

CAU compra al precio de 400 ptas. ejemplar los números siguientes:

- N.º 1 TERRENOS Y VIVIENDAS
- N.º 4 EXTRA NAVIDAD
- N.º 5 ECONOMIA Y CONSTRUCCION
- N.º 6 DEL PEON AL ARQUITECTO
- N.º 7 ARQUITECTURA DE AUTOR (I)
- N.º 13 LA REVOLUCION CIENTIFICO-TECNICA
- N.º 14 EQUIPAMIENTOS SOCIALES EN CATALUNYA
- N.º 17 UN LUGAR PARA MORIR
- N.º 18 INUNDACIONES
- N.º 20 MUSEOS
- N.º 22 EL FET URBANO A BARCELONA (II)
- N.º 25 LA CONTAMINACION EN LA GRAN BARCELONA

que nos son necesarios para completar colecciones de archivo.

PROXIMO N.º 51 DE CAU

SOBRE LA PARTICIPACION

Trabajos de: John F. C. Turner, Colin Ward, Javier García Bellido, Rod Burgess, N. J. Habracken, Fernando Ramón, José Corral y otros.

SERIE DE CAU DEDICADA A LA CRITICA DE TECNOLOGIA Y AL ANALISIS DE LA TEGNOLOGIA DE CONSTRUCCION

- N.º 46. Tecnología. ¿Revolución o involución?
- N.º 47. La técnica comprometida.
- N.º 48. La construcción industrializada del franquismo.
- N.º 49. Construcción y dependencia tecnológica.
- N.º 50. Edificación y energía.
- N.º 51. Sobre la participación (de aparición inmediata).

Están a disposición del lector los índices de los años 1973, 1974 y 1975 que pueden obtenerse en la redacción de CAU, Buen Pastor, 5, 2.ª planta. Barcelona (21). Tel. 209 82 99.

NUEVO DOMICILIO

La revista comunica a todos los lectores que a partir del día 4 de octubre próximo, el domicilio del consejo de redacción estará en la segunda planta del nuevo edificio del Colegio de Aparejadores de Barcelona en la calle Buen Pastor, 5. Tel. 209 82 99.



En posesión
del sello
de conformidad
CIETSID



TORRAS HC

nersid

aceros corrugados de alta resistencia