

Cuestiones de soleamiento

LUIS BOROBIO NAVARRO, DR. ARQUITECTO

INDICE GENERAL

- 0. Introducción.
- 1. Orientaciones.

- 2. Luz cenital, con protección del sol.
- 3. Disposiciones en bloques.

0. INTRODUCCION

La arquitectura está siempre condicionada por el sol. En cualquier planteamiento arquitectónico tiene una importancia primordial el estudio del soleamiento. Lo tiene desde siempre, muchísimo antes de que se pensara en el aprovechamiento del sol como fuente energética. Tiene una gran importancia; pero, así como hay programas de determinados edificios y aun de conjuntos urbanos en algunas circunstancias, en los que para llegar a una solución correcta es absolutamente necesario estudiar el soleamiento de una manera concienzuda, rigurosa y científica, hay también ocasiones en las que puede bastar con resolverlo intuitivamente -a ojo de buen cubero- teniéndolo como música de fondo -casi inconsciente- en la proyectación. Con ese estudio, más o menos serio, procuramos aprovechar al máximo la luz, el calor y la alegría vital que recibimos de los rayos solares, o bien -cuando sea el caso- tratamos de defendernos de sus rigores.

Desde el punto de vista operativo de su resolución, los problemas de soleamiento no son sino problemas de Geometría Descriptiva sobre los datos que nos da el conocimiento de la Tierra como planeta que evoluciona en su órbita.

Esgrimiendo la Geometría podemos determinar exactamente la inclinación del sol en cada una de las horas del día y en cada uno de los días del año, en cualquiera de los infinitos puntos de la tierra, cuyo meridiano y latitud conozcamos. Así mismo, podemos calcular, a punta de Geometría, las horas de exposición al sol de un paramento, la interferencia que las sombras de unos bloques producen (en cualquier preciso momento) sobre el soleamiento de una superficie, o las incursiones exactas que los rayos solares hacen en un recinto al penetrar por unos huecos, etc. Todo es cuestión de trazar proyecciones cilíndricas y hallar intersecciones.

El aprovechamiento óptimo de las virtudes del sol y la protección de sus excesos, son búsquedas que pueden superponerse en un mismo proyecto e imponen condicionantes muy fuertes en la orientación de las fachadas y en las formas arquitectónicas; pero que tienen matices y exigencias muy variadas y soluciones incompatibles, en los distintos lugares de la geografía.

Bueno es empezar hablando globalmente de geografía, aunque sólo sea para dejar constancia de unos rudimentos elementales que es necesario tener siempre presentes.

De esta rudimentaria ojeada al globo terráqueo, dejamos fuera los dos casquetes polares, cuyas condiciones de soleamiento difieren por completo de todas las zonas en las que normalmente se pueden levantar construcciones arquitectónicas. Hecha esta exclusión, podemos afirmar que en todos los puntos de la tierra, el sol de la mañana ilumina siempre desde el oriente, y el de la tarde, siempre también, desde el occidente. Por tanto las fachadas orientadas al este reciben todo el sol matutino, y las orientadas al oeste se abren a toda la insolación vespertina. Esta afirmación global es absolutamente cierta, aunque también es verdad que en las diversas latitudes y en las diferentes épocas del año, el orto y el ocaso no son los puntos exactos que nos da la rosa de los vientos, y que tanto el soleamiento de la mañana como el de la tarde tienen notables variaciones. Tienen variaciones, sí, con las estaciones y con las latitudes; pero mientras la tierra siga girando como ha venido haciéndolo hasta ahora, el sol de la mañana no se desorientará nunca: mantendrá siempre y en todas partes el oriente.

No es el mismo caso el de la dirección Norte-Sur. El norte y el sur, a diferencia del orto y el ocaso, son invariables y tienen siempre la posición exacta que señala la brújula. Sin embargo, para los efectos de soleamiento nos exigen unas orientaciones opuestas según el hemisferio en que estemos situados.

El sol, todos los días, para cada lugar de la tierra, amanece por un punto concreto del horizonte, y, después de hacer su recorrido rutinario por el firmamento, al anochecer desaparece por el lado opuesto, allí, en el poniente. Para la zona más próxima al Ecuador podemos admitir con bastante aproximación que el centro y punto más alto de su trayectoria está en el cenit, y que el naciente y el ocaso permanecen fijos todo el año, coincidiendo con el este y el oeste señalados por la rosa de los vientos. Es decir que la circunferencia recorrida por el sol se mantiene en un plano vertical, perpendicular al horizonte. Con un margen de holgura relativamente aceptable, y tomando las debidas precauciones para que no nos sorprenda el pequeño error que introducimos, podríamos

considerarlo así incluso hasta Cáncer y Capricornio.

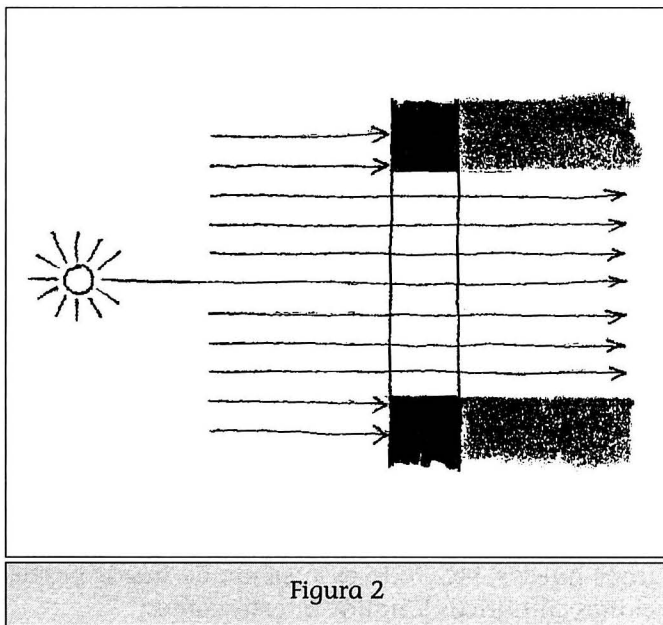
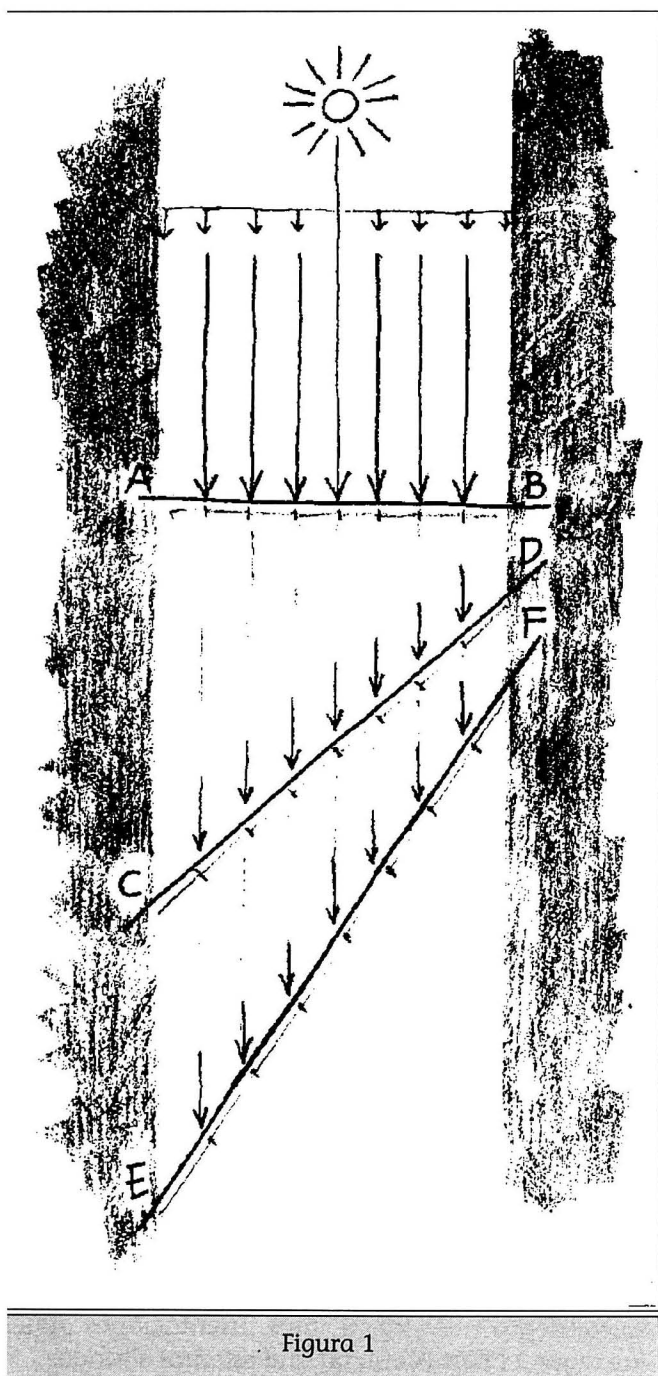
Conforme nos alejamos más del Ecuador hacia el norte, la trayectoria solar se va inclinando, de manera que el sol, en el mediodía no está ya en el cenit, sino que está claramente en el sur. Si, por el contrario, nos alejamos del Ecuador hacia el sur, el punto central y más alto de la trayectoria del sol, está en el norte. Es decir, que en el hemisferio norte el mediodía es el sur, mientras que en el hemisferio sur, el mediodía es el norte.

Fuera de la zona tropical, podemos aceptar en principio como afirmación bastante aproximada, que en el hemisferio norte, las fachadas orientadas al sur reciben el sol desde el primer momento de la mañana hasta el último rayo del crepúsculo, mientras que las orientadas al norte, nunca reciben sol. En el hemisferio sur las orientaciones tienen, naturalmente, comportamientos contrarios. Para poder establecer con todo rigor esta regla tendríamos que exceptuar los primeros y últimos rayos de sol en los días de verano, ya que esos rayos extremos se asoman lateralmente a las fachadas orientadas hacia el polo, antes de que el astro empiece, o después de que termine, sus doce horas de ronda por el mediodía.

A los arquitectos, para los efectos de orientar correctamente los edificios normalmente suelen bastarnos esas ideas generales y aproximadas, y sólo en algunos casos muy específicos, debemos exigirnos más exactitud.

1. ORIENTACIONES

Cuando los rayos de sol inciden perpendicularmente en una fachada, la calientan más, la iluminan más y sus incursiones por los huecos son más profundas y extensas que cuando la incidencia es



oblicua. Esto es de sentido común; pero voy a explicarlo, no para aclarar lo que está claro, sino para subrayar lo que puede olvidarse: Si un haz de rayos solares es interceptado por una superficie, la intensidad del soleamiento producido en esta superficie será tanto mayor, cuanto menor sea el área afectada por ese haz de rayos, o, lo que es lo mismo, la intensidad será menor cuanto mayor sea el área en la que tiene que repartirse esa misma energía (figura 1).

Así, una superficie (AB) perpendicular al haz de rayos será la más intensamente soleada. Conforme el paramento se incline más (CD, EF...) disminuirá la intensidad de soleamiento, que será nula cuando la superficie sea tangencial.

Por otra parte, un hueco en la pared tiene una proyección ortogonal que disminuye conforme la superficie se torna más oblicua (figura 2 y 3), y llega a desaparecer (por razón del grosor del muro) antes de que se sitúe rasante.

Una fachada decididamente orientada hacia el Este recibe el sol más frontal en el amanecer. Al avanzar la mañana, la incidencia del sol va siendo más oblicua, y al mediodía ya no hay sol. En la fachada opuesta, que mira al Oeste, los primeros rayos de sol empiezan a incidir muy tangenciales después del mediodía y llegan a ser frontales ya en el ocaso (figura 4).

En la zona tropical, al estar la órbita del sol situada siempre en un plano vertical, las fachadas norte y sur tienen durante todo el día los rayos rasantes, es decir que no reciben nunca el sol (figura 5). En esta zona, las sombras arrojadas por un edificio bajo el sol de la mañana, se proyectan hacia el poniente (siempre en la misma dirección); las sombras arrojadas por el mismo edificio bajo el sol de la tarde, se van alargando (siempre también en la misma dirección) hacia el oriente; mientras que bajo el sol del mediodía el edificio no arroja prácti-

camente sombras, o, mejor dicho, la sombra arrojada se reduce a su propia base.

En los parajes tropicales cuya altitud sobre el nivel del mar es pequeña (basta con que no supere en mucho los mil metros) la temperatura es siempre abrasadora. En ellos se hace necesario proteger del sol todos los espacios vivideros, por lo cual es inadmisibles el que haya fachadas abiertas al oriente o, peor aún, al poniente. En cambio, las

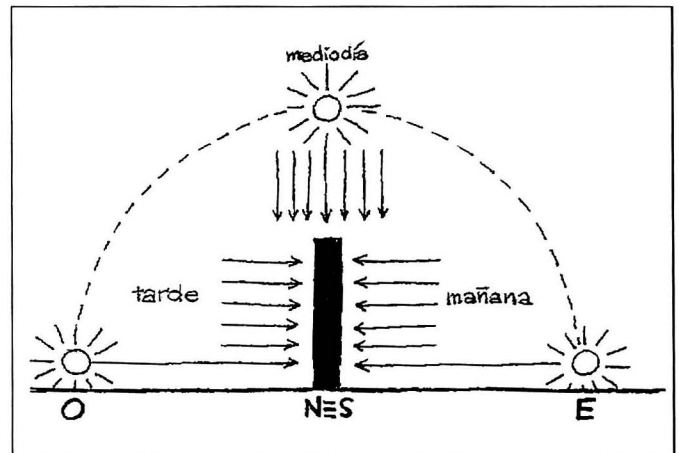


Figura 4

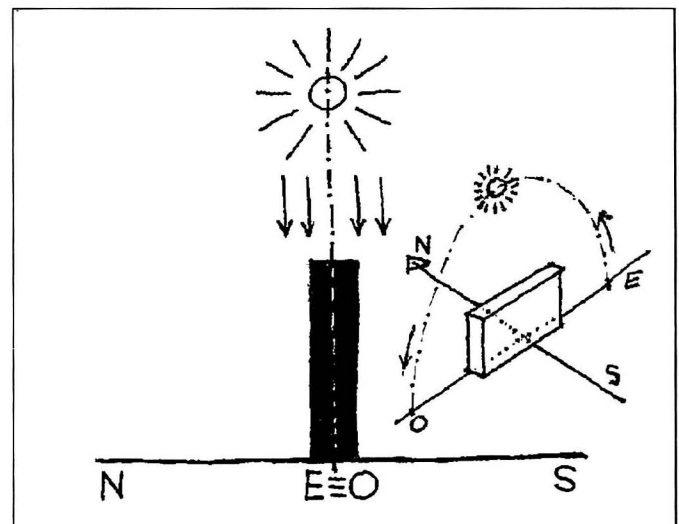


Figura 5

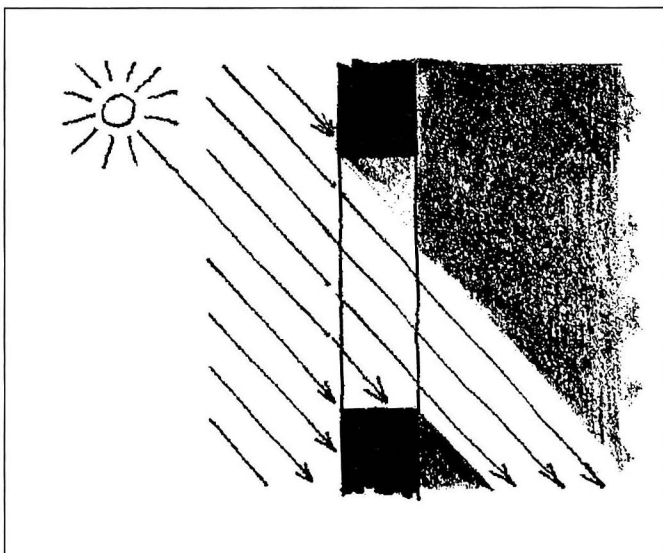


Figura 3

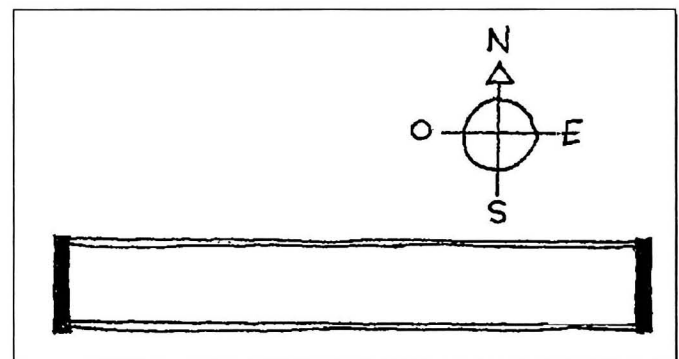


Figura 6

fachadas orientadas al norte y al sur pueden abrirse (es muy bueno abrirlas) sin ningún peligro de soleamiento. En este sentido es muy corriente

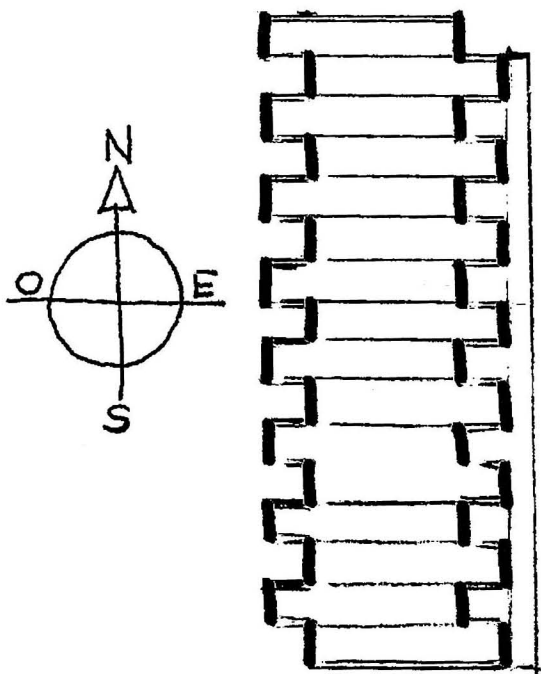


Figura 7

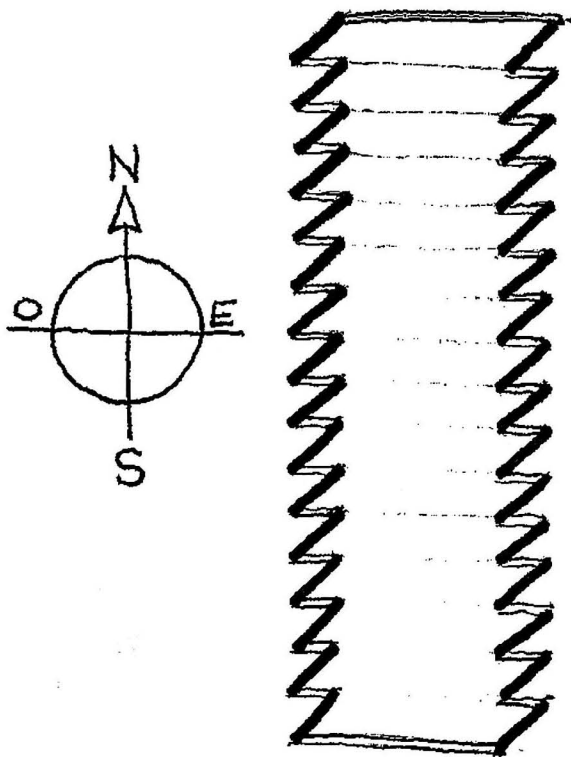


Figura 8

en la **tierra caliente** del trópico la solución arquitectónica de un bloque estrecho orientado longitudinalmente en la dirección Este-Oeste, con dos grandes fachadas abiertas al Norte y Sur, y los dos breves testeros cerrados (figura 6). Es frecuente que ese bloque se haga de una sola crujía, para facilitar las ventilaciones transversales y también para lograr una máxima luminosidad.

Si el bloque de una crujía es en altura, de varias plantas, esta orientación longitudinal este-oeste por motivo del sol obliga mucho; pero puede haber otros condicionantes de la orientación de índoles muy diversas que pueden tener cierta fuerza y que, incluso, pueden llegar a ser ineludibles. Esos condicionantes son la dirección de los vientos, la topografía, las vistas, la forma y las condiciones del solar, el diseño urbano, etc. Enfrentarse con los variadísimos condicionantes, valorarlos, darles un orden de preferencia, descubrir sus posibles incompatibilidades y encontrar la solución que satisfaga a todos, es el trabajo profesional específico -de invención- del arquitecto.

Supongamos que, por exigencia de la forma y dimensiones del terreno edificable y por conveniencias del diseño urbano, el bloque tiene que extenderse necesariamente en la dirección norte-sur. Como la obligación de cerrar las fachadas al Este y al Oeste se mantiene, proponemos una solución (figura 7) que hace compatibles los determinantes. En esta solución el bloque desde el punto de vista del aspecto exterior, tiene fuerza e interés volumétrico. La planta es muy movida y con muchas posibilidades; pero no está muy clara la posible independencia y unión longitudinal de los potenciales compartimentos. Sin embargo, podría hacerse sin dificultad con una galería exterior por el lado oriental, muy abierta y aérea, pero con unas celosías de lamas horizontales, que protejan tanto de las vistas desde la calle, como del sol cuando ya avanza la mañana. Otra solución

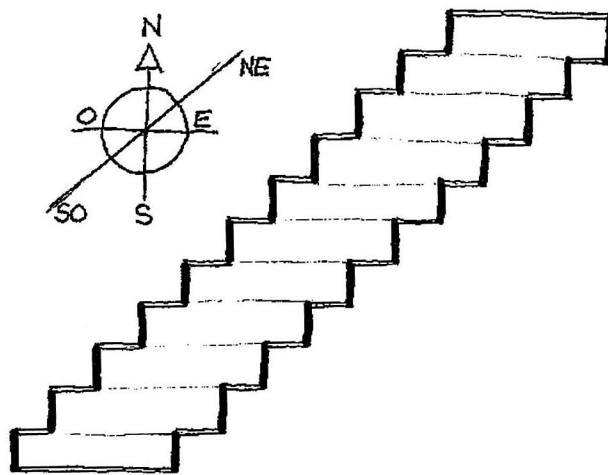


Figura 9

al mismo problema es la propuesta en la figura 8. En ella el aspecto exterior presenta una personalidad más acusada. Tiene el inconveniente de que no es fácil establecer con limpieza arquitectónica una posible galería de comunicación; pero hemos de anotar como gran ventaja que la ventilación transversal está asegurada (por impulso propio y por succión), sea cual fuere la dirección del viento.

Si las exigencias de cualquier índole obligaran a que el bloque largo y de una crujía hubiera de situarse longitudinalmente en dirección oblicua (noroeste-suroeste, por ejemplo) podríamos llegar a la solución propuesta en la figura 9, en la cual las fachadas están siempre cerradas al Este y al Oeste, y siempre están abiertas al Norte y al Sur, sin ningún peligro, por tanto, de insolación.

En el trópico, en tierra caliente, la edificaciones en altura no se hacen nunca con plantas compactas, de muchas crujías y patios de luces, porque, en general, ese tipo de construcciones no responde a las exigencias específicas. Es posible, sin embargo, construir edificios de varias crujías y con patios de luces; pero, para eso, hay que estudiar debidamente las características y las orientaciones, de manera que se adapten adecuadamente a los condicionan-

tes del clima y de la geografía. Intentémoslo: Dos crujías largas orientadas en la dirección Este-Oeste. Las separamos. Entre ellas queda un espacio largo y todo lo estrecho que queramos, orientado también en la dirección Este-Oeste. En él, el sol (cuya órbita en el trópico se mantiene en ese plano sensiblemente vertical) penetra hasta el fondo desde la primera hora de la mañana hasta la última hora de la tarde. Si se nos ocurre considerar ese espacio como patio de luces, cumple perfectamente su función de iluminar: es una penetración de luz óptima. Pero no nos hagamos ilusiones, porque no es todavía el patio de un edificio, sino un callejón muy luminoso entre dos bloques separados. Ahora bien, si cerramos ese callejón por sus extremos uniendo las dos crujías separadas, habremos constituido un bloque único con un patio interior. La unión entre las crujías deberá establecerse de manera que ese patio no pierda las virtudes de soleamiento que tenía el callejón del que procede (figura 10). Si esta unión se hace con unos cuerpos de enlace, éstos deben ser de muy poca altura, para que por encima de ellos entre el sol de la mañana y el de la tarde. Si el patio se limita con celosías, éstas podrán ser de cualquiera de los tipos ideados para

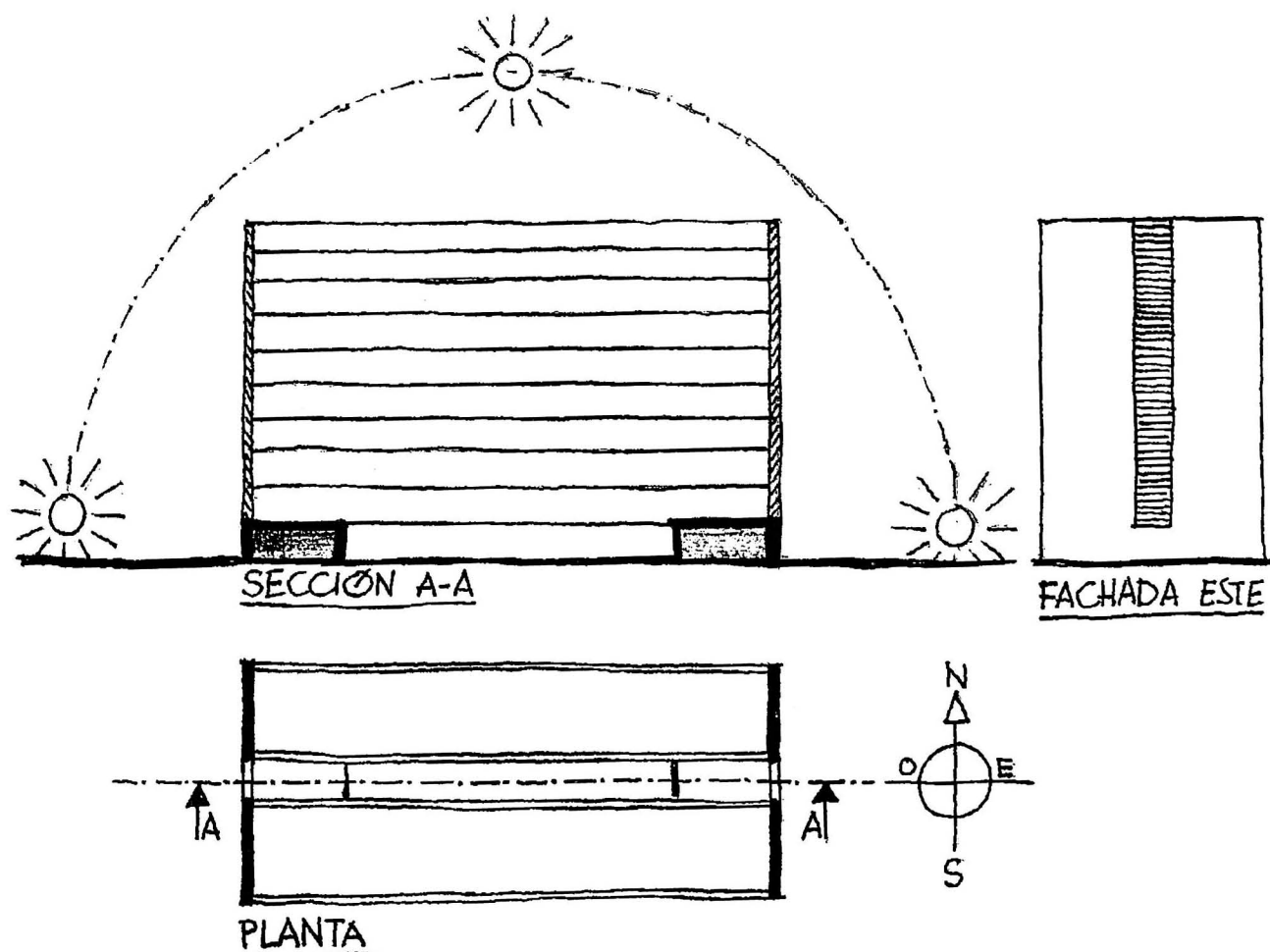


Figura 10

que impidan la vista desde la calle y faciliten la entrada del sol, como los propuestos en el artículo "Huecos y cerramientos", publicado en el número 5 de esta revista.

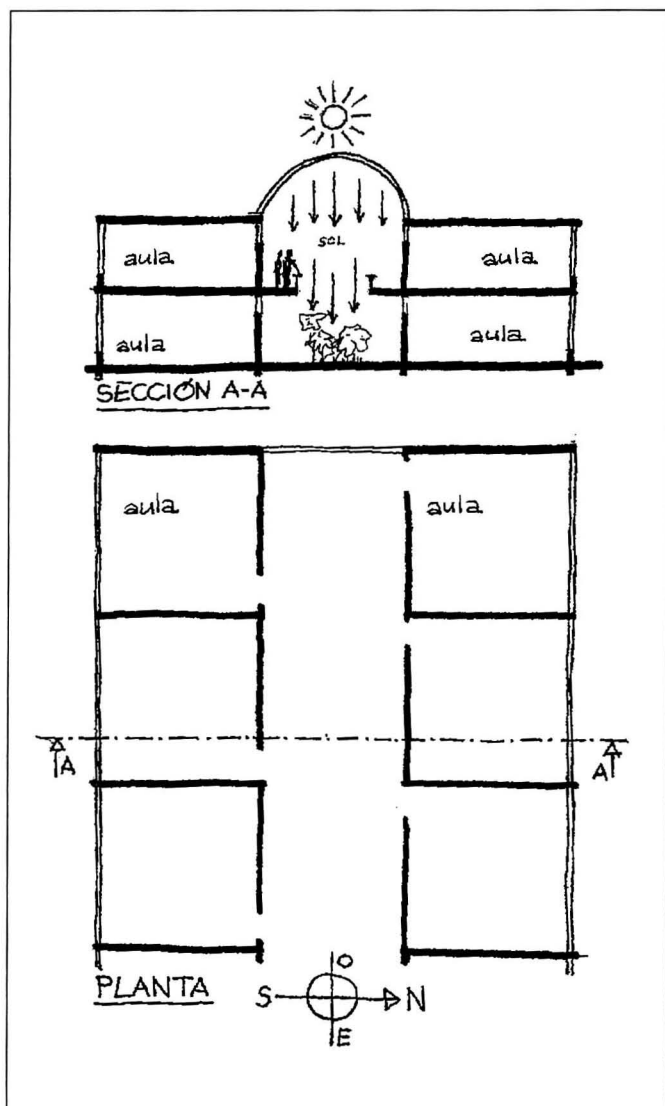


Figura 11

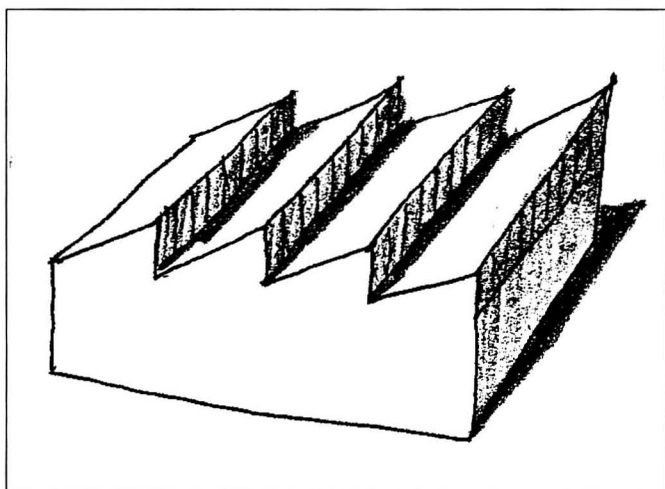


Figura 12

En aquellos lugares del trópico, cuya altitud sobre el nivel del mar es superior a 2000 metros, la temperatura es constante a lo largo de todo el año (no hay propiamente estaciones); pero hace ya un cierto fresquito y se suele agradecer el sol. Es el caso de Bogotá, Quito, La Paz, Manizales, etc.

Como las fachadas orientadas frontalmente al norte y al sur, no reciben nunca el sol, si no es tangencialmente, para lograr que la vivienda pueda tener siempre fachadas soleadas, lo más adecuado es orientarlas diagonalmente (noreste-suroeste, por ejemplo). De esta manera, si la planta es más o menos de formas ortogonales, tendrá desde el amanecer al anochecer, fachadas que reciban el sol (exceptuando, claro, el mediodía, hora en que el sol cae a plomo).

Hay muchas tierras en las que la entrada del sol en la vivienda es en general una virtud ambiental y arquitectónica, por la cálida caricia de sus rayos y por la alegría de la luz viva y contrastada. Pero incluso en esas tierras en que el buen soleamiento es algo que generalmente se busca, hay programas arquitectónicos concretos o circunstancias determinadas para las ...cuales la incidencia del sol directo es inconveniente porque produce deslumbramiento, brillos o sombras arrojadas que perjudican la actividad que va a desarrollarse. Talleres para trabajos manuales o mecánicos, y aulas académicas, por ejemplo, son algunos de los casos en los que conviene una iluminación abundante, pero homogénea, sin sombras y sin brillos. En el caso de los talleres industriales la luz ideal es lo más difusa posible. En el caso de aulas, debe ser direccional; pero sin dureza.

En estas circunstancias parece ideal, que en el hemisferio Norte las aulas estén muy abiertas hacia el norte con lo que su iluminación es muy abundante y direccional, y no reciben en ningún momento los rayos directos del sol. Sin embargo, esta orientación ideal, tiene dificultades operativas ya que, muy probablemente, la distribución general de la planta aconsejará hacer una doble crujía de aulas, y en-

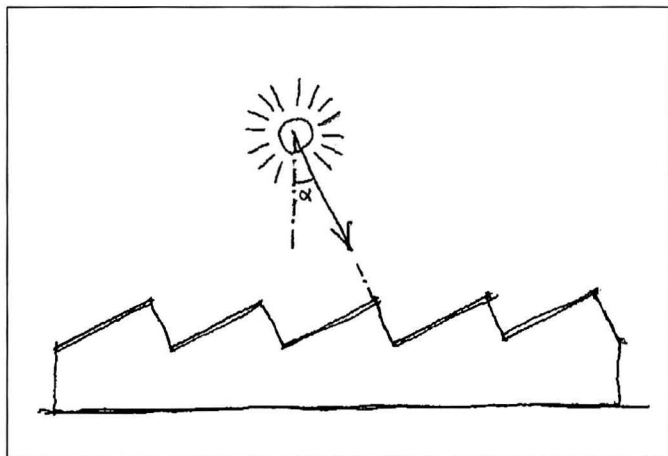


Figura 13

tonces, si buscamos la cara norte para unas, automáticamente enfrentamos a las otras contra el sol del mediodía, que es la peor orientación posible. Cuando la distribución nos pida dos crujías de aulas con orientaciones opuestas, lo más conveniente es orientarlas al sureste y noroeste, ya que si bien es verdad que con estas orientaciones reciben el sol por la mañana o por la tarde, la incidencia de los rayos es bastante tangencial, y para ella pueden encontrarse sistemas eficaces de protección.

Para el hemisferio sur rigen los mismos principios, teniendo en cuenta, claro, que el mediodía es el norte. En él, la orientación general más conveniente para aulas dispuestas en doble crujía con caras opuestas, es noroeste y suroeste.

En la zona tropical, al ser igualmente convenientes las orientaciones norte y sur, no hay problema en la doble crujía de aulas opuestas: unas se orientan al norte, y otras al sur. Sin embargo, en las tierras tórridas del trópico no es frecuente la doble crujía, porque allí son preferibles generalmente las plantas muy abiertas de una sola crujía, cuyas aulas pueden orientarse todas al norte o todas al sur.

En las tierras más frescas del trópico (por encima de los 2000 metros de altitud) suele ser aconsejable una cierta compacidad de planta (varias crujías); pero es también deseable un buen soleamiento de la edificación. Como este soleamiento no se da (ni debe darse) en las aulas (orientadas unas al norte y otras al sur) sería conveniente que los espacios de

la comunicación fueran generosamente bañados por el sol. Como estos espacios de comunicación (pasillos, galerías, vestíbulos) están orientados longitudinalmente en la dirección este-oeste, el itinerario solar permanece siempre en su plano vertical, por lo que, si abrimos cenitalmente el espacio de circulación, el sol lo inundará plenamente durante todo el día.

El esquema de distribución que proponemos (figura 11) representa una posible solución muy buena para la distribución de un bloque de dos plantas de aulas en una tierra tropical, que por su altitud sea bastante fría.

2. LUZ CENITAL, CON PROTECCION DEL SOL

En naves industriales, aulas de trabajos manuales, talleres de artesanía o espacios para labores variadas conviene que haya mucha luz, pero homogénea y difusa para que no produzca sombras impertinentes ni perjudiciales reflejos. En estas condiciones, es muy buena la luz cenital -todo el techo iluminado y luminoso- pero sin que penetren nunca los rayos directos del sol. Para ello habrá que hacer juegos en la cubierta, de manera que las aberturas del techo por las que entra la luz estén orientadas siempre de espaldas al mediodía. La solución más conveniente y sencilla es la llamada cubierta de dientes de sierra (figura 12), formada por faldones sucesivos de determinada in-

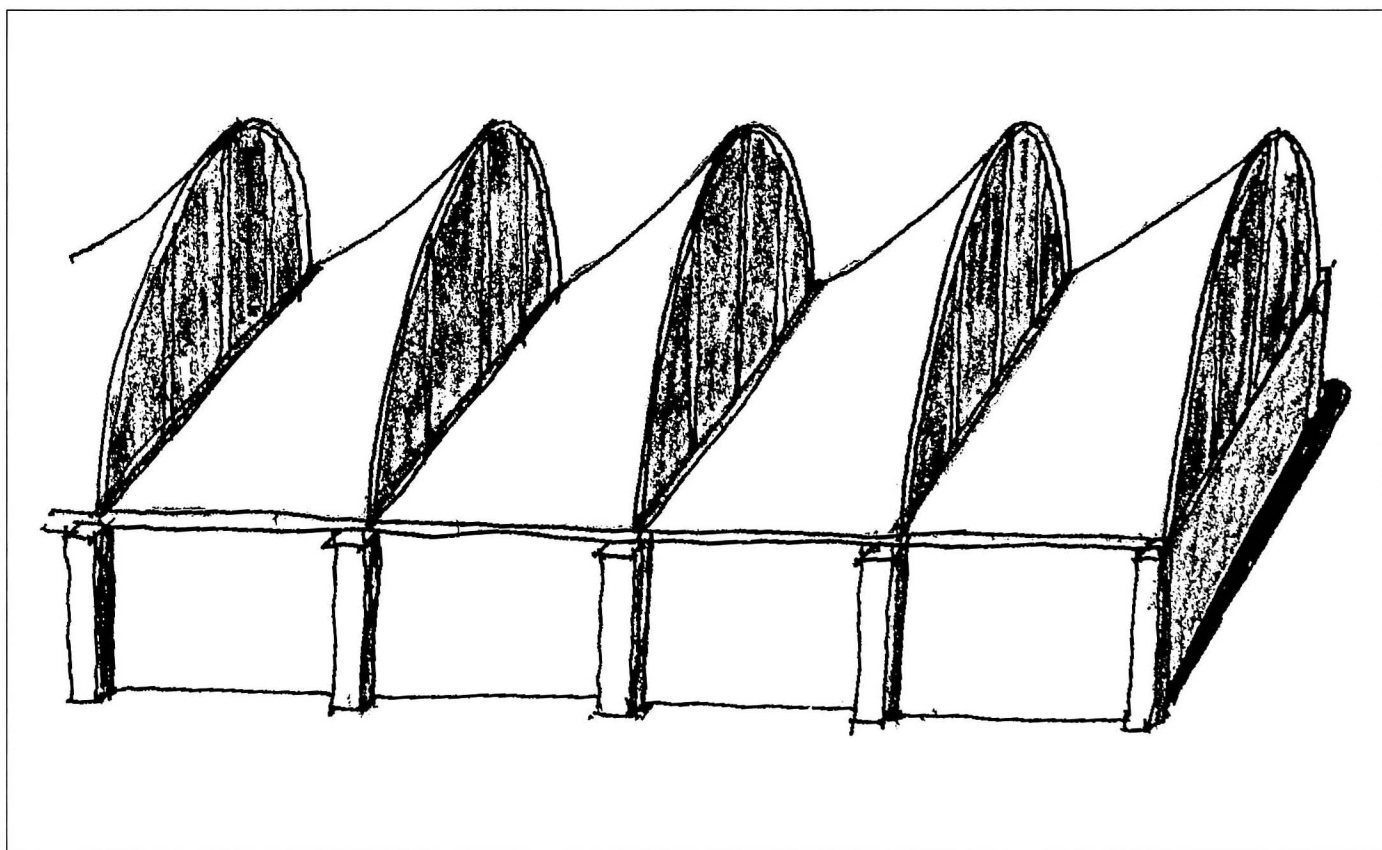


Figura 14

clinción, y por lucernarios verticales orientados al norte en el hemisferio norte y al sur en el hemisferio sur. Hemos dicho que los lucernarios son verticales, porque es lo más sencillo; pero, si por razones compositivas los preferimos inclinados, se puede admitir hasta la inclinación correspondiente al solsticio de verano para cada latitud (figura 13).

Respondiendo al mismo principio que los dientes de sierra, y con la misma eficacia funcional, pueden idearse multitud de formas diferentes para que se adapten a concepciones arquitectónicas variadas. A manera de ejemplo, proponemos algunos tipos posibles:

Hacemos semicirculares los lucernarios orientados de espalda al mediodía. Entonces, la cubierta puede estar constituida por conoides, cada uno de los cuales tiene como directrices la semicircunferencia de un lucernario, y la base horizontal del lucernario siguiente. Esta misma solución geométrica puede variar muchísimo de carácter arquitectónico y de planteamiento constructivo, según que cada uno de los arcos abarque toda la luz de la nave (con lo que la cubierta adquiere una notable mag-

nificencia) (figura 14) o que la anchura total esté salvada por una sucesión de arcos más pequeño que acusen una repetición rítmica (figura 15).

Si en lugar de hacer los lucernarios semicirculares, los hacemos triangulares, y aplicamos el mismo sistema de generación geométrica, obtendremos una cubierta de paraboloidales hiperbólicos (que sustituyen a los conoides) y la fisonomía arquitectónica, caracterizada por los vértices de los triángulos, cambiará por completo de expresión (figura 16).

Constuctivamente, la cubierta de la figura 15 puede descansar sobre un juego de vigas, longitudinales o transversales según convenga. La de la figura 16, también; pero en esta puede resultar más sencillo unir los vértices cimeros de los triángulos con barras horizontales, con lo que los lucernarios se constituyen en las propias cerchas de la cubierta (figura 17a).

Dentro también de la riquísima tipología que puede inventarse respondiendo al principio funcional de los dientes de sierra, quiero señalar otro tipo que tiene un notable interés geométrico. En él, los lucernarios son cuadrados alineados horizontalmente según la diagonal (figura 17b).

En las sucesivas series de lucernarios, los cuadrados de cada serie están desfasados medio cuadrado con respecto a la serie inmediatamente anterior o posterior, es decir que a la diagonal vertical de cada cuadrado de delante, corresponde en la serie de detrás el vértice de unión de dos cuadrados. (Podríamos expresarlo familiarmente diciendo que están distribuidos a tresbolillo). La cubierta, plegada en acordeón, se apoya sobre el perfil quebrado cimero de los cuadrados anteriores y el borde quebrado inferior de los cuadrados posteriores (figura 18).

En esta cubierta, el problema funcional del desagüe de las aguas lluvias no puede resolverse con la misma solución constructiva que las cubiertas normales de dientes de sierra, porque el agua se acumula puntualmente en los vértices inferiores. Es,

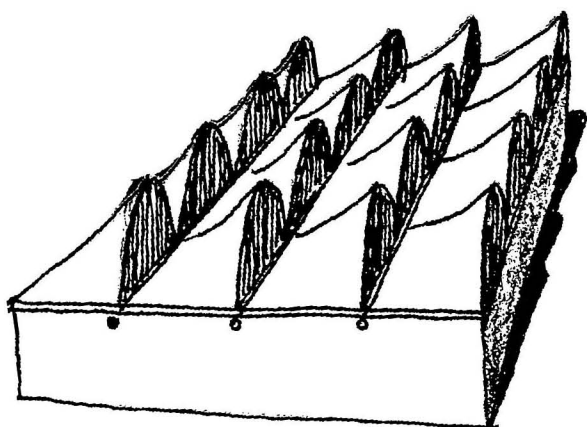


Figura 15

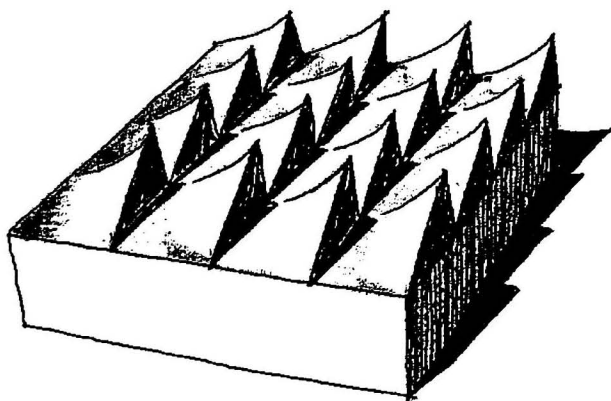


Figura 16

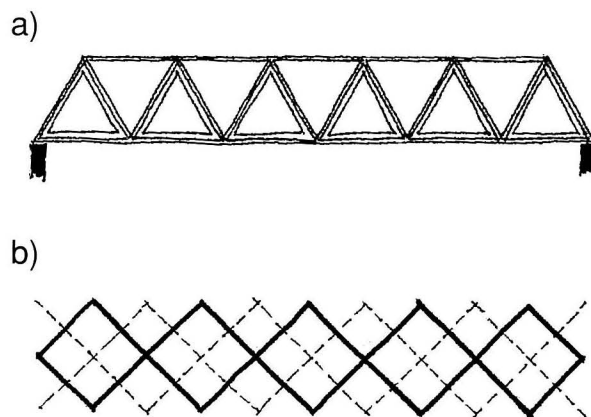


Figura 17

precisamente en esos vértices donde tienen que estar los sumideros que desaguan en un tubo que los une horizontalmente y lleva las aguas al exterior. La cubierta se sostiene, constituyéndose como una estructura estérea al unir los vértices superiores de los lucernarios con una triangulación de barras horizontales. En el plano inferior se establece otra red triangulada análoga en la que los tubos de desagüe cumplen una misión estructural. Los marcos de los lucernarios constituyen una serie de barras cruzadas que unen los nudos de ambas redes, y, así mismo, las limahoyas, y las limatesas de la cubierta, son también barras estructurales con función de arriostramiento. Los tubos de desagüe, los marcos de los lucernarios, las limahoyas y las limatesas deben estudiarse de manera que sus perfiles y enlaces respondan eficazmente tanto a su misión funcional y constructiva, como a su trabajo estructural.

Si el recinto es rectangular, los nuevos laterales cortarían en su verticalidad por la diagonal a los cuadrados extremos de una de cada dos de las hileras de lucernarios (por el desfase de medio cuadrado que tienen entre sí las series sucesivas) (figura 19a). Este corte da a las fachadas laterales una coronación de dientes de sierra dobles (figura 19b).

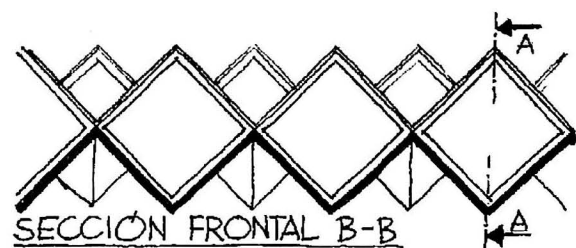
Esa es la solución normal y más directa; pero, si se

prefiere que todos los lucernarios sean cuadrados y evitar los triángulos terminales, puede completarse el cuadrado de los lucernarios extremos de manera que sobresalga del paramento exterior (figura 19c).

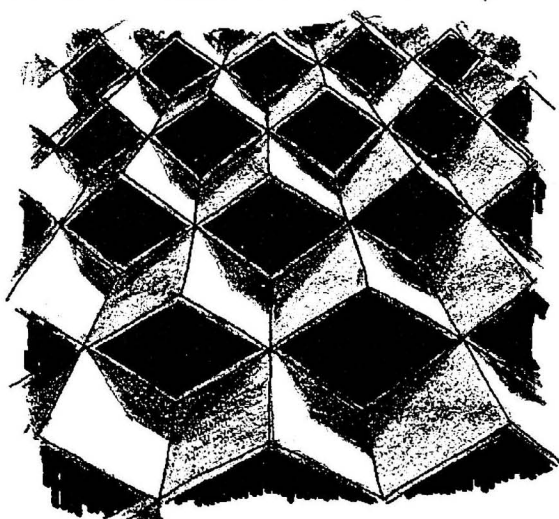
En fachada, las formas piramidales que enriquecen la coronación acusan expresivamente la personalidad de la cubierta (figura 19d).

Para conseguir la máxima eficacia de iluminación en todas estas cubiertas de luz cenital con lucernario de espaldas al mediodía, las cubiertas deben tener exteriormente mucha capacidad reflectora para que envíen hacia el interior la luminosidad del sol que reciben. El techo interior debe ser blanco para difundir en el espacio toda la luz que entra por los lucernarios.

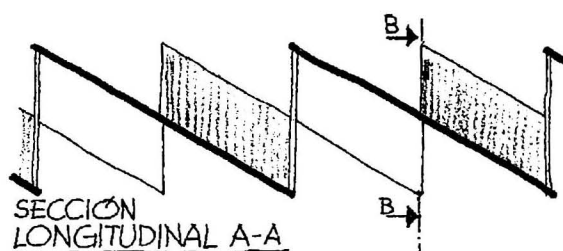
Los lucernarios están orientados obligatoriamente al norte u obligatoriamente al sur, según el hemisferio de que se trate; pero en el trópico es indiferente orientarlos al norte o al sur, e incluso pueden inventarse cubiertas con unos lucernarios orientados al norte y otros al sur. Proponemos algunas soluciones. Un caso puede ser estableciendo un sistema de cerchas paralelas (figura 20a), y tendiendo la cubierta con faldones opuestos en distintos tramos, formando juegos de dientes de sierra alternados (figura 20b). Esta misma solución es-



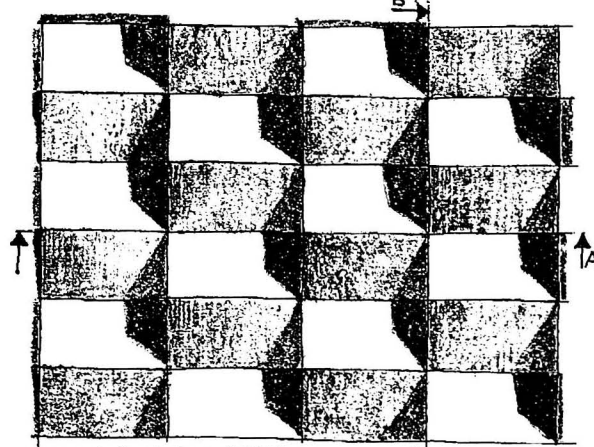
SECCIÓN FRONTAL B-B



ASPECTO DESDE LA CARA NORTE
CON LUZ DE MEDIA TARDE (En hemisferio Norte)



SECCIÓN
LONGITUDINAL A-A



PLANTA DE CUBIERTA

tructural y geométrica, puede variar por completo de orientación y de sentido, si los lucernarios son no los cuadros de las cerchas, sino los triángulos entre faldones (figura 20c).

Con la misma ideal geométrica pero cambiando totalmente el concepto estructural (pórticos articulados) obtenemos la solución de la figura 21d, que habíamos utilizado para resolver las ventilaciones transversales.

3. DISPOSICIONES EN BLOQUES

Los bloques arquitectónicos, al agruparse formando conjuntos urbanos, arrojan sus sombras unos sobre otros y sobre los espacios que se establecen entre ellos. La altura y separación de esos bloques, su orientación y distribución, determinan la exposición al sol de los edificios y de las calles, y, si no se estudian concienzudamente, se puede destruir el buen soleamiento de los lugares vivideros.

En principio, cualquiera que sea la orientación de la agrupación urbana en la rosa de los vientos, el sol entra más expeditivamente, es decir, unos bloques quitan menos sol a los otros, cuanto más separadas estén las cornisas de los edificios con re-

lación a su altura; es decir - explicándonos de una manera gráfica- cuanto mayor sea el ángulo de cielo que se ve desde el suelo de la calle. No depende tanto de la separación de los edificios, como de la separación de sus cornisas y proporción con la altura; por eso, si los pisos altos se retranqueaban, el ángulo se abre, y, con él, aumenta la facilidad de soleamiento (figura 22a).

Si ese retranqueo se produce en todos los pisos, escalándolos (figura 22b), se destruye prácticamente el estorbo para el soleamiento; pero se pueden crear problemas funcionales graves (dependen, claro, del programa arquitectónico) al extenderse excesivamente la profundidad relativa de las primeras plantas. Estos problemas pueden resolverse abriendo estratégicamente algunos patios de luces (figura 22c).

En la calle de figura 22b, bordeada con fachadas escalonadas, el soleamiento tiene comportamientos diferentes según su orientación. Si la dirección es Norte-Sur, el soleamiento es pleno durante el grueso del día, del que hay que excluir las primeras horas de la tarde. Si la dirección es Este-Oeste, la incidencia del sol es directa durante todo el día y siempre (exceptuando aquellas latitudes en las que la inclinación del plano de la órbita solar sea mayor que el escalonamiento de las fachadas). En cualquier otra orientación de esa calle, el obstáculo que los volúmenes ponen al soleamiento, es mínimo.

En una calle orientada en la dirección Este-Oeste, las fachadas que se oponen al mediodía (fachadas Norte en el hemisferio Norte y fachadas Sur en el hemisferio Sur) es conveniente que retranqueen sus pisos en altura (es el escalonamiento que veíamos) aproximándose a la inclinación del plano de la órbita solar, para que el sol directo incida en la calle a todas las horas del día. En cambio, las fachadas abiertas al mediodía (fachadas Sur en el hemisferio Norte y Norte, en el Sur) pueden -sin detrimento del soleamiento de la calle- no sólo mantener la vertical sin retranqueos; sino incluso permitir que vuelen en ménsula los pisos superiores sobre los inferiores, en un escalonamiento inverso (figura 22d).

Estas ménsulas no impiden el soleamiento de la calle; pero lanzan su sombra sobre la fachada del piso inferior, la cual deja de estar soleada, aunque esté orientada al mediodía.

Jugando con estos escalonamientos en ménsula, con las orientaciones debidas y con la correspondiente inclinación de los rayos solares, podemos conseguir el buen soleamiento de una calle bastante ancha, aunque la separación de las cornisas de los edificios enfrentados que la constituyen, sea muy pequeña (figura 22e).

Esta calle representada en la figura 22e no responde a una tipología corriente; pero es una posibilidad que por motivos de soleamiento no se puede descartar apriorísticamente, aunque la construcción más bien se complica, y aunque a primera vista

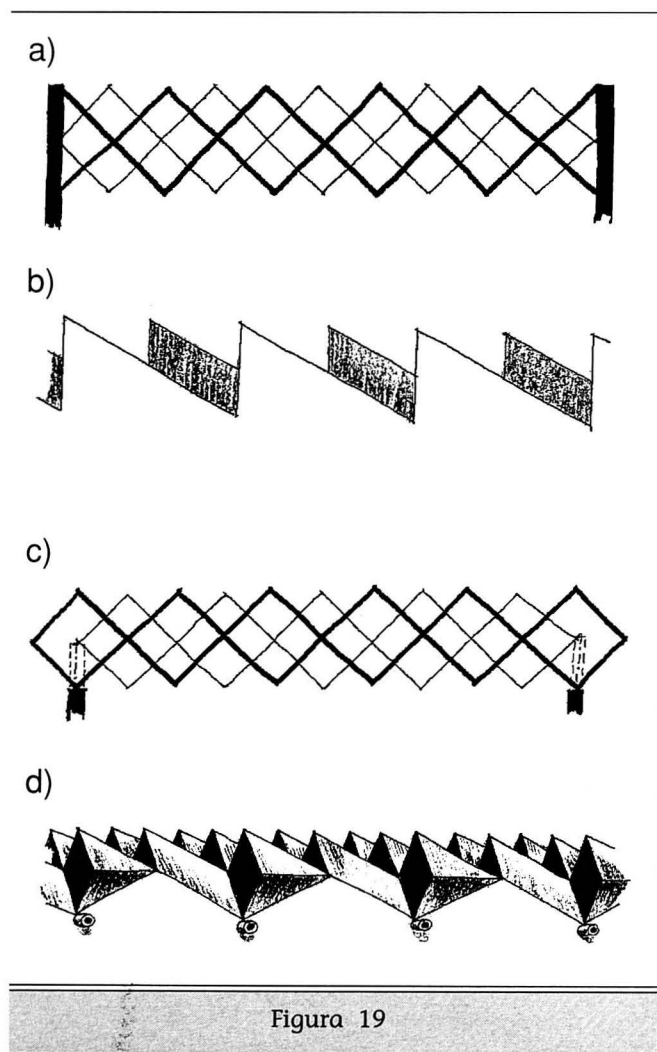


Figura 19

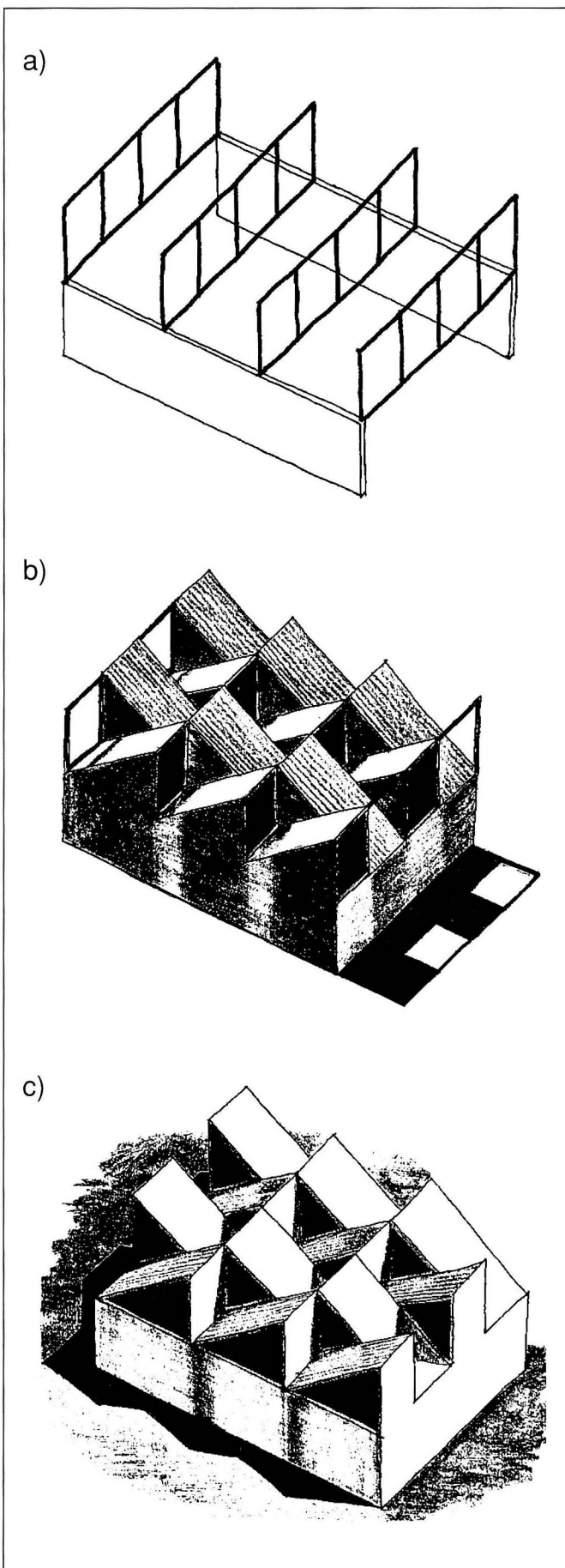


Figura 20

no se ve la conveniencia de aumentar escalonadamente el área de los pisos altos, al menos en programas arquitectónicos normales.

Sin embargo, con esa misma calle, si se mantiene la misma área en todos los pisos, obtenemos, en la fachada opuesta a la escalonada en ménsula, otra fachada con un escalonamiento de sucesivos retranqueos (figura 21f) que tiene magníficas condiciones para el soleamiento, como se vio en la figura 21b, y que se presta ópticamente para resolver ciertos programas arquitectónicos corrientes, como son, por ejemplo, bloques de apartamento o de cualquier tipo de vivienda.

Los dos bloques escalonados que forman la calle, al apoyarse mutuamente en una articulación cubrera que se establece entre las cornisas, constituyen una unidad estructural compleja atirantada en el suelo, bajo el pavimento. Estructuralmente no tiene misterio: es una estructura muy compleja; pero fácil. Menos sencillo es el aparato constructivo que requiere el montaje estructural.

Considerando que los bloques que forman par, se dedican a viviendas, parece lógico que la calle que corre bajo las ménsulas se destine al tráfico rodado, mientras que las calles que se abren en V hacia el cielo sean de jardín y paseo peatonal. Así, las zonas de estar de las viviendas se situarán en las fachadas que se retranquean en terrazas, formando un pacífico valle urbano; mientras que las zonas de servicio se abrirán en las fachadas que forman voladizos sobre las calzadas rodadas, menos acogedoras y

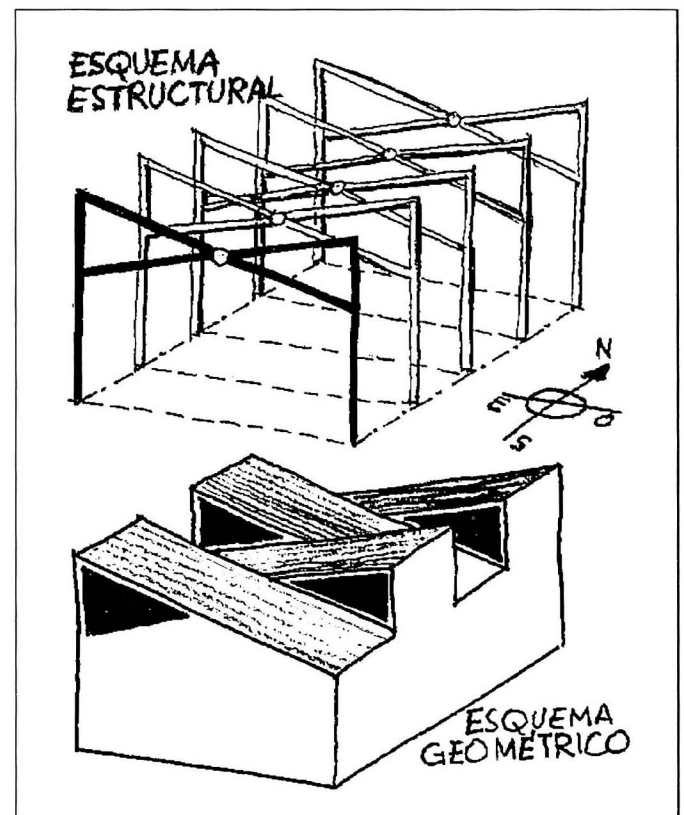


Figura 21

más ruidosas. Las escaleras pueden estar compuestas de unos tramos que ascienden en el sentido del escalonamiento de los bloques, y otros tramos más cortos que ascienden en sentido opuesto (figura 23). La solución geométrica de la sección variará según los accesos de los pisos estén en uno o en otro rellano. Los ascensores de directriz y tracción inclinada no son normales; pero no crean graves problemas técnicos. Las chimeneas de ventilación pueden ser verticales o inclinadas; y, según el tipo de viviendas y el engranaje que se plantee entre ellas, podrían

abrirse inclusive, patios verticales de luces o de ventilación análogos a los expresados en la figura 22c.

Estos pares de bloques, a los que podemos encontrar algunas ventajas funcionales y urbanísticas, tienen respecto a su soleamiento unas propiedades que varían notablemente, según sea su latitud y su orientación. En la zona ecuatorial el plano de la órbita solar es sensiblemente vertical. Entonces, si los bloques están orientados en la dirección Este-Oeste, la calle de tráfico mantendrá una estrecha franja central soleada; pero el resto

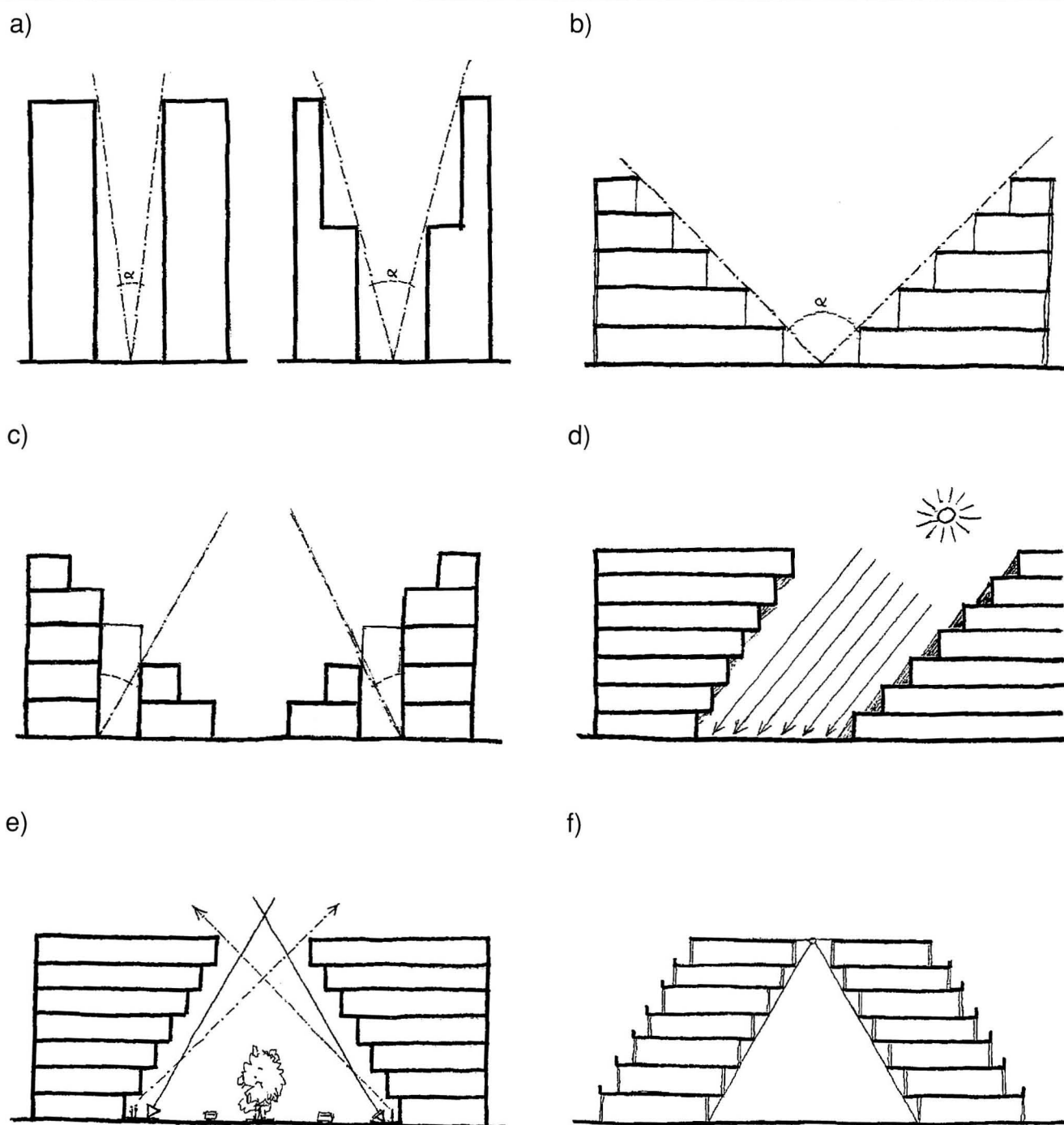


Figura 22

permanecerá todo el día protegido del sol (y de la lluvia también, aunque éste no sea ahora nuestro tema). Las viviendas tampoco recibirán nunca los rayos solares directos, aunque las terrazas estarán siempre inundadas de sol. Esa circulación fresca por las calles sombrías y esas casas con sus fachadas resguardadas del sol, son óptimas para las tierras tórridas tropicales. Sin embargo, cuando las tierras del trópico se encuentran en una altitud que se acerca o sobrepasa los 2000 metros sobre el nivel del mar, el clima es bastante fresco, y es necesario un buen soleamiento de las viviendas. Puede éste lograrse colocando unos espejos que recojan el sol que generosamente baña los antepechos de las terrazas, y lo reflejen al interior (preferentemente al techo) de la vivienda (figura 24a). El soleamiento de las viviendas puede hacerse también de una manera amplia por las fachadas posteriores disponiendo en la espina dorsal de la calle de tráfico un espejo convexo que refleje la luz abriéndola hacia los edificios (figura 25a).

En la zona tropical -al menos en las tierras tórridas- no tiene ningún sentido orientar los bloques en la dirección Norte-Sur, porque las viviendas tendrían que tragarse todo el sol de la mañana o el de la tarde. Solo en las tierras altas (más frescas) podría justificarse orientarlos en otra dirección que no sea Este-Oeste si se buscan determinados soleamientos con la posible ayuda de adecuadas superficies reflectoras.

Fuera de la zona tropical (desestimando también los casquetes polares y sus proximidades) el plano de la órbita solar es inclinado. Es inclinado, y su inclinación tendrá variaciones para cada latitud, y con las estaciones del año. Si en esta zona terrestre, zona templada se suele llamar, orientamos los bloques en la dirección Este-Oeste, en principio, la calle de circulación rodada recibirá siempre una franja longitudinal de sol que permanecerá fija todo el día, aunque se irá desplazando transversalmente a lo largo del año. Este soleamiento

puede potenciarse notablemente recubriendo de espejo la fachada orientada al mediodía del último piso (figura 25b).

Este paramento reflector logra que la calle sea muy luminosa, e incluso en las latitudes en las que en invierno la inclinación de los rayos solares sea mayor que el escalonamiento de las plantas, se logrará la incursión del sol hasta la calzada, aunque en este caso la superficie especular deberá inclinarse, para que el reflejo se dirija al suelo.

Las viviendas orientadas al mediodía tendrán sol desde la mañana hasta la noche, mientras que las viviendas opuestas no recibirán sol más que en sus terrazas. Si queremos conseguir también para estas viviendas menos favorecidas un buen soleamiento, podremos aprovechar el sol que incide sobre los antepechos de sus terrazas y proyectarlo al interior mediante una superficie reflectora (espejo) (figura 24b).

Si orientamos los bloques en la dirección Norte-

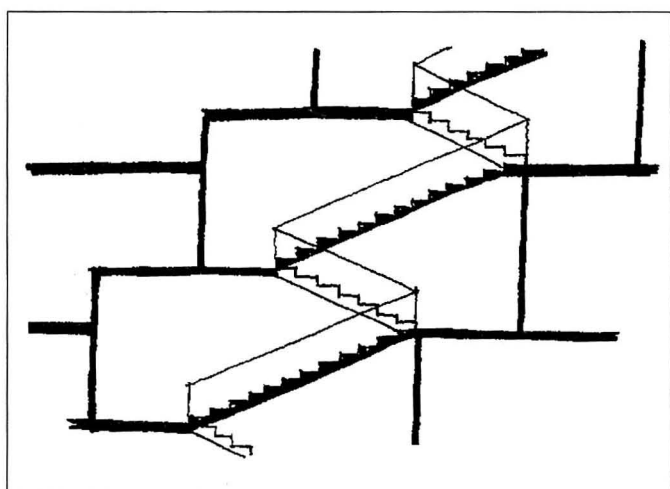


Figura 23

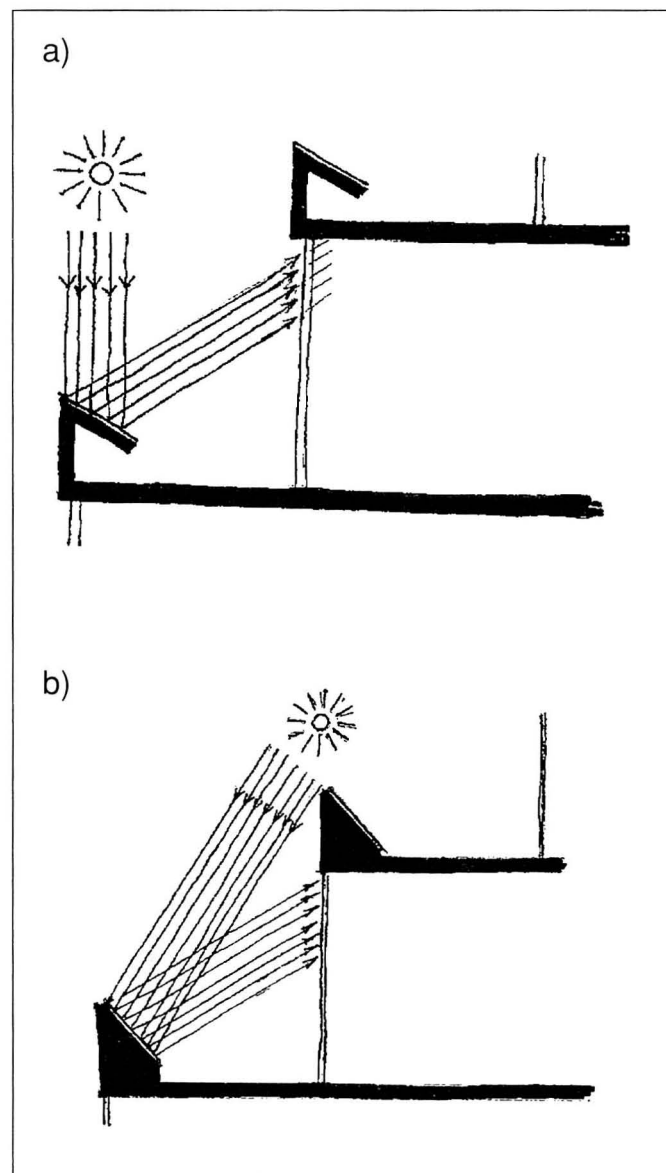


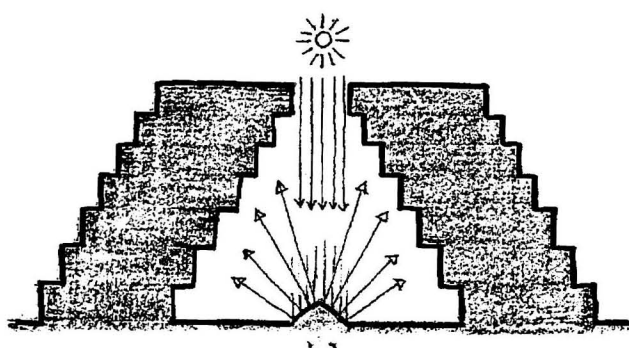
Figura 24

Sur, las fachadas que miran al oriente recibirán el sol de la mañana, y las opuestas, el de la tarde. Si manteniendo esta orientación queremos que las viviendas del saliente reciban también el sol de la tarde o que las del poniente reciban el sol del mediodía o de la mañana, podremos valernos del mismo artificio que, para el caso anterior (análogo) hemos expresado en la figura 24b.

Con esta misma orientación Norte-Sur, las arte-

rias semicubiertas estarán bien soleadas durante las horas centrales del día (figura 26a); pero podemos conseguir para estas calles un soleamiento total (desde el orto hasta el ocaso) y una mayor área soleada en las horas centrales, si recubrimos de espejo los paramentos enfrentados del último piso y les damos una ligera inclinación hacia abajo, con ángulo o ángulos que podemos determinar para que sea lo más favorable (figura 26b).

a)



b)

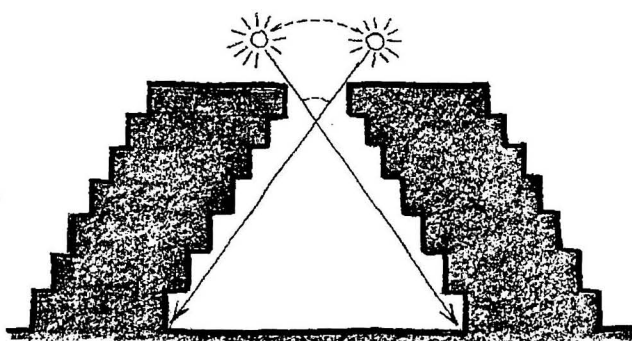
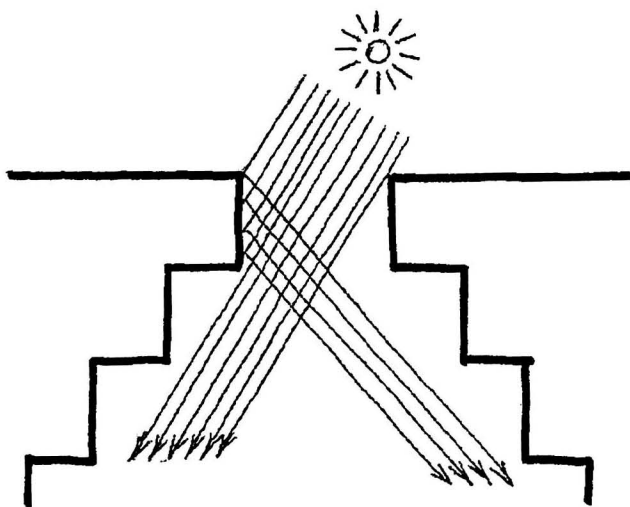


Figura 25

a)



b)

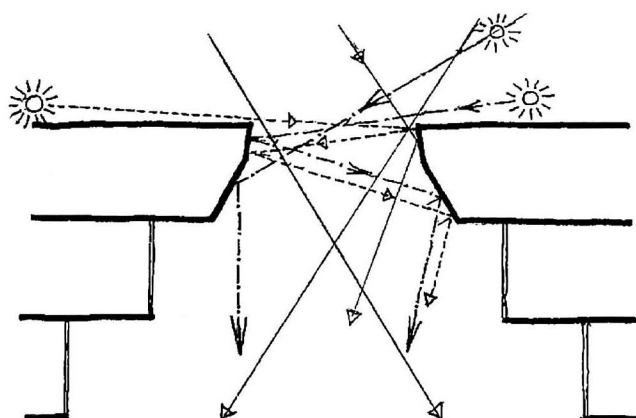


Figura 26