

CAPITULO 6

CONTROL SOLAR EN LA ARQUITECTURA

Estudios de caso

Dr. Arq. San Juan Gustavo
Arq. Rojas Daniela

1. INTRODUCCIÓN

Más allá del conocimiento técnico sobre algunos conceptos vertidos en el Capítulo anterior y la importancia de aplicar correctamente la metodología de diseño de una protección solar, es necesario interiorizarnos de aspectos ligados al diseño arquitectónico. Debemos reconocer una serie de respuestas tipológicas de una protección solar, detectando casos representativos de importancia. Asimismo se considera pertinente integrar conocimientos clasificatorios de diferente procedencia y aplicarlas a nuestra realidad, generando información para el diseñador.

Estas respuestas de diseño deben ser por un lado verificadas según su localización, e referencia al clima del lugar, las condiciones del sol, su materialidad y las variantes autóctonas, las cuales nos darán información para poder innovar y crear.

En primera instancia debemos de considerar:

- i. Que las estrategias de control solar a adoptar deben inscribirse como una concepción de diseño Bioclimático, donde la eficiencia energética y ambiental y la mejora del confort del usuario son puntos relevantes;
 - ii. Que las estrategias pueden basarse en la combinación de diversos sistemas de protección;
 - iii. Que es necesario conocer los requerimientos de cada espacio ya sea destinado a escuelas, viviendas hospitales y sus sectores, a la población objetivo; y destinada a sombrear las aberturas, cubiertas, muros, espacios interiores o exteriores;
 - iv. Que deben ser un balance entre la obturación de la radiación solar y la iluminación natural necesaria
- El estudio del asoleamiento en las diferentes épocas del año y horas del día, en la latitud correspondiente, dará las pautas de un buen diseño.

A continuación se expondrán diversas estrategias de control solar aplicadas a la edificación. Se entienden como tales, a aquellas conformadas por pautas de diseño o dispositivos de sombreado interpuestos entre el sol y el elemento a proteger.

2. CONTROL SOLAR

Se entiende por *“control solar”* a la restricción de la radiación solar sobre las edificaciones, sobre todo en épocas del año donde su incidencia pueda ser perjudicial en la generación de espacios con habitabilidad aceptable. Mientras en invierno la radiación solar contribuye en forma natural a la calefacción de edificios, durante el verano, la acción solar puede ser excesiva aumentando las temperaturas interiores por encima de las condiciones de confort. Según G. Yañez, *“...Diversos factores pueden contribuir a reducir el impacto solar en las construcciones, como pueden ser: la utilización de color blanco en las superficies exteriores, la reducción de la superficie de huecos, la protección solar, utilizando voladizos y pantallas que obstaculicen la incidencia de la radiación solar, la inercia térmica, que amortigua y retrasa el flujo periódico de calor de componente solar, y el aislamiento térmico de huecos y muros, que reduce el flujo calórico en los, mismos...”* La protección de los espacios interiores y exteriores, y de la propia masa edilicia de la radiación solar en verano, contribuye sustancialmente a disminuir el flujo del calor hacia el interior. De ésta manera el desarrollo y aplicación de pautas de diseño, basadas en la protección solar, constituyen un medio eficaz de diseño bioclimático.

3. CLASIFICACION

Habiéndose analizado la acción de sombreado de los diversos sistemas de control solar, y variables asociadas a su diseño, disposición, forma, movilidad de sus elementos y material constitutivo, se presenta en éste documento una clasificación sintética de los mismos conformando dos grupos.

Una primera clasificación, básica se basa según **su movimiento**:

A. Fijas

- A1. *Separadas edificio*
- A2. *Juntas a la abertura*
- A3. *Elementos translúcidos*

B. Móviles

- B1. *Desplazamiento lateral*
- B2. *Desplazamiento vertical*
(Enrollables, plegables, apilables)
(Cortinas, persianas, toldos, contraventanas, celosías)
- B3. *Orientables*
(eje vertical u horizontal)

Por otro lado en función de su **posición**:

- C1. Como parte del propio volumen arquitectónico
(Adyacente, interceptado, contiguo, inclusivo)
- C2. Como elemento adosable.
(Aleros, columnas, cubiertas, pérgolas)
- C3. Como diseño de la envolvente edilicia o “piel”
- C4. Interiores y exteriores

Una tercera clasificación, más compleja, se basa en dos grupos. El primero basado en estrategias de diseño aplicadas para crear espacios intermedios, sombreados, protectores, como interfase entre el ambiente exterior y los espacios interiores.

Conformando **espacios intermedios**:

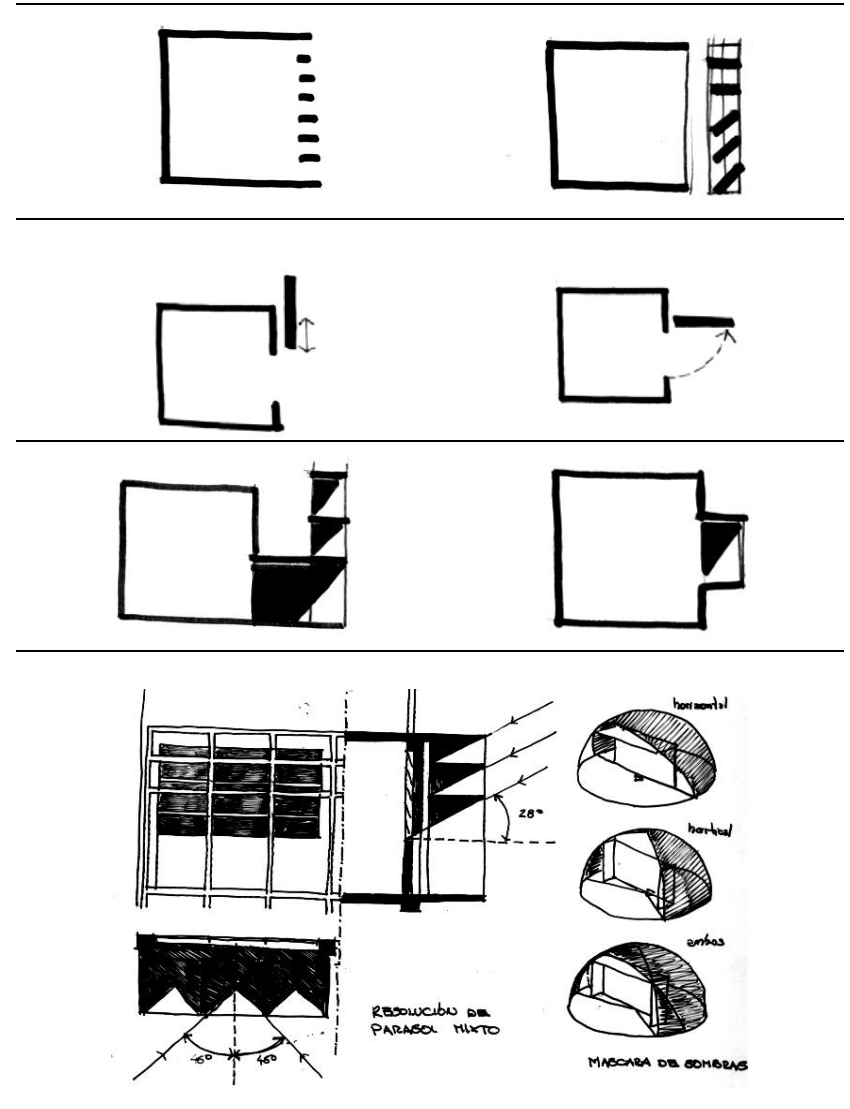
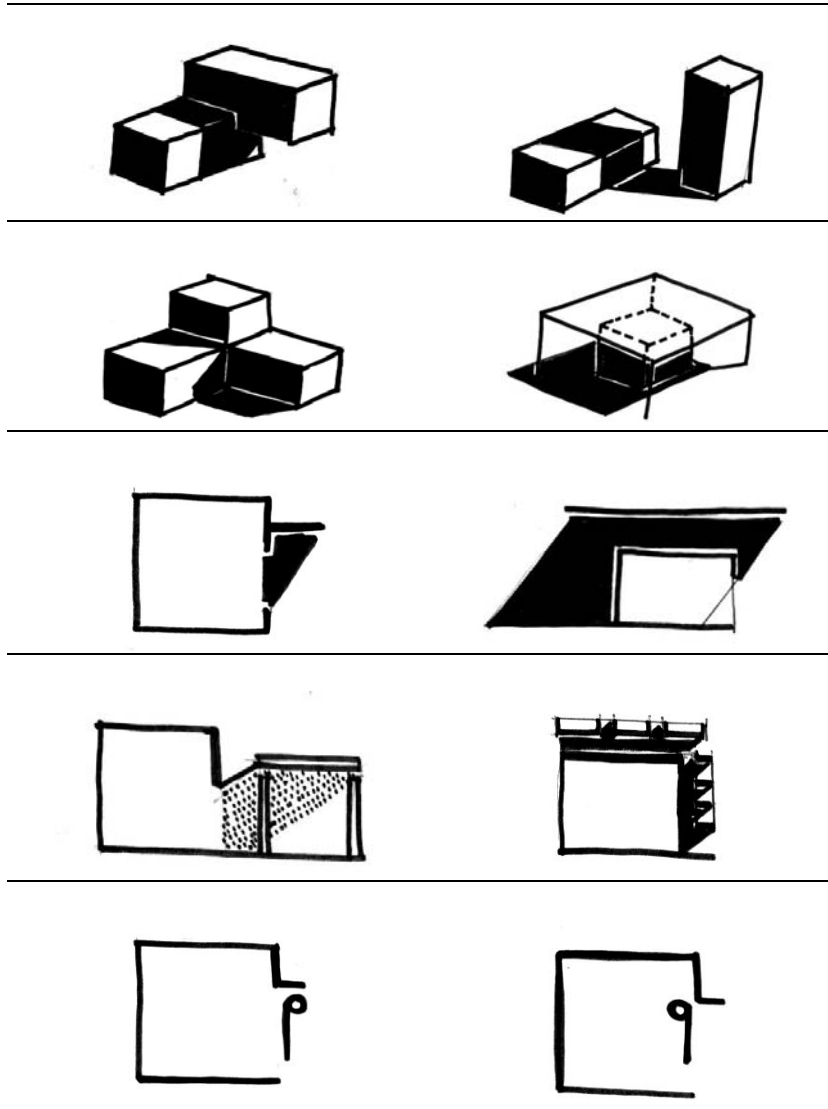
- D1. Galería.
- D2. Balcón.
- D3. Pérgolas.
- D4. Volumen propio del edificio.
- D5. Elemento Natural (cercanos a la envolvente)

El segundo grupo reúne a las **protecciones propias de la envolvente habitable**. Representan diferentes tipos de sistemas incorporados exteriormente a la “piel” del edificio. Su misión es detener parte de la radiación que incide en toda su envolvente edilicia, pero especialmente en las aberturas. Además aquellas que permitan la ventilación de los espacios interiores, así como la visión hacia el exterior, creando una cierta iluminación difusa en los espacios habitables, con los que están en conexión directa.

- E1. Parasol
- E2. Voladizos y aleros
- E3. Toldos
- E4. Techos de sombra.
- E5. Persianas, Celosías, Trillages.
- E6. Oradaciones o muros conformados.

- E7. Cortinas
- E8. Pantallas
- E9. Elemento Natural (adosado a la envolvente)
- E10. Cristales.
- E11. Holografía





D1. Galería

Esta conforma un espacio de transición (intermedio) entre el interior y exterior, generalmente conformado a través de columnas o pilares vinculados al edificio y un cerramiento superior. Estos espacios, en función de sus dimensiones pueden ser ocupados en determinados momentos, aunque no se consideran totalmente habitables. Permiten el paso de la luz y del sol en determinadas épocas del año, según sus componentes de paso, pero hay que calcular correctamente su altura y profundidad con lo cual permitir en el período invernal el acceso de la radiación solar por las aberturas o su incidencia sobre los paramentos exteriores. Su ancho varía entre 0,80 y 4,00mts, según diseño.

Pueden ser: a. Abiertos, b. Cerrados.

D2. Balcón

Es una prolongación del edificio en altura a modo de expansión. Conformar un nexo entre el ambiente interior y el exterior. Pueden ser parte de la estructura resistente o adosada a ella. Estos elementos arquitectónicos se encuentran ubicados en plantas altas de edificios, formando parte del volumen del mismo. Brindan protección frente al sol directo, la lluvia y el viento. Pueden ser cerrados o abiertos. Tomar todo el ancho de la planta o segmentos de ella.

Pueden ser: a. Alternados o apilados; b. Rinconeros, exentos o agrupados.

D3. Pérgola

Es una estructura simple liviana o pesada que genera un espacio anexo al edificio, permitiendo la ventilación y el tamiz de la luz hacia los ambientes interiores. Pueden registrarse una vasta variedad de formas y diseños, vinculados a enredaderas, materiales naturales inertes o toldos.

D4. Volumen edilicio

La conformación del propio volumen del edificio puede ofrecer sombra a algunas de sus partes. Este hecho puede verificarse tanto en planta como en alzada (corte).

Otra posibilidad es que la protección solar de edificios se resuelva con el efecto de sombra de unos edificios sobre otros, o de estos sobre su espacio circundante. En este caso no sólo se sombrea el edificio sino el espacio abierto de separación, el terreno natural o solados periféricos permitiendo temperaturas de aire en 2 o 3 grados menos. En un medio urbano, esta situación se complejiza debido a las características del tejido en función de su grado de consolidación y altura, en relación a la trayectoria solar.

Se debe realizar el análisis de asoleamiento durante todo el día para determinar el barrido de la sombra, duración y área de sombra permanente.

D5. Elemento Natural (cercanos a la envolvente)

Este es uno de las estrategias más comunes y de uso popular. Un árbol, arroja una sombra que varía en su área y grado de protección en función de la magnitud de su copa, densidad de follaje y altura. Se dividen el árboles de hojas caducas, aquellas que caen en invierno o perennes, aquellos cuyo follaje, permanece durante todo el año. El estudio particularizado de cada tipología en función del área de sombra o sol requerido se conjuga con otros valores como tipo de hoja, estructura o color.

Generalmente esta es una estrategia que comúnmente usamos, pero como complemento, nunca debemos sentar nuestro diseño sobre la forestación, ya que esta quizás no pueda colocarse luego de terminada la obra (y nuestros cálculos fallarían), o requieren de un tiempo de crecimiento y cuidado.

E1. Parasol

Son dispositivos arquitectónicos con el rol de controlar la radiación solar incidente hacia un espacio interior, intermedio o exterior, con el propósito de lograr un micro clima adecuado a las exigencias, fundamentalmente térmica y lumínica.

Existe una innumerable gama de posibilidades en cuanto a su diseño, según su disposición, forma, tecnología utilizada y movilidad.

Pueden ser sólo elementos adicionales a la masa edilicia o conformar parte de la misma.

Son dispositivos que varían su diseño en relación a la orientación solar, el cual puede convertirse en un elemento compositivo superficial sobre fachadas o ser un elemento arquitectónico conformador de espacios. Pueden ser:

- a. Verticales, Horizontales
- b. Compactos, o de lamas
- c. Fijos, Móviles
- d. Hormigón, madera, metal
- e. O livianos

E2. Voladizos y aleros

Son elementos fijos a la fachada que sobresalen de ella y que la protegen de la lluvia y de la radiación solar. Pueden ser macizos monolíticos o compuestos, a partir de la utilización de diferentes componentes, como por ejemplo membranas o sistemas naturales.

E3. Toldos

Están constituidos por pantallas flexibles colocadas en el exterior las cuales poseen la característica de su movilidad y sencilla instalación y reposición. Pueden ser:

- a. Horizontales u oblicuos
- b. Fijos o móviles
- c. Transparentes u opacos

E4. Techos de sombra.

Estos propician de control, solar, protección de lluvias, iluminación, protegiendo muros, fachadas o espacios intermedios. Generalmente se utilizan en regiones caído secas o cálido húmedas con lo cual garantizar la ventilación natural de la cubierta del propio edificio o de sus espacios exteriores.

Pueden ser prolongaciones de la propia cubierta o estructuras más complejas. Pueden ser:

- a. Prolongación de la cubierta.
- b. Techo de sombra.
- c. Plano o inclinado, abovedado, a una o dos aguas.

E5. Persianas, Celosías, Trillages.

Son dispositivos formados por pequeños elementos fijos o móviles incorporados al espacio interior o exterior del propio edificio, con el objeto de tamizar o frenar la radiación solar.

Pueden tener efectos también sobre la iluminación natural interior y la ventilación.

Poseen las características de su movilidad y adecuación a diversos o requerimientos diarios o estacionales. Pudiendo ser resueltas con métodos industrializados o alternativos. Pueden ser:

- a. Giratorias. De eje vertical u horizontal.
- b. Corrediza. Arrollables (laminas fijas y móviles)

- c. Fijas. Interior o exterior.
- d. De diferentes materiales: madera, plásticos, metal, vidrio, etc.

E6. Oradaciones o muros conformados.

La propia forma del edificio puede ofrecer innumerables posibilidades de control solar, por medio de la conformación de su envolvente, sin recurrir a elementos o sistemas alternativos. Esta es una estrategia formal que brinda posibilidades estéticas en función del diseño de pisos, muros perimetrales y cubierta.

E7. Cortinas

Elementos que se colocan generalmente en el interior del espacio sobre los cerramientos vidriados, con el objeto de reducir la cantidad de luz entrante y disminuir a incidencia de la radiación solar. Pueden ser:

1. Plegadizas, corredizas, arrollables
2. Lienzos textiles, sintéticos, aislantes, reflexivos.

E8. Pantallas

Membrana o tejido formado por la conformación de una "piel" exterior o segunda fachada. También llamada muro cortina colocada por delante de la fachada del edificio.

Las pantallas amortiguan la radiación solar, tamizando su efecto,, evitando el deslumbramiento, incidiendo además desde el punto de vista térmico. Pueden ser:

- a. Mallas de oscurecimiento.
- b. Elementos individuales.
- c. Mecanizados móviles o fijos

E9. Elemento Natural (adosado a la envolvente)

Este sistema apela a elementos naturales, como enredaderas trepadoras con el fin de generar la protección solar de muros, aventanamientos o espacios arquitectónicos. Estos además tienen la propiedad de actuar como filtro de luz, calor, brisas o vientos, sonido e influir sobre la humedad relativa el aire exterior

Pueden poseer una dinámica de respuesta en relación a su follaje, caduca o perenne.

Es un recurso muy interesante para incluirlo en la arquitectura, como parte del propio edificio, incluirlos dentro de el, o manejarlos como elementos adicionales externos.

- a. Enredaderas, trepadoras.
- b. Hojas perennes o caducas
- c. De pequeño o gran espesor.
- d. Sectoriales o extendidas.

E10. Cristales

En cuanto a este tipo de material y elemento hay variadas soluciones, pero a cuanto mayor es la protección solar que ofrecen, menor eficiencia en la iluminación natural interior y mayor costo. En la actualidad hay un desarrollo muy importante, de variada gama y posibilidades tecnológicas. Estos pueden ser:

- a. Opacos o translúcidos.
- b. Coloreados o tonalizados.
- c. Simples o dobles.
- d. Con filtros incorporados a la masa o films adhesivos
- e. Reflexivos o absorbentes
- f. Con incorporación de sistemas de sombreado móviles o fijos en el interior de un componente.

E11. Holografía

Esta es una técnica óptica para lograr imágenes tridimensionales utilizando el rayo láser, las cuales pueden actuar como control visual, de deslumbramiento o como reflexión de la luz solar.

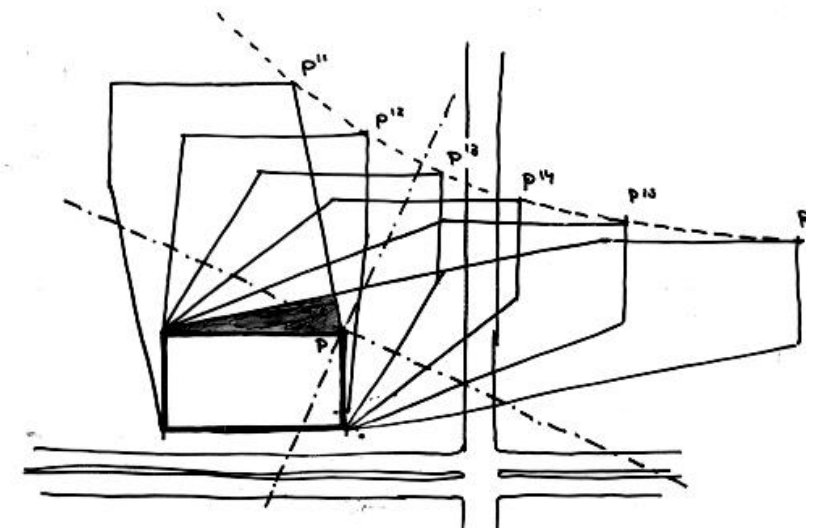
A modo de conclusión podemos agregar que a través de pequeñas intervenciones de diseño como ser la disposición de voladizos, elementos naturales o pantallas, se puede brindar una eficaz protección contra las radiaciones solares reduciendo sustancialmente los costos significativos de climatización.

Un dispositivo de control solar debe tener en cuenta consideraciones como son el tipo de edificio, factores constructivos, funcionales, económicos, formales y estéticos.

La elección del tipo de protección solar debe estar de acuerdo con las exigencias climáticas del lugar de emplazamiento. Para dimensionar la protección solar se debe determinar el período del año en que se necesita protección solar. Se debe tener en cuenta la latitud del lugar, así como las posiciones del sol (altura-acimut). Lo anteriormente mencionado se debe a que una protección solar debe restringir el impacto del sol en verano y permitir la entrada de la radiación solar en el edificio durante el invierno.

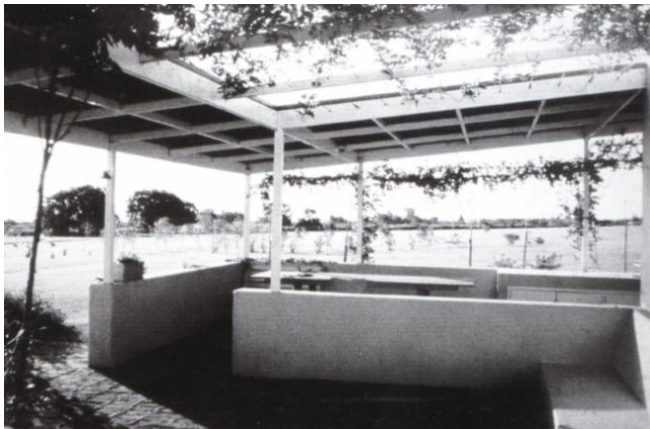
Se debe determinar el tipo de protección (horizontal / vertical). Es aconsejable la elección de protecciones horizontales para fachadas orientadas al Norte, ya que la altura máxima alcanzada por el sol en su recorrido diario coincide con su paso por el Meridiano, y por lo tanto, los rayos solares son prácticamente perpendiculares a las mismas. En cambio, para caras orientadas al Este y al Oeste, es preferible la elección de protecciones verticales ya que los rayos solares son más bajos. La plena protección solar se logra con una combinación de los dispositivos mencionados.

La clasificación expuesta ofrece al diseñador una gama integral de posibilidades según necesidades y estrategias requeridas. La presentación de algunos casos reafirma la relación entre un pensamiento técnico, basado en el cálculo de las componentes y un punto de vista estético, enlazando tecnología y belleza arquitectónica.



Area de barrido y sombra permanente

D1. Galería



Casa frente al río. Bucho Baliero



Liceo Polivalente en Fréjus, Francia. 1991-93. Arq. Sir Norman Foster

D2. Balcón



Complejo Götzis. Alemania, Arqs. Baumschlager, Eberle y otros.



Villa entre los pinos. Cap Ferret, Francia.
Mac Daufresne e Ivan Garrec

D3. Pérgolas.

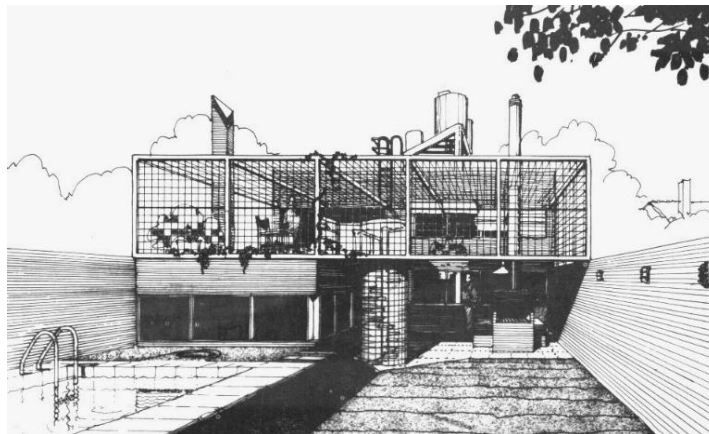


Escuela en Alemania. Patkau Architect

D4. Volumen propio del edificio.



Universidad de Minnesota. Leonard Parker.



Casa tango. Clizkowsky, Natanson, Minond



Hotel en Formosa, Argentina.

D5. Elemento Natural (cercanos a la envolvente)



Ligustro



Casa en Carolina del Norte. EEEE. Marlon Blackwel (1998)

E1. Parasol



Municipalidad de La Pampa. Clorinda Testa.



Oficinas BRE. Alemania

E2. Voladizos y aleros



Terraza Palace. Mar del Plata. Bonnet

E3. Toldos



Toldos en Cadiz



Centro Deportivo Escuela Odenwald, Alemania, 1992-95



E4. Techos de sombra.



Municipalidad de La Plata. Clorindo Testa

E5. Persianas, Celosías, Trillages.



Casa bioclimática en Munich Alemania. Marcus Mayer y Christian Schiebel

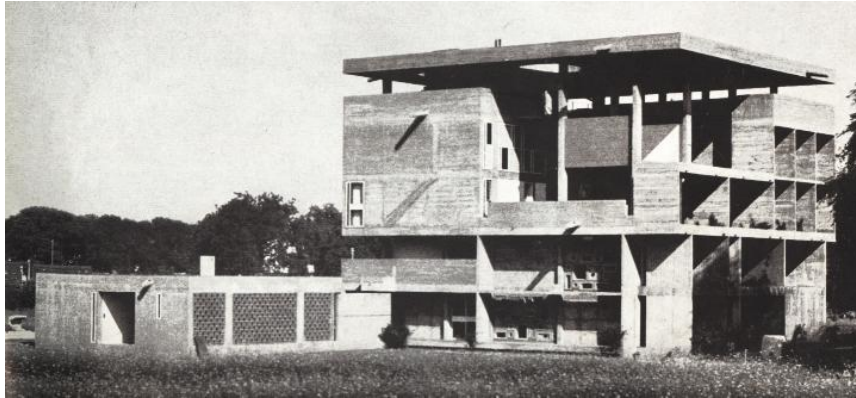


Casa Lima. La Plata. Rubén Pesci



Casa en el Tigre. MSSSS. (1975)

E6. Oradaciones o muros conformados.



Casa Shodan en Ahmadabad, India. Le Corbusier (1956)

E7. Cortinas



E8. Pantallas



Capilla de las capuchinas. México. Barragan

Edificio Menara Mesiniga. Selangor, Malasia. Hamzah y Yeang
E9. Elemento Natural (adosado a la envolvente)



Casa en La Plata. San Juan



E10. Cristales



Escuela de Arquitectura y Paisaje. Steven Holl.



Edificio en Linz, Austria.

A continuación se expondrán algunos ejemplos arquitectónicos, que ejemplificarán alguno de los tipos expuestos.

GALERIA-TRILLAGE

1. **Chacra "La Media Luna",**
La Plata, Bs. As, Argentina. (1992-1993)
Autor: Rubén & Pedro Pesci, Arquitectos.

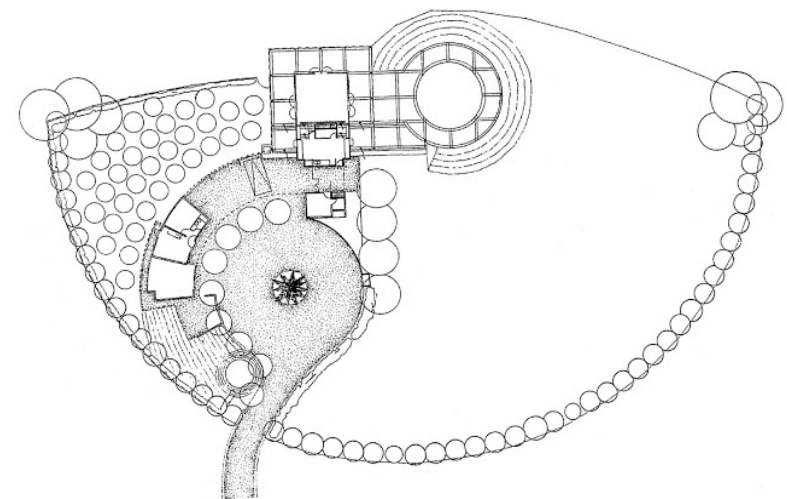
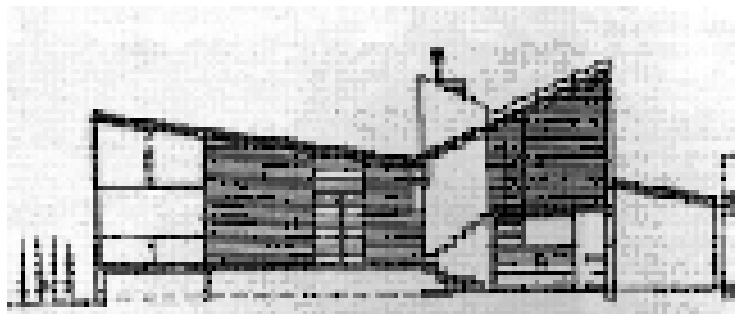
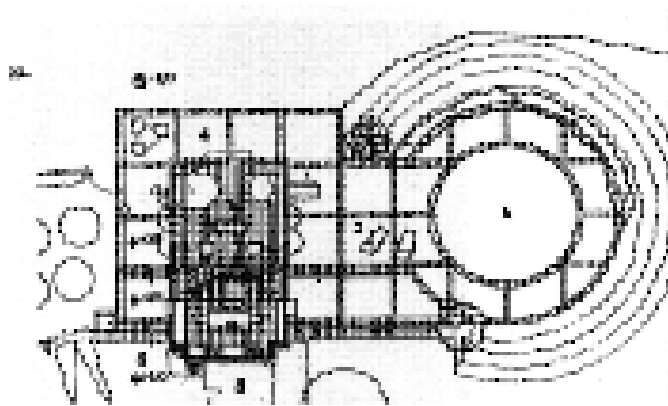
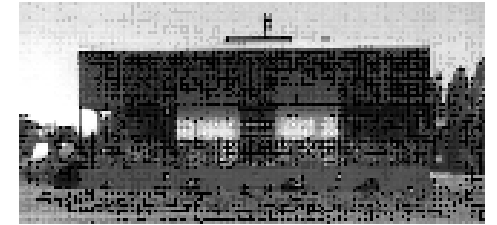
Esta vivienda se encuentra a una Latitud de 35° L. S., Zona bioambiental IIIb : Templada Cálida, con una temperatura media estival: entre 20°C y 26°C, con máximas mayores a los 30°C y temperatura Media. invernal: entre 8°C y 12°C. Amplitud térmica menor a 14°C.

El nombre de la chacra proviene de la forma en que se dispone una línea de forestación la cual conforma un recinto en forma de media luna el cual genera un microclima, protegiendo el entorno de la casa de los vientos fríos dominantes (SE-O).

La estrategia de control solar de éste ejemplo se basa fundamentalmente en una galería perimetral a la caja contendor con orientaciones NE-N-NO, la cual genera un espacio intermedio entre el núcleo- vivienda y el paisaje circundante.

Dicha galería brinda protección frente a la radiación solar de las caras más expuestas. La misma se encuentra verticalmente limitada por un cerramiento, materializado a través de un enrejado de madera (tipo trillage), el cual intercepta los rayos solares más bajos de la mañana y de la tarde, tamizando la luz y

el aire. La galería además se encuentra cubierta por un techo protegiendo los espacios interiores. Su estructura es de madera con doble techo ventilado y gran pendiente abriéndose en busca de las vistas al crepúsculo. Dicha inclinación ayuda además a rechazar los rayos solares. Si su pendiente hubiese sido contraria favorecería la captación de los mismos.



BALCON

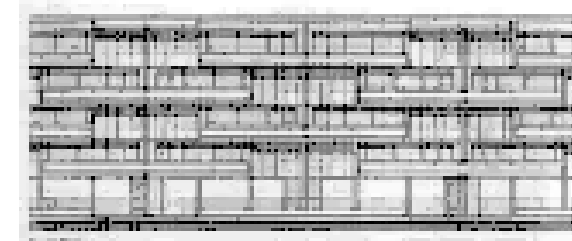
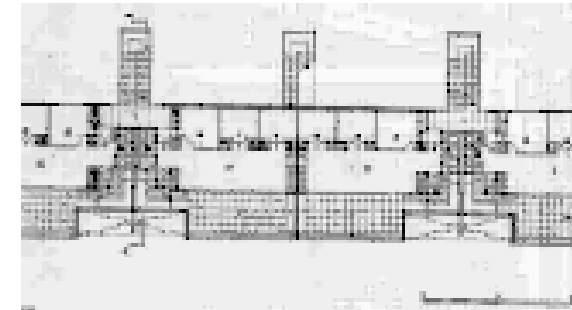
- 2. Casas colectivas para la Isla Maciel,**
Capital Federal, Buenos Aires, Argentina. (1960).
Autor: Wladimiro Acosta, Arquitecto.

Se encuentra ubicada a una Latitud de 35° L. S., zona Bioambienta IIIb: Templada Cálida, temperatura Media estival entre 20°C y 26°C, con máximas que superan los 30°C. Temperatura Media invernal: entre 8°C y 12°C. Amplitud Térmica menor de 14 °C

El caso que se expone se caracteriza por ofrecer una fachada orientada al Norte totalmente vidriada, la cual se encuentra protegida de la radiación solar a través de balcones los cuales actúan como un sistema de parasoles de compartimentos. Estos interceptan los rayos solares verticales del mediodía a través de su piso (plano horizontal), y los rayos laterales por medio de los cerramientos verticales ubicados a sus lados. Los balcones sombrean de ésta manera prácticamente la totalidad de la fachada. Dichos cerramientos laterales brindan protección frente a la radiación difusa, a las lluvias y a los vientos, brindando además privacidad entre unidades de vivienda contiguas. Se logra, de ésta manera, un recinto o espacio habitable externo confortable, el cual coadyuva a las mejores condiciones de habitabilidad en los espacios interiores.

Otro de los aportes logrados es el de relacionar con el diseño arquitectónico “la técnica”, representada por un orden y cálculo riguroso, con una propuesta “plástica” singular del componente de interfase.

La fachada orientada al Sur, por el contrario, presenta pequeñas aberturas con el fin de resguardar al edificio de los vientos dominantes y minimizar las pérdidas energéticas, ofreciendo una membrana con mayor resistencia térmica debido a las condiciones rigurosas de su enclave y orientación.



PARASOL

3. **Banco Boavista**, Río de Janeiro, Brasil.

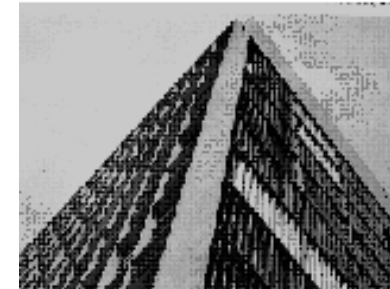
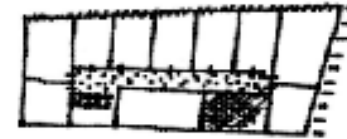
Autor: Oscar Niemeyer, Arquitecto.

Ubicado en una latitud 20° L. S., Zona Bioambiental: Tropical Húmeda, Temperatura Media estival mayor a 30°C y temperatura media invernal mayor a 20°C.

Es un edificio de oficinas el cual presenta tres de sus cuatro fachadas expuestas. Cada una de ellas se orienta hacia diferentes direcciones las cuales son tratadas con tres texturas de sombreado diferenciadas de acuerdo al acimut y altura solar.

La fachada Sur, la cual recibe la menor incidencia del sol es totalmente vidriada. La fachada hacia el Norte, la de mayor exposición a la radiación solar al mediodía, posee una estructura de parasoles de compartimentos con lamas horizontales móviles en su interior. Este tipo de parasol brinda doble protección tanto de los rayos verticales y como de los laterales. El ángulo de incidencia del sol es el más alto en éste momento del día, siendo las protecciones horizontales las más efectivas ya que son prácticamente perpendiculares al mismo. Par tal fin se han dispuesto lamas horizontales móviles, las cuales permiten graduar su efecto de sombra para los distintos horarios del día. Contrario a esto, es lo que se observa en la fachada hacia el Oeste, la cual está equipada con parasoles verticales. Los mismos presentan una mayor utilidad para interceptar los rayos solares más bajos de la tarde.

La adecuación a cada situación particular denota un diseño consiente tanto de la respuesta técnica como la estética.



TECHO DE SOMBRA

4. Hospital San Vicente de Paul, Orán, Salta, Argentina. Autor: Juan Llauro & José Urgel, Arquitectos.

Ubicado en Latitud: 24°, Zona Bioambiental IIb: Cálida.
Temperatura media estival: mayor a 24° C., con máximas mayores a los 30° C. Temperatura invernal: entre 8° y 12° C.
Amplitud térmica menor de 14°C

En lugares muy calurosos, los dispositivos de control solar no se limitan sólo a la protección de huecos acristalados, sino que también se disponen para proteger muros y espacios exteriores. La adopción de techos de sombra posibilita la protección de la totalidad de los volúmenes edificados y de los espacios exteriores, generando la posibilidad de permitir el acceso de la radiación solar en determinados lugares que lo requieran.

Este sistema permite el libre escurrimiento del aire fresco de acuerdo a las diferencias de presión en los distintos espacios y la disipación de calor excedente de la masa térmica, ya sea terrestre o edilicia.

Esta solución arquitectónica posibilita el desarrollo de los volúmenes bajo una libre cubierta-contenedor de referencia. En éste caso, la cubierta está formada por vigas de hierro y alerones de aluminio y poliéster reforzado suspendidos por columnas ordenadas por una trama estructural sistematizada. Esta superficie horizontal semicubierta, es interrumpida por orificios que permiten el acceso del sol en determinados lugares estratégicos.

