
TERCERA PARTE:

3. ARQUITECTURA Y DESIERTO

INTRODUCCIÓN

Este capítulo se orientará hacia el análisis de la expresión formal de la arquitectura del desierto, se comprende ésta como una manifestación sensible al medio ambiente, que vincula a la obra con el paisaje, lo significativo de esta relación, es que se establece como una interacción constante y referida a los aspectos térmicos y lumínicos del espacio arquitectónico. Esta circunstancia la veremos reflejada en la exploración de diversas obras en el desierto de reconocidos arquitectos.

En el ámbito operacional este acercamiento se realiza por medio de la ilustración y clasificación de las diversas estrategias del diseño energético pasivo, determinando el grado de aplicabilidad en relación con el tipo de clima árido.

Desde la diversidad de enfoques existentes, se propone también mostrar casos ejemplares que en términos actuales, **“se expresan como modelos de sostenibilidad”**, o como prácticas apropiadas para el clima desértico. Intencionalmente se ilustran ámbitos de diversas escalas desde la planificación urbana al diseño constructivo, con el propósito de descubrir posibles caminos a la transición arquitectónica sostenible en el ámbito regional.

En la conferencia internacional sobre arquitectura en territorios áridos, realizada en 1994. Se planteaba, que en el contexto de la sostenibilidad, en ninguna parte es más necesario un acercamiento sostenible de la arquitectura, que en las zonas áridas de climas extremos.

Los factores climáticos en todos los ambientes son condicionantes de una determinada forma arquitectónica; en un clima desértico estas circunstancias acentúan la necesidad de optimizar el confort térmico, satisfacer esas necesidades a través de la utilización de sistemas pasivos, es lo más conveniente desde el enfoque sostenible [Fig. N° 120].

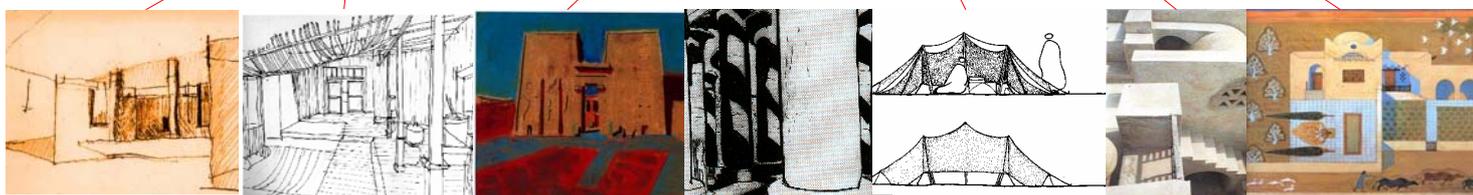
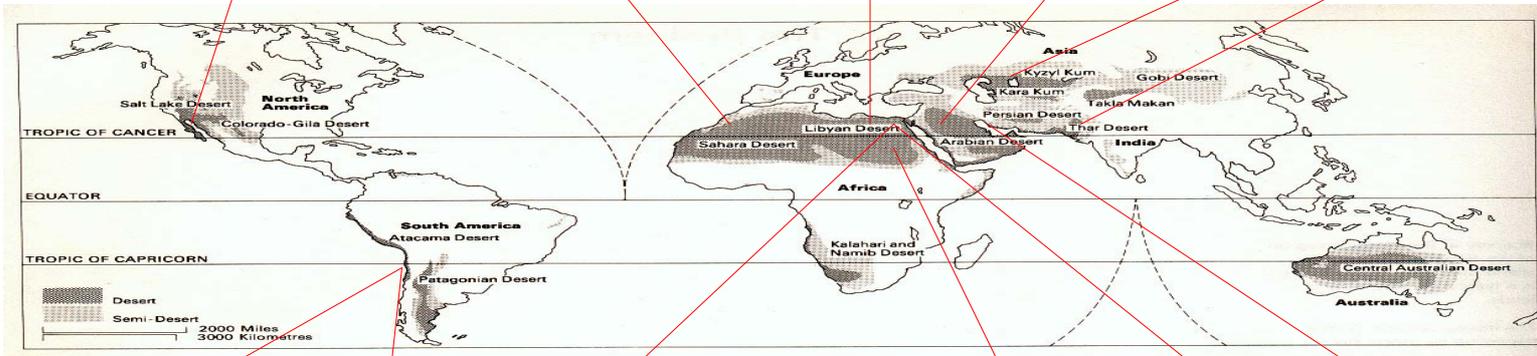
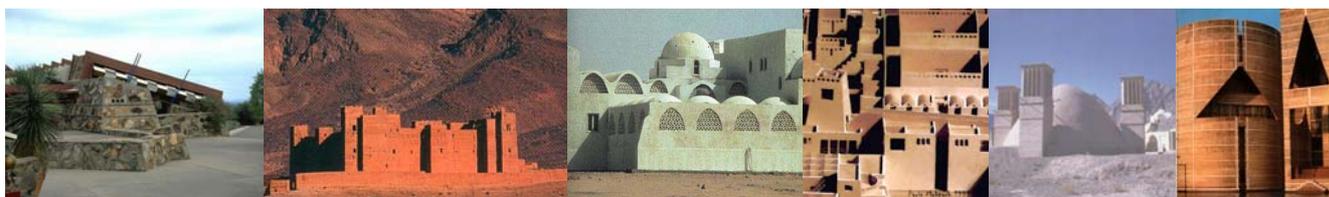


Fig. Nº 120 EXPRESIÓN DE LA DIVERSIDAD FORMAL DE LA ARQUITECTURA DE LOS DESIERTOS DEL MUNDO
Fuente de imágenes en el capítulo correspondiente.

Los desiertos, son territorios que se han incorporado recientemente en la cultura contemporánea, así por ejemplo, no fue hasta la introducción del ferrocarril en los desiertos de EE.UU. lo que permitió dejar de observarlos como territorios inhóspitos. El ferrocarril ligado a un mayor desarrollo tecnológico, alivió los rigores de la vida en el desierto, cambiando la percepción de los mismos.

Si desde el punto de vista de la cultura vernácula la tradición arquitectónica de los territorios áridos, es magnífica, no acontece lo mismo cuando observamos la respuesta arquitectónica y urbana de las ciudades contemporáneas del desierto.

Como lo plantea Peter Reyner Banham, en el libro *Escenas de América Deserta*¹²⁹. *Las ciudades modernas en el desierto parecen fuera de lugar, anomalías torpes en un lugar donde la naturaleza debe prevalecer debidamente.*

En ese sentido, se plantea la recuperación de los valores tradicionales, con la incorporación de tecnologías apropiadas, de modo que la arquitectura y las ciudades del desierto no aparezcan desarraigadas o fuera de lugar, sin la consideración medioambiental determinada por el paisaje.

¹²⁹[REYNER-BANHAM, Peter. 1982]. *Scenes in America Deserta*. Ed. Gibbs M. Smith. Salt Lake City. Pages 42-43 . [En línea] *Arid lands* N°35, Spring/Summer 1994, *The desert as literature: A survey and a sampling*, por Peter Wild.

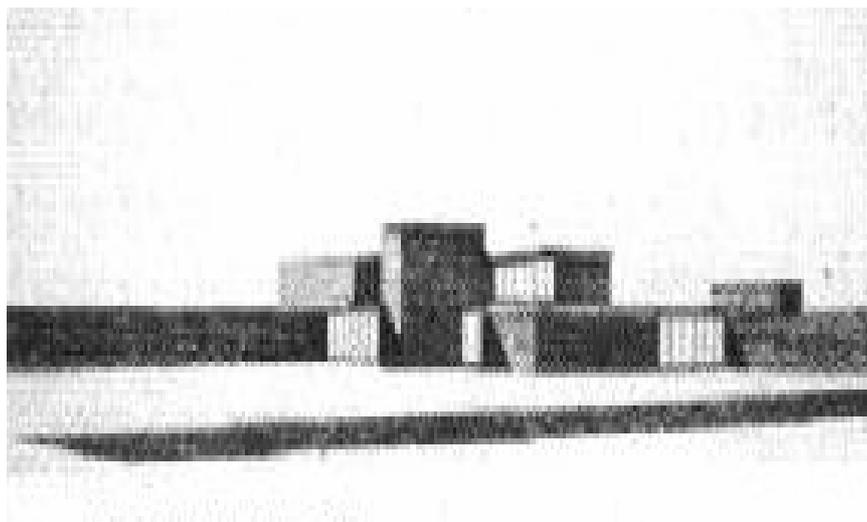


Fig. N°121 / MIES VAN DER ROHE (1923) PROYECTO BRICK CONTRY HOUSE – FACHADA PRINCIPAL
Fuente:[En línea]<<http://www.ibiblio.org/wm/paint/arith/mondrian>>

3.1. EL DESIERTO, ESPACIO DE MODERNIDAD

El término desierto, lleva asociada connotaciones que pueden llegar a ser contradictorias. Si reparamos en la evolución semántica del vocablo “desierto”, nos encontramos que este deriva del latín *desertus* que significa solitario. Por otra parte, la palabra inglesa *–desert–*, tiene diversos significados, uno de los cuales significa abandono [HEATHCOTE, 1983].

184

Esta falta de precisión explica, que en el rigor de los estudios científicos, el concepto desierto lo encontramos referido y asociado con el de “zonas áridas” *–aridlands–* o, tierras secas *–drylands–*. Las definiciones de desierto, normalmente hacen referencia a éste como: tierra árida con escasa lluvia; ambiente hostil; estéril; inútil; yermo; con vegetación esparcida; desprovisto de agua; y despoblado de vida animal y vegetal, o ambientes con bajo porcentaje de humedad y alta temperatura [HEATHCOTE, 1983 ob.cit. THOMAS, 1997].

A continuación, a partir de una comprensión integradora de elementos cualitativos y cuantitativos, de acuerdo con la tendencia actual de las investigaciones en el ámbito ecológico y ambiental, se desarrolla un análisis de obras de arquitectura emplazadas en ámbitos desérticos.

La interpretación que se hace del paisaje se vincula con una propuesta de acción que es expresada en la forma construida. En el reconocimiento de que este impulso formal no es exclusivo de los entornos desérticos, la seducción con la que los elementos de la naturaleza se manifiestan en este paisaje hace que el lenguaje expresivo sea austero y de una mayor rotundidad.

Los aspectos cualitativos están vinculados con la apreciación del paisaje desértico, especialmente en relación con la inmensidad y extensión de sus límites, y con la vastedad y la tectónica de su espacio, o la luminosidad a que están expuestos los espacios, entre otras características.

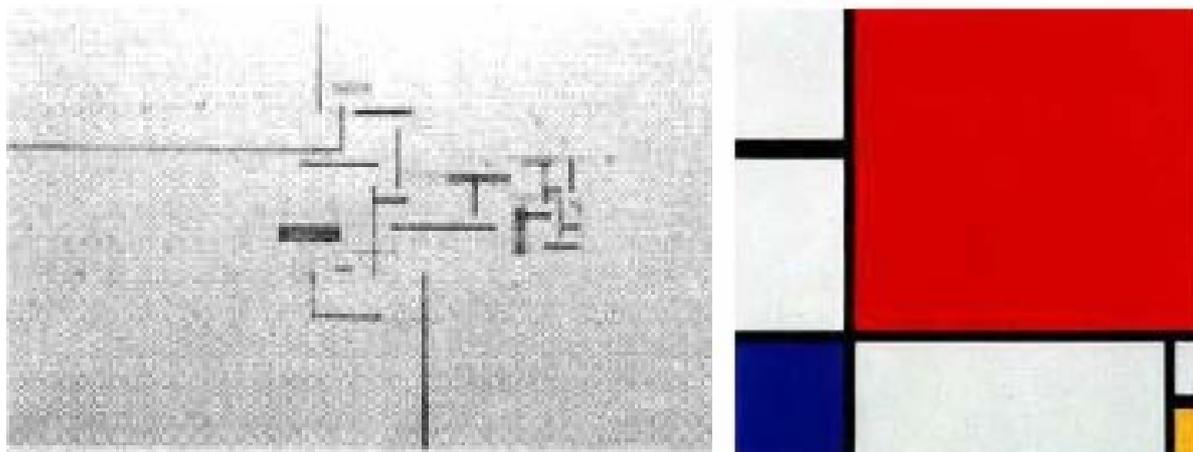


Fig. Nº 122 (1) MIES VAN DER ROHE (1923) Proyecto Brick Contry house (2) MONDRIAN (1921) Composición con rojo, amarillo y azul.
Fuente: <<http://www.ibiblio.org/wm/paint/arith/mondrian>>

Una hipótesis que hace notar las cualidades infinitas e incommensurables de los límites, nos la aporta el historiador y crítico de arquitectura Peter Banham¹³⁰, quien define el ambiente desértico como un “espacio de modernidad”¹³¹ [PONTE, 1996].

El desierto ofrece lo mensurable del espacio incommensurable. El desierto es un ambiente en que el “hombre moderno” ha de sentirse en casa. La pintura moderna, como en los trabajos de Mondrian; implican un espacio que se extiende más allá de los confines, más allá del lienzo, la arquitectura moderna, como en los trabajos de Mies Van der Rohe, “es una partición rectangular de un espacio regular pero infinito” [PONTE, 1996].

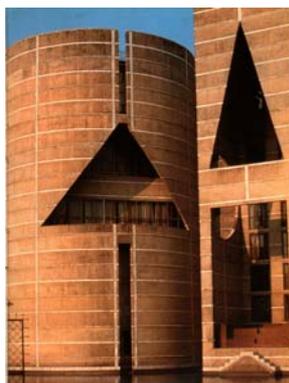
La extensión del espacio y de los límites, se hacen evidentes en las telas de Mondrian o en la casa de campo en ladrillo de Mies [Fig. Nº121/122]. El orden espacial de la figura hace pensar en la posibilidad de la *extensión*, no hay nada finito, nada cerrado. En la obra de Mondrian, se intuye un orden latente y oculto más allá del marco, y una continuidad espacial insinuada en los largos muros de la casa diseñada por Mies van der Rohe.

Escudriñando esta complicidad, entre el paisaje desértico y la acción, recurrimos a la obra de arquitectos que han trabajado en zonas áridas, observando: Los dibujos de Louis Kahn (1951) de los monumentos egipcios; los planteamientos para la singular casa-estudio de Taliesin West de Frank Lloyd Wright (1937) en el desierto de Arizona; la obra de Le Corbusier en la India y Argelia o la arquitectura de tierra de Hassan Fathy (1963) que celebra los valores de la arquitectura tradicional Islámica en Egipto.

Hemos podido constatar en sus obras, cómo estos arquitectos han encontrado nuevos desarrollos expresivos que han alimentado su sensibilidad creativa. Cómo han visto transformar su obra conmovidos ante la realidad del paisaje, incorporando elementos de identidad del desierto recogidos en la materialidad, luminosidad, textura, y volumetría de su arquitectura.

¹³⁰ [BANHAM REYNER, Peter. 1982] *Scenes in America Deserta*. Ed. The MIT Press; Cambridge, Mass, Pág. 61-62

¹³¹ El término Modernidad se entenderá como una categoría hermenéutico-interpretativa, por tanto de una forma de hacer pensable la experiencia para dar el paso siguiente que es construir con los fragmentos constelaciones habitables, que permitan no tanto resolver como regular el conflicto y la contradicción, que restituya la posibilidad de acción. [FUENTES. Andrea, 1995] Introducción: Franco Rella. *El saber del Limen*. En. Franco Rella (1995) *La búsqueda del presente; miradas sobre la modernidad*. Ediciones ETSAV i UPC.



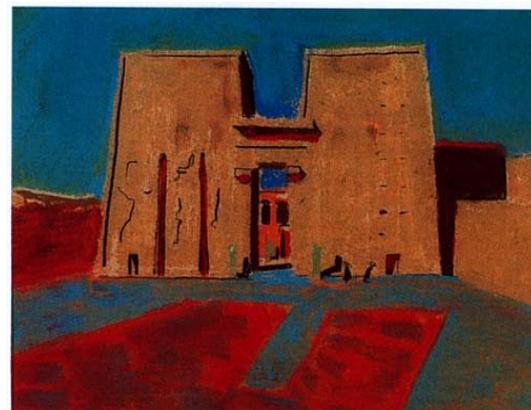
(a),(b)

Fig. Nº 123 ARQUITECTURA DE LOUIS KAHN

- (a) Dibujo de Kahn. Pirámides de Gizeh, 1951.
- (b) Edificio de la Asamblea Nacional Sher-e-Bangla Nager Dacca [Brownlee 1998].
- (c) Sinagoga Huarva – Israel.
- (d) Dibujo de Kahn. Interior del templo, Karnak, 1951.



(c),(d)



(a) EL DESIERTO EN LA ARQUITECTURA DE LOUIS KAHN

En la obra de Kahn, el encuentro con el desierto está mediatizado por la experiencia de la arquitectura monumental, especialmente por las pirámides y templos egipcios [Fig. 123].

Este viaje significó el encuentro con el origen de la forma, el poder de lo geométrico, la abstracción simbólica, la luminosidad, la tectónica y la solidez de estas monumentales obras, esta observación provocó la introducción de la antigua noción de “masa”, de cuerpo y volumen en una estructura que mostraba el tamaño de sus apoyos abiertamente [BROWNLEE, 1998].

El edificio de la Asamblea Nacional, Sher-e-Bangla Nagar, Dacca¹³² en Bangladesh [Fig. 124] y el edificio del Indian Institute of Management, Ahmedabad¹³³, también en la India, son una referencia directa a la consistencia y macidez de las columnas del templo egipcio de Karnak, son obras que traducen un lenguaje de grandes y pesadas formas que construyen el espacio interior, como sólidos que enmarcan los espacios de luz.

¹³² Dacca o Dhaka es la ciudad capital de Bangladesh (latitud 23,37° N), se localiza en la gran región de los deltas de los ríos Ganges y Brahmaputra. La ciudad está dentro de la zona climática del monzón sub-tropical, su clima es caluroso y húmedo en verano (Agosto) con temperaturas máximas de entre 30°C y 38°C y fresco en invierno (enero), con temperaturas mínimas de entre los 18°C y los 9°C. Durante el período de lluvias monzónicas entre los meses de mayo y septiembre, ocurre el 80% del promedio anual de lluvias, unos 1,854 mm. Fuente: [En línea] <<http://www.ccasia.teri.res.in/country/bang/bang.htm>>

¹³³ Ahmadabad es la ciudad principal de la región de Gujrat en la India (latitud 22,8°N), se ubica en las márgenes del río de Sabarmati. La ciudad está dentro de la zona climática del monzón sub tropical. Su clima es muy caliente y húmedo en los distritos del sur y extremadamente seco en los distritos del norte – desierto de Thar-. El período de invierno es muy agradable comienza en noviembre y continúa hasta mediados de marzo. La temporada de verano inicia a mediados de marzo y se prolonga hasta mediados de junio, las temperaturas pueden elevarse hasta los 45°C. Durante el período de lluvias del monzón oriental sur que azota a la región desde mediados de junio hasta fines de septiembre la atmósfera es muy húmeda y bochornosa. Fuente: [En línea] <<http://www.indianvisit.com>>.

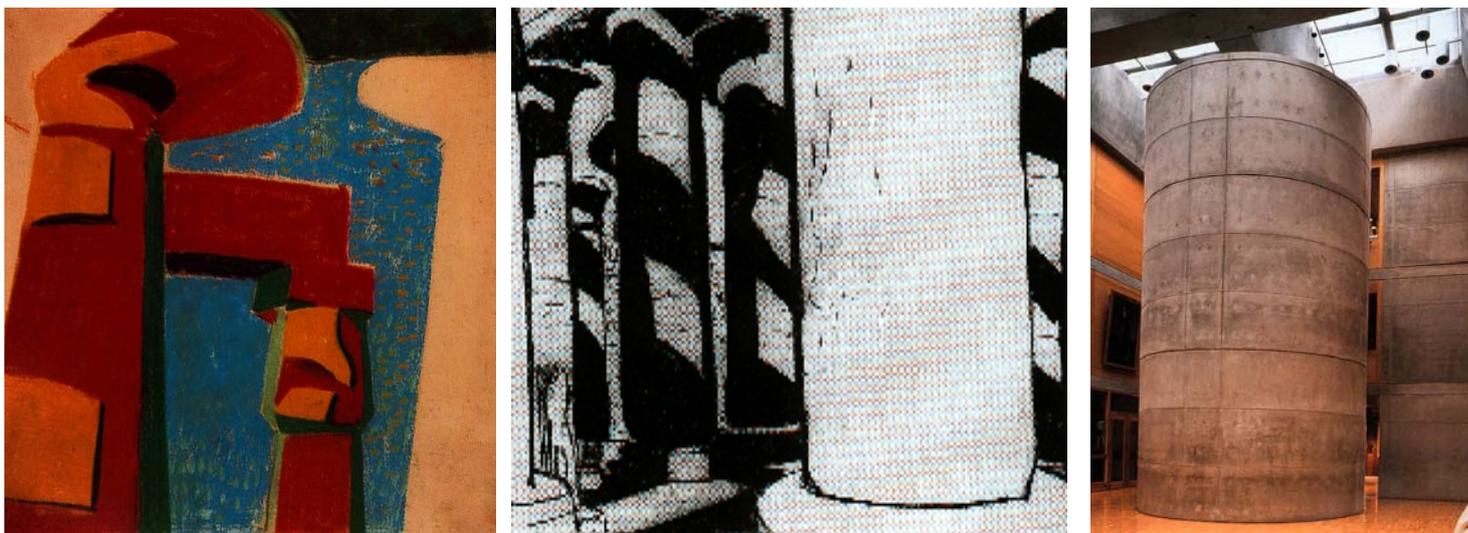


Fig. N°124 ARQUITECTURA DE LOUIS KAHN
 (a) Dibujo templo Edfu (b) Sala Hipóstila Karnak- (c) Edificio de la Asamblea Nacional Sher-e-Bangla Nager Dacca [Brownlee. 1998].

La luz y la macidez de las columnas del templo de Karnak, son dibujadas por Kahn, de manera reiterada, la construcción de la luz sobre las superficies de las columnas, o la sombra que es contenida entre las columnas, la dimensión de los vacíos o suspendidos, se conforman como los elementos originales de su obra arquitectónica, elementos que también podemos reconocer como singulares y vitales del paisaje y ambiente desértico y que la arquitectura recoge y recrea.

187

De esta forma lo hace en el edificio de la Asamblea Nacional en Sher-e-Bangla Nager Dacca: la luz natural es introducida en los interiores de esta arquitectura maciza, y de esta forma Kahn fundamenta su acción.

...si usted ve una serie de columnas se puede decir que la elección de las columnas es una elección por la luz, las columnas como sólidos enmarcan los espacios de luz. Ahora al revés, si piensa en las columnas sin sustancia y mucho más grandes y que sus paredes se entregan a la luz, entonces, los vacíos son espacios y la columna es la que construye la luz y puede asumir formas complejas y es el que entrega espacios y da luz a los espacios. Yo estoy trabajando para desarrollar el elemento a semejante magnitud que se vuelve una entidad poética que tiene su propia belleza fuera de su lugar en la composición. De esta manera análoga a la columna sólida, la columna donadora de luz como lo he expresado arriba¹³⁴...

Esta experiencia de la luz, de la amplia luz del desierto, está presente en toda la obra de Kahn como esencia de la creación arquitectónica.

¹³⁴ [RONNER, H. JHAVERI, S. & VASELLA, A. 1998] Louis. Kahn: Trabajos completos 1935-74. p.236 - 238.

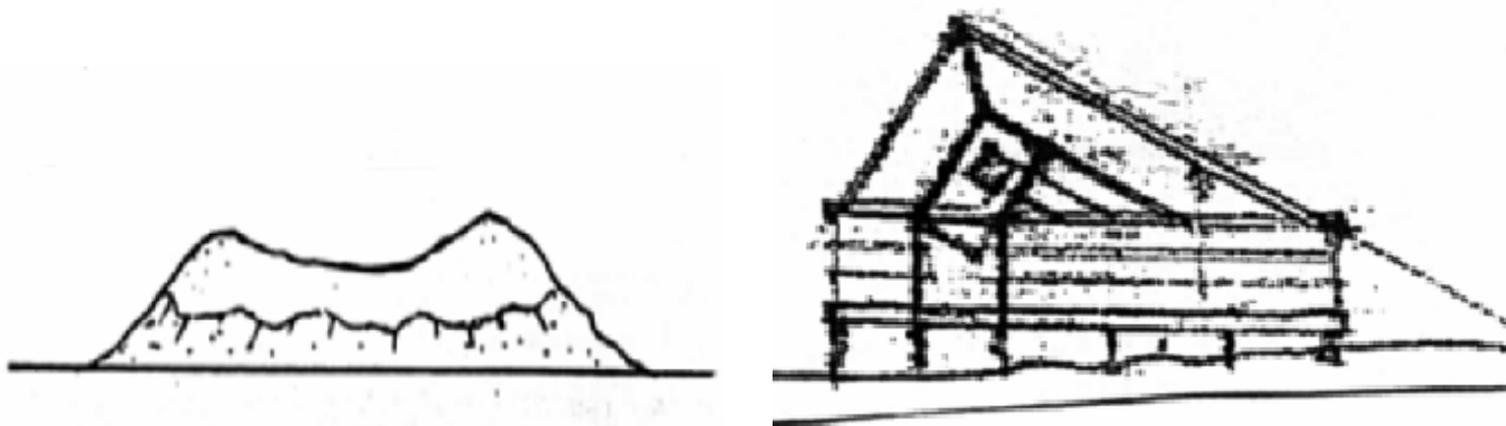


Fig. Nº 125 DIBUJOS DE WRIGHT EN EL DESIERTO DE ARIZONA
(a) Montaña de Arizona. (b) Triángulo en el desierto, Ocotilla – Estudio de la inclinación de la cubierta.
Fuente: [HOPPEN, 1998].

(b) EL DESIERTO EN LA ARQUITECTURA DE FRANK LLOYDS WRIGHT

Para Wright, la primera experiencia con el desierto fue virtualmente una experiencia mística, una revelación que le abrió totalmente a una nueva morfología de su arquitectura,

"La Imaginación de la mente es una cosa imponente. La vista va y viene en éste como de una fuente original, iluminando la vida con una involuntaria luminosidad, que como el destello del relámpago hace más brillante el paisaje. Así el desierto parece inmenso pero no es nada comparado con el efecto resplandeciente y efervescente de la realidad."

188

El desierto representa un mundo de energía indómita, una confabulación de sol; calor y cielo azul, para la inspiración original, la energía solar; el aire claro y la luz mágica son tan penetrantes que recargan el cuerpo y renuevan el espíritu.

En Taliesin West, [Fig. Nº125 / 126] la expresión de las fuerzas originales de la naturaleza en las formas desiguales y asimétricas de las montañas, queda expresada en su obra, recreando la relación cosmológica establecida por los nativos americanos entre el paisaje y habitante, recurre a las crestas de las montañas circundantes para organizar la casa y torciendo la geometría de la planta y la sección para lograr las orientaciones solares, esencial para la supervivencia en el desierto. [HOPPEN, 1998].

Esta propuesta recobra un gran valor y puede ser redefinida como el preludio luminoso de una arquitectura de y para el ambiente. La concepción ígnea, agitada, orgánica y emotiva de la arquitectura de Wright. Según Fernández-Galiano, la mención del fuego introduce el intercambio; los ciclos, movimientos y nacimientos.



Fig. Nº126 (a) TALIESIN WEST fachada - masa / liviandad de las cubiertas (b) Taliesin West habitación privada de Wright. Se establece una vinculación con la exterioridad a través de las aberturas de la cubierta.
Fuente: [En línea] < http://www.greatbuildings.com/buildings/Taliesin_West.html > Fuente: [En línea]<<http://www.taliesin.org/index.html> >

El sol es más calor que luz, principio original más que regulador, factor de cambio más que de estabilidad, foco térmico y compositivo en torno al cual se desarrolla el de sus habitantes.[FERNÁNDEZ-GALIANO, 1991].

Los proyectos de Wright en el desierto buscan vincularse con los elementos naturales del entorno geográfico, la poética del silencio y de la sombra, aparecen como algo inseparable en la arquitectura del desierto.

Con esta premisa el edificio se plantea ante el paisaje, presentándose delante o detrás de él, con sus materiales y colores deducidos del propio lugar, con su perfil dentado, se pensó unir los espacios interiores con el cielo del desierto. Los espacios estaban abiertos por lo menos en un lado al desierto; otros se abrían hacia ambos lados. Esta fluidez del espacio buscaba la adaptabilidad de los recintos a los cambios diarios del clima típico en el desierto, creando espacios que eran simultáneamente dentro y fuera.

En las estructuras de los techos la horizontal sube, planteándose abiertos hacia el cielo para encauzar la brisa y favorecer la ventilación de los recintos. La respuesta a las características del clima y calidad de la luz, que construyen el espacio, se hace a través de un juego cuidadosamente seleccionado de los materiales apropiados.

En síntesis, Wright plantea que con formas y respuestas muy concretas, artificiales pero apropiados al medio, con una vocación, una búsqueda, **ante el desierto, las ciudades debieran ser diferentes, el hombre y su forma de vida debieran ser diferentes.**

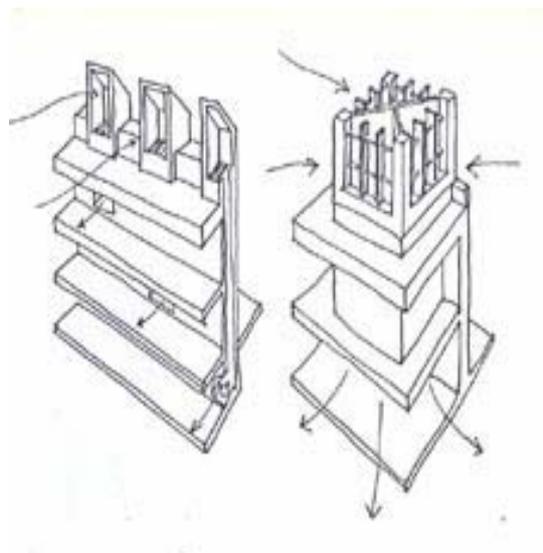
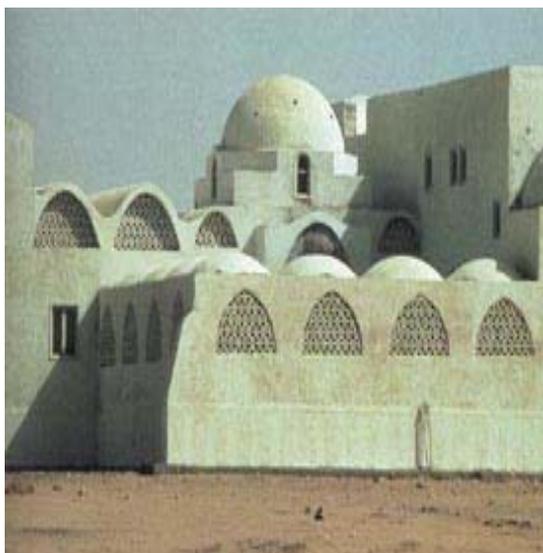


Fig. N° 127 (a) SADAT RESTHOUSE GHARB HUSAYAN 1981 (b) TORRES CAPTADORES DE VIENTO
 Fuente:[En línea]<<http://www.kmtspace.com/fathy.htm>>

(c) EL DESIERTO EN LA ARQUITECTURA DE HASSAN FATHY

La relación de la obra del arquitecto egipcio Hassan Fathy con el desierto, se encuentra arraigada en los valores heredados de la tradición Arquitectónica¹³⁵ Islámica. Es una experiencia a escala de lo doméstico, en la práctica del conocimiento íntimo de cómo vivir en armonía con el ambiente árido.

La arquitectura de Fathy es de una admirable dimensión humana y de un apropiado manejo de los sistemas medioambientales naturales, se desarrolla con métodos de edificación económicos, usando materiales locales disponibles. La dimensión social,¹³⁶ está reflejada en sus espacios concebidos en consonancia con los requisitos de sus habitantes y construidos por ellos mismos.

Las obras de Fathy se han desarrollado fundamentalmente en entornos rurales que tienen como escenario el Río Nilo y el Desierto del Sáhara, pero también encontramos su huella en la densidad urbana de la ciudad del Cairo¹³⁷. El lenguaje arquitectónico de la obra de Fathy responde al determinismo climático del desierto usando tres estrategias de diseño que llevan al idioma arquitectónico neo-tradicional: (1) los materiales de alta masa térmica como la tierra y la piedra natural, (2) el prototipo residencial de casa de patio tradicional para proporcionar enfriamiento pasivo usado a lo largo del Medio Oriente, y (3) el uso de elementos arquitectónicos tradicionales, como contraventanas de madera de celosía (Mashrabiyas), trampas del viento, y domos y bóvedas como cubiertas [STEELE, 1989]¹³⁸ [Fig. N° 127 / 128].

¹³⁵ La tradición arquitectónica, es comprendida por Assan Fathy no como algo estático, la tradición no sugiere inmovilismo, porque eso sería una imposibilidad. Nosotros debemos encontrar elementos arquitectónicos que son válidos hoy cuando ellos lo eran ayer, porque las fuerzas que están debajo de los procesos de la creación de la forma son válidas, y por consiguiente deben conservarse. La forma puede haberse alterado debido a un cambio en el material o por razones socio-económicas, y deben transponerse elementos.

¹³⁶ [BANCROFT. J , 1994] [En línea] <<http://ag.arizona.edu/OALS/aln36/TOC36html>> Arid Land N°.36 *Desert Architecture III: Building a Sustainable Future*

¹³⁷ El Cairo localizado a 29,52°N latitud y 31,20° longitud tiene un clima caliente, seco con sólo dos estaciones: veranos abrasadores (mayo a octubre) con temperaturas máximas promedios de 36°C, e inviernos apacibles, (noviembre a abril), con temperaturas máximas promedios de 18°C. El viento del norte procedente del Mar Mediterráneo refresca la costa de Egipto durante el verano.

¹³⁸ <http://www.arch.ced.berkeley.edu/vitalsigns/workup/two_houses/Default.htm> Proyecto de las señales vital: Un cuento de dos casas.



Fig. N° 128 (a) CASA RURAL GOUACHE OF ABD AL-RAZIK 1941. (b) FATHY HOUSE SIDI KRIER 1971.
 Fuente:[En línea] <<http://www.kmtspace.com/fathy.htm>>

La obra de Fathy, además de vincular su arquitectura con el lugar, refleja una actitud abierta a la experiencia con la comunidad, y con las personas, evitando y diferenciándose de la actitud adoptada por los arquitectos locales, respecto a no valorar las respuestas regionales, solucionando todos los problemas a través de la importación de modelos urbanos.

Fathy, siempre ha planteado el establecimiento de un sólido eslabón entre la arquitectura con arquitectos y la arquitectura sin arquitectos. Hacer visible un elemento común a ambas, en que las personas pudieran encontrar una referencia familiar, y que el arquitecto pudiera, probar la verdad de su trabajo respecto a las personas y el lugar.

Para Fathy, *el arquitecto está en una posición única que le permite reavivar la fe de las personas en su propia cultura. Por ello en su obra se muestra lo que es admirable en las formas locales, de forma que las personas revaloran lo propio, involucrando productos y técnicas de las que los habitantes del lugar tienen pleno conocimiento y dominio. De este modo se desarrollan las formas locales tradicionales.*

La arquitectura del desierto de Hassan Fathy está relacionada con la vida familiar que se desarrolla en los patios y en la calle. Los elementos que participan de esta arquitectura ambiental son la luz natural, el aire fresco y limpio, el frescor del agua que humidifica los ambientes resecos, la captura del viento, la serenidad y reverencia del patio, abrazada con el calor, el polvo y el ruido.

Fathy adopta una postura en contra de la facilidad que ofrece la tecnología moderna, y su efecto de quiebra en el tejido complejo de su cultura y su herencia, esta actitud es un llamado de atención para determinar lo que es básico y lo que es efímero, pasajero y desechable.

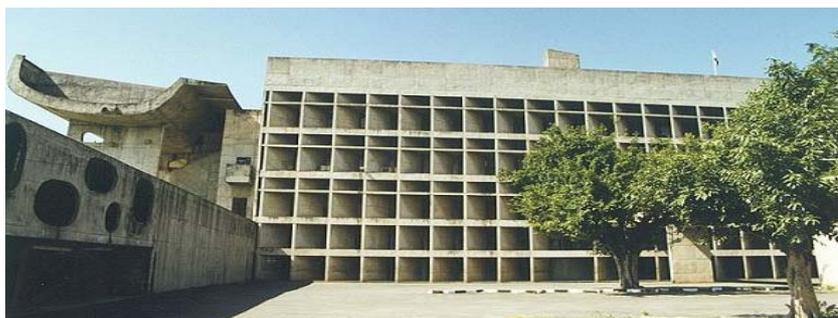
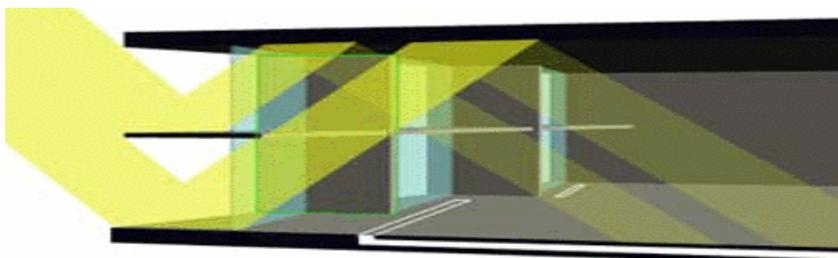


Fig. N°129
 (a) EDIFICIO ASAMBLEA DEL CAPITOLIO.
 Fuente: [En línea]<http://indes.multimania.com/chn/chn_cbs.htm >

(b) SISTEMA DE BRISE SOLEIL.
 Fuente: [En línea]
 <<http://suntzu.larc.calpoly.edu/ecs/courses/407/CaseStudies/lecorbusier/zond.htm>>



(d) EL DESIERTO EN LA ARQUITECTURA DE LE CORBUSIER

Las obras de Le Corbusier en las zonas áridas de la India y Argelia son para algunos arquitectos decididamente equivocadas porque *"caen como un paracaídas sobre un lugar desconocido y se construye sin respeto al contexto"* [NOUVEL, 2001]¹³⁹. No se detienen en la especificidad de la historia de los lugares, las diferencias culturales sociales y/o económicas. Para otros representan una interpretación moderna del regionalismo, la lógica compositiva de Chandigarh¹⁴⁰, o la villa Shodham por ejemplo, entran ciertamente en los recuerdos de las calmas composiciones de la masa de la arquitectura islámica india y en la comprensión de ese sentido del espacio [CELLINI, 1982]¹⁴¹.

El Sol y la lluvia son los dos factores que determinan una arquitectura que tiene que funcionar igualmente bien de quitasol como de paraguas. *"La ley del sol es la más importante. En Chandigarh, el sol debe controlarse. Para que las horas del día puedan emplearse para trabajar. Con una intervención técnica en el dominio de construcción de las viviendas y los edificios públicos"* [LE CORBUSIER, 1959] [Fig. N°129].

Le Corbusier asume esta estética, para la necesidad de crear sombra, el brise-soleil (descanso del sol) se extiende a la fachada completa y a la estructura de la construcción. Asumiendo la forma de un estante de luz, que refleja la luz solar y la reparte profundamente en el espacio, aumentando la cantidad de luz natural del interior¹⁴². Para la necesidad de ventilación, adopta la arquitectura de los espacios fluidos y abiertos. Para evacuar las grandes cantidades de aguas lluvia, los techos son impermeabilizados.

¹³⁹ [NOUVEL. Jean, 2001] *La India de Le Corbusier*. En: El País Semanal, N° 1286, pág70-78.

¹⁴⁰ Chandigarh (India) tiene un clima compuesto. La temperatura varía de un mínimo de 23°C a un máximo de 37°C durante los meses de verano. Los inviernos son fríos y secos, con temperaturas mínimas de 5°C y un máximo de 22°C. La humedad relativa tiene variaciones de 20% a 55% durante los períodos secos. La humedad de los períodos húmedos varía de 55% a casi 95%. Las precipitaciones varían entre 500 y 1300 mm por año, durante los meses del monzón alcanza a 200mm en el mes más húmedo mientras que, durante la estación seca no hay lluvias o son muy escasas. Las condiciones del cielo varían en la estación del monzón, aclaran durante el verano e invierno. Los vientos calientes y polvorientos prevalecen durante los meses de verano, con vientos fuertes del sudeste durante el monzón. Los vientos fríos del noroeste soplan durante los meses del invierno.

¹⁴¹ [CELLINI, F. 1982] Due [Fig. N°128] Le Corbusier en el mundo islámico: Ageri e Chandigar. En *Architettura nei Paesi Islamici*. Ed. La Biennale de Venecia, Pág 70-71.

¹⁴² Dave Fortin / Ben Klumper / Chad Zyla [En línea] < <http://www.ucalgary.ca/evds/insitu/copy/volume1/precedents/shodan/>>.



Fig N° 130 VILLA SHODHAN

Fuente: [En línea] <<http://www.tokyokenchiku.ac.jp/gallery5.htm>> <<http://myhome.shinbiro.com/~spaces/a-8.htm>>

La Villa Shodhan (Ahmedabad, India - 1954), esta construida por una serie de espacios que exploran y desafían nociones normativas de percepción espacial a través de los grados variantes de opacidad, transparencia, solape, adyacencia, expansión y condensación. Aunque la naturaleza monolítica del edificio, completamente en hormigón armado, hace pensar en una estética y calidad algo brutalista del espacio, esto no es así [Fig. N°130].

La complejidad y percepción de infinitos espacios, son únicas, las funciones dentro de la casa son completamente independientes de su estructura, y estas llevan a una serie de espacios flexibles, que tientan la creatividad de sus habitantes a jugar dentro de su inmensidad, generada por la ausencia de particiones interiores.

Le Corbusier trabajó la luz natural en ciertos espacios como material arquitectónico cambiante. Esto, junto con la libre entrada de la calurosa brisa india, creó un ambiente táctil con una conexión fuerte al sitio natural¹⁴³.

La concepción solar de la arquitectura de Le Corbusier. Según Fernández-Galiano, es una referencia solar y astronómica, situando su arquitectura en el mundo ordenado de las trayectorias, de los sucesos necesarios y previsibles. Puesto que, el concepto solar plantea una estructura ordenada y necesaria, el sol diseña una arquitectura unívoca, basado en trayectorias, ritmos, ciclos orbitales, señales luminosas y periódicas que normalizan y ordena la vida de las personas [FERNÁNDEZ-GALIANO, 1991].

¹⁴³ [En línea] <<http://suntzu.larc.calpoly.edu/ecs/courses/407/CaseStudies/lecorbusier/zahm.htm>>

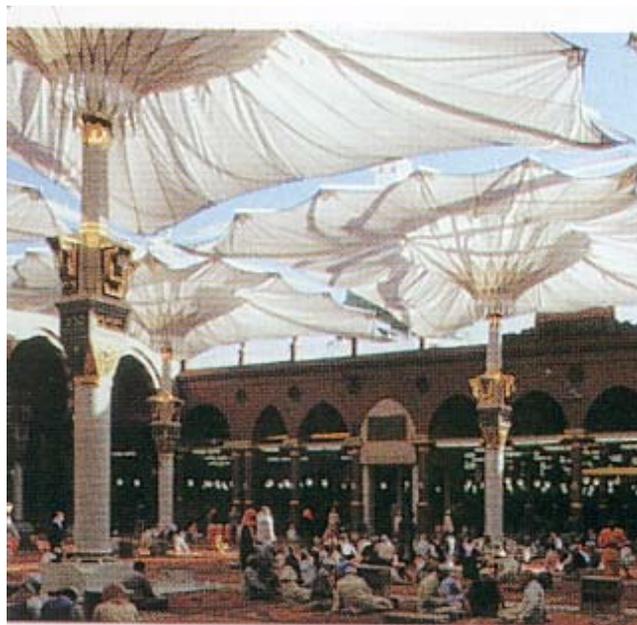


Fig. N° 131 PATIO CUBIERTO POR PARAGUAS URBANOS
Fuente: [SALA, 1998].

3.2. UNA ARQUITECTURA PARA EL DESIERTO

(a) Habitar el desierto, como una experiencia de vivir la exterioridad

La arquitectura del desierto ha sido definida como una “arquitectura de extremos”¹⁴⁴. Etzion, hace esta afirmación para referirse a la intensidad de calor y frío extremo, como una característica propia de los ambientes áridos a la cual la arquitectura debe responder.

Pero más allá, de esta percepción de ambiente hostil, la arquitectura del desierto encuentra en este contraste ambiental su mejor fuente de inspiración. Los climas desérticos tienen un potencial arquitectónico determinando, el edificio no solamente se usa como un implemento para moderar el clima, sino que como un componente con cualidades para reforzar y desplegar los sentidos al disfrute de lo térmico, visual y relajado que ofrece el paisaje de estos cálidos ambientes [HYDE, 2000] [Fig. N° 131].

La relación que se establece con el exterior, en la arquitectura del desierto busca ser abierta y flexible, demandando la posibilidad de crecer y usar los ámbitos al aire libre; de esta manera los espacios intermedios, como pérgolas, parrones, patios, terrazas son elementos singulares que tienen una doble función de control climático y de habitabilidad [Fig. N° 132].

Los parámetros pragmáticos y físicos, asociados con estos aspectos del diseño arquitectónico, regulados por las leyes físicas y en particular por las leyes de la termodinámica, son constantes y trascienden en el tiempo. Al contrario de los climas fríos y lluviosos, donde el sentido de cerramiento demanda una estrategia principalmente defensiva. En un ambiente desértico la actuación de los edificios es más bien, un filtro climático, que por una parte está compuesto por una estructura maciza de adobe o piedra; que actúa como resguardo al calor y del frío extremo, y además posee una estructura liviana

¹⁴⁴ [ETZION, 1994] Arquitectura del desierto y el aprovechamiento bioclimático.

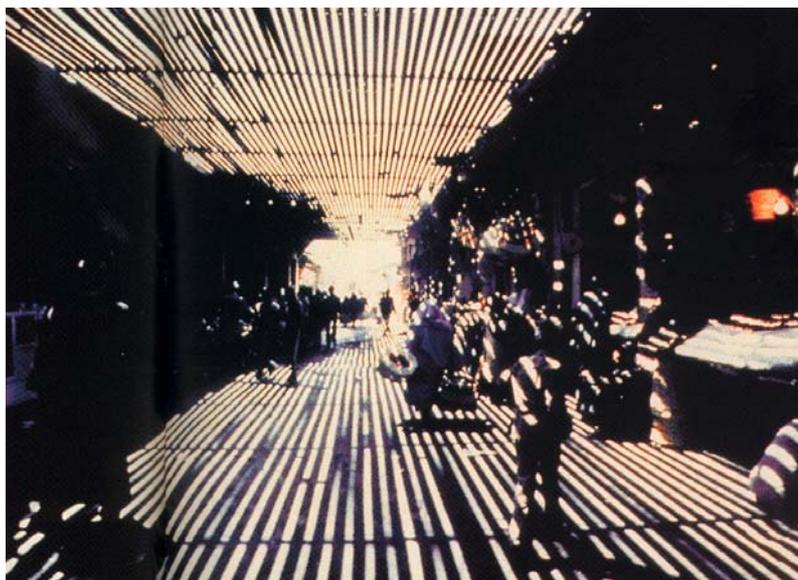


Fig. Nº 132 CONTROL LUMÍNICO DEL ESPACIO PÚBLICO EN LAS CIUDADES DEL DESIERTO
Fuente: [Koolhaas 2001] Colours.
Ed. Birkhäuser, Berlin

como un tamiz de sombra que permite la actividad al aire libre. Ofreciendo a los habitantes experiencias abiertas, rutinas cotidianas en función del ambiente y de contactos directos con los elementos del paisaje que trastocan y cambian el sentido del habitar [PEARLMUTTER, 2000].

El desierto ha dado lugar a una forma de vida particular, ha modelado un tipo de hombre, una forma de relación del cuerpo con el paisaje desértico singular.

El espacio desértico es una experiencia que está relacionada con las grandes distancias; con travesías por extensos territorios sin límite, un recorrido por la inmensidad, por el vacío, un camino por la última piel, por el borde del horizonte. Nos plantea y nos coloca como ningún otro ambiente en la situación de unicidad y de situarnos en el último extremo, de experimentar la condición de vivir sobre la piel más exterior en el último confín, en el límite donde solamente el cuerpo une esos dos océanos, en los bordes, acariciando los límites de la exterioridad.

Estos aspectos intangibles y tangibles de la arquitectura proporcionan nuevos conceptos de diseño estéticos y creativos, cuyo aprovechamiento requiere de una cuidada consideración, como queda demostrado en la arquitectura vernácula, pero como veremos en el caso de estudio también en la arquitectura informal [PEARLMUTTER, 2000].

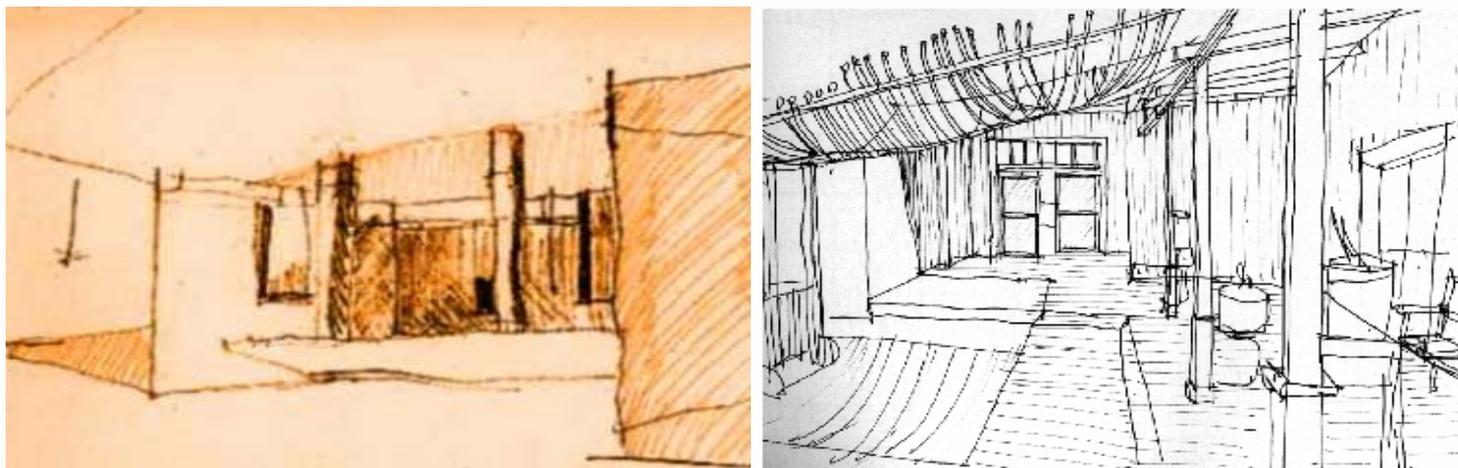


Fig. N° 133 ESPACIOS INTERMEDIOS – La disposición de la vivienda y de los espacios exteriores queda determinada por la orientación solar. Casas en San Pedro de Atacama, Chile.
Fuente: J. Guerra.

(b) El Diseño sensible al clima

La arquitectura tradicional de los desiertos se manifiesta con un diseño sensible al clima, –tan diversos como únicos porque diversos son los ambientes desérticos– a través de hábiles técnicas de protección solar y de sistemas pasivos de confort ambiental [Fig. N°133 / 134].

A lo largo de la historia, los pueblos que habitan las zonas áridas constantemente han tenido que ajustarse para vivir dentro de las limitaciones físicas de su ecosistema. Son claras las grandes implicaciones y la compatibilidad de la estructura con el clima y el lugar, conocemos de la habilidad de los primitivos habitantes del desierto para funcionar con lo escaso y lo suficiente. Del mismo modo, los poblados del desierto han sido autónomos, y han vivido en armonía con su ecosistema [WASER, 2000].

Desde las tiendas transportables de los Beduinos,¹⁴⁵ hechas de pelo negro de cabra –casi opaco a la radiación solar, adaptadas a las extremas condiciones y fluctuaciones de temperatura en el desierto–, a las soberbias edificaciones en tierra, característica de la arquitectura de las regiones desérticas, con gruesos muros de adobe, o una estructura de viviendas densa y compacta organizadas en racimo conformando un tejido de estrechas calles y patios que son refugios de sombra, fresca oscuridad y calor moderado. Sin embargo, esta tradición sensible al medio ambiente ha ido desapareciendo de las ciudades del desierto, hoy en día la manera más común de resolver el problema del confort térmico está dirigida al uso intensivo de energías no renovables, pareciera que sólo con una alta tecnología es posible habitar los ambientes desérticos; la actual sociedad del hombre tecnológico ya no va a ninguna parte si no tiene aire acondicionado, con el consecuente incremento en el consumo energético y el malestar que provocan a la salud humana los ambientes artificiales, además del desarraigo espacial y ambiental [PEARLMUTTER, 2000].

¹⁴⁵ [NIJMEH & BAKER, 1999] Bioclimatic design strategies for buildings in Amman Jordania. Department of mechanical Engineering and Architectural. Department, applied Sciences University Amman Jordan. Pág.524-529.

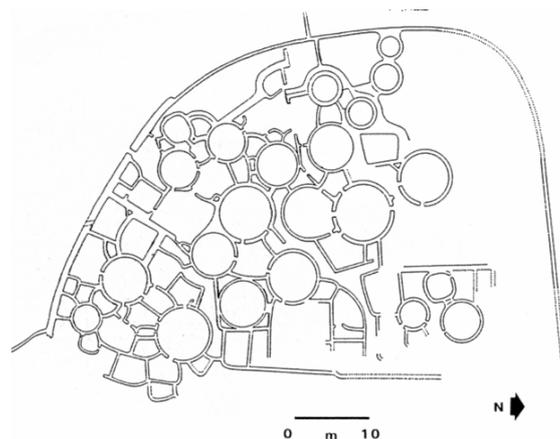


Fig. N°134 ADAPTACIÓN AL CLIMA Y RECURSOS DEL DESÉRTICO
 Aldea prehispánica de Tular, ubicada en el piso ecológico del Salar de Atacama.
 Foto: J. Guerra.

En el ámbito arquitectónico, existe una tendencia creciente a desatender los aspectos climáticos del diseño de la vivienda y a solucionar los problemas térmicos de calefacción o refrigeración con aparatos consumidores de energía eléctrica, esta es una práctica frecuente y una confusa señal cultural de confort. [HYDE, 2000]. No es sorprendente, entonces, que las investigaciones arquitectónicas propongan la incorporación de las formas tradicionales de las regiones áridas –las que se construían de manera compacta o cerrada para dejar fuera la aspereza del desierto– a la versión urbana abierta de zonas no áridas [BROWN, 1968].

La transformación de las ciudades del desierto, tiende a la imagen de espacio de aire acondicionado, cada vez más artificial y dependiente. El agua, la energía y los alimentos proceden de otras regiones distantes [LEE, 1968]. Además, esta transformación es debida a la explotación de los recursos petrolíferos y mineros, y, por último, a los intereses de muchas personas que han querido aprovechar este oasis de clima soleado, aire seco y limpio, para fijar su residencia temporal y/o permanente. Todo lo cual, nos lleva a concordar con las afirmaciones de Gradus y Stern [1985] Hyde [2000], *"el resultado de este trasplante conceptual es una desigualdad entre las intenciones de proyectistas y la realidad física del desierto, creando desiertos interiores al interior de la ciudad"*.

El clima es claramente uno de los principales factores en la cultura, y por consiguiente un diseño sensible al clima construye el origen de una arquitectura de calidad vital y sensorial [HYDE, 2000].

Consecuente con una visión contemporánea del tema de la sostenibilidad medioambiental, los desiertos deben tratarse como desiertos y no intentar aplicar normas de regiones no-áridas a su desarrollo, excepto bajo circunstancias muy específicas. En rigor con las limitaciones que impone una realidad física pero con respuestas apropiadas.

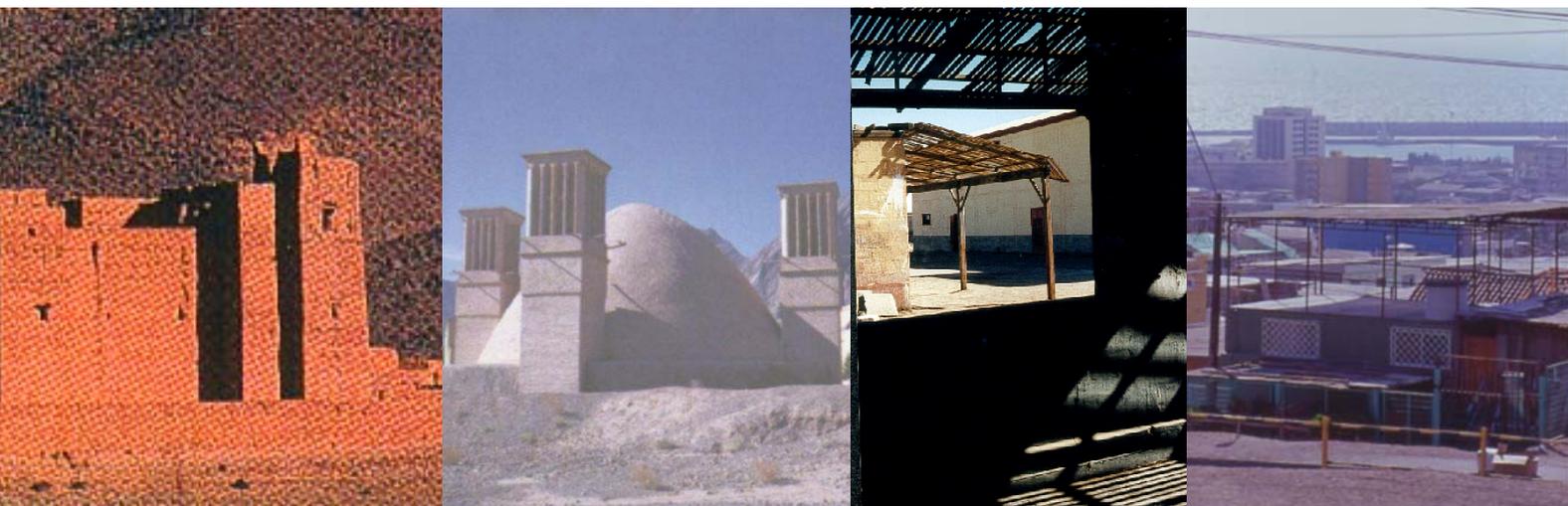


Fig. N°135 COMPONENTES PASIVOS DE DISEÑO ENERGÉTICO EN LA ARQUITECTURA DEL MEDIO AMBIENTE DESÉRTICO
 (a) construcción maciza (b) torres de ventilación, captación de viento (c) construcción de la sombra, cobertizos (d) doble cubierta
 Fotos: (a) Catálogo Iberojet (b) UNESCO (c) y (d) J. Guerra.

(c) El funcionamiento pasivo de la arquitectura del desierto

El concepto de funcionamiento pasivo de los edificios, implican que estos deben funcionar entendidos como organismos vivientes, que crecen y decrecen de manera flexible. El paradigma de una arquitectura flexible en el sentido del árbol, o de estructuras naturales, aparece como la respuesta ideal para los arquitectos [BRENNAN, 1997].

198

En términos de energía, la arquitectura del desierto asume diversas respuestas. Por ejemplo: la masa como aislante térmico, los elementos exteriores para el control de la radiación e incidencia sobre los muros, los sistemas de ventilación y protección solar, etc. [Fig. N°135].

No obstante, con un funcionamiento pasivo se pueden lograr condiciones confortables, solamente con cerrar ventanas y contraventanas durante el día, asegurando un total oscurecimiento de los espacios interiores y abrir las ventanas para producir la ventilación nocturna en los meses de verano. Y en los meses de invierno, la utilización de estrategias pasivas de aprovechamiento de la energía solar, puede proporcionar hasta el 90% de la calefacción requerida por un edificio de tamaño normal. Los rasgos del diseño arquitectónico que afectan la actuación térmica de un edificio, son sobre todo su carga solar y ganancia de calor en verano, así como su potencial de ventilación [GIVONI, 2000].

Según Givoni, la información respecto al funcionamiento pasivo del edificio es extensa, pero en general el diseño arquitectónico para regiones de climas cálidos debe considerar muy especialmente una cuidadosa respuesta de los siguientes aspectos [GIVONI, 2000].

- La forma urbana y del edificio
- La orientación de las habitaciones principales y de las ventanas
- Los dispositivos de oscurecimiento para las ventanas.
- El color de la envolvente del edificio.

Cada uno de estos aspectos se desarrolla y ejemplifican a continuación, aproximando y valorando su aplicabilidad según el tipo de clima árido.

COMENTARIOS

De la revisión de estos casos, resulta casi evidente plantear el determinismo que infunden a la forma arquitectónica, las extremas condiciones climáticas de los ambientes desérticos, cuya incidencia es evaluable y perfectamente cuantificable.

Sin embargo, no menos importante e integrada a los aspectos referidos anteriormente, se encuentra la dimensión cualitativa del espacio desértico. En cada uno de los casos presentados es perfectamente legible la opción y reacción asumida como respuesta creativa de los arquitectos en el propio hacer. Perplejos y asombrados frente a la dimensión que se abrió ante sus ojos, una nueva medida en la que sus cuerpos se vieron envueltos.

En todos los casos, podemos señalar que el planteo es equivalente, es decir, existe una voluntad y una necesidad de dar una respuesta formal distinta a la habitual, en la que indiscutiblemente participan los elementos que definen la naturaleza del paisaje desértico. Tales como la extensión, la horizontalidad, el vacío, la inmensidad, la desnudez, la soledad y el silencio, entre otros, éstos son introducidos y transformados en la materia arquitectónica, de acuerdo a las exigencias de este territorio. Donde los espacios y los límites se flexibilizan, se hacen opacos y permeables en función de los requerimientos ambientales.

En este ambiente despojado de vegetación, pareciera que el hecho construido queda más expuesto, denotando su artificialidad. Pero con diferencia, la arquitectura que logran acoplar su naturaleza artificial con el paisaje natural tiene ganada su eterna contemporaneidad.

3.3. ESTRATEGIAS DE DISEÑO ENERGÉTICO EN LA ARQUITECTURA DEL DESIERTO: Aspectos térmicos y lumínicos

3.3.1 LA FORMA URBANA

(a1) Urbanidad compacta

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Poco importante	Importante	Muy importante	No deseable

- La experiencia urbana en las zonas áridas muestra que la forma compacta, típica de las ciudades del Medio Oriente y de otras regiones áridas, se ajusta eficazmente a la condición climática [GOLANY, 1980].
- Un modelo de ciudad compacta, con las calles estrechas y edificios con patios pequeños entrelazados dentro del tejido urbano compacto en el desierto, puede contribuir a generar un microclima o "una isla fresca", moderando las temperaturas en relación con el clima exterior.
- El efecto de la isla de calor urbana, en general, en ciudades áridas es principalmente un fenómeno nocturno, y tiene menos relevancia que en regiones más tropicales [PEARLMUTTER, 2000].

200



Fig. N°136. Pueblo Bonito, Nuevo México.
Fuente: [En línea]<www.sacredsites.com>



Fig. N°137 Ciudad de Shibam, Yemen Siglos III y XV
Fuente: El País Semanal / Foto P.Marechoux.



Fig. N° 138 Ciudad compacta en el desierto.
Fuente: [En línea]<[www. UNESCO. org](http://www.UNESCO.org)>

(a2) Distancia entre edificios

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Poco importante	Poco importante	Importante	Muy importante

- Considerar una distancia suficiente entre los edificios para no obstaculizar que las fachadas queden bajo-ángulo de la radiación solar en invierno.

(a3) Calles angostas

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Poco importante	Importante	Muy importante	No deseable

- Las calles estrechas, favorecen la construcción de una atmósfera climática fresca, bloqueando la radiación solar directa, construyendo sombras profundas hacia la calle durante las horas de la tarde y favoreciendo una luminosidad filtrada y tenue [GOLANY, 1980].
- En invierno, cuando el efecto de "isla de calor" es deseable, el cañón compacto de la calle ayuda a reducir la pérdida de calor del cuerpo, debido a la protección de los vientos fríos.
- Las calles anchas pavimentadas con asfalto negro y áreas abiertas destinadas al estacionamiento de automóviles, son en extremo indeseable.

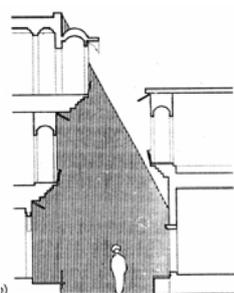


Fig. N°139 Corte típico calle en Jaisalmer India
Clima cálido-seco. Desierto de Thar.
Precipitación anual menos de 200mm
Fuente: [KRISHAM, 1996].



Fig. N°140 Callejón interior en María Elena
Clima cálido-seco interior, Desierto de Atacama
Croquis: J. Guerra.



Fig. N°141 Calle en Shibam.
Fuente: [En Línea]<www. UNESCO. org>

(a4) Habitar la exterioridad: patios-espacios al aire libre

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	No son importantes

- En climas áridos, las condiciones térmicas favorecen el desarrollo de diversas actividades al aire libre durante la mayor parte del día. Se requiere de protección para la intensa radiación solar.
- Es importante considerar que en verano, los espacios abiertos estén en condición de sombra durante la mayor parte del día.
- La orientación de patios y plazas debe estar en función de la dirección de las brisas de verano.

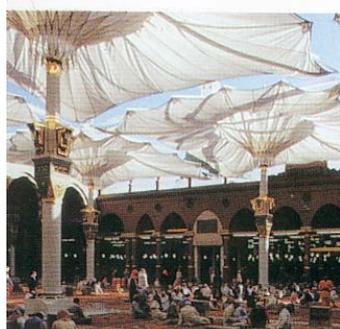


Fig. N°142 Paraguas de sombra, patio de una mezquita Arabia Saudita.
Fuente [SALA, 1998].



Fig. N°143 Patio urbano, cubierta de sombra del mercado de María Elena, Desierto de Atacama.
Croquis: J. Guerra.

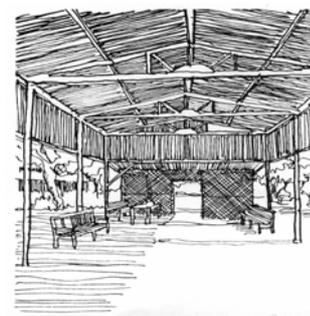


Fig. N°144 Sombreadero, espacio público en poblado del Desierto de Atacama.
Croquis : J. Guerra.

3.3.2. LA FORMA DEL EDIFICIO

(b1) La envolvente / sombras exteriores

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	No es deseable

Cálido-seco costero

- La doble piel envuelve al edificio en una atmósfera de luz filtrada, de mirada discreta, de estancia en el frescor y la intimidad. Se facilita la ventilación cruzada, mejor que en un edificio compacto, posibilita más ventanas y en más direcciones para aprovechar los vientos dominantes.



Fig. N°145 Pasaje interior en Antofagasta.
Croquis: C. Pavéz



Fig. N°146 Protección solar en edificio de la Barceloneta.
Foto: J. Guerra

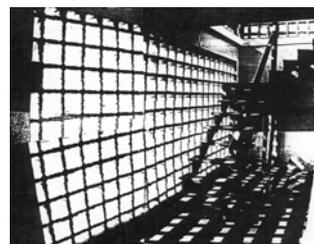


Fig. N°147 Protección solar en casa de Antofagasta.
Foto: C. Pavéz

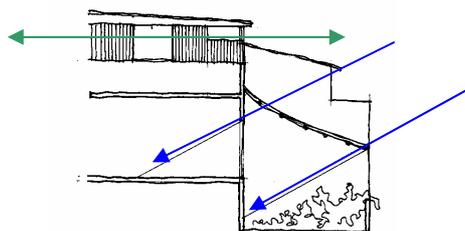
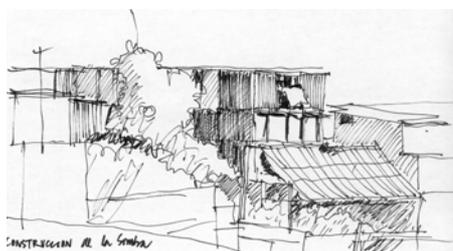


Fig. N°148 Espacios de sombra, de brisa y luz filtrada. Arquitectura informal, casa en el cerro de Antofagasta.
Croquis: J. Guerra.

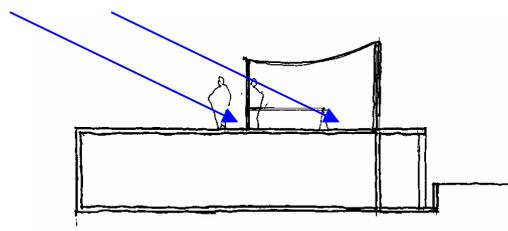


Fig. N°149 Espacio de sombra mínimo en la inmensidad del paisaje. Arquitectura informal, casa en el cerro de Antofagasta.
Croquis: J. Guerra.

Cálido-seco interior

- Una envolvente liviana de baja capacidad térmica que permita la ventilación, que genere sombra y disminuya la intensa luminosidad.
- Son adecuados los cobertizos de sombra profundos, que protejan de la exposición a la radiación directa las fachadas del edificio.
- El área del cobertizo es un espacio utilizable durante el año como área de extensión, pasando a formar parte integral de la superficie útil de la vivienda.

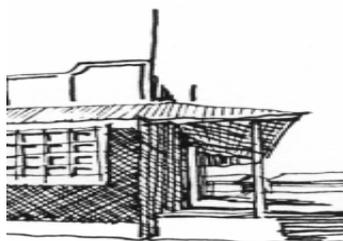


Fig. N°150 Casa con corredor - cobertizo en María Elena. Desierto de Atacama. Croquis J. Guerra.



Fig. N°151. Filtro solar en María Elena. Desierto Atacama. Croquis J. Guerra.

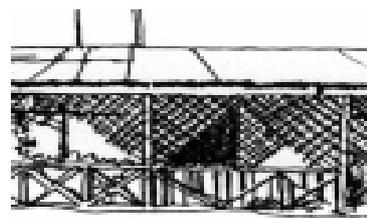


Fig. N°152 Filtro solar casa de María Elena. Desierto Atacama. Croquis J. Guerra.

Cálido-seco interior (de altura)

- Los muros actúan como masa de almacenamiento, contribuyendo a estabilizar las grandes fluctuaciones de temperatura diaria y aumentar los retardos térmicos entre la temperatura máxima exterior y la mínima interior.
- Una envolvente cerrada y con una alta capacidad térmica, ayuda a controlar la pérdida de energía y el flujo de energía interior / exterior y viceversa.
- El área de la envolvente en contacto con el exterior debe ser lo más pequeña posible, para minimizar el flujo de calor hacia el interior del edificio.
- La posibilidad de transformación del área de la superficie eficaz de la envolvente del edificio, en relación con la estación o la condición climática diaria.
- La exposición de la masa del edificio al aire de la tarde, más fresco, podría aumentarse, manteniendo una configuración compacta durante las horas más cálidas.

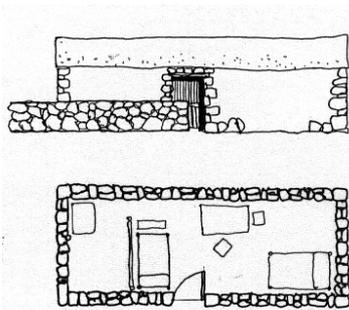


Fig.-N°153 Casa de piedra (masa térmica) Socaire, en el la zona de la alta puna atacameña, pre-altiplano. Foto: J. Guerra.

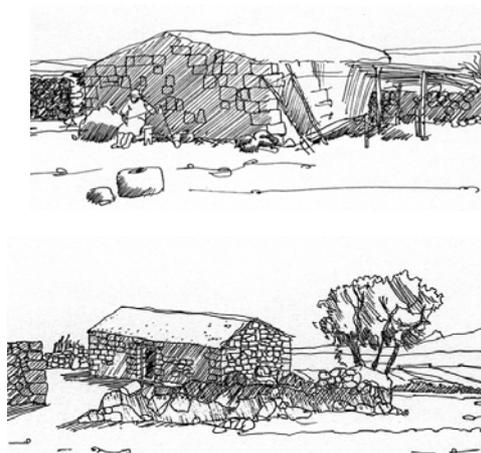


Fig.N°154. Casa de piedra, estructura compacta y con mínimas aberturas Foto: J. Guerra.

(b2) Edificio compacto

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	No deseable	Poco importante	Muy importante	Muy importante

Cálido seco – costero

- El edificio tiende a ser poroso, la forma tiende a una fragmentación de volúmenes y aberturas; aleros, corredores, terrazas como extensión del interior. Tiene el objetivo de minimizar la ganancia de calor por radiación solar directa o por conducción.

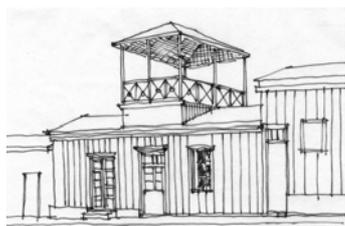


Fig. N° 155 Terraza –mirador (Antofagasta)
Croquis: J. Guerra.



Fig. N° 156 Casa con lucernario (Antofagasta)
Croquis: J. Guerra.

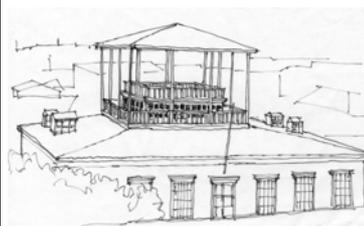


Fig. N°157 Casa con lucernario y terraza (Iquique)
Croquis: J. Guerra.

Cálido-seco interior

- El edificio compacto afecta a la proporción de intercambio de calor entre el espacio interior y exterior. Durante el verano permite rebajar la temperatura diurna interior por debajo de la temperatura exterior, afectando también al potencial de ventilación natural.

C. House – Şan'ā'

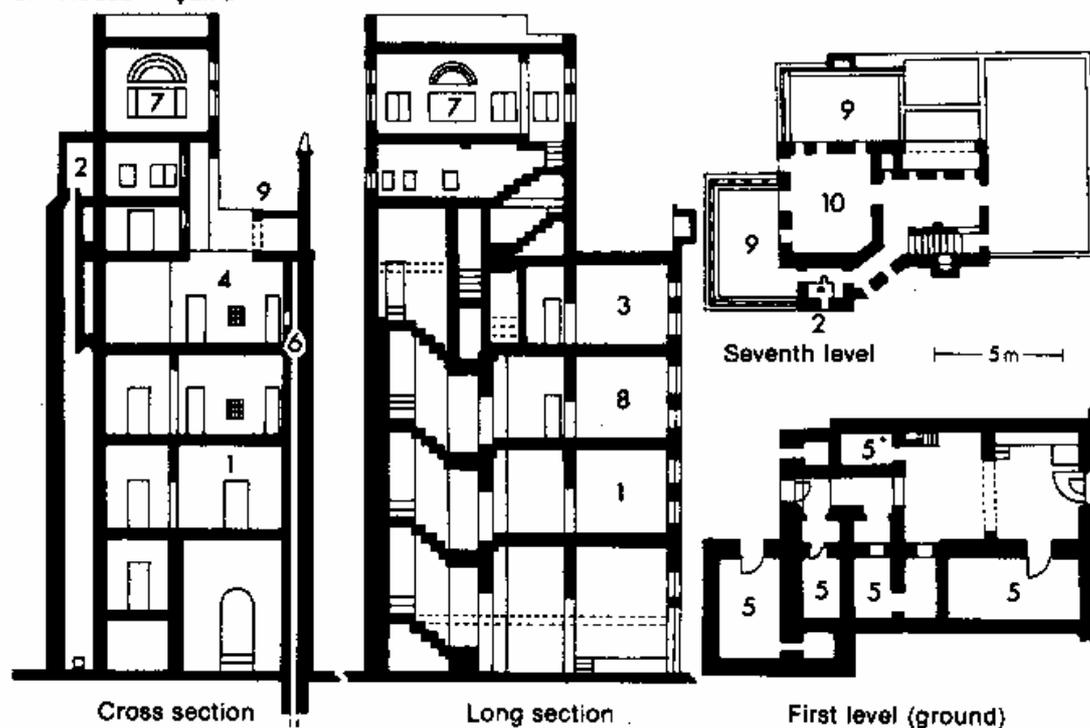


Fig. N° 158 CASA EN SHIBAM, CROQUIS:[KIRKMAN. C, 1976; HEATHCOTE,1983]

(b3) Muro: Resistencia al medio ambiente

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	Muy importante

- La prevención y resistencia de los muros al desgaste por efecto de la fuerza de partículas aerotransportadas o a la corrosión del ambiente salino y adherencias de polvo, arena y sal.



Fig. N° 159. Tormenta de arena en el golfo de Omán
Fuente: [En línea]<UNESCO.org>



Fig. N°160. Casa afectada por el medio ambiente salino Antofagasta. Chile
Foto: J. Guerra.



Fig. N°161 Casa Indios Taos (masa térmica) New México.
Foto: UNESCO.

(b4) Aislamiento y ventilación de techos / doble cubierta

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Muy importante en techos No importa en muros	Muy importante	Muy importante	Cerrado Deseable contra flujo de calor (interior/exterior)

- Como forma de proteger de la radiación solar en el verano, pero también, para guardar el calor interior en invierno.
- El aislamiento térmico, debe ser colocado al exterior para reducir la tendencia a la dilatación de los materiales producto de las fluctuaciones de temperatura diurna-nocturna.
- Es conveniente evitar las uniones de materiales que se resequen.
- La relación entre el espacio total sombreado y el espacio abierto a la radiación solar, afectará de modo significativo la temperatura del aire.



Fig. N°162. Casa con corredor y cubierta ventilada Mejillones, Chile.
Foto: J. Guerra.



Fig. N°163
Casa con doble techo Iquique, Chile
Foto: J. Guerra.



Fig. N°164
Casa con doble techo Chacabuco, Chile.
Foto: J. Guerra.

(b5) Ventilación cruzada – acondicionamiento natural del aire

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	Poco importante

Tropical cálido-húmedo

- La ventilación natural, es la manera más eficaz de minimizar el efecto fisiológico de ambientes con alta humedad, especialmente en edificios de baja masa. Esta forma de ventilación permite una reducción significativa de la temperatura interior.
- La dirección del viento local, es una consideración determinante en la orientación del edificio, especialmente en la organización de las zonas de estar y dormitorios.
- Una eficiente ventilación del ambiente interior, permite que durante las noches estén confortables.
- Las aberturas, juegan un papel rotundo en el confort térmico, su situación y tamaño determinan la condición de ventilación del edificio.
- Las grandes aberturas pueden ser una solución de diseño eficiente para la ventilación cruzada, sin embargo, el control de la radiación solar resulta perjudicado, ésta puede penetrar directamente a través de las aberturas no sombreadas al interior del edificio y puede elevar la temperatura interior sobre el nivel del aire exterior. Por consiguiente, debe tenerse mucho cuidado de obscurecer las aberturas o ventanas del edificio de manera eficiente.

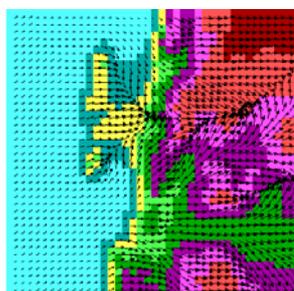


Fig. Nº 165. Estudio de los vientos de Antofagasta. (Gráfica de las 11 hrs.)
Fuente: [ZULETA, 2001].



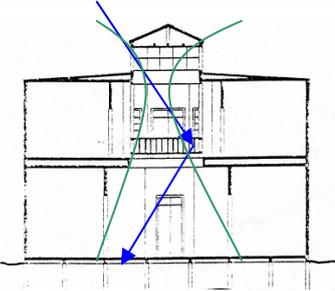
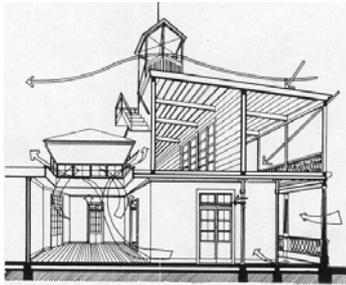
Fig. Nº166 Torres de viento en la ciudad de Yard , Irán.
Fuente[En línea]<www. unesco.org>



Fig. Nº166 (a) Filtros de luz y viento en Antofagasta.
Fuente: J. Guerra.

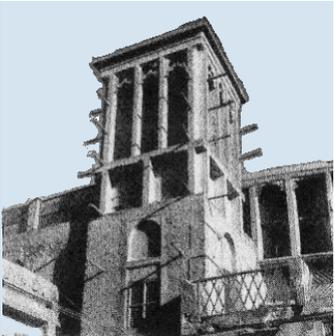
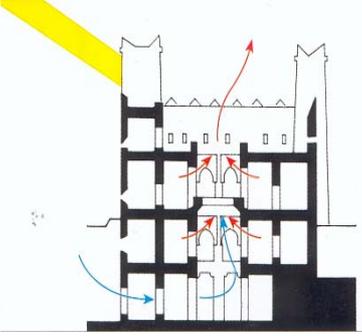
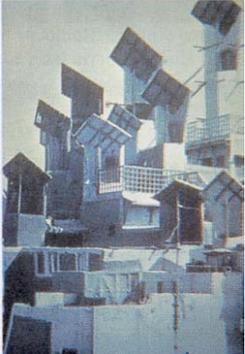
Cálido-seco costero

- Cuando un edificio se ventila en forma cruzada, la temperatura interior sigue el patrón de temperaturas del aire exterior, durante el día su temperatura interior tiende a estar cerca de la temperatura exterior. En este caso, el flujo de calor a través de la envolvente, es pequeño y un área más grande no afecta, significativamente la temperatura interior.
- Una área más grande de la envolvente, facilita el enfriamiento o una ventilación más rápida durante la tarde y noche, cuando los vientos normalmente disminuyen.
- Compatibilizar las necesidades de ventilación y de aislamiento, con ventanas grandes puede ser apropiado, sí se controlan los flujos de calor a través del oscurecimiento de la envolvente.
- Es deseable habilitar ventilación cruzada independiente a cada habitación del edificio, esto significa, que cada habitación tendrá por lo menos dos aberturas en paredes diferentes, preferentemente una de ellas en una pared que enfrente la dirección del viento.

		
<p>Fig. N°167 Iluminación y ventilación por lucernario. Iquique, Chile. Dibujo: J. Guerra.</p>	<p>Fig. N°168 Casa con doble techo y terraza. Iquique, Chile. Foto: [GUTIÉRREZ, 1997].</p>	<p>Fig. N°169 Casa corredor y patio con lucernario. Iquique, Chile. Dibujo: J. Guerra.</p>

Cálido-seco interior

- Habilitar una ventilación eficaz, durante las tardes de verano y noches es importante para reforzar el confort ambiental. A estas horas la temperatura del aire exterior es más baja que la temperatura interior, situación que cambia la actuación climática deseada del edificio.
- En este caso un cobertor-exterior al edificio, contribuye a la dinámica de flujos de aire interior-exterior.
- En horas cálidas, la proporción de ventilación debe ser la mínima requerida para la salud (aproximadamente 0.5 renovaciones de aire por hora en edificios residenciales), con ello podemos minimizar el calentamiento del aire interior por contacto con el aire exterior.
- La necesidad de reforzar la proporción de aire fresco por las tardes, es de especial importancia en el caso de edificios de gran masa, ya que "naturalmente" tiene una respuesta lenta a los cambios de temperatura del aire exterior.
- La orientación para una buena ventilación no implica tener el edificio perpendicular a la dirección del viento. El viento oblicuo entre 30 y 120 grados a la pared, pueden proporcionar ventilación cruzada eficaz si se proporcionan dos aperturas una a barlovento y sotavento.

		
<p>Fig. N°170 Casa con torre de ventilación. Foto: [En línea]<www.unwsc.org></p>	<p>Fig. N°171 Funcionamiento pasivo de la ventilación. Fuente: [BEHLING, 1996].</p>	<p>Fig. N°172 Casa con torres de viento. Fuente:[SALA, 1998].</p>

(b6) Tamaño de las ventanas

Tipo de clima árido	Tropical cálido-húmedo	Cálido seco-costero	Cálido seco-interior	Frío seco-altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	Muy importante

- Las necesidades de ventilación diurna, son muy diferentes en un clima cálido seco que en un clima cálido-húmedo; el efecto térmico de las ventanas, también es muy diferente en estos climas.

En un clima cálido seco

- Las ventanas deben aumentar al máximo su ganancia solar en invierno y minimizarla en verano, pero es deseable tener grandes aberturas para ventilación en las noches de verano.
- Es necesario minimizar la penetración de aire caliente en el edificio durante las horas cálidas del verano y de aire frío durante el invierno. Pero, permitir la ventilación en las noches frescas de verano.
- La ganancia de calor por área de ventana, es más alta que a través de las paredes o el tejado.
- Las ventanas grandes tienden a elevar la temperatura interior; y mayor área, mayor será su efecto calorífico, especialmente cuando la ventana poniente no está protegida.
- La luminosidad en regiones secas calientes es muy intensa, grandes ventanas pueden causar incomodidad, esta idea refuerza la elección de ventanas pequeñas. El área óptima de ventanas al norte o sur (según hemisferio) debe constituirse entre el 15% y un 20 % de superficie de la casa.

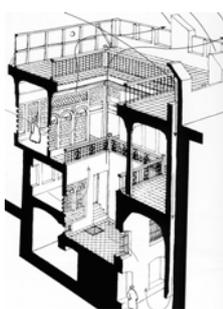


Fig. N°173 Transformación de la ventana. Fuente: [BEHLING, 1996].



Fig. N°174 Transformación de la ventana. Foto: J. Guerra.



Fig. N°175 Ventana casa Salar del Carmen. Foto: J. Guerra.

(b7) Control temperatura del aire interior / técnica pasiva de refrigeración

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Poco eficiente Operativo en techo	importante	Muy importante	No requerido, no deseable

- El enfriamiento por evaporación es un método eficiente, se efectúa humidificando el aire seco, pasándolo a través de un rocío de agua. Cuando el aire caliente y seco sopla sobre el agua, la humedad del aire aumenta y su temperatura disminuye.

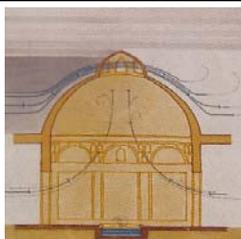


Fig. N°176 Yazd IRAN, Cúpula de viento. Fuente: [BEHLING, 1996].



Fig. N° 177 Humidificación del aire. Fuente: [BANSAL, 1994].

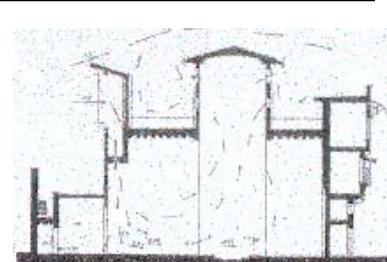


Fig. N° 178 Sistemas de flujos de ventilación. Fuente: [BANSAL, 1994].

3.3.3. LA ORIENTACIÓN

(c1) Orientación de los edificios

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	Muy importante

- Una buena orientación es muy importante en todos los climas, para aprovechar los flujos de radiación o ventilación y facilitar el control de las condiciones de confort ambiental.
- El patrón anual de radiación solar sobre las paredes y ventanas expuestas difiere según las orientaciones; las fachadas este y oeste reciben en verano mayor radiación solar que las paredes norte o sur (según hemisferio). Por el contrario, en invierno las paredes sur o norte (según hemisferio) reciben más radiación que las orientadas al este y oeste.
- La recomendación para minimizar la carga solar en verano, es orientar las ventanas y fachadas largas al sur y norte, (según hemisferio) y minimizar o eliminar las ventanas que enfrentan al este y oeste.
- Para orientaciones norte o sur (según hemisferio), se debe habilitar un sombreado de las ventanas y de las paredes. En general, se pueden utilizar proyecciones horizontales que bloquean eficazmente la radiación solar, que posee un ángulo de incidencia más alto en verano.
- En zonas de clima frío seco de altura, la disposición de la vivienda y las aberturas están absolutamente determinada por la orientación solar [Fig. N° 179/180/181].



Fig. N° 179 Orientación a los primeros rayos del sol, casa en Socaire sobre 3000 msnm. Croquis: J. Guerra.

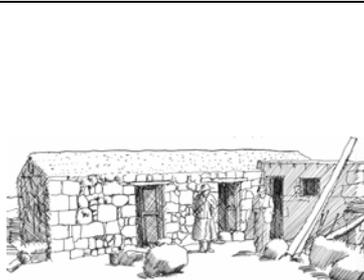


Fig. N° 180 Patio y puertas al oriente, casa en Socaire sobre 3000 msnm. Croquis: J. Guerra.

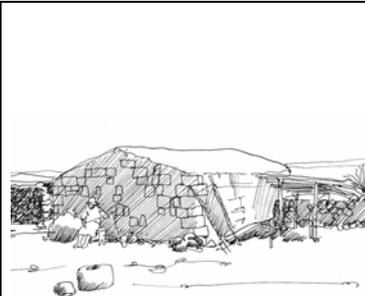
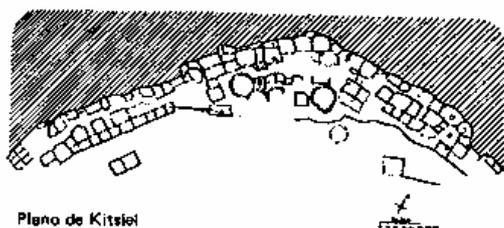


Fig. N° 181 Espacios en torno a la vivienda, refugios del viento y del sol casa en Socaire sobre 3000 msnm. Croquis: J. Guerra.

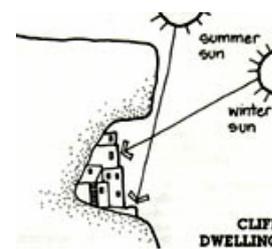
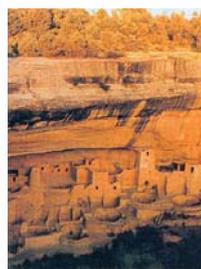
(c2) Soleamiento – exposición a la radiación solar

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	No es importante	No deseable en verano Importante en invierno	No deseable en verano	Muy importante en invierno

- El excesivo soleamiento que soportan las construcciones en las zonas áridas, especialmente en verano, puede ser controlado con sistemas fijos o móviles que proyecten sombra sobre la vivienda. Por el contrario, en invierno se debe favorecer la exposición a la radiación solar.
- El principal inconveniente que incorpora una estructura compacta, se encuentra en la dificultad para favorecer la exposición solar en invierno, dada su consistencia.



Plano de Kitsiel



CLIFF DWELLING

Fig. Nº 182 ASENTAMIENTOS PRIMITIVO KITSIEL, CAÑÓN DEL CHACO, PUEBLO BONITO NUEVO MÉXICO
Fuente: [GOLANY, 1984].

(c3) Orientación y formas de las ventanas

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Muy importante para ventilación	Muy importante	Muy importante	Muy importante para captación

- La penetración de energía solar a través de las grandes ventanas, no-sombreadas en verano puede llegar a subir la temperatura interior sobre el nivel de la temperatura exterior.
- La intensidad de radiación solar es diferente en cada orientación del edificio. Por ello, en invierno es preferible la orientación norte (en hemisferio sur) o sur (en hemisferio norte) para aprovechar el soleamiento.
- Una ventana en una pared sur (en hemisferio norte) o norte (en hemisferio sur) puede proporcionar aproximadamente 4 kWh/m² día de energía calorífica, que es aproximadamente el 90% de la radiación global que se recibe la superficie de la ventana.
- Es importante diferenciar entre orientaciones sur o norte (según hemisferio) para situar un espacio exterior adosado (galería, invernadero) cuya situación se recomienda en el lado sur para el hemisferio norte y al norte en el hemisferio sur.
- Con alerones en las ventanas se consigue crear una presión atmosférica más alta cerca de la ventana y aumentar entre un 50% a 60% la cantidad y velocidad del aire que entra por la ventana.



Fig. Nº 183 Protección exterior de las ventanas. Sitges
Foto: J. Guerra.

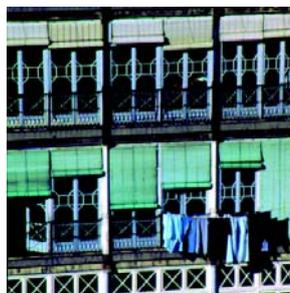


Fig. Nº 184 Cortinas exteriores en galería (Eixample)
Foto: J. Guerra.



Fig. Nº 185 Protección ventana fijo (Sitges)
Foto: J. Guerra.

3.3.4. LOS DISPOSITIVOS DE SOMBRA

(d1) Protección de las ventanas

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Importante	Poco importante

- Los elementos de sombra permanentes sobre las ventanas, tienen un beneficio limitado bajo condiciones cálido-secas, debido a la considerable radiación de componente reflejada proveniente de la superficie blanquecina o clara de los desiertos (coeficiente de reflexión de la arena 0.3).
- Las persianas exteriores u otros mecanismos de sombra móviles que impidan totalmente que la radiación solar penetre por las ventanas, tienen un mayor beneficio.
- En verano, las contraventanas deberán permanecer cerradas durante el día, pero abrirse al atardecer, cuando las temperaturas exteriores están por debajo de lo deseado en el interior de la casa; pudiendo permanecer abiertas toda la noche.
- Un sombreado exterior a la ventana, que bloquee la radiación solar sobre la ventana puede minimizar la penetración de energía solar al interior del edificio, siendo más eficiente que una protección interior.
- En invierno, las ventanas al sur o norte (según hemisferio) pueden proporcionar calentamiento solar significativo para el confort térmico de la vivienda. Cerrando las contraventanas durante la noche se reduce las pérdidas de calor al exterior, manteniendo el nivel de confort interior.

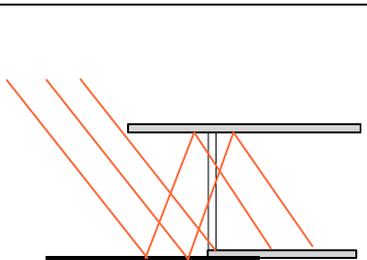


Fig. Nº 186 Protección fija o permanente.
Dibujo : J. Guerra.



Fig. Nº 187 Protección móvil exterior.
Foto: J. Guerra.

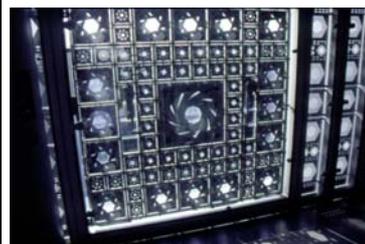


Fig. Nº 188 Protección móvil.
Foto: J. Guerra.

(d2) Protección de las ventanas

Climas cálido secos

- En este clima, las diferencias entre los diversos tipos de dispositivos del sombreado son significativas, una contraventana exterior, es preferible a una cortina interior.
- Cuando las contraventanas están cerradas, minimizan al máximo la ganancia solar, estas se vuelven una parte integrante de la envolvente del edificio.
- Según el diseño de las contraventanas, éstas sirven como elementos de transformación de una vivienda, con ellas se pueden aislar espacios, ampliar ambientes e incorporar exteriores.
- Durante la tarde y noche, las contraventanas deben abrirse, aumentando el área de la superficie de la envolvente y las aberturas a través de las cuales el edificio puede ventilarse y refrescarse.



Fig. Nº 189 Protección exterior panel fotovoltaico
Foto: J. Guerra.



Fig. Nº 190 Protección móvil exterior.
Foto: J. Guerra.



Fig. Nº 191 Protección móvil, toldos.
Foto: J. Guerra.

(d3) Dispositivos de oscurecimiento fijos y móviles

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	Importante

- Las contraventanas no sólo protegen en verano proporcionando sombra y ventilación controlada, sino también, reducen la pérdida de calor desde el interior al exterior en las noches de invierno.
- El rasgo común a los dispositivos operables (contraventanas, persianas venecianas, toldos de lona, etc.), es que pueden ajustarse a voluntad.
- Muchos de los dispositivos operables también pueden interceptar radiación solar reflejada de la tierra, además de interceptar la radiación directa y la mayoría de la radiación difusa.
- Los dispositivos operables al exterior que oscurecen pueden reducir la ganancia de calor solar a través de las ventanas y otras áreas vidriadas, aproximadamente entre un 10% a un 15% de la radiación que reciben las fachadas.



Fig. Nº 192 Protección móvil, toldos en edificio de Barcelona.
Foto: J. Guerra.



Fig. Nº 193 Protección móvil / edificio en Génova.
Foto: J. Guerra.



Fig. Nº 194 Protección móvil / en calles de la Barceloneta.
Foto: J. Guerra.

(d4) Dispositivos internos

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	importantes	importantes	Poco importantes	Poco importantes

- Los dispositivos de obscurecimiento interiores (persianas venecianas, persianas enrollables y cortinas), son menos efectivos desde el punto de vista térmico que los exteriores ya que interceptan la radiación sol después de la transmisión a través del vidrio, aunque son eficientes en el control de las condiciones de iluminación del ambiente interior.

(d5) Protección solar de las fachadas – vegetación

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Importante	Mínimo efecto deseado



Fig. N° 195 Parrón en cobertizo (María Elena, Chile).
Foto: J. Guerra.



Fig. N° 196 Acceso bajo sombra (Antofagasta, Chile).
Foto: J. Guerra.



Fig. N° 197 Patio con árbol frente al mar (Antofagasta, Chile).
Foto: J. Guerra.

- La sombra de los árboles y enredaderas ayudan a controlar la radiación difusa y el deslumbramiento visual, al mismo tiempo, favorecen la incorporación de humedad al seco ambiente del desierto.
- La vegetación puede proporcionar protección solar a las casas durante el período de verano, ayudan a mitigar el efecto invernadero, filtrar los contaminantes, enmascarar los ruidos y prevenir la erosión.
- La evapotranspiración de los árboles contribuye a refrescar el medio ambiente construido, rebaja las temperaturas en el contexto urbano, disminuyendo la necesidad de energía para enfriar.
- La protección que ofrecen los árboles ubicados al lado sur o norte (según hemisferio) de un edificio puede reducir la necesidad de aire acondicionado en verano hasta en un 40% [PARKER, 1983 op cit SANTAMOURIS, 2001].
- El efecto combinado de sombra y humedad que proporcionan los árboles en el ahorro de energía refrigerante en viviendas de un piso típico de las ciudades norteamericanas, es de 12% a 24% considerando un árbol por casa, si aumentamos a tres árboles por casa el ahorro es de 17% a 57% [AKBARL, 1992. op cit. SANTAMOURIS, 2001].
- El ahorro de energía refrigerante que se obtiene por efecto de la sombra es de un 10% a un 35%, y el ahorro es producto de la disminución de la temperatura por efecto de la evapotranspiración [AKBARL, 1992. op cit. SANTAMOURIS, 2001].

- La sombra vegetal produce la disminución de la temperatura diurna. Sin embargo, el efecto nocturno es opuesto, es decir, las temperaturas serían más altas que si no hubiera vegetación [TAHA, 1988 op cit. SANTAMOURIS, 2001].
- Los árboles en las calles pueden llegar a disminuir un máximo de 2°C la temperatura del aire [GAO, 1993 op cit. SANTAMOURIS, 2001].
- El efecto refrescante de las áreas verdes en relación con las áreas circundantes aumenta si éstas se distribuyen en pequeños intervalos, por lo tanto, es aconsejable espaciar los árboles en los parques públicos a lo largo de una área urbana, en lugar de concentrarlos [GIVONI, 1989 op cit. SANTAMOURIS, 2001 ; HONJO & TAKAKURA 1990 op cit. SANTAMOURIS, 2001].

3.3.5. EL COLOR

(e1) Color de la envolvente

Tipo de clima árido	Tropical cálido - húmedo	Cálido seco - costero	Cálido seco - interior	Frío seco - altura
Aplicabilidad	Muy importante	Muy importante	Muy importante	Muy importante



Fig. N° 198 Color en la población Salar del Carmen en Antofagasta, Chile
Foto: J. Guerra.



Fig. N° 199 Color en la población Salar del Carmen en Antofagasta, Chile
Foto: J. Guerra.

- Existe una relación directa, entre la orientación de las ventanas, los dispositivos de sombra y el color de las paredes con la temperatura interior de las viviendas.
- Las características ópticas (visual-espectral) de los materiales usados en la fachada exterior de edificios, pavimentos de calles y sobre todo las cualidades de reflectividad (albedo) y emisividad de la radiación solar en las superficies, tienen un importante impacto energético en el entorno urbano y en el comportamiento térmico del edificio [GOLANY, 1984]. Este efecto es más evidente en regiones desérticas, donde la radiación solar es más intensa.
- Los tejados de color oscuro pueden llegar a tener diferencias de temperaturas del orden de los 30°C a 40°C, sobre la temperatura máxima del aire exterior. En cambio, en tejados blancos se han registrado diferencias mínimas, de sólo 2°C a 3°C entre la temperatura superficial y la temperatura máxima del aire exterior [SANTAMOURIS, 2001].
- El efecto de ganancia de calor debido al color de la superficie, depende de la orientación del edificio y de las propiedades termo-físicas de la envolvente (cubierta y fachadas). En general un color no absorbente como el blanco tiene un efecto significativo.
- En el hemisferio norte, fachadas este, oeste y sur son muy sensibles a la incidencia del color, la fachada norte, en cambio, es la menos sensible.

- Experiencias en el aumento del albedo de la superficie del tejado de 0.2 a 0.78 de una vivienda en Sacramento, EE.UU. redujo el consumo de energía utilizada para acondicionamiento térmico en un 78% [BRETZ,1992. op cit. SANTAMOURIS 2001]. Sin embargo, otras experiencias en este sentido han mostrado que solamente aumentando el albedo de una superficie del edificio, no se pueden reducir la temperatura y la ganancia calor si la emisividad no es al mismo tiempo reducida [SIMPSON & MCPHERSON 1997 op cit . SANTAMOURIS 2001].
- Las temperaturas del aire en verano pueden ser rebajadas en 4°C cambiando el albedo de la superficie de 0.25 a 0.40, en latitudes medias típicas de clima caluroso [TAHA, 1988 op.cit SANTAMOURIS 2001]. Una disminución de temperatura de esta magnitud podría reducir la carga de electricidad por el uso de aire acondicionado en un 10% [AKBARI, 1989 op.cit. SANTAMOURIS, 2001].
- Los colores que absorben la radiación solar son más adecuados que aquellos que intensifican la reflexión. Con un dispositivo de sombra oscuro la mayor parte de la radiación solar se absorbe en la superficie exterior, disipándose por transmisión. Con un dispositivo de sombra blanco la mayor parte de la radiación es reflejada, la ganancia neta es casi la misma en ambos casos [SANTAMOURIS, 2001].
- La radiación solar reflejada al interior por contraventanas blancas proporciona mayor luz diurna que con contraventanas oscuras. Por consiguiente, desde el punto de vista lumínico, las contraventanas blancas son preferibles.



Fig. N° 200 Solamente amarillo. Población Salar del Carmen en Antofagasta, Chile. Foto: J. Guerra



Fig. N° 201 En azul. Población Salar del Carmen en Antofagasta, Chile. Foto: J. Guerra.

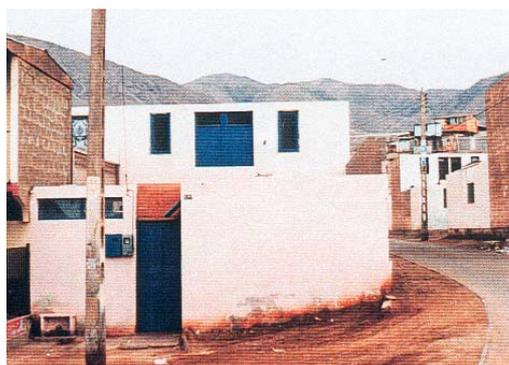


Fig. N° 202 En blanco. Población Salar del Carmen en Antofagasta, Chile. Foto: J. Guerra



Fig. N° 202a En verde. Vivienda en Antofagasta, Chile. Foto: J. Guerra.

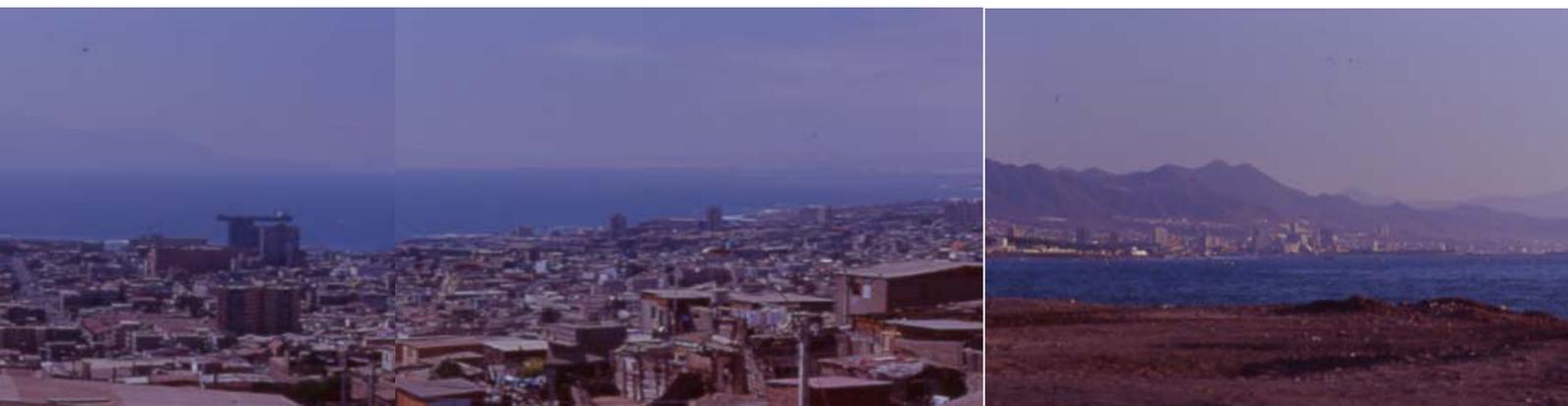


Fig. N° 220 DESARROLLO URBANO DE ANTOFAGASTA A LO LARGO DE LA PLANICIE DEL DESIERTO LITORAL.
Fuente: J. Guerra.

(c) ARQUITECTURA DEL DESIERTO LITORAL
Período salitrero 1870 - 1890 / estilo anglosajón - industrial
Auge salitrero 1900 - 1940 / estilo neoclásico
Período cuprífero 1940 - 1980 / moderno
Ciudad puerto 1980 - 2001 / posmoderno

Las angostas llanuras costeras, pasan a consolidarse en poblados costeros que van desarrollándose por la actividad comercial y portuaria. En esta zona están ubicadas las principales ciudades puertos del norte de Chile: Arica, Iquique, Tocopilla, Antofagasta y Mejillones [TAPIA, 1985].

222

La desequilibrada herencia en el manejo agropecuario, pesquero y minero de la etapa anterior, marca la dirección de los asentamientos contemporáneos de la región. El desarrollo del sector agrario en un primer momento fue posible dado el apoyo logístico y económico estable que la gestión minera proveyó. Sin embargo, dado el intenso y creciente proceso de explotación de los recursos mineros surge el primer conflicto ambiental con relación al intensivo uso del agua, lo que implicó el deterioro de la base agrícola del desierto.

A partir de 1830 surge una trilogía de aportes que van a configurar el auge de la labor minera. Por un lado la mano de obra andina, la gestión criolla-española y los aportes británicos, que transfieren toda la Revolución Industrial al desierto; su capital, su tecnología y sus estilos de vida, dieron inicio a la época dorada de la explotación salitrera. Con lo que se inicia en la zona una singular expansión de asentamientos estables en pampas estériles del piso intermedio que nunca antes habían sido ocupadas.

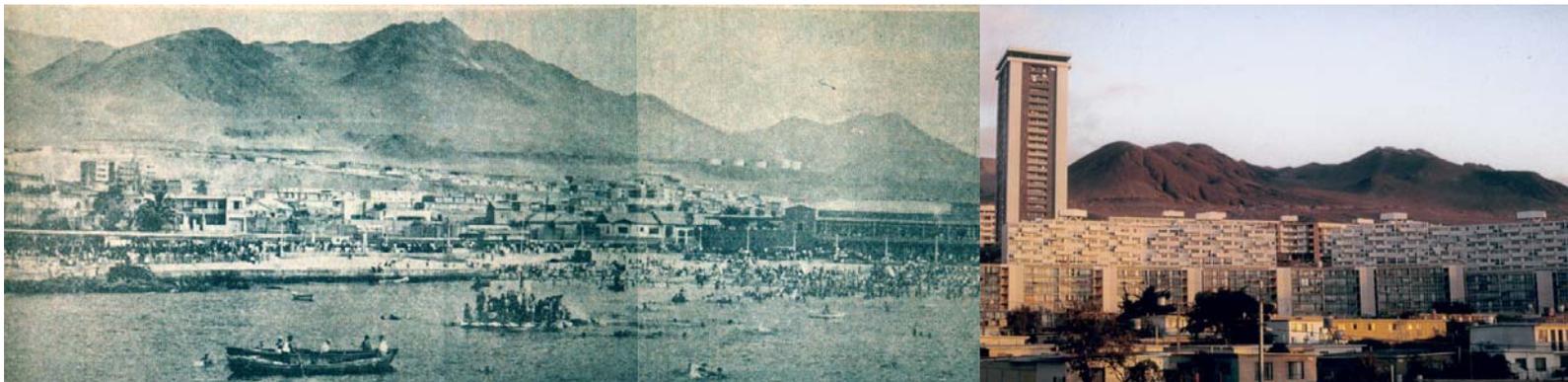


Fig. N° 221 CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE ANTOFAGASTA HACIA EL SECTOR SUR 1960 / 1990
Fuente: [Archivo Diario El Mercurio Antofagasta] ; Foto: J.Guerra.

Este planteamiento nos lleva a comprender la consolidación urbana que surge en la costa a raíz del flujo socioeconómico entre ambos pisos. De modestas caletas pesqueras que dependen de los estilos de vida interiores, se pasa a puertos comerciales que gradualmente configuran una mayor concentración demográfica por razones aún más complejas. Definitivamente los recursos de los pisos bajos y costeros tienden a un mayor desarrollo, mientras que los focos mineros de los pisos subandinos son incipientes, con desarrollos "insulares", durante el siglo XX.

223

El patrón de ocupación de esta zona está vinculado directamente con el mar y sus recursos, dando lugar a centros urbanos de nivel medio. El crecimiento de las ciudades portuarias y de servicios, ha sido producto de la salida natural de la producción de la actividad minera que se desarrolla en el interior de la región, son ciudades muy dependientes y artificialmente sostenidas por los productos y recursos procedentes de grandes distancias.

La arquitectura tradicional que se origina en esta zona estimula el uso de sistemas pasivos de control climático, la ventilación y protección solar de los espacios a través de dobles pieles, dobles techos, o cubiertas-terrazas, que proporcionan una generosa sombra y además funcionan como miradores del paisaje oceánico. Los espacios intermedios como corredores, zaguanes y patios interiores abiertos o semicubiertos, también forman parte del lenguaje formal.

El control lumínico de los espacios interiores es fundamental, por la gran radiación solar existente, de componente directa y difusa, el intenso deslumbramiento producido por la reflexión hace necesario elementos como persianas, filtros y claraboyas para el apantallamiento de los flujos lumínicos.

SÍNTESIS GRÁFICA DEL DESARROLLO DE LA FORMA ARQUITECTÓNICA ENTRE PISOS ECOLÓGICOS EN EL DESIERTO DE ATACAMA

(c1) PISO ECOLÓGICO COSTERO

PERÍODO SALITRERO / 1870 - 1890 ESTILO ANGLOSAJON – INDUSTRIAL

<p>Fig. N°222 MEJILLONES. Foto: E. Gutiérrez</p>	<p>Fig. N°223 IQUIQUE. Foto: E. Gutiérrez.</p>	<p>Fig. N°224 IQUIQUE. Foto: J. Guerra.</p>

(c2) PISO ECOLÓGICO COSTERO

AUGE SALITRERO / 1900 - 1940 ESTILO NEO CLÁSICO

<p>Fig. N°225 HOSPITAL ANTOFAGASTA. Foto: G. Kapstein.</p>	<p>Fig. N°226 CATEDRAL. Foto: J. Guerra.</p>	<p>Fig. N°227 VIVIENDA. Foto: G. Kapstein.</p>	<p>Fig. N°228 PROCESO DE RENOVACIÓN Foto: J. Guerra.</p>

(c3) PISO ECOLÓGICO COSTERO

PERÍODO CUPRIFERO / 1940 - 1980 MODERNO

<p>Fig. N°229 EDIF COLECTIVOS. Foto: J. Guerra.</p>	<p>Fig. N°230 EDIF EDUCACIONAL. Foto: G. Kapstein.</p>	<p>Fig. N°231 VIVIENDAS MASIVAS. Foto: M. Pérez.</p>	<p>Fig. N°232 EDIFICIOS COLECTIVOS MEDIA ALTURA Foto: J. Guerra.</p>

(c4) PISO ECOLÓGICO COSTERO

CIUDAD PUERTO / 1980 - 2001 POSMODERNO

<p>Fig. N°233 EDIF CERRO ANTOFAGASTA Foto: J. G. Kapstein</p>	<p>Fig. N°234 EDIF. EN ALTURA ANTOFAGASTA Foto: J. Guerra</p>	<p>Fig. N°235 EDIFICACIÓN EN ALTURA ANTOFAGASTA Foto: J. Guerra</p>

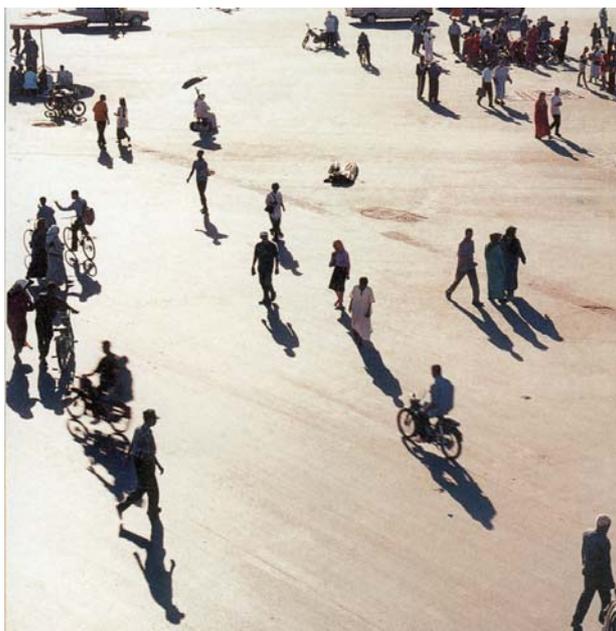


Fig. N°236 Habitantes del desierto de Marruecos.
Fuente: Catálogo Camper 2001.

3.5. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

ARQUITECTURA Y DESIERTO

Desde la Revolución Industrial, el desarrollo tecnológico en el ámbito de la iluminación artificial, la calefacción y del aire acondicionado, ha perturbado la relación de la arquitectura con el ambiente natural. Tendiendo a favorecer la disposición de una naturaleza artificial, de aislamiento y desconexión del edificio con su entorno climático y paisajístico.

225

Esta desconexión, es particularmente grave en la arquitectura de las zonas áridas, donde la condición de un clima extremo y la percepción de un ambiente poco favorable para desarrollar la vida, hace que el diseño urbano y arquitectónico contemporáneo en los desiertos se formalice con criterios que suelen ser contradictorios y distantes de la realidad. Irracionalidades como no considerar el factor climático local, el desarrollo del proyecto según estándares y patrones locales, o plantear soluciones desde estrategias vinculadas con la climatización artificial, mientras que los sistemas pasivos de acondicionamiento son considerados poco eficientes o de uso dificultoso para el usuario.

La crisis energética de los años setenta, dio inicio al proceso de transformación de este planteamiento insostenible de la arquitectura, el problema energético, en primer lugar alertó sobre la naturaleza finita de las fuentes de energías fósiles y en segundo lugar, concienció de la gran responsabilidad de los arquitectos en el problema energético-ambiental; ya que es de conocimiento general que gran parte del consumo energético de un país está relacionado con el sector de la edificación, pero a la vez, es el sector en el cual se pueden realizar un mayor número de acciones para mejorar la eficiencia energética y de integración de la arquitectura con el ambiente.

El proceso de transición hacia las energías renovables involucra recuperar una larga tradición inventiva en el diseño de una arquitectura sensible al lugar y al clima, recobrar el uso de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de confort ambiental.

La arquitectura del desierto ha sido fuertemente impactada por estos planteamientos inapropiados y absolutamente desarraigados de su contexto climático, con el agravante que en los territorios desérticos, más que en ningún otro lugar, el uso de los recursos energéticos renovables y sistemas pasivos de acondicionamiento climático muestran inmejorables condiciones para una aplicación eficiente. **Por ello, creemos que la transición energética es absolutamente posible en los ambientes desérticos y que ésta debe plantearse como una acción prioritaria, que se observe desde la singularidad de la ecología de los ecosistemas áridos.**

226

Desde siempre la arquitectura tradicional del desierto, en el rigor de la aridez, se ha planeado desde un enfoque energético—sostenible basado en los principios bioclimáticos y ecológicos ambientales. Hoy en día el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables tiene como característica, **entender la forma construida como un elemento que intercambia energía con el medio ambiente, como un productor y no sólo consumidor, es decir, capaz de captar o cosechar la energía que le rodea y que recibe.**

Este planteamiento es uno de los grandes cambios en la concepción arquitectónica, entender que el rol del edificio es de integración e interrelación con un sistema ecológico, formando parte del ecosistema. Así, el objetivo es manejar las energías naturales que fluyen y que impactan en el edificio, utilizar éstas para responder a los requerimientos de bienestar térmico y lumínico de los espacios habitables, para todos los momentos del día y del año.

Muros y ventanas, cubiertas y suelos no son observados sólo como límites para protegerse de la intemperie, sino como elementos dinámicos en incesante mutación, concebidos como extensión de los sentidos para percibir y acoplarse al ecosistema.

En el caso de la arquitectura del desierto de Atacama, el proceso de vinculación con su entorno ha sido un proceso de regresión, es decir, retroceder de ir del arraigo al desarraigado. Un proceso de involución en el que se han ido perdiendo y confundiendo los verdaderos valores de la identidad ambiental de la arquitectura regional.

En estas circunstancias, la transición energética debiera plantearse como una nueva oportunidad, en la cual se pueda reflexionar en virtud de recuperar y reinterpretar la relación del hombre con el paisaje desértico atacameño. Si en un momento histórico, como el que se vivió en los años sesenta, período en que se construyó la población Salar del Carmen, había ilusión y conciencia de que el desierto requería de un planteamiento distinto al resto del país, en esa circunstancia existía el reconocimiento de las potencialidades de las zonas áridas. Sobre esta base es posible re-fundar una nueva cultura del desierto, con una profunda identidad ambiental. Así como lo demuestran las respuestas de adaptación y transformación de las viviendas.

Por ello, es tan importante reconocer el proceso de transformación y adecuación ambiental de las viviendas de la Población Salar del Carmen. En éstas encontramos los nuevos planteamientos desde los cuales debiera surgir y fundarse la nueva cultura arquitectónica solar en el desierto de Atacama; es una arquitectura vinculada al territorio y su clima, que recupera elementos de la tradición y los reinterpreta con nuevas formas y materiales, pero fundamentalmente se adaptada a las necesidades de una sociedad que en muchos aspectos ha aprendido a manejarse en la aridez, en la inmensidad y la luminosidad, es decir, una sociedad que está habitando el desierto.

HABITAR LA EXTERIORIDAD

Indisolublemente asociado con los parámetros energéticos, el espacio arquitectónico desértico queda determinado por las dimensiones de un paisaje desnudo e inconmensurable. Habitar el desierto es habitar la inmensidad, es estar en la extensión, construir un orden en relación con la tectónica de la tierra, la piedra y la arena.

En un paisaje de horizontes infinitos, la construcción de la vertical para configurar el cobijo y la sombra es un hecho inédito en este paisaje desolado, un muro define el lado del sol y el lado de la sombra; luz y sombra son las cualidades vinculantes que fundan el orden del espacio desértico. Las condiciones ambientales del espacio al *aire libre*, permiten que la interacción entre las personas y su ambiente construido sea dinámica, de forma que el espacio interior se vuelca en el exterior.

Las cualidades formales del espacio desértico, están determinadas por las formas de utilizar el espacio interior-exterior y por el modo de realizar el acondicionamiento lumínico del interior-exterior. Una arquitectura delicada de filtros, de sombras y penumbras, de espacios semi abiertos o semi cubiertos, una arquitectura en que los actos cotidianos se desenvuelvan bajo la sombra, en convivencia con el orden de la exterioridad.

Estas cualidades han sido la materia arquitectónica de notables arquitectos contemporáneos que han sucumbido a la magia de los elementos, plasmando en sus formas la influencia de estos territorios de sol, así por ejemplo:

- Wright, construye macizos muros en busca de la tectónica de la tierra, su arquitectura emerge de la tierra, desmaterializándose en las cubiertas que controlan la luz.

- Le Corbusier, crea filtros para la luz, la construcción de una visera, así, el espacio interior queda articulado por la luz y la sombra.
- Hassan Fathy, la tradición de la tierra es el elemento que genera su arquitectura, es una interpretación actual de los sistemas constructivos de la arquitectura vernácula.
- Louis Kahn, queda atrapado en la inmensidad, apoderándose del silencio del desierto.

Cada una de estas arquitecturas son un acto de creación que fusionan el cuerpo y el paisaje por vía de los sentidos y movimientos, que se adaptan y responden a esa gran disponibilidad de sol y luz de los territorios desérticos.

229

ESTRATEGIAS DE DISEÑO

La arquitectura del desierto tiene en este proceso de transición hacia las energías renovables la oportunidad de recobrar los elementos de identidad abandonados.

Por ello, gran parte de éste capítulo se dedica a recuperar y fusionar distintos planteamientos de diseño energético para zonas áridas, estableciendo el grado de importancia en relación a los tipos de climas desérticos [clima tropical cálido-húmedo, clima desértico cálido seco costero, clima desértico cálido seco interior y clima desértico frío seco de altura].

Para toda forma arquitectónica, el sol es un elemento de orden esencial, pero para la arquitectura del desierto, según Thomas Herzog. *... "el sol ofrece el grado más alto de eficacia técnica en usos directos (luz natural o aplicación térmica pasiva) y formas indirectas de libre emisión, (torres de viento, instalaciones fotovoltaicas o colectores térmicos)"*

[HERZOG, 1998].

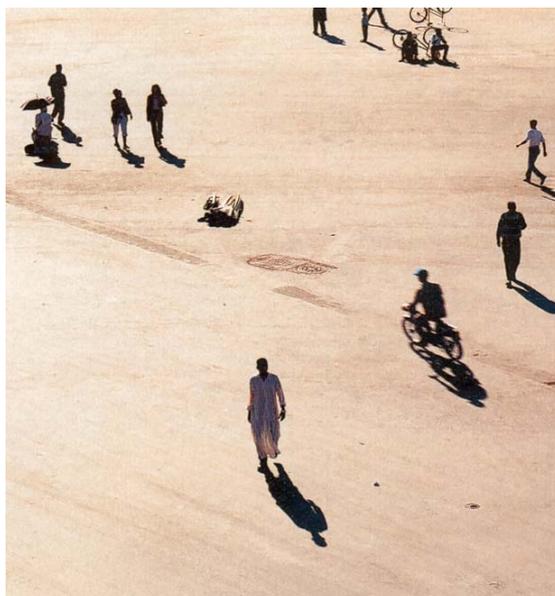


Fig. N°237 Habitantes del desierto de Marruecos
Fuente: Catálogo Camper 2001

En zonas áridas las necesidades de acondicionamiento ambiental del edificio dependen del tipo de clima desértico, pero habitualmente son requerimientos de ventilación, enfriamiento y calefacción, para lo cual se han desarrollado diversas estrategias que consisten en minimizar a través del diseño arquitectónico las ganancias solares o carga de calor, aislar a través de medios naturales para rechazar o captar y almacenar el calor para cuando se necesita o captar energía. La protección de la intensa luminosidad con la aplicación de filtros en las ventanas y/o el oscurecimiento de los interiores en las horas diurnas, para mantener el confort térmico y visual, son algunas de estas estrategias.

230

La preferencia por el diseño energético representa una opción única para el progreso de las economías en desarrollo. La orientación medioambiental de la arquitectura del desierto implica la integración a las condiciones locales y necesidades específicas, más que una gran normativa, el trabajo debe estar dirigido a conocer los procesos y habilidades creativas, como lo demuestran las soluciones propuestas por los usuarios en el caso de estudio. En estas transformaciones se desarrollan conceptos arquitectónicos nuevos, pero también se evidencia la utilización de conceptos tradicionales. La transformación de la vivienda conforma inéditos prototipos posibles, que tienen el sello de la informalidad y de la "arquitectura vital".

BIBLIOGRAFÍA
TERCERA PARTE: ARQUITECTURA Y DESIERTO

- [A.A.V.V., 1992] A.A.V.V. [1992] *La Energía solar en la Edificación*, Ed. CIEMAT Madrid
- [A.A.V.V., 1993] A.A.V.V. [1993] *Solar Energy in Architecture and urban planning, Third European Conference on architecture, Florence, Italia* Ed. Stephens & Associates, Bedford
- [A.A.V.V., 1997] A.A.V.V. [1997] *La Energía solar en la Edificación*, Ed. CIEMAT Madrid.
- [A.A.V.V., 1999] ISAAC, MEIR, ETZION [1999] *Energy aspects of design in arid zones* [En línea] <<http://www.bgu.ac.il/CDAUP/updates99/madrich.html>>
- [ARELLANO, 1995] ARELLANO, Mario [1995] *Costo del Kwh. de electricidad solar en la ciudad de Antofagasta*. Tesis UCN Antofagasta.
- [AKBARI, 1992] AKBARI, H.Davis [1992] *Cooling our Communities- A guidebook on tree planting and light Colored Surfacing*, US Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change.
- [BALCOMB, 1998] BALCOMB, Douglas [1998] *The coming revolution in building design*. En: Environmentally Friendly Cities, Proceedings of Plea'98. Lisbon.Pag.33-37 Ed. James & James Science. London.
- [BANSEL, 1994] BANSAL, Narenda [1994] *Passive building design a handbook of natural climate control*. Ed. Eisevier Science, Amsterdam.
- [BEHLING, 1996] BEHLING, Sophia [1996] *Sol Power: The evolution of solar architecture*. Ed. Prestel; Munich.
- [BROWN, 1968] BROWN,G.W. [1968] *Desert Biology: Special topics on the physical and biological aspects of arid regions*. Cap XI Human adaptations to arid environments Douglas H.K. Lee. pág 517-557 Academic Press New York.
- [BRUNSDEN, 1985] BRUNSDEN, D [1985] *Urban Geomorphology in dryads* The United Nations Londres.
- [CRUZ-COKE, 1959] CRUZ-COKE, Luciano [1959] *Las aplicaciones de la energía solar en el norte de Chile*. En: Acta electrónica vol 3 n° 2; pág143-154 Santiago de Chile.
- [CHILDS, 2001] CHILDS, Mark. [2001] *Civic Ecosystems*. En: Journal of Urban Design. Vol.6, Nº.1, pág 55-72.
- [DE PRADA, 2002] DE PRADA, José Miguel [2002] *Bioclimática, confort y ahorro energético: Reflexiones de proyecto*. Ed MAIREA. ETS Arquitectura de Madrid.
- [DOCKENDORFF,1979] DOCKENDORFF, Eduardo [1979] *Energía solar para el hábitat en Chile*; Documento de trabajo n°171, serie CPU (Corporación Promoción Universitaria), Santiago de Chile.

- [DANNIES, 1963] DANNIES, J.H [1963] *Energía solar: Informe final presentado al gobierno de Chile* Biblioteca CORFO, Santiago de Chile.
- [ELLIOTT, 1997] ELLIOTT, David [1997] *Energy, Society, and Environment*. Ed Rutledge. Londres.
- [ETZION, 1994] ETZION, Yaiz.[1994] *Architecture of the extremes: Proceedings of the 1er Plea94 Dead sea Israel*.
- [ETZION, 1999] ETZION, YAIR [1999] *A bio-climatic approach to desert architecture*. [En línea]<[http:// ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln36/Etzion.html](http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln36/Etzion.html)>
- [FERNÁNDEZ-GALIANO, 1991] FERNANDEZ-GALIANO, Luis. [1991] *El fuego y la memoria, sobre arquitectura y energía*. Ed. Alianza Madrid.
- [FINDLAY, 2002] FINDLAY, Allan.[2002] *Population and Environment in Arid Regions*. [En línea] <http://www.iussp.org/Publications_on_site/PRP/prp10.htm> Policy and Research Paper N°10.
- [GIVONI, 2000] GIVONI, B. [2000] *Building design for regions with hot climates*. En: TIA 3rd International Conference for Teachers of Architecture Oxford, UK 9-12 July 2000, pág 203.
- [GOLANY, 1979] GOLANY, Gideon [1979] *Arid zone settlement planning: the israeli experience*. Ed. Pergamon Press New York.
- [GOLANY, 1984] GOLANY, Gideon [1984] *Planificación urbana en zonas áridas*. Ed. Limusa Madrid.
- [GORDON, 2001] GORDON, Jeffrey [2001] *Solar Energy: The state of the art*, Ed James & James, London.
- [HANNA, 1995] HANNA George B. [1995] *Green Architecture in Touthky*. En: Housing and building Research Center, Cairo, Pág 508-511.
- [HEATHCOTE, 1983]. HEATHCOTE, R.L. [1983] *The arid lands: their use and abuse*. Ed. Longman; New York.
- [HELMS, 1990] HELMS, Svend [1990] *Early Islamic architecture of the desert.: a Bedouin station in esteem Jordan* Ed. Edinburgh University press. Edinburgh.
- [HOLM, 1983] HOLM, Dieter [1983] *Energy Conservation in Hot Climates*, Ed. The Architectural Press Limited, London.
- [HYDE, 2000] HYDE, Richard. [2000] *Climate responsive design a study of building in moderate and hot humid climates*, Ed. E.& FN SPON, New York.
- [IBÁÑEZ, 1978] IBÁÑEZ, Ximena [1978] *Viviendas solares para el norte de Chile*. Primer Seminario Nacional en Energía solar y eólica. Ed. PUC Santiago de Chile.
- [JAIN, 1992] JAIN, Kulbhushan [1992] *Mud architecture of the Indian desert*. Ed. AADI Center.
- [KRIEG, 1998] KRIEG, J. & Sappingto, N. [1998] *Desert Landscape Architecture*. Saint Luice Press ARIZONA.
- [MARTÍNEZ, 1990] MARTÍNEZ, Alejandro. [1990] *Catastro de helio colectores de agua potable en Antofagasta* Ed. UCN , Antofagasta.
- [MEIR, 1993] MEIR. I.A., ETZION, Y. [1993] *Energy aspects of design in arid Zones: A design manual prepared for the Israeli Ministry of Energy*. [En Línea] <<http://www.bgu.ac.il/CDAUP/updates99/madrch.html>>
- [MEZA & TORO, 1992] MEZA, M y TORO, M. [1992] *La incidencia del color en el espacio público* Seminario de Arquitectura, Departamento de Arquitectura, UCN, Antofagasta.
- [MILLER, 1978] MILLER, James [1978] *Design and the desert environment. -Landscape architecture and the American southwest*
- [MORALES, 1973] MORALES, Joaquín [1973] *Análisis preliminar de las posibilidades de utilización económica de la energía solar en Chile*. Tesis UCN, Antofagasta.
- [MONTORO, 1990] MONTORO, Marco [1990] *Comportamiento energético de edificios solares pasivos: plan de monitorización*, Ed. IER CIEMAT. Madrid.
- [MOORE, 1995] MOORE, Suzy [1995] *Under the sun: desert style and architecture*. Ed. Little Brown. Boston.

- [NIJMEH, 1999] NIJMEH, S. y BAKER N [1999] *Bioclimatic design strategies for buildings in Amman Jordanian*. Department of mechanical Engineering and Architectural. Department., Ed. Sciences University Amman Jordan. Pág. 524-529
- [NOUVEL, 2001] NOUVEL, Jean. [2001] *La india de le Corbusier*. En: El País Semanal, N° 1286, pág.70-78
- [NÚÑEZ 1978] NÚÑEZ, Lautaro [1978] *Cultura atacameña, Serie Patrimonio cultural chileno*. Departamento de extensión cultural del Ministerio de Educación. Santiago de Chile. Pág.39-50.
- [NÚÑEZ, 1983] NÚÑEZ, Lautaro. [1991] *Cultura y conflicto en los oasis de San Pedro de Atacama*. Ed. Universitaria. Santiago de Chile.
- [NÚÑEZ, 1994] NÚÑEZ, Lautaro [1994] *Nuevas evidencias inkas entre Kollahuasi y Río Frio. (I y II Regiones de Chile*. Estudios Atacameños N°11 UCN Antofagasta.
- [NÚÑEZ 1983] NÚÑEZ, Lautaro [1983] *Paleo indio y Arcaico en Chile: diversidad, secuencia y proceso*. Ed. Cuicuilco. México.
- [PARACHEK, 1967] PARACHEK, Ralph.[1967] *Desert architecture* Phoenix Arizona.
- [PARKER, 1983] PARKER, J.H. [1983] *Landscaping to reduce the energy used in cooling building* En: Journal. of Forestry, 81, pág. 82-83.
- [PEARLMUTTER, 2000] PEARLMUTTER, David [2000] *Modelos de sostenibilidad en la arquitectura del desierto*. En Arquitectura del Desierto para un Nuevo Millenium. No.47.
- [RIVERA, 1976] RIVERA, H., RODRÍGUEZ, J. CATHALIFAUD H.[1976] *Planes nacionales de vivienda y las tipologías utilizadas por el sector publico y privado. Respuesta del usuario en el uso del espacio y transformaciones de la vivienda*. En: Estándares Regionales de Vivienda CORVI, Santiago de Chile.
- [RODRÍGUEZ, 1996] RODRÍGUEZ, León. [1996] *Mario Pérez de Arce Lavín: La Permanencia de la Arquitectura Moderna en Chile*. Ed. ARQ Escuela de Arquitectura. PUC. Santiago.
- [REYNER BANHAM, 1982]. REYNER BANHAM, Peter.[1982]. *Scenes in America Deserta*. Ed. Gibbs M. Smith. Salt Lake City. Pages 42-43 . [En.línea] Arid lands No. 35, Spring/Summer 1994, *The desert as literature: A survey and a sampling*, por Peter Wild.
- [RONNER, 1996] RONNER, Heinz JHAVERI, Sharad y VASELLA, Alessandro [1996] : *Louis. Kahn: Trabajos completos 1935-74*. Ed.
- [SALA, 1998] SALA, Marco [1998] *Technology for modern architecture* Ed. Pergamon Londres Cap 8 pág 189-234.
- [SALINAS, 1983] SALINAS, Rolando [1983] *Mapa energético de Chile, Distribución de los recursos y producción de energía. Localización de los recursos energéticos no convencionales*. En: II Simposio Interuniversitario de Energía, Santiago de Chile. Pág. 375-396.
- [SERRA, 1991] SERRA, Rafael.[1991] *El porqué y el cómo de la luz natural*. En. Revista Montajes e Instalaciones N° 246 / Dic 1991 pág 77- 81.
- [TELLO, 1995] TELLO, Guillermo [1995] *Diagnóstico dimensionamiento de parasoles en la ciudad de Antofagasta* Tesis UCN, FACIC, Antofagasta.