

Esta circunstancia se ve agravada por la percepción que se tiene de los desiertos, en general son observados peligrosamente como grandes territorios vacíos, ambientalmente se están considerando como tierras de nadie, como sitios eriazos sin valor, cuyo destino es el de recibir los desechos y basuras industriales, lo que está provocando la destrucción de las posibilidades de desarrollo a futuro.

Este estudio adopta una postura crítica con estas actuaciones, y pone de manifiesto el valor de estos ambientes, donde el desarrollo de la vida es un éxito ecológico en cuanto a las estrategias de supervivencia y adaptación de todos los seres vivos. Los territorios desérticos se presentan como vastas extensiones abiertas, con grandes potencialidades energéticas, para acoger nuevas propuestas de diseño y alternativas de desarrollo que sean radical y fundamentalmente distintas de las actuales.

12

La arquitectura del desierto chileno en general no se plantea "*habitar el desierto*" como una cuestión sustantiva. Así por ejemplo, junto con el desarrollo económico de Chile de los años noventa, se produce un auge en el sector de la construcción, que desde el centro del país rebalsa hacia las ciudades del norte y sur, aplicando los mismos modelos constructivos y estándares a realidades climáticas substancialmente distintas. Como consecuencia de todo ello, se ha agudizado la pérdida de los rasgos de identidad ambiental que sobreviven en los ambientes regionales.

En el caso de la región del desierto de Atacama, en el norte de Chile, el uso y aprovechamiento de las energías renovables no es un hecho nuevo, la historia regional esta marcada por grandes realizaciones, como la planta de destilación solar de agua salada, construida en 1872 y también por un considerable número de estudios y proyectos que por diversas circunstancias no llegaron a construirse, como por ejemplo, el horno solar de Félix Trombe de 1966.

Por su parte, la arquitectura vernácula atacameña y la arquitectura industrial de raíz anglosajona de los asentamientos mineros, son ejemplos paradigmáticos de una respuesta arquitectónica apropiada y adaptada al extremo clima desértico. Sin embargo, esta arquitectura cuyo lenguaje de expresión formal era rico en componentes pasivos de protección solar como fachadas y techos dobles, pérgolas y corredores de sombra, han ido desapareciendo del paisaje urbano y arquitectónico, para dar paso a una arquitectura cuya expresión son las fachadas de cristal y los equipos activos de acondicionamiento ambiental.

13

En la realidad local, nos encontramos con que la arquitectura informal o de autoconstrucción, ha asumido la sensibilidad climática, detectándose ejemplos notables de diseño pasivo producto de los procesos de transformación de las viviendas a las condiciones del microclima local, como consecuencia del arraigo ambiental de sus habitantes.

Ligado con lo anterior, observamos además, en la arquitectura informal los mismos procesos dinámicos que comprometen al actual proyecto de arquitectura en un nuevo “orden formal”. Una arquitectura esencialmente en fase entrópica³. Es decir, una arquitectura que se va construyendo y transformando en función de las necesidades y requerimientos de sus moradores, con una estructura de organización espacial flexible y ritmos de relación e interconexiones seguidas entre acontecimientos⁴.

En ésta investigación, nos proponemos **describir y desvelar las causas de involución del proceso de transición energética, que ha conducido a la pérdida de identidad ambiental en la arquitectura regional. Se destacan los procesos dinámicos de la arquitectura informal, en los cuales reconocemos formas evolucionadas de articulación coherentes a los ambientes desérticos, y con ello definir las estrategias con las cuales reconstruir y recrear una arquitectura propia y ligada con la ecología del desierto de Atacama.**

³[RIFKIN, 1990] La fase entrópica, se entiende como el proceso simultáneo de construcción y de-construcción, a través del cual, la obra de autoconstrucción o autoproducción se está construyendo y habitando al mismo tiempo, siguiendo el proceso de deterioración y transformación vital.

⁴[GAUSA, 1999] Tiempo dinámico-orden <in>formal: Trayectorias <in>disciplinas. En. Revista Quaderns N° 222. Ed. COAC. Barcelona.

0.1. FUNDAMENTACIÓN

0.1.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS Y OBSERVADOS

(a) El proceso de transición energética en la arquitectura

El primer grupo de antecedentes está dirigido al estudio de los procesos de transición energética en la arquitectura. La evidente y creciente ponderación de los problemas medioambientales ante las señales de deterioro de las condiciones de habitabilidad de la Tierra han conducido a un profundo cuestionamiento de los modelos de desarrollo de la sociedad actual.

La comprensión cada vez mayor de las implicaciones de la actual "crisis ambiental" iniciada en la década del setenta como "crisis energética", dispuso a la sociedad en la urgente necesidad de realizar un profundo y esencial "*proceso de transición*". Esta advertencia fue hecha tanto en el Primer Informe del club de Roma del año 1972 sobre "*Los límites del crecimiento*"; como en el Informe de la comisión Brundtland "*Nuestro futuro común*" de 1987. En este último se manifiesta expresamente la necesidad de *conseguir una rápida transición a la sostenibilidad* [GOODLAND, 1997].

Aunque en los últimos años se ha reforzado la idea de que la crisis energética y/o ambiental alcanza una dimensión planetaria a través de fenómenos que han provocado cambios climáticos globales. No obstante, el proceso de transición energética y/o ambiental aún no ha alcanzado esa misma dimensión y valoración en todo el conjunto de la sociedad.

A más de treinta años de evidenciada la crisis energética, autores como Robert Goodland⁵, plantean que la transición es un proceso que aún no comienza, porque no se ha reconocido adecuadamente su necesidad y faltan propuestas específicas sobre lo que se necesita para alcanzarla. Para Luis Jiménez Herrero⁶, en cambio, la transición es un proceso que se avecina; este tiempo desde la

⁵ [GOODLAND, 1997] Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, más allá del informe Brundtland. Ed. Trotta. Madrid.

⁶[JIMÉNEZ, 2000] Desarrollo sostenible: Transición hacia la co-evolución global

Conferencia de Estocolmo de 1972 sobre "Medio Ambiente Humano", Río 1992 y Kyoto 1997 hasta hoy día, ha sido un tiempo de preparación, para definir como llevarla a cabo y reunir la voluntad política para el cambio. Una postura distinta tiene el Arquitecto e Ingeniero Ezio Manzini⁷, para quién la transición es un proceso que comenzó en el mismo momento en el que se manifestó la crisis, tratando de minimizar los riesgos y aumentar las oportunidades.

A escala general, la situación que se observa es que el proceso de transición no ha sido asumido de igual manera por todo el mundo, que no sigue patrones comunes o no se encuentra en similares grados de desenvolvimiento. Es más, en algunos casos ni siquiera podemos afirmar que halla comenzado, éste hecho no sorprende y es atribuible a diversas razones más o menos evidentes.

En primer lugar, destacamos, los aspectos operativos. Iniciar un proceso de transición hacia una cultura ambiental, presupone no tener otras prioridades o preocupaciones más apremiantes que el medio ambiente [GOODLAND, 1997].

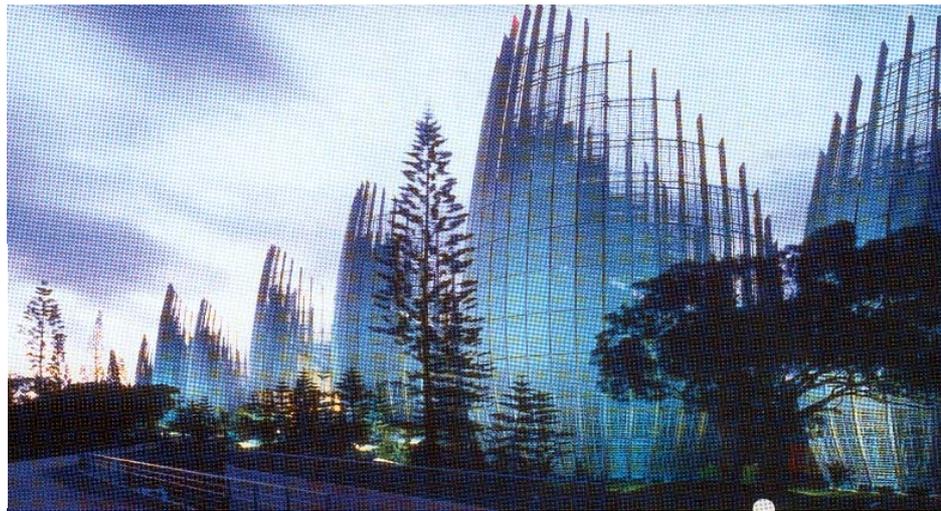
En segundo lugar, se destacan aspectos de poder. Como por ejemplo, que el 20% más rico de la población mundial consume más del 70% de la energía que se comercializa en el mundo [GOODLAND, 1997]. Este argumento es determinante en la valoración que se ha hecho de la crisis desde su origen, manifestada como el uso excesivo que las sociedades industriales y desarrolladas del norte han venido haciendo de las funciones medioambientales del planeta.

Al margen de esta discusión, los investigadores referidos concuerdan en que la transición hacia una "cultura ambiental"⁸ involucra un gran cambio cualitativo y cuantitativo en la redefinición de los procedimientos; en las formas de hacer y en las conductas del hombre con el medio ambiente. Es decir, esta transición debe desarrollarse bajo el principio de respeto por la naturaleza. De una vida en equilibrio con el ambiente y de una vinculación armónica de todas las acciones y actos humanos con el entorno natural.

⁷[MANZINI, 1996] Ecología y democracia, transición hacia la sostenibilidad, como un proceso de aprendizaje colectivo

⁸[MANZINI, 1996] Define la cultura ambiental como: un reflejo del nuevo escenario que se va configurando, donde el "hacer" también significa "deshacer " y "reutilizar". En: "Artefactos", *hacia una nueva ecología del ambiente artificial*. Ed. Celeste, Pág. 20

Fig. Nº 1 INCOMPLETITUD, DISOLUCIÓN DE LA SOLIDEZ
 Centro Cultural Tjibau, Numea Nueva Caledonia
 Arq. Renzo Piano
 Fuente: Tríptico exposición Renzo Piano, 1 Junio 2000 Berlín



El componente dominante o de mayor incidencia en el proceso de transición sostenible es la variable energética. Es un hecho que la transición en la arquitectura está siendo asumida fundamentalmente desde ésta concepción. Sin duda, una arquitectura más eficiente o más ecológica, es aquella que se entiende como un hecho de naturaleza artificial integrado al ecosistema natural, como un artefacto que capta y transforma la energía y da respuesta a la energía que viaja por su estructura. En suma, una arquitectura que tiende a desconectarse de un sistema basado en los recursos no renovables para acoplarse a un sistema sostenido en los recursos renovables.

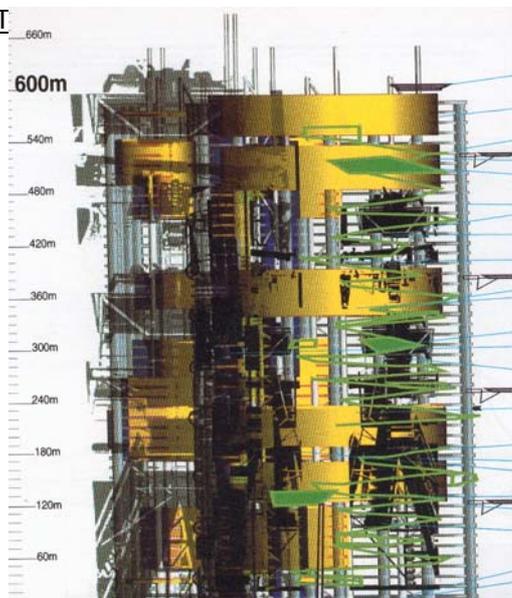
El proceso de transición energética en la arquitectura, ha tenido diversas manifestaciones, las primeras respuestas en los años setenta fueron rápidas, asumidas desde los conceptos de la arquitectura bioclimática pasando por conceptos de la vivienda ecológica y autosuficiente. Luego, en los oscuros años ochenta del movimiento posmoderno⁹, gran parte de la arquitectura se concibe como un "pastiche" de elementos sin jerarquía que provienen de distintos lugares y de distinta índole. Este fue un período de confusión, de letargo e inmovilismo con relación al medio ambiente propio de una situación de crisis.

A fines de los noventa, la indiscutible evidencia de los altos índices de gasto energético del orden del 40%, situaron a la edificación como el sector económico de mayor consumo mundial de energía primaria [MELET, 1999]. Estos porcentajes en cifras representan, un consumo de 19 millones de barriles de petróleo por día, cantidad que implica casi la totalidad de la producción diaria de crudo de los países de la Organización de países productores de petróleo (OPEP) [FLAVIN & DURNING, 1988].

Actuando en consecuencia, desde este período la arquitectura transita hacia la sostenibilidad, asumiendo estos requerimientos con nuevas formas y actitudes; tomándose diversas medidas para aligerar la carga energética, especialmente relacionadas con el diseño arquitectónico, la eficiencia energética, los procesos constructivos y la transformación del ambiente construido.

⁹[BERMUDEZ & HERMANSON, 1997] *Reflexiones sobre la Arquitectura Contemporánea*. El postmodernismo no inventa nada. Es un reciclaje, un pastiche de elementos sin jerarquía que provienen de distintos lugares y de distinta índole. La moda retro sólo puede ser dada en la postmodernidad, donde no hay nada original. La falta de "estilos", las mezclas son propias de esta configuración cultural.

Fig. Nº 2 GESTIÓN DE ENERGÍA Y MATERIALES
Torre Nagoya Expo 2005. , Proyecto 1997, Arq. Ken
Yeang
Fuente: [JODIDIO, 2000] Building a new millennium /
TASCHEN



(b) Transición y transformación de la arquitectura

Un segundo grupo de antecedentes, está orientado a investigar cómo se manifiesta este cambio y cuál es el alcance de la transición energética y transformación del proyecto¹⁰ de arquitectura.

Al decir de Manzini, proyectar hoy significa: *“Pasar de una cultura del hacer en ausencia de límites”, a una cultura del “hacer en un mundo limitado”*. Un mundo que ya no puede ser explicado con las ideas de solidez y sencillez, hoy la realidad se manifiesta fluida, compleja y desmaterializada. En este sentido el hecho arquitectónico y el acontecimiento urbano, no pueden seguir con una actitud conservadora ya que son naturalmente vulnerables a los procesos de cambio, sustitución y transformación relacionados con la modernización.

17

Las acciones y actos de transformación siempre se han considerado inherentes al proyecto pero en la práctica la transformación no es un valor considerado determinante dentro del proyecto, prevaleciendo la idea de un objeto terminado o acabado, cuestión que considera la estructura estática y no afectada por el medio ambiente.

La consideración de la transformación implicaría postular la idea de un proyecto incompleto, que se va completando con la naturaleza, –acaso no hay nada más sorprendente que ver la complicidad que se dispone entre el paisaje natural y la in-completitud de la obra en construcción, de forma inesperada surgen entre las estructuras permanentes y efímeras, luces, sombras; transparencias que articulan una perfecta relación con el ambiente natural. Encantamiento que desaparece cuando el proceso constructivo concluye–. Las exigencias de *diversidad, cambio y perfectibilidad*¹¹ en el ámbito funcional, y las demandas ambientales de inserción, reconversión, reciclaje o reutilización siguiendo un modelo de ciclo de vida del edificio, se han sumado a los requerimientos de confort y eficiencia energética que deben hacerse en el origen del proyecto.

¹⁰ [JACKSON, 1993 ob. cit. YEANG 1999] El proyecto y el proyectar no es una empresa exclusivamente científica, combina aspectos artísticos y científicos que se convierten posiblemente en uno de los últimos trabajos realmente polifacéticos de la sociedad industrial actual.

¹¹[PARICIO, 2001] Diversidad en los programas de ocupación. Cambio definido como la flexibilidad transformación por apropiación o adecuación a las necesidades de los usuarios. Perfectibilidad: progresiva mejora de calidad por adición.

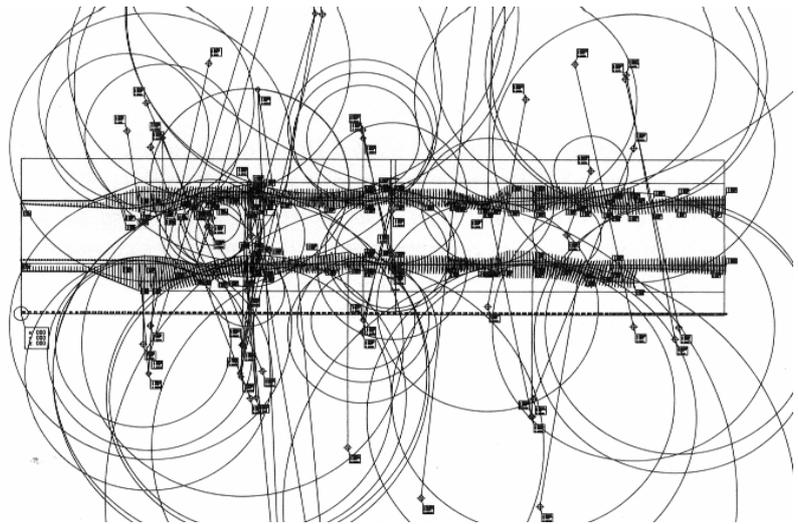


Fig. N°3 COMPLEJIDAD Y MOVIMIENTO
 Trazado geométrico de rampas superiores de
 la Terminal Marítima de Yokohama.
 Arquitecto : Foreign Office Architects, 1995
 Fuente: Verb Architectura Boogazine, Pág. 38,

El proyecto se convierte en una integración de los rasgos, procesos y funcionamientos del sistema proyectado con los propios procesos y funcionamientos del ecosistema. Por otra parte, hoy sabemos que *“al tiempo, que los edificios provocan el mayor impacto en el medio ambiente, es el medio ambiente el que tiene el mayor impacto sobre edificios”*¹². En conclusión, la transición energética implicaría entonces, la redefinición del proyecto arquitectónico como *“una forma de gestión de energía y materiales”* [YEANG, 1999].

Esta nueva concepción del proyecto, que busca no sólo el acoplamiento de la obra con su entorno, sino que la combinación e interacción entre el sistema artificial proyectado y el ecosistema natural, desde la noción termodinámica y ecológica de la sostenibilidad fuerte¹³, la encontramos en obras recientes de Renzo Piano, Ken Yeang o Foreign Office Architects [Figs. N° 1, 2 y 3].

(c) La singularidad de los procesos de transición y ámbito

El tercer grupo de antecedentes, se plantea el principio de la singularidad de los procesos de transición según el ámbito espacio-temporal de referencia. Esto quiere decir, que las transiciones como procesos no son generalizables a escala mundial. Así por ejemplo, el desarrollo sostenible, si bien es un proceso global, operará de forma apropiada, ajustándose a las características de identidad local.

En el caso de las zonas desérticas de Chile, podemos decir, que en un primer período este principio de *singularidad* lideró el desarrollo regional, entrando en una fase de involución en la época de la dictadura militar chilena entre los años 1973 y 1990. Sin embargo, éste no ha sido el único factor que ha propiciado la pérdida de identidad ambiental en el ámbito regional. El fuerte centralismo presente en todos los ámbitos de la vida del país ha tenido un efecto inhibitorio de los regionalismos. La toma de decisiones, aplicación de normas y modelos a seguir nunca han reflejado con verdadera sensibilidad la extrema diversidad climática del país, desconociendo por mucho tiempo las particularidades regionales.

¹²[SANTAMOURIS, 2001] Solar and natural resources for a better efficiency in the built environment. En: *Solar Energy, The state of the art*. Ed. ISES

¹³[NORTON, 1992] Según este autor, hay dos tipos de nociones de sostenibilidad diferentes que responden a paradigmas diferentes: una sostenibilidad débil: formulada desde la racionalidad propia de la economía estándar y otra sostenibilidad fuerte: formulada desde la racionalidad de esa economía de la física que es la termodinámica y la economía de la naturaleza que es la ecología.

En Chile, el desarrollo regional preferentemente ha surgido desde un orden central y espaciado a lo largo del territorio nacional. Así por ejemplo, el proceso urbano y arquitectónico de las zonas extremas del país evidencia la incongruencia de las formas edificadas. Tanto la zona norte, –árida y desértica– como la zona sur, –lluviosa y húmeda– se han construido y se siguen construyendo aplicando los mismos modelos y criterios constructivos utilizados en la zona central, de clima templado.

Por otra parte, el fenómeno de la globalización económica y apertura del país a los mercados internacionales ejercen un nuevo impacto a la identidad ambiental regional. Este proceso caracterizado fundamentalmente por la homogenización y estandarización de la sociedad fractura las tradiciones locales. Así por ejemplo, las grandes superficies generan nuevos centros de concentración desplazando a los habituales, imponiendo nuevas formas de uso de la ciudad y nuevos hábitos, dejando en un cierto abandono los centros tradicionales lo que ha deteriorado la imagen de las jóvenes ciudades chilenas.

20

En este escenario, el proceso de transición hacia las energías renovables aparece una utopía, pero los planteamientos de singularidad que aporta la teoría de las transiciones, abre una perspectiva respecto a considerar que a pesar de la existencia rasgos comunes en toda situación de cambio, cada caso es único y en consecuencia no existen esquemas comprensivos universales, sino grupos de iniciativas aplicables regionalmente.[ALVARADO, 2001]¹⁴.

En el caso de estudio, resulta evidente que el principio de singularidad de las transiciones ha sido transgredido. Por tanto, es vital preguntarse respecto a ¿Cómo revertir el proceso?, ¿Cuál es la transición que se adecua a la realidad local?, ¿Qué opciones o planteamientos son los más coherentes a la realidad económica y sociocultural?, ¿Cuál es el alcance de la transición que debe efectuarse?. La respuesta que intuimos, es delimitando el proceso de transición en función de las necesidades de la sociedad, con el propósito de construir una respuesta adaptada y apropiada, que tenga en cuenta las diferentes condiciones socioeconómicas y ecológicas. Pues, no hay nada menos ecológico que las soluciones globales aplicadas universalmente.

¹⁴ [ALVARADO, 2001] [En línea] Teoría de las Transiciones. Universidad Complutense de Madrid. Diccionario crítico de las Ciencias Sociales.

Fig. Nº 4 AL AIRE LIBRE,
ARQUITECTURA INFORMAL
CERRO DE ANTOFAGASTA

Esta vivienda, ubicada en el cerro de Antofagasta, es un ejemplo singular de una apropiación y acoplamiento espacial. La vivienda construye una terraza abierta, con pleno dominio del mar y la inmensidad del paisaje. En una dimensión doméstica, la terraza se transforma en lugar de trabajo, contemplación, de múltiples actos desarrollados al aire libre, junto al paisaje.
Foto: J. Guerra.



0.1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

(a) Justificación desde el ámbito arquitectónico

Los problemas resultantes de una transición energética interrumpida en las ciudades de la zona desértica de Chile, en la cual se advierte la pérdida de concepciones de diseño pasivo, desuso de sistemas de protección solar por mucho tiempo validados como prácticas apropiadas para el clima regional, seguido de la implementación de tecnologías de climatización activa, han derivado en un proceso de regresión o involución de la cultura arquitectónica solar del desierto chileno.

La tendencia asumida en la región desértica chilena, ha sido la importación de modelos arquitectónicos de regiones y climas diferentes, una homogenización y simplificación en cuestiones de orden constructivo, degenerando en la copia, repetición de tipologías edificatorias de otras realidades socioculturales y climáticas, sin la necesaria adecuación local. Coherentemente con las necesidades insatisfechas en términos de confort, muchos de estos modelos han sufrido mutaciones, en algunos casos, creativas propuestas no convencionales realizadas por los propios usuario. Estos modelos forman parte esencial de nuestro caso de estudio [Figs. Nº 4 /5 /6].

Una referencia importante, plena de significación para el presente estudio, es la reflexión que realiza Víctor Olgyay¹⁵ en el prólogo del libro *“Design with Climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism”* el año 1962, diez años antes de la crisis energética mundial.

“Los patrones arquitectónicos propios de la civilización occidental han desatendido con demasiada frecuencia los problemas y soluciones inherentes a los edificios de regiones y climas distantes y diferentes. Con el amplio despliegue de las comunicaciones y de los movimientos poblacionales, se ha hecho necesario desarrollar un nuevo principio arquitectónico capaz de combinar soluciones tradicionales con nuevas tecnologías para comprender mejor los efectos del clima en el entorno humano” [OLGYAY 1962].

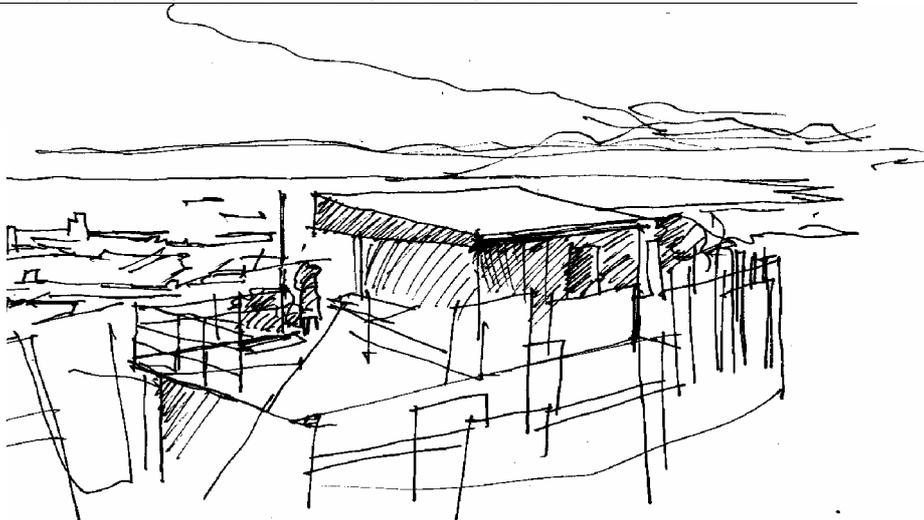
¹⁵ [OLGYAY, 1998] Edición castellana: *Arquitectura y Clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Ed. G. Gill.

Fig. N° 5 HABITAR LA EXTERIORIDAD

Significa ocupar la cubierta y experimentar en toda su dimensión la inmensidad del paisaje del desierto

La observación de este acontecimiento en la arquitectura informal del cerro de Antofagasta, fue el desencadenante poético de la presente investigación.

Croquis: J. Guerra.



La preocupación manifestada en la reflexión de Olgay, es de plena actualidad y vigencia. En nuestro caso, fijamos el interés y aproximación en lo que llamaremos "arquitectura informal", que se construye de los elementos propios de la cultura urbana, reciclando o reutilizando productos industriales a los que otorga nuevos usos y significados, nuevas disposiciones y formas. Diferenciado de la "arquitectura vernácula", que tiene como base la tradición cultural agraria y pastoril de los pueblos andinos que ocupan los territorios altos del desierto de Atacama.

22

Reparamos en la arquitectura informal urbana porque entrevemos en ella una forma nueva, también sensible al microclima local y al mismo determinismo climático de la arquitectura vernácula del desierto. Nos detenemos en la forma de adaptar o "aclimatar" la vivienda al medio ambiente y puntualizamos la transformación ambiental de la vivienda realizada por los residentes.

Entendemos, que en estos casos el edificio deja de ser un artefacto, para observarse como un hecho arquitectónico acoplado a su sistema ecológico, en una íntima relación entre un edificio y entorno. Esta transformación puede distinguir estrategias arquitectónicas apropiadas y rasgos de identidad que podrían volverse la base de un repertorio de diseño arquitectónico actual, que además, tiene el valor de conformar un programa diverso y ajustado a las necesidades contemporáneas, arraigado en los usos y necesidades de las personas [Fig. N° 7 / 8].

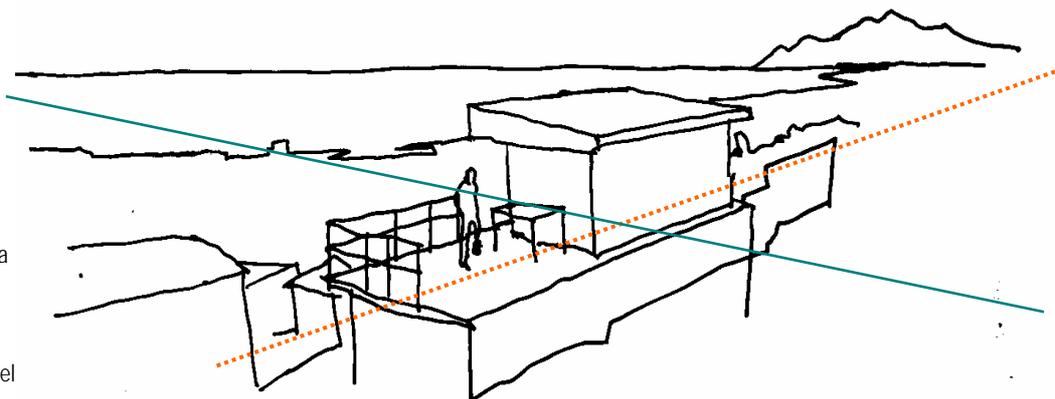
Se demuestra necesario, contemplar estrategias de transición *energético-ambiental* con un enfoque no restrictivo, propiciando las buenas prácticas en los ámbitos de la arquitectura sostenible y ecológica. Con la comprensión de "un hacer" más propio a las condiciones de aridez, que permitan restablecer la vocación desértica de la ciudad de Antofagasta y recuperar el sentido del "habitar el desierto", así como revertir y reactivar el malogrado proceso de transición energética.

Fig. N° 6 EXTENSIÓN Y ENFRENTAMIENTO

(1) La relación que establece el habitante está envuelta en la exterioridad.

(2) El vínculo con los elementos ambientales se establece en el acoplamiento entre la explanada abierta, el enfrentamiento al mar y la contemplación del paisaje.

(3) La disposición de la vivienda plantea un diálogo entre la escala del paisaje y la escala doméstica.



(b) Justificación desde el ámbito del desarrollo sostenible

El desarrollo de las energías renovables venía desarrollándose en Chile con gran dedicación, las investigaciones cubrían gran parte del territorio nacional, siendo muy importantes en la región del Desierto de Atacama, inexcusable por las naturales condiciones para el desarrollo de la energía solar.

El año 1973, ese proceso se interrumpió a consecuencia del Golpe de Estado, que instaura en el país un gobierno militar. Este hecho significó que Chile, llegara a la década de los noventa sin disponer de un código coherente de leyes sobre el medio ambiente, cosa de especial cuidado en un país donde el desarrollo económico se sustenta en gran medida por la explotación de sus recursos naturales (mineros, ganaderos, forestales y pesqueros)¹⁶ [WORD RESOURECES, 1990].

Con la recuperación de la democracia en 1990 Chile, debió enfrentar su desarrollo en un contexto energético y ambiental muy exigente, en un continuo aumento de requerimientos, normas y políticas ambientales de la Unión Europea y Norteamérica. Al país le correspondió hacer frente con urgencia a la desventajosa situación medioambiental creada tras diecisiete años de dictadura, para lograr mejorar su posición comercial, la integración e inserción en el mercado internacional [COCUZZA 1996].

Esta circunstancia, suscita la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)¹⁷ el año 1994. Con esta herramienta el país se somete a un importante proceso ambiental en todas las áreas productivas. En Chile, la tendencia respecto al tema ambiental y energético ha sido *la imitación de normas y comportamientos ambientales de países desarrollados*, situación habitual, en un país muy abierto a recibir sin demasiadas reticencias las influencias externas. Las consecuencias de esta actitud no se han hecho esperar en una sociedad en desarrollo con grandes diferencias económicas y extremos socioculturales [COCUZZA, 1996].

El sector energético en Chile, con una producción nacional decreciente depende en un porcentaje peligroso de los hidrocarburos, hasta hoy no cuenta con una política que fomente el ahorro

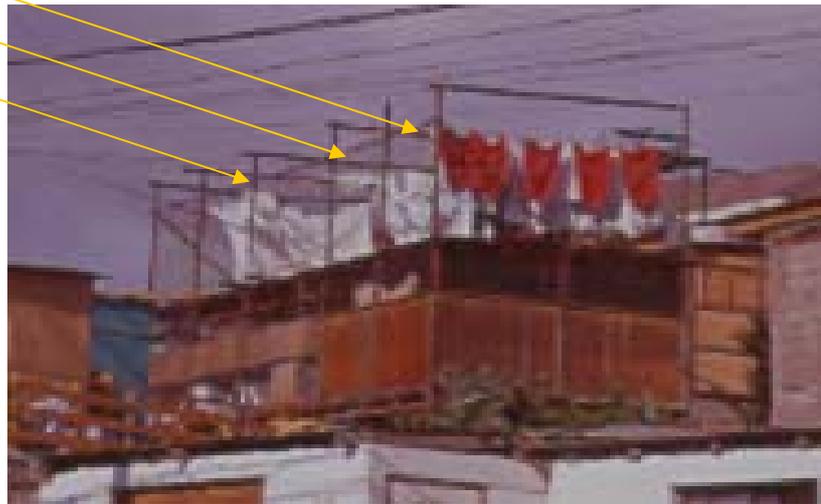
¹⁶ [WORD RESOURECES, 1990]

¹⁷ [CONAMA, 1999] 14 temas de la Agenda Ambiental :“Una Política para el Desarrollo Sustentable”. [En línea]<<http://www.conama.cl>>

Fig. Nº 7 SOMBRA Y TRANSPARENCIA

De igual modo que en el caso anterior, en ésta vivienda se da una nueva utilización a la cubierta. Se aprovecha como espacio útil, en el cual acontecen diversos actos cotidianos. Se construye una pérgola, una espacio de sombra con elementos muy livianos, pero que transforman la relación de la vivienda con su entorno.

Foto: J. Guerra.



energético a nivel residencial y comercial, sólo en 1994 se inició un programa de ahorro energético en el sector industrial por parte de la Comisión Nacional de Energía (CNE). La normativa existente en cuanto a calidad térmica de la edificación está hecha con criterios pre-crisis de 1973.

Actualmente a escala gubernamental el tema energético y medioambiental forman parte de la Agenda de Política Ambiental para el desarrollo sustentable. Entre sus objetivos se destaca: "*Consolidar los espacios de aplicación de las energías renovables como alternativa económicamente viable en determinados sectores, en especial el rural, y establecer los mecanismos institucionales que facilitan el desarrollo de proyectos en el área de la eficiencia energética*" [CONAMA, 1999].

Sin embargo, creemos que el enfoque no puede limitarse a los ámbitos rurales, sino que también debe involucrar a los urbanos, que es donde el gasto energético es mayor. Con ello generar una conciencia ambiental en los habitantes respecto al lugar donde residen, de esta forma el problema no queda sólo definido desde su factibilidad económica, sino desde la sostenibilidad.

En resumen, los grandes conflictos entre la arquitectura y la ecología del desierto en Chile que justifican su estudio son los siguientes:

- (1) **El desarraigo ambiental-espacial** de los proyectos habitacionales construidos en las zonas desérticas de Chile, desarrollados sobre modelos no apropiados a las condiciones climáticas.
- (2) **La pérdida de identidad regional** e imagen urbana propiciado por una arquitectura que desconoce la realidad ecológica. La ausencia de incentivos en beneficio del aprovechamiento de los recursos energéticos renovables de la zona, en la que se destaca una marcada tendencia hacia la "climatización artificial" de los ambientes, asociado con una transformación en los hábitos de consumo y modos de vida de la sociedad chilena en su conjunto.
- (3) **La desaparición de la cultura solar**, el desvanecimiento de la sensibilidad de una "cultura del desierto", por la cultura del aire acondicionado, y el ocaso de un tipo de habitante que aprendió a vivir en el minimalismo impuesto por las extremas condiciones ambientales del desierto.

Fig. Nº 8 NUEVOS HORIZONTES

En este clima la utilización de la cubierta, como un espacio activo, se reivindica en gran parte de las viviendas, siendo habitual observar a personas caminando por los techos. El uso de la cubierta como un patio-terrace, abierto o semi cubierto estimula las nuevas relaciones de la vivienda con su entorno natural. El aprovechamiento del viento y del sol en actividades cotidianas tiene también implicaciones ambientales en la forma de usar la vivienda y de relación con el medio ambiente.



(c) Justificación desde el ámbito de la docencia universitaria

La tesis encuentra también su justificación en el ámbito de la docencia y la investigación universitaria, dada la vinculación institucional del doctorando, como académico del Departamento de Arquitectura de la Universidad Católica del Norte (UCN) en Antofagasta, Chile.

La fuerte vocación de la Escuela de Arquitectura de la UCN por este territorio, se plasma tanto en su plan de estudios como en las investigaciones y publicaciones realizadas en las áreas de patrimonio y diseño arquitectónico.

La práctica docente y producción académica de la cátedra de “Taller de Arquitectura” ha generado un lenguaje, pleno de contenidos y conceptos propios surgidos de entender al desierto como territorio de estudio. En esta dimensión la investigación en curso puede ayudar a ampliar estos conceptos fundamentales.

En un marco universitario que favorece la extensión y la concienciación social, los temas energético-ambientales que desarrolla la tesis serán bien acogidos por una comunidad incentivada y en alerta lamentablemente no por efecto de la prevención, sino por la emergencia, debido al número de incidentes contra el medioambiente acaecidos en la región de Antofagasta. Entre los que se destacan, los conflictos sociales por problemas de salud debido a la contaminación ambiental por plomo, el deterioro ecológico del paisaje natural del río Loa producto de vertidos tóxicos, el daño al patrimonio cultural de vestigios arqueológicos arrasados por el trazado del gaseoducto y la especulación ejercida por la inversión inmobiliaria de grandes complejos hoteleros, sobre el frágil equilibrio del sistema ecológico de los pequeños oasis pre-cordilleranos, pequeñas islas verdes donde el incalculable valor de la tierra fértil que por miles de años ha sido el sustento de la cultura atacameña se compra para transformarlo en sólido hormigón.

La necesidad de cambiar urgentemente esta falta de sensibilidad hacia el desierto justifica la profundización que la tesis realiza en la realidad regional.

Fig. N° 9 ENVOLVENTES DOBLES

Apropiación ambiental, nueva imagen urbana a partir de la revalorización de los elementos propios de una cultura solar. Estrategias del diseño especialmente determinada para el clima árido



0.1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se plantea como el estudio de las posibles relaciones, entre el ecosistema desértico, el proyecto habitacional y el proceso de transición energética. Para los cual define el problema de investigación como la construcción de respuestas a dos preguntas de investigación que se presentan a continuación:

Pregunta de investigación N°1:

¿Cómo se desarrolla la transición energética del proyecto habitacional colectivo en una ecología del desierto de Chile?

26

Con un desarrollo básicamente teórico, que describe el proceso de la transición hacia las energías renovables en la arquitectura, enfocado desde la calidad y cualidad del diseño energético para la ecología del desierto.

La observación de los desierto, como espacios proveedores de energía donde podemos cultivar y cosechar energías limpias, queda demostrado en los datos de ahorro energéticos y uso eficiente de los recursos naturales, en latitudes dónde la energía solar es menos favorable. De manera generalizada los desiertos se identifican como ambientes extremos, territorios vastos y poco propicios para la vida, ello presupone un considerable gasto energético, necesario para proporcionar niveles aceptables de confort y habitabilidad de los ambientes desérticos.

Esta presuposición tiene al menos dos posibles respuestas: En el caso de que la arquitectura no se plantee el problema y el acondicionamiento ambiental esté resuelto por sistemas de climatización artificial, sería correcto. Por el contrario, el juicio sería erróneo, si la arquitectura asume una respuesta apropiada, como ocurre con la arquitectura vernácula, que se presenta con sistemas adaptados y apropiados a los diversos matices de cada una de las culturas que habitan los desiertos.

La oportunidad de utilizar energías naturales en zonas desérticas, especialmente la energía solar, eólica o geotérmica es única. El aprovechamiento pasivo con sistemas de refrigeración y calefacción natural, ventilación nocturna o evaporación, están entre las diversas estrategias de diseño cuya efectividad es determinante en los climas áridos o extremadamente áridos [Fig. N° 9].

Fig. N° 10 ELEMENTOS DE IDENTIDAD

El doble techo, el cobertizo se ha transformado en un elemento de identidad de la cultura del desierto, producto de las necesidades ambientales.

Fotos: J. Guerra / G. Kapstein



Pregunta investigación N° 2:

¿Cómo se desarrolla la transformación ambiental de la vivienda por acción del usuario durante un período de cuarenta años en función de las necesidades de acondicionamiento climáticos al entorno desértico costero en la ciudad de Antofagasta, Chile?

A diferencia de la primera pregunta, ésta tiene un desarrollo operativo, es decir, involucra el análisis del caso, observando la transformación de las viviendas como una adaptación o acondicionamiento ambiental al clima desértico costero. Con un desarrollo de alternativas en el orden estratégico que permitan revertir y reactivar un malogrado proceso de transición en franca regresión¹⁸ y estancamiento.

Desde el caso de estudio, se abren las diversas referencias a la arquitectura tradicional del desierto y/o a la arquitectura informal, no obstante su origen distinto, ambas asumen estrategias similares de apropiación con su entorno. Concurren también los nuevos planteamientos de diseño energético y ecológico. De la primera observación resulta evidente intuir que no se están resolviendo integralmente los problemas de la vivienda, prevaleciendo las dicotomías entre el “hacer” de los diseñadores y las necesidades reales de la sociedad. La desnudez de los paisajes desérticos hace que los detalles sean notoriamente visibles. Poniendo de manifiesto cuando la relación entre la obra y su territorio se encuentra en una perfecta armonía o por el contrario cuando está plena de contradicciones.

En la práctica, las decisiones de proyecto con relación a los factores medioambientales se soslayan, desaprovechando las posibilidades de utilización de sistemas pasivos y de las energías renovables en el diseño, prevaleciendo la respuesta convencional, no diferenciada, que olvida apoyar el razonamiento conceptual con las estrategias medioambientales. **Es vital cambiar esta actitud, para recuperar las señas de identidad de la cultura del desierto, a partir del conocimiento y la valoración de los ecosistemas desérticos, la reactivación de la transición energética descubriendo las necesidades conformes a la cultura y sociedad local [Fig. N°10].**

¹⁸[SCHLOSSBERG, 1984]. En propiedad, todo proceso de transición tiene el carácter progresivo o evolutivo cuando ésta va acompañada de superación y de progreso, pero también, un carácter regresivo o involutivo cuando los cambios realizados no perduran en el tiempo y el sistema deja de funcionar.

0.1.4. TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN

TIPOLOGÍA	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS
No experimental ¹⁹	Observación del fenómeno de la transformación de la vivienda, en su contexto natural, observación directa de situaciones existentes, reacciones y adaptaciones al clima, observación de aspectos espaciales y constructivos de la vivienda en una zona extremadamente árida.
Descriptiva ²⁰	Descripción de la transición energética del proyecto habitacional colectivo en el uso de las energías renovables, de los procesos de transformación, centrado en los aspectos de confort ambiental en un clima desértico.
Transeccional o transversal	Se observa la situación actual de las viviendas, y <i>se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único</i> . Es una fotografía de lo que sucede en ese momento, cuyo propósito es describir la situación actual y determinar las acciones de cambio y transformación.
Longitudinal ²¹	Se realiza una reconstrucción longitudinal temporal del proceso de transformación de las viviendas de la población Salar del Carmen, en un período de cuarenta años, haciendo cortes analíticos cada 10 años desde 1961 al 2001.
Cualitativa	Observación sobre funciones, usos y modos de apropiación ambiental de la vivienda. Se utilizan instrumentos como el croquis, levantamientos, catastros, fotografías y la entrevista con los habitantes y con uno de los arquitectos proyectistas.
Cuantitativa	Análisis del comportamiento ambiental de las viviendas a partir de mediciones de parámetros visuales (nivel lumínico), parámetros climáticos (nivel térmico), parámetros acústicos (nivel sonoro) y la comparación con un modelo de vivienda no-transformada.

Fuente: [HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 1991]

¹⁹ Diseño no experimental: De acuerdo con el número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectan datos.

²⁰ Descriptivo: Tiene como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables.

²¹ Longitudinal: Analiza los cambios a través del tiempo en determinadas variables o en las relaciones entre éstas.

0.1.5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

En este punto se describen brevemente los aspectos metodológicos de la investigación; mayores antecedentes se encuentran en los documentos anexos del presente estudio (Anexo N°3).

La metodología empleada tiene como objetivo observar la arquitectura como un sistema abierto, desde las transformaciones producidas en las viviendas de la población Salar del Carmen, en función de los procesos de acondicionamiento ambiental de las mismas. Es una aproximación interrogativa, atenta a los cambios ocurridos a las formas primarias u originales resultado de las apropiaciones y adaptaciones efectuadas por los habitantes.

Se realiza una selección representativa de las diversas tipologías de viviendas, de acuerdo al número de casos existentes, su emplazamiento y ubicación en la parcela, comprendiendo casos de viviendas transformadas y no transformadas, estas últimas, se utilizan de modelos para el análisis comparativo. Por otro lado, para entender la actuación ambiental pasiva de las viviendas se proponen tres instrumentos para la recogida de datos: (1) Observación directa, (2) Encuesta de confort y (3) Registro de parámetros ambientales con instrumentos.

-
- (1) **La observación directa:** Implicó el registro fotográfico y levantamiento planimétrico de los casos de estudio, que incluía además, croquis de los aspectos espaciales más relevantes. Este trabajo se resumió en una ficha de catastro que incluye dibujos axonométricos de las viviendas, emplazamiento y comentarios específicos del caso, como por ejemplo: (Tipo de ventanas, abiertas, cerradas, protegidas, no protegidas, dimensión de las ventanas, colores interiores, relaciones con el exterior, etc). Asimismo, se realizan observaciones respecto a las actividades y características de la ocupación de la vivienda. Estos datos observados de carácter cualitativo se organizaron en una matriz, estructurada basándose en categorías teóricas preestablecidas, relacionadas con el acondicionamiento térmico, lumínico y acústico de las viviendas de la población Salar del Carmen, para un clima desértico costero cálido-seco.
-

(2) **La encuesta de confort ambiental y consumo de energía residencial en zonas áridas:** Se trata de una encuesta básica, con relación a aspectos cuantitativos de consumo y cualitativos de percepción del confort interior de la vivienda. Las preguntas abordan la condición térmica, lumínica y acústica de los espacios y la forma de ocupación. La encuesta persigue tener elementos de comparación y juicio que permitan contrastar las observaciones realizadas con instrumentos estandarizados de medición.

(3) **Registro de parámetros ambientales con instrumentos:** La observación de los parámetros ambientales se compone de dos estrategias de aplicación: (a) Utilización de los *data logger*, que permiten realizar mediciones de temperatura y humedad relativa, y (b) El paseo con instrumentos en mano (termohigrómetro, luxómetro, anemómetro y sonómetro). Ambas estrategias de observación permiten una comprensión completa de la actuación ambiental del edificio.

Para trabajar con los *data logger* se siguieron las recomendaciones del estudio de M. Longobardi y M. Hancock²². Este sistema tiene la ventaja de ser una técnica adecuada para conseguir una rápida percepción de la forma de actuación medioambiental en observaciones de campo donde el tiempo es breve.

La información recogida de cada caso, dio origen a una pauta denominada "Parámetros de confort ambiental", en la que se registran los datos del recinto elegido para el análisis, es decir, la zona de estar-comedor, que en las viviendas originales se corresponde con el patio. En la misma ficha se deja constancia del paseo realizado con los instrumentos desde la puerta de calle hasta el fondo de la casa, recorriendo todos los recintos hasta la terraza o patio interior cuando es el caso. Paralelamente se encuentra la gráfica del registro realizado con los *data logger*, que se complementa con los datos de temperatura y humedad relativa del exterior para ese día, según el registro meteorológico aportado por la estación meteorológica de la Universidad Católica del Norte, ubicada en la zona sur de Antofagasta.

²² [LONGBARDI, M & HANCOCK, M. 2000] Field trip strategies: Towards understanding the passive thermal performance of buildings using the example of a case study in Naples: Dogana office Building. En, 3rd International Conference for Teachers of Architecture.

0.2. VARIABLES DE ESTUDIO

PREGUNTA N°1:

¿Cómo se desarrolla la transición energética del proyecto habitacional colectivo en una ecología del desierto de Chile?.

VARIABLE DEPENDIENTE ²³	VARIABLES INDEPENDIENTES ²⁴
[VD] La transición energética.	[VI.1] Proyecto habitacional colectivo. [VI.2] Ecología del desierto.

31

PREGUNTA N°2:

¿Cómo se desarrolla la transformación ambiental de la vivienda por acción del usuario durante un período de cuarenta años en función de las necesidades de acondicionamiento climáticos al entorno desértico costero en la ciudad de Antofagasta, Chile?.

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES
[VD] La transformación de la vivienda.	[VI.1] Período de 40 años. [VI.2] Acción del usuario. [VI.3] Necesidades de habitabilidad. [VI.4] Factores climáticos en los desiertos. [VI.5] Diseño apropiado.

²³ [HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 1991] [VD] VARIABLE DEPENDIENTE (EFECTO)

²⁴ [HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 1991] [VI] VARIABLE INDEPENDIENTE (CAUSA)

0.2.1. SISTEMA DE HIPÓTESIS²⁵

0.2.1.1. HIPÓTESIS GENERAL N°1

- (a) La transición energética del proyecto habitacional colectivo en la ecología del desierto, está conducida hacia el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables del desierto.
 - (b) El proyecto habitacional colectivo, debe conducir su transición energética hacia el aprovechamiento de los recursos energéticos naturales en la ecología del desierto en Chile.
-

32

0.2.1.2. HIPÓTESIS GENERAL N°2

- (c) La transformación de las viviendas de la población Salar del Carmen, realizadas por los usuarios están asociadas con las necesidades de acondicionamiento ambiental y a un diseño arquitectónico inapropiado al clima desértico-costero de Antofagasta.
 - (d) Las transformaciones y adecuaciones que permiten la apropiación activa de las viviendas para mejorar el aprovechamiento de las energías naturales del entorno desértico, están asociadas al reconocimiento de las actuaciones del usuario en el control ambiental.
-

0.2.1.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

La transformación de las viviendas está asociada con la administración del usuario de las condiciones ambientales deseadas.

La transformación de las viviendas está relacionada con la necesidad de protección de los factores climáticos singulares del clima desértico costero cálido-seco de Antofagasta.

En las transformaciones de la vivienda existen acciones de diseño energético apropiadas para el clima desértico costero cálido-seco, con inviernos suaves de Antofagasta.

²⁵ Las letras que identifican a cada una de las hipótesis están en directa relación con los objetivos, tanto generales como específicos.

0.3. OBJETIVOS

0.3.1.OBJETIVOS GENERALES

- (a) Comprender el desarrollo de la transición energética del proyecto habitacional colectivo en función los componentes de control y aprovechamiento de los recursos energéticos en una ecología del desierto de Chile.
 - (b) Describir la transición energética del proyecto habitacional colectivo en el uso de las energías renovables.
 - (c) Observar los procesos de transformación de las viviendas de la Población Salar del Carmen realizadas por el usuario en función de las propuestas de control y apropiación ambiental en un entorno desértico.
 - (d) Analizar las transformaciones de la vivienda desde la perspectiva del comportamiento ambiental a partir de mediciones cuantitativas y cualitativas.
-

33

0.3.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS

- (a1) Especificar desde el ámbito teórico, cuáles son los nuevos enfoques del proyecto habitacional, y cómo se incorpora la variable energética en el diseño arquitectónico.
 - (a2) Determinar las características del proceso de transición al desarrollo sostenible en zonas áridas, e inferir su viabilidad y singularidad en el caso del desierto chileno.
 - (b1) Definir las estrategias de diseño para el "nuevo proyecto habitacional" en la ecología del desierto de Chile.
 - (b2) Resumir los factores claves que determinan la transición energética de la vivienda que permiten aprovechar los recursos energéticos.
-

- (c1) Distinguir casos de transformación en la población Salar del Carmen de Antofagasta, a través de un catastro gráfico, que incluya planimetría, croquis, fotografías y detalles de las viviendas en su estado actual. Seleccionar las propuestas más destacadas con relación al aprovechamiento y control ambiental y determinar las buenas prácticas para el clima desértico costero cálido-seco.
- (c2) Seleccionar casos de viviendas no transformadas para comparar el prototipo original con el de las viviendas transformadas. Valorando el grado de apropiación climática.
- (c3) Caracterizar la transformación del diseño arquitectónico, para dar respuesta a las preguntas: cuándo, cómo y porqué; acontecieron las transformaciones. Y especificar las propiedades de la forma y características de la envolvente como dispositivo de oscurecimiento y color.
- (c4) Especificar las transformaciones de las viviendas con relación a los factores del clima desértico: necesidades de confort, formas de uso, funciones y actividades del usuario, degradación material en función del tiempo, y determinar la incidencia éstas en el proceso de transformación y apropiación.
- (d1) Realizar mediciones de los parámetros genéricos²⁶ de un recinto específico de las viviendas, para conformar una percepción ambiental de tipo visual (nivel lumínico), climático (nivel térmico) y acústico (nivel sonoro), para obtener una fotografía ambiental de las viviendas.
- (d2) Medir el comportamiento ambiental del recinto más importante de la vivienda utilizando las estrategias de percepción rápida "*fiel trip strategies*" de Longobardi y Hancock.
- (d3) Analizar las transformaciones detectadas en las viviendas respecto de las recomendaciones o especificaciones de funcionamiento de las "*Tablas de Mahoney*", que permiten interpretar los diseños analizados.

²⁶ [SERRA, 1991] *Los parámetros genéricos especialmente importantes para la percepción de tipo visual, acústico o climática*. En: *Arquitectura y Energía Natural*. Ed. UPC. Barcelona, Pág. 112