

## Patrón urbano sustentable en antiguo poblado en el Valle del Elqui, Chile.

Sustainable urban pattern in an old town in the Elqui Valley, Chile.

▲ **Palabras clave/** Urbanismo bioclimático, confort urbano, asentamiento histórico, sostenibilidad urbana.

▲ **Keywords/** Bioclimatic urbanism, urban comfort, historic settlement, urban sustainability.

▲ **Recepción/** 2 abril 2015

▲ **Aceptación/** 5 junio 2015

### Armando Mansilla Sunkel

Ingeniero Constructor, Universidad de La Serena, Chile.

Doctor en Desarrollo Urbano Sustentable, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Académico Departamento de Ingeniería en Obras Civiles, Universidad de La Serena, Chile.

amansill@userena.cl

**RESUMEN/** El presente estudio descubre la existencia de un patrón urbano bioclimático en un antiguo poblado ubicado en el Valle de Elqui en Chile. Este patrón fue descubierto cuando se intentaba relacionar los antiguos poblados del Valle de Elqui con los recursos naturales del lugar, con el fin de lograr confortabilidad térmica. En un principio se realiza un estudio del microclima del lugar a través de cartas bioclimáticas y luego se elabora una matriz de interacción entre variables urbanas y de medio ambiente. Los resultados demuestran que el poblado de Algarrobito actúa de manera sustentable y aprovecha eficientemente los recursos naturales del lugar. La matriz muestra características que evidencian la presencia de un patrón urbano bioclimático. Luego, se logra dar evidencias de que dicho patrón urbano estaba presente en otros poblados del valle. Entonces, la planificación urbana ambiental para el logro del confort térmico quedaba de manifiesto en otros antiguos conjuntos habitacionales del Valle de Elqui. **ABSTRACT/** This article reveals the existence of a bioclimatic urban pattern in an old village in Elqui Valley, Chile. This pattern was discovered when attempting to relate the ancient settlements of this Valley with the natural resources in the area, in order to achieve thermal comfort. Initially, the area's microclimate is studied with bioclimatic charts to then develop an interaction matrix between urban and natural environment variables. The findings show that the village of Algarrobito acts sustainably and efficiently uses the area's natural resources. The matrix shows the presence of an urban bioclimatic pattern. Subsequently, evidence of the existence of such urban pattern in other villages in the Valley is offered. Then, environmental urban planning to achieve thermal comfort was evident in other ancient housing complexes in the Elqui Valley.

**INTRODUCCIÓN.** Existen poblados pertenecientes a la cuenca del Valle de Elqui en Chile donde se construyen nuevos conjuntos habitacionales, que poco reconocen en su planificación los recursos naturales del lugar, es decir, no existe una planificación con criterios bioclimáticos. El diseño de la vivienda, junto a los materiales y su interacción con el lugar no satisfacen las necesidades de confort térmico. El control del entorno y la creación de condiciones adecuadas a sus necesidades y al desarrollo de sus actividades son cuestiones que el hombre se ha planteado desde sus orígenes (Olgay 1998). Cualquier

edificio que se proyecte podrá resolver más tarde sus problemas de confortabilidad mediante sistemas artificiales de control ambiental, lo cual nos permite ignorar las características del clima y del lugar donde se ubica. En la práctica, nuestras construcciones no solucionan los problemas climáticos e incluso, en ocasiones, los agravan (Serra 1989).

Sin embargo, en estos mismos asentamientos existe evidencia de que en el pasado, poblados pertenecientes a la cuenca del Valle de Elqui, utilizaban de forma racional los recursos naturales del lugar y los gestionaban armónicamente para satisfacer sus necesidades de confort térmico. Es el caso del poblado de Algarrobito, una localidad a 15 km de la ciudad de La Serena, que pertenece a la cuenca del Elqui y en el que se han

encontrado claras evidencias, en su antiguo conjunto de viviendas (imagen 1), de la existencia de elementos urbanísticos que logran interactuar eficientemente con los recursos locales para generar bienestar térmico en sus habitantes, a diferencia de los nuevos conjuntos del sector (imagen 4). Al analizar la interacción del antiguo conjunto habitacional en el sector de Algarrobito en Valle de Elqui con el clima del lugar, se puede apreciar una interacción armónica y equilibrada.

Es en este sentido que este trabajo de investigación ha motivado y orientado sus esfuerzos a caracterizar un patrón urbanístico bioclimático en el antiguo conjunto habitacional en la localidad de Algarrobito y reconocer dicho patrón en otros poblados del valle, con el fin de mostrar y demostrar la factibilidad de que nuevos conjuntos habitacionales del valle puedan interactuar con los recursos naturales del lugar generando altos niveles de bienestar térmico para sus habitantes.

### 1 MARCO TEÓRICO.

La relación entre el clima y la arquitectura ha sido siempre íntima, estableciéndose una dependencia de los materiales, las técnicas, los sistemas constructivos y el diseño de los edificios, con el clima del lugar. La arquitectura vernácula representa la adecuación perfecta entre el clima, las necesidades humanas y la construcción sostenible, y por ello se podría decir que es la primigenia arquitectura bioclimática (Neila 2004). El urbanismo bioclimático debe adecuar los trazados urbanos a las condiciones singulares del clima y el territorio, entendiendo que cada situación geográfica debe generar un urbanismo característico y diferenciado con respecto a otros lugares (Higuera 2006).

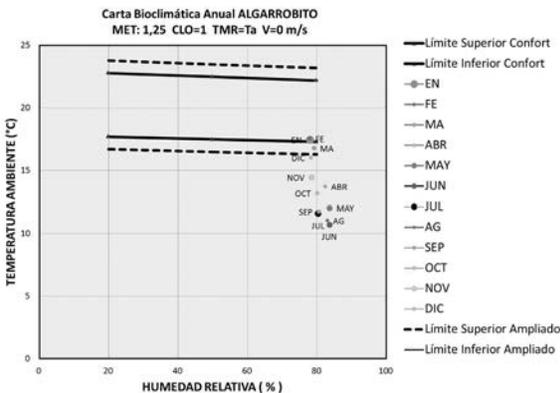
Para realizar un estudio urbanístico en relación al clima, se debe determinar el microclima del lugar. Para ello, se pueden utilizar las cartas bioclimáticas de Olgay.



**Imagen 1.** En la imagen se aprecia el conjunto nuevo y antiguo en Algarrobito. El viario principal del antiguo conjunto a media ladera en forma lineal y trazado horizontal. El viario principal recorre eje NO-SE (fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth).



**Imagen 2.** Plaza en el antiguo conjunto de Algarrobito. En el lugar se produce un microclima que es aprovechado por los habitantes para refrescarse en verano (fuente: El autor).



**Gráfico 1.** Carta Bioclimática de Olgay anual sector Algarrobito. Met: Metabolismo. CLO: Aroamiento. TMR: Temperatura media radiante. Ta: Temperatura ambiente. V: velocidad del viento (fuente: El autor).

Este es un sistema de análisis climático que no sólo permite definir el clima del lugar, sino que también obtiene medidas correctoras para lograr el confort térmico en el diseño urbano o elección del lugar a construir. De acuerdo a Olgay (1998), el hombre se esfuerza por llegar al punto en el que adaptarse a su entorno le requiera solamente un mínimo de energía. Las condiciones bajo las cuales consigue dicho objetivo se define como zona de confort, donde la mayor parte de la energía humana se libera para dedicarse a la productividad. Las cartas bioclimáticas son herramientas de diseño bioclimático basadas en la premisa del bienestar higrotérmico. Ellas proporcionan información sobre las diferentes estrategias constructivas y de diseño disponibles y, al superponer sobre ellas las condiciones climáticas concretas del lugar, indican directamente cuáles deben emplearse (Neila 2004). En la planificación urbana bioclimática, una vez estudiado el clima y sus variables más determinantes, es preciso articular

un mecanismo que ayude a sintetizar el diagnóstico ambiental. La relación entre el medio ambiente y el medio urbano se resume mediante una matriz de interacción, que es un instrumento clave para poder determinar con exactitud las líneas estratégicas a partir de las cuales se podrán establecer los criterios adecuados de optimización ambiental para conseguir un desarrollo urbano adecuado al medio (Higueras 2006). Para lograr satisfacer las necesidades de confort térmico de un nuevo desarrollo urbano es fundamental que exista una planificación urbana diferente para cada lugar donde se construirá. Esto significa diseñar correctamente el trazado del viario principal y sus calles para el aprovechamiento de la energía solar y sus vientos locales. También se debe considerar una correcta orientación de las fachadas, la ubicación estratégica de la vegetación, la tipología edificatoria y los materiales de construcción a utilizar.

VARIABLES DEL MEDIO URBANO	VARIABLES DEL MEDIO NATURAL	(+) : IMPACTO POSITIVO (Beneficioso Confort Térmico) (-) : IMPACTO NEGATIVO (En desmedro Confort Térmico)				
	CRITERIOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO	SOL	VIENTO	GEOMORFOLOGÍA	HUMEDAD	VEGETACIÓN
RED VIARIA	- Viario principal orientado al NE aprovecha energía solar (+) - Forma lineal mayor captación radiación solar (+)	- Viario principal dirección Este-Oeste para predecir entrada vientos dominantes (+) - Vientos húmedos generan in confort térmico (-)	- Adaptándose a la topografía siguiendo curva de nivel sin grandes movimientos de tierra (+)	- Vientos dominantes que pasan por viario principal eliminan la humedad (+)	- Árboles a ambos lados del viario principal generan sombras en verano (+)	
ESPACIOS LIBRES	- Altura versus ancho calles aseguran mínimas h de sol invierno (h/A=0,28) en calles y fachadas (+)		- La pendiente de l terreno, hace rápida evacuación de aguas lluvias de los espacios libres (+)	- Humedad genera in confort en espacios libres (-) - Alta humedad en patios en invierno (-)	- Árboles hoja caduca frente a fachadas (+) - Árboles generan barreras protectoras contra el viento en plaza (+)	
CONDICIONES DE PATIOS			- Se aprovechan terrenos cultivables para plantar árboles y vegetación (+)		- Árboles en patios traseros para protegerse de vientos fríos del NO (+) - Zonas de confort en verano en patios con vegetación (+)	
CONDICIONES DE EDIFICACIÓN	- Muros de gran masa térmica (+) - Elevada pendiente techumbre mejor captación solar (+) - Viviendas pareadas con menor pérdidas de calor (+) - Fachadas orientadas al norte con mayor altura con respecto calle (+)	- El viento utilizado para ventilación cruzada (+)	- Viviendas emplazadas en pendiente en baja y media ladera para mejor asoleo (+)	- Elevada pendiente techumbre mejora evacuación humedad (+) - El adobe genera microclima en interior vivienda eliminando humedad (+)		

**Tabla 1.** Matriz de interacción ambiental del antiguo conjunto en Algarrobito. Se aprecian 21 Impactos positivos (+) que favorecen el confort térmico y 3 Impactos negativos (-) que no favorecen el confort térmico (fuente: El autor).

**2 HIPÓTESIS.** El antiguo conjunto de Algarrobito en el Valle de Elqui en Chile, posee un patrón urbano bioclimático que aprovecha de mejor forma los recursos naturales del microclima del lugar, para lograr el confort térmico en la población. Sin embargo, las nuevas formas urbanas y constructivas han perdido esta interacción, en gran medida porque no han continuado construyendo basándose en el patrón urbano que poseen los antiguos conjuntos habitacionales.

**3 OBJETIVO GENERAL.** Determinar la existencia de un patrón urbano bioclimático en el antiguo poblado de Algarrobito ubicado en el Valle de Elqui y su posible relación con los recursos naturales del lugar.

**3.1 Objetivos Específicos.**

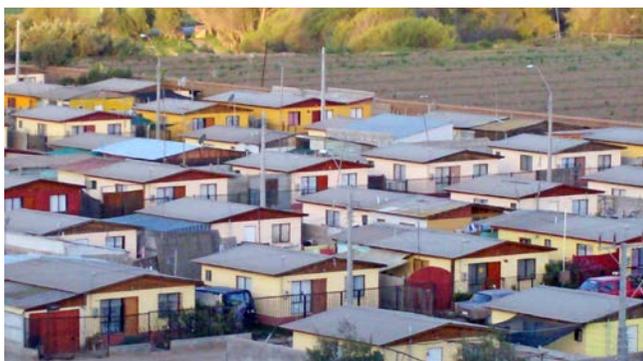
**3.1.1** Caracterizar el patrón urbano bioclimático en el antiguo conjunto habitacional de Algarrobito, realizando un análisis de las condiciones de ordenamiento del conjunto, del diseño de las edificaciones y los elementos constructivos.



**Imagen 3.** Viviendas pareadas en antiguo conjunto en Algarrobito. Se aprecian árboles en la parte posterior de las viviendas y árboles en el viario principal (fuente: El autor).

VARIABLES DEL MEDIO URBANO	VARIABLES DEL MEDIO NATURAL	( + ) : IMPACTO POSITIVO (Beneficioso Confort Térmico) ( - ) : IMPACTO NEGATIVO (En desmedro Confort Térmico)				
	CRITERIOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO	SOL	VIENTO	GEOMORFOLOGÍA	HUMEDAD	VEGETACIÓN
RED VIARIA	- Viario principal orientado en eje Norte Sur poca energía solar ( - ) - Calles forma cuadrícula N45E captan menor energía en el año ( - )	- Calles expuestas a vientos dominantes del NO ( - )	- Viario principal y calles en planicie, se realiza considerable movimiento tierra ( - )	- Vientos dominantes retiran la humedad en verano pero generan incomfortabilidad en invierno ( + ) y ( - )	- No existen árboles en viario principal ni en calles secundarias ( - )	
ESPACIOS LIBRES	- Demasiado calor en espacios libres, produciendo en verano incomfortabilidad ( - ) - Viviendas se dan sombra entre ellas en invierno. Altura versus espacio entre viviendas (h/A=1,27) ( - )	- La baja pendiente del conjunto retiene el agua en espacios libres ( - )	- Humedad genera incomfort en espacios libres ( - )	- No existe plaza que genere microclima ( - ) - Nula vegetación en espacios libres ( - )		
CONDICIONES DE PATIOS	- Vientos fríos en invierno provocan incomfortabilidad ( - )	- Excelente terreno para cultivar pero no existe vegetación ( - )	-No existe microclima en verano en patio ya que no existe vegetación ( - ) -No existen barreras de vegetación protectoras para vientos ( - )			
CONDICIONES DE EDIFICACIÓN	- Muros retienen calor en verano ( - ) - Poca pendiente techumbre poca captación solar ( - ) - Viviendas individuales con mayor pérdidas de calor invierno ( - )	- No se utiliza ventilación cruzada ( - )	- Viviendas emplazadas en planicie, menor ganancia de calor durante el año ( - )	- Baja pendiente techumbre limita evacuación humedad ( - ) - El aislapool en muros genera acumulación de calor en verano produciendo incomfort ( - )		

**Tabla 2.** Matriz de interacción ambiental del nuevo conjunto en Algarrobito. Se aprecian 23 Impactos negativos (-) que no favorecen el confort térmico y 1 Impacto positivo (+) que favorece el confort térmico (fuente: El autor).



**Imagen 4.** Nuevo conjunto en Algarrobito. Viviendas aisladas, cubiertas de baja pendiente, con nula o baja vegetación, expuestas a vientos fríos de la costa (NO). En verano la exposición al calor es muy alta (fuente: El autor).



**Imagen 5.** Antiguo y nuevo conjunto en Algarrobito. El antiguo conjunto con una trama urbana lineal con viario principal versus el nuevo conjunto con trama cuadrícula. Se aprecian las barreras vegetales para protegerse de vientos fríos del NO en patios de antiguos conjuntos (fuente: SAS Planet).

**3.1.2** Determinar una relación entre el patrón urbano del antiguo conjunto habitacional de Algarrobito, con el microclima del lugar y la confortabilidad térmica de los habitantes.

**3.1.3** Determinar si el nuevo conjunto habitacional sigue las características del patrón encontrado en el antiguo conjunto.

**4. METODOLOGÍA.**

**4.1** Se procede a seleccionar un poblado de la cuenca en estudio. Los criterios de selección fueron la existencia de una estación meteorológica cercana y la presencia de un nuevo y antiguo conjunto habitacional. El poblado seleccionado fue Algarrobito.

**4.2** Se identifican y procesan los datos climatológicos de la estación meteorológica más cercana al lugar de estudio. La red de estaciones meteorológicas utilizadas fue la red CEAZA-MET<sup>1</sup>, administrada por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas de la Región de Coquimbo.

**4.3** Se realizan visitas a terreno para identificar zonas clave donde se concentrará el estudio. Mediante una revisión e identificación visual y fotográfica de elementos urbanos,

arquitectónicos y de materiales de construcción utilizados, tanto en las viviendas antiguas como en las nuevas, se logra una primera aproximación hacia la problemática.

**4.4** Se confeccionan climogramas de bienestar de Olgay para la localidad. Primero se confecciona un climograma anual y posteriormente se determinan climogramas para cada mes del año en forma horaria. Las cartas bioclimáticas muestran en detalle el clima del lugar y cuantifican las necesidades de energía, viento o humedad para alcanzar el confort térmico.

**4.5** Una vez estudiado el clima y sus variables, se realiza el diagnóstico ambiental definitivo. Para ello se confeccionan las matrices de interacción entre variables urbanísticas (red viaria, espacios libres, condiciones de manzanas, sitios y edificación) y las variables del clima (sol, vegetación, viento, humedad). Se determina entonces la real interacción de los recursos naturales del lugar con el conjunto nuevo y antiguo. Se determina el patrón urbano existente en el antiguo conjunto y se valida con otros dos poblados del valle.

**4.6** Una vez realizadas las matrices de interacción, se realiza una comparación entre las variables del clima generadoras de impactos positivos y negativos sobre las variables urbanas de cada conjunto, determinando el real confort térmico alcanzado por ellos, verificándose la hipótesis planteada y obteniéndose las conclusiones.

**5. ANÁLISIS Y RESULTADOS.**

**Análisis Climático y Diagnóstico.** Una vez confeccionadas las cartas bioclimáticas de Olgay, se establece que Algarrobito es una zona climática fría muy húmeda, en la que la mayor parte de los meses del año son infracalentados, necesitando fundamentalmente radiación para lograr el confort térmico. La carta bioclimática anual (gráfico 1) muestra que los meses de enero, febrero y marzo existen períodos de mayor bienestar. Las cartas bioclimáticas horarias muestran que la mayor inconfortabilidad térmica se produce en las mañanas y tardes, con altos contenidos de humedad y bajas temperaturas.



**Imagen 6.** Antiguo conjunto. Viviendas pareadas en hilera ubicadas en curva de nivel en baja ladera. Desarrollo horizontal. Vegetación presente en viario principal, en los patios de las viviendas y en la ladera (fuente: el autor).



**Imagen 7.** Vestigios de vivienda vernácula en Algarrobito en viario principal. Muros de adobe de gran espesor. Los cimientos de piedra no permiten la subida de humedad a los muros. Se aprecia gran pendiente de cubierta, ventilación cruzada en techumbre y uso de materiales locales (fuente: el autor).

<sup>1</sup> El Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) es un Centro Regional de Investigación Científica y Tecnológica de la Región de Coquimbo en Chile.



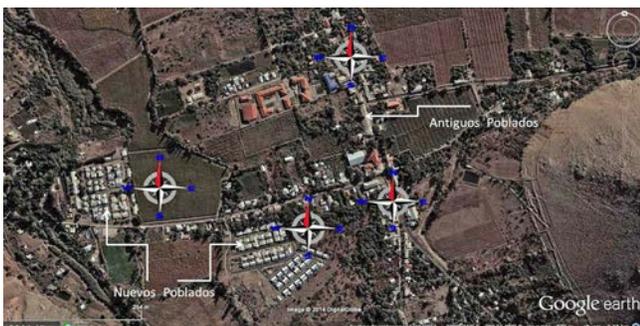
**Imagen 8.** Emplazamiento del nuevo conjunto. Uso de terreno cultivable para construir (fuente: El autor, a partir de Google Earth).



**Imagen 9.** Nuevo conjunto en Algarrobito, ubicado en una planicie expuesto a vientos fríos del NO. Las viviendas son individuales, nula vegetación, cubiertas con pequeña pendiente, sin presencia de plaza y expuestas al calor en verano (fuente: El autor).

**Estrategias Bioclimáticas.** En esta zona fría de Algarrobito es fundamental lograr la conservación del calor. Las viviendas en hileras y los edificios colindantes ofrecen la ventaja de perder menor cantidad de calor. Además, el lugar a edificar debe estar protegido de los vientos fríos provenientes del Noroeste (NO), es decir, de la costa. Sin embargo, es necesario ventilación para disminuir la humedad. Por otra parte, el conjunto habitacional debe orientarse hacia el Norte o Noreste para ganar energía solar durante el año. Lo anterior se evidencia, por ejemplo, en el hecho de que las viviendas orientadas al Noreste (NE), permiten llegada del calor en las primeras horas de la mañana y finales del día. A lo anterior se suma que los muros deben ser de gran masa térmica para retener el calor del día. Finalmente, es una buena estrategia ubicar el conjunto en una ladera para captar mayor energía solar durante el año y protegerse de los vientos.

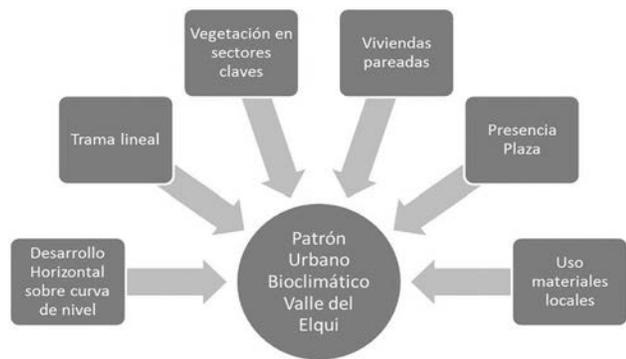
**Matrices de Interacción Bioclimática utilizadas en el estudio.** La relación entre el medio natural y urbano se puede resumir en una matriz de interacción, que es un cuadro cartesiano con las variables del medio natural en el eje horizontal y las del medio urbano en el vertical. Las celdas se completan con las diferentes interacciones encontradas, permitiendo abordar de mejor forma la complejidad del estudio. En resumen, estas matrices son prácticamente del tipo causa-efecto, donde la acción de las variables del medio natural son generadores de impactos sobre las variables del medio urbano. Dichos impactos pueden ser positivos o negativos, en función de la generación de bienestar térmico en el conjunto. En las Matrices 1 y 2 se muestran las interacciones entre el medio natural y urbano, tanto para el antiguo como para el nuevo conjunto dentro del Poblado de Algarrobito.



**Imagen 10.** Poblado de Paihuano con antiguo y nuevo conjunto. El antiguo conjunto incluye las características del patrón urbanístico encontrado en Algarrobito. Desarrollo lineal siguiendo curva de nivel, viviendas pareadas, vegetación en patios y viario principal, uso de materiales locales y presencia de plaza (fuente: El autor, a partir de Google Earth).



**Imagen 11.** Viario principal en Paihuano. Viviendas unidas unas con otras. Presencia de sombras debido a vegetación en calles (fuente: El autor).



**Esquema 1.** Elementos del patrón urbanístico bioclimático identificados en Algarrobito y validados en Paihuano y Diaguitas. Todas las características convergen al patrón (fuente: Elaboración propia).



**Imagen 12.** Poblado de Diaguitas con antiguo y nuevo conjunto. El antiguo conjunto incluye las características del patrón urbanístico encontrado en Algarrobito. Desarrollo lineal siguiendo curva de nivel, viviendas pareadas, vegetación en patios y viario principal, uso de materiales locales y presencia de plaza (fuente: El autor, a partir de Google Earth).

## 6. CONCLUSIONES.

### 6.1 Antiguo Conjunto.

#### 6.1.1 Ordenamiento del conjunto.

El antiguo conjunto en Algarrobito, de traza urbana lineal, mostrado en la imagen 5, fue construido siguiendo las curvas de nivel en una ladera orientada al NE, captando la máxima radiación solar durante el año debido al ángulo de inclinación donde se encuentra el conjunto. Dicha orientación recibe radiación solar en las mañanas y tardes. Para gestionar de mejor forma los vientos provenientes del NO, el conjunto posee un viario principal orientado en la misma dirección del viento, que permite ventilar el conjunto de la alta humedad del sector.

#### 6.1.2 Diseño de edificaciones.

Para evitar pérdidas de calor, las viviendas fueron construidas en forma de pareo, como se muestra en la imagen 6. Este diseño permite eliminar superficies expuestas al exterior. Las cubiertas son de elevada pendiente captando de mejor forma la energía solar y evacuando rápidamente la humedad.

#### 6.1.3 Elementos constructivos.

Las casas fueron construidas utilizando muros de adobes de gran masa térmica, como se muestra en la imagen 7. Estas generan retardos térmicos que permiten a los muros entregar calor en los días de tarde fría.

### 6.2 Nuevo conjunto.

#### 6.2.1 Ordenamiento del conjunto.

De trama cuadrangular, el conjunto fue construido en una planicie, tal como se muestra en la imagen 8. Las viviendas se ubicaron de manera de lograr la mayor cantidad de unidades en el sitio. Los espacios públicos quedaron expuestos en forma directa a los vientos fríos provenientes del NO (de la costa). Además, el conjunto no contempló vegetación lo que produce alta incomfortabilidad en verano.

#### 6.2.2 Diseño de edificaciones.

Las nuevas edificaciones son aisladas provocando altas pérdidas de calor en invierno (imagen 9). Las viviendas se encuentran orientadas 45° al NE. En cambio, debieron haberse orientado unos 12° al NE, para aprovechar la energía solar en las mañanas.

#### 6.2.3 Elementos constructivos.

Los muros de aislapolo con malla de acero y estuco poseen baja masa térmica. Las cubiertas fueron proyectadas con baja pendiente, lo que no permite captar mayor radiación solar durante el año y no facilita la evacuación de la humedad. Los muros retienen demasiado calor al interior de la vivienda en verano.

### 6.3 Patrón urbano bioclimático identificado.

Finalmente, en el esquema 1 se muestra el patrón urbano bioclimático encontrado y validado en otros dos conjuntos habitacionales antiguos del Valle de Elqui. Los poblados fueron Paihuano (imágenes 10 y 11) y Diaguitas (imágenes 12 y 13).

**Desarrollo Horizontal:** Desarrollo horizontal sobre la curva de nivel del terreno.

**Trama lineal:** Existencia de un gran viario principal de un mismo ancho que recorre todo el asentamiento. Además, existen casonas a ambos lados del viario.

**Vegetación sectores claves:** Alta cantidad de vegetación perenne en los patios posteriores de las viviendas que protegen de los vientos fríos de invierno o del calor del verano.

**Viviendas pareadas:** La mayoría de las casas están unidas unas con otras, para formar un todo homogéneo con menor superficie expuesta al exterior (imagen 3).

**Presencia plaza:** La plaza posee vegetación y fuente de agua, que permite refrescar en verano y dar sombras al lugar generando un microclima (imagen 2).

**Uso materiales locales:** Presencia de técnicas y materiales tradicionales como el adobe. Utilización de piedras del sector para los cimientos, varillas de árboles y cañas secas en techumbres y muros.

**CONCLUSIONES FINALES.** El patrón urbano encontrado muestra claramente sus impactos positivos en favor del confort térmico de la población en la matriz de interacción de los antiguos conjuntos (tabla 1). Estos son muy superiores a los impactos negativos del clima sobre la población, lo que queda en evidencia cuando observamos que la acción del sol, viento, humedad, vegetación y geomorfología son generadores claros de bienestar térmico sobre la red viaria, los espacios libres, los patios y la edificación que ocupan los habitantes.

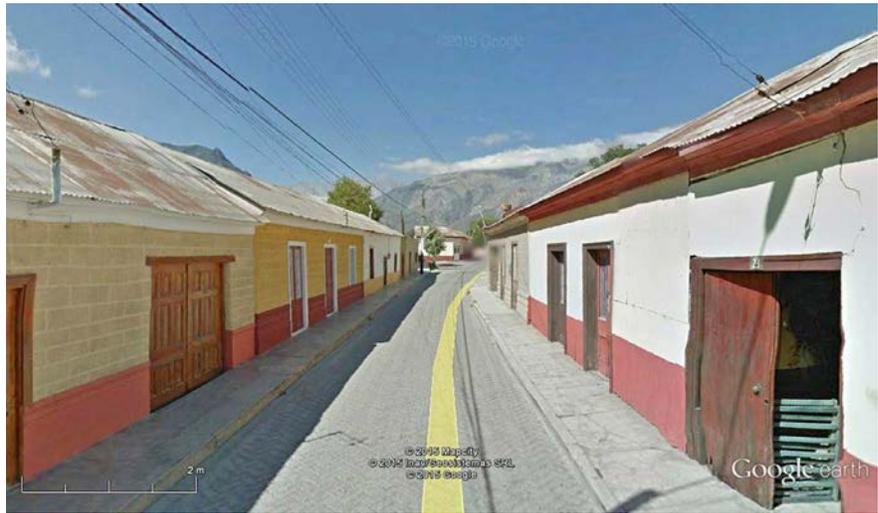


Imagen 13. Viario principal en Diaguitas. Viviendas pareadas y con elevada pendiente de la cubierta (fuente: Google Earth).

Se puede concluir también que la matriz que representa la interacción del nuevo conjunto con los recursos naturales del lugar (tabla 2), posee una gran cantidad de impactos negativos de la acción del sol, viento, humedad y vegetación sobre las variables urbanas, alejándose radicalmente del patrón urbano encontrado en el antiguo conjunto de Algarrobito, caracterizado en el esquema 1. Al no seguir el patrón urbano del antiguo conjunto, el nuevo conjunto genera bajos niveles de bienestar térmico en la población.

Se verifica entonces el cumplimiento de la hipótesis de investigación. Queda

demonstrado que la planificación urbana realizada por nuestros antepasados en el antiguo conjunto de Algarrobito generó un mayor grado de bienestar térmico en la población que el nuevo conjunto, y que lograron utilizar armónicamente los recursos naturales del lugar. La forma de interacción obtenida debiera utilizarse en futuras planificaciones para asegurar no sólo la confortabilidad térmica de los habitantes, sino que también para alcanzar una mayor eficiencia energética y conservar los recursos naturales del sector del Valle de Elqui. ▲■■■

## REFERENCIAS

- Higueras, E., 2006. *Urbanismo Bioclimático*. Madrid: Editorial Gustavo Gili.
- Neila, J., 2004. *Arquitectura Bioclimática en un entorno Sostenible*. Madrid: Editorial Munilla-Leria.
- Olgay, V., 1998. *Arquitectura y Clima*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Serra, R., 1989. *Clima, Lugar y Arquitectura. Manual de diseño Bioclimático*. Madrid: Centro de investigaciones energéticas-CIEMT.