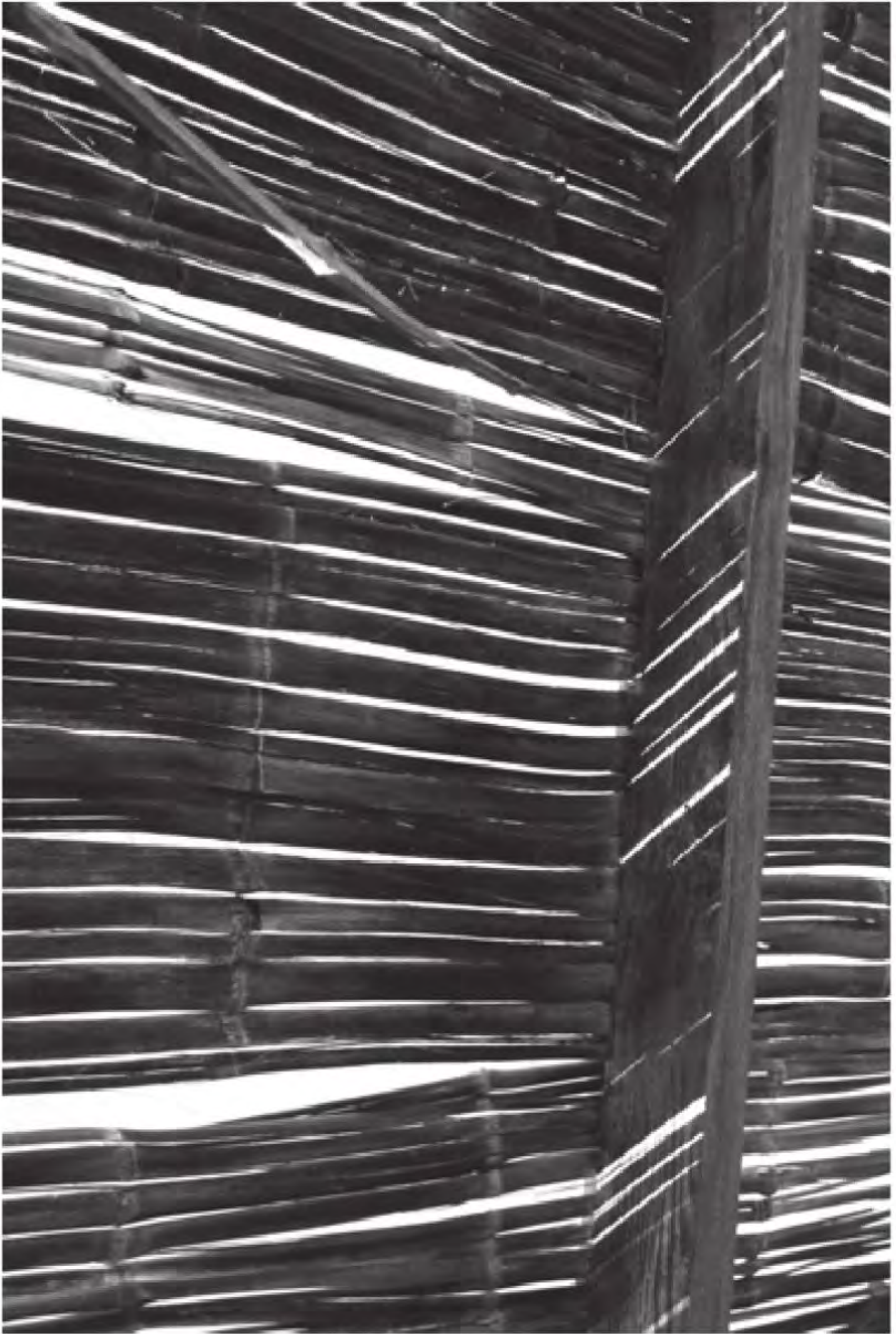


Fig.1 Entramados y tamices / Foto: J.Guerra



DISEÑO SUSTENTABLE Y CALIDAD BIOCLIMÁTICA DEL ESPACIO PÚBLICO EN ZONAS ÁRIDAS¹

JOSÉ NORBERTO GUERRA RAMÍREZ²



SECUENCIA JOSÉ GUERRA / RECORRIDO DESDE SU CASA HASTA LA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE / FOTOGRAFÍAS: CARLOS MIRANDA

1

2

3

4

5

RESUMEN

Las ciudades del Norte de Chile y en especial Antofagasta, se encuentran en plena transformación de sus espacios públicos. Sin embargo, en su diseño y construcción no se contemplan criterios de sostenibilidad, apropiados a las condiciones ambientales del desierto costero. En efecto, la calidad material y uso de los espacios conlleva a que los edificios entren rápidamente en fase de deterioro y que la vida pública se traslade a los confortables y climatizados interiores de las grandes superficies comerciales.

La idea de sostenibilidad se conjuga con durabilidad. El buen diseño a escala de lo público en zonas desérticas compromete el bien estar térmico y lumínico, de ahí que la fisonomía de sombreaderos, portales, pérgolas, toldos, parrones y aleros como parte del equipamiento urbano, no sean simplemente excelentes recursos de aclimatación e imagen urbana, sino que por sobre todo son hechos arquitectónicos que significan la apropiación y arraigo de la vida pública.

Palabras Claves: diseño sostenible, espacio público, sistemas de protección solar, arquitectura bioclimática.

ABSTRACT

Public spaces in the cities of northern Chile and Antofagasta in particular, are in the midst of transformation. However, sustainability criteria suited to the coastal desert conditions are not being taken into consideration. In fact, the current quality of materials and use of the spaces mean buildings deteriorate rapidly, with the result that public community activity migrates into the comfortable, air conditioned interiors of the large shopping centres.

The idea of sustainability is interplayed with durability. Good public design in desert zones requires thermal comfort and careful handling of sunlight; hence, the incorporation of shaded areas, entrances, pergolas, awnings, arbors and projecting eaves into the urban language. These not only serve as excellent resources for climate control and urban image, but above all become architectonic realities that describe the definition and roots of the public life.

Keywords: sustainable design, public space, arid lands, solar protection systems, bio-climatic architecture.

[1] Artículo recibido el 24 de Junio de 2008 y aceptado el 29 de Agosto de 2008.

[2] Docente Departamento Arquitectura Universidad Católica del Norte Antofagasta / Email: jguerra@ucn.cl



Fig 2 Reunidos bajo la sombra



Fig 3 Esquina de Prat - Matta, Arquitectura de toldos en el espacio urbano

Fuente imágenes: <http://www.corporacionproa.cl/images/>

ESPACIOS PÚBLICOS SOSTENIBLES EN ZONAS ÁRIDAS

La historia nos ha demostrado que las formas arquitectónicas se han desarrollado como respuesta apropiadas a las formas de vida y al clima, siendo éstas las determinantes más importantes. En climas desérticos con altas demandas de confort térmico, altos índice de incidencia lumínica, es donde, las condiciones de control han difundido tipologías pasivas muy eficientes para el acondicionamiento del espacio público, aportando una imagen urbana muy característica. Habitar el desierto exige planteamientos originales, de otro modo las ciudades modernas en el desierto parecen fuera de lugar, anomalías torpes en un lugar donde la naturaleza debe prevalecer debidamente. (Banham, 1982). La necesidad de diseñar con criterios sostenibles, instaurar el buen uso de los elementos naturales para climatizar y mejorar la calidad de vida urbana es una posibilidad de desarrollo real en las ciudades desérticas de Chile. Ello obliga el desarrollo de normativas apropiadas, contemplar diseños energéticos que aprovechen los recursos naturales renovables y una voluntad que permitan cambiar el destino de ciudades campamentos. (Mier, 2002).

Es necesario precisar que el Desierto de Atacama presenta fisonomías y microclimas diversos, por lo cual, el orden morfológico y territorial es determinante con respecto de las respuestas arquitectónicas de confort térmico y lumínico, según el piso ecológico correspondiente. Así por ejemplo: Para el Desierto Litoral las premisas son el acomodo a la humedad salina, utilización de la ventilación natural y sistemas de control de la reflexión directa y difusa. Para la Pampa, será necesario acondicionar para la alta diferencia de temperatura día-noche, enfriamiento evaporativo, humidificación del aire y considerar sistemas de sombra del espacio público como doble envolvente y para el desierto de la baja puna y de los oasis entorno al Salar de Atacama se debe aclimatar para las condiciones de altura con masa térmica, temperaturas extremas y materiales locales.



Fig. 4 Plaza o sitio eriazo / Fotó: J. Guerra

Por otra parte, es esencial establecer estándares de calidad diferenciados según las realidades climáticas. Así por ejemplo, si nos basamos en los índices de la Organización Mundial de la Salud, referidos al promedio internacional de áreas verdes urbanas recomendado de 9 m² por habitante³. Antofagasta con una población de 318.779 habitantes y un porcentaje de áreas verdes que solamente alcanza a 1,79 m² por habitante⁴ sería una ciudad muy ingrata para vivir.

De igual modo, los estudios confirman que el porcentaje de parques es relevante para evaluar positivamente la calidad bioclimática del espacio urbano. Sin duda, las ciudades con arbolado urbano poseen un clima térmico y lumínico muy confortable, los espacios públicos se perciben con una atmósfera más saludable y cercana al peatón. Pero este parámetro en ciudades desérticas no resulta apropiado. El enverdecimiento de las ciudades del desierto no es un acontecimiento natural, requiere de una preparación de la calidad del suelo, una mantención constante, un eficiente sistema de riego, por lo tanto estamos hablando de una propuesta muy distinta al modelo de ciudad jardín tradicional, que está administrando las decisiones de paisajismo urbano de nuestras ciudades.

Las imágenes precedentes (fig. 4, 5 y 6) evidencian lo contrastante que llega a ser la realidad de los paisajes en ciudades del desierto.

En primer lugar nos encontramos con "áreas verdes", en rigor, plazas urbanas donde el desierto subsiste dentro de la ciudad, espacios sin vegetación, que lucen como sitios eriazos baldíos, donde el desierto pierde su belleza tectónica esencial y los esfuerzos por domesticar un trozo de desierto son inútiles.

[3] http://www.ucentral.cl/fid/investigaciones/i_transformacion_del_paisaje/art3paisaje_y_ciudad.pdf

[4] Fuente: <http://www.ladb.org/regions/re2/en2/9WALDO.pdf>
Waldo Ceballos Ibarra: Enverdecimiento urbano en Chile

En segundo lugar, un paisaje que evoca el característico parque urbano de ciudades del viejo continente, un panorama idílico, casi un espejismo, que corresponde al Parque Brasil, el único oasis verde de la ciudad. Finalmente, un paisaje de parcelas que era usual en los orígenes de la ciudad, pero que hoy en día se han desplazado a la periferia urbana, conquistando zonas desérticas, transformándolas en un vergel de lechugas y hortalizas. La propuesta promueve el real potencial de una agricultura en el desierto que es capaz de modificar no solamente su color.

En conclusión, crear ciudad en el desierto plantea desafíos muy diferentes a los modos en que se han desarrollado actualmente nuestras ciudades y a los que estamos acostumbrados. Se requiere de un cambio conceptual, de una propuesta creativa que entienda la ecología, fragilidad y potencialidad de los territorios desérticos.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN SOLAR

En zonas áridas como alternativa a la arborización urbana, se han creado equipamientos que utilizan sistemas pasivos de aclimatación del espacio público que amortiguan el rigor del clima tanto para las condiciones de verano e invierno. Aceras porticadas, galerías, zaguanes, sombreaderos, patios, toldos y pérgolas cubiertas de enredaderas forman parte de este repertorio. Ahora bien, estas respuestas observables en los espacios públicos de las ciudades del norte corresponden a diseños y prácticas bien especificadas, concebidas no solamente por su significación, funcionalidad y habitabilidad, sino que también por su propuesta material, calidad constructiva y ambiental.



Fig. 5 Parque Brasil, Antofagasta / Foto: J. Guerra



Fig. 6 Agricultura en el Desierto, Antofagasta / Foto: J. Guerra



Fig. 7 Parrón Chacabuco / Foto: J. Guerra

Fig. 8 Galería Cubierta ondulante / Foto: J. Guerra

Fig. 9 Cobertizo de cañas / FCAB / Foto: F. Beiza

LOS UMBRÁCULOS O COBERTIZOS

Los umbráculos o cobertizos concebidos como zonas de reposo y galerías sombreadas constituyen un especial soporte para protegerse del sol en los espacios públicos en zonas áridas. Son ámbitos que proporcionan un ambiente térmico y lumínico confortable. El repertorio formal y de uso es amplio, desde grandes naves para proteger bajo la sombra por ejemplo vagones de trenes, hasta parrones envueltos de tupidas y coloridas especies vegetales que cubren toda la estructura, como los existentes en la Ex Oficina de Chacabuco, creando jardines colgantes, pasadizos de sombra, que incorporan colorido y aromas al paseante. En la ciudad de Antofagasta también encontramos propuestas modernas como la galería de cubierta ondulante en el Balneario Municipal. Esta obra del arquitecto Ricardo Pulgar, de gran plasticidad formal se hace parte del entorno marítimo, generando un paseo junto al mar protegido de la radiación solar, capturando los múltiples reflejos y destellos lumínicos, constituyéndose en un aporte al equipamiento urbano.

Es oportuno indicar que estas obras han sido poco valoradas como patrimonio arquitectónico, siendo intervenidas en su fisonomía, lo que resta calidad a su diseño original. Los sombreaderos conformados por entramados y tejidos de diversos materiales reflejan y suavizan la intensidad lumínica que arriba a los espacios, aportando al mismo tiempo gran dinamismo a los ambientes. La calidad material de los mismos es relevante a la hora de pensar en su mantención. Una propiedad poco difundida de los cobertizos en las zonas de clima costero con alta humedad y salinidad como lo es Antofagasta, es la efectiva protección de las cubiertas metálicas que aportan estas envolventes naturales de tejidos de caña, reteniendo la humedad y salinidad. Las cubiertas con tejidos de caña y los cobertizos textiles que filtran y otorgan una semi-sombra debieran considerarse como prácticas sostenibles en el diseño de los espacios públicos. Un cobertizo permite bloquear hasta un 98% de los rayos solares ultra violeta (UV). Esto ayuda a prevenir las quemaduras del sol y el cáncer a la piel, permiten rebajar en varios grados la temperatura ambiente, permitiendo el uso más frecuente de patios urbanos, jardines y plazas.

LAS PÉRGOLAS

Las pérgolas como las que conforman la Plaza de la Ex Oficina Salitrera de Chacabuco, son equipamientos plenos de significación socio-cultural, obras de innegable sensibilidad climática ambiental, en lo que respecta a la protección control, construcción de la sombra, frescor y luz cernida. En el caso analizado, la pérgola central (Fig 14) recrea en el primer nivel una envolvente que filtra la luz y domestica al viento, como si de un frondoso follaje se tratara, en un segundo nivel se plantea el mirador y odeón musical, que desde la altura domina el entorno de la plaza y más allá, para navegar bajo el intenso azul del desierto.

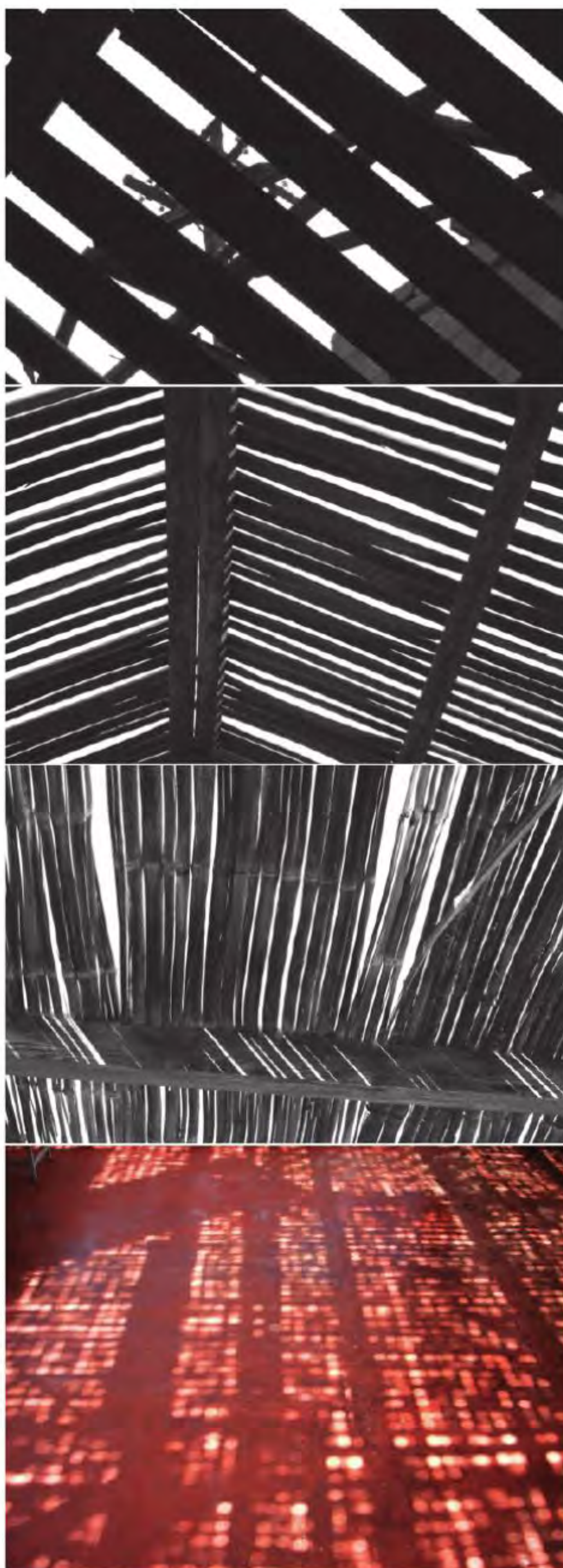


Fig. 10, 11, 12,13 Entramados y tamices / Foto: J.Guerra

Fig. 14 Pérgola Chacabuco / Foto K. Englander

Fig. 15 Entramado / Foto: J. Guerra

Fig. 16 Plaza Chacabuco / Foto: M. Marnov



CUBIERTA DEL MERCADO DE MARIA ELENA

El Mercado de la Oficina Salitrera de María Elena, es un ejemplo notable y representativo de espacios públicos, lugares urbanos apropiados a las necesidades de confort térmico y lumínico de un entorno desértico. El edificio emplazado frente a la Plaza, presenta una imagen exterior maciza. Sin embargo, al aproximarnos a su interior se percibe el sorprendente cambio lumínico y térmico que ofrece su estructura de cubierta, que está compuesta por cerchas de tirantes metálicos muy livianos, envigado de pino Oregón y un entramado de caña de Guayaquil.

En la actualidad se han realizado intervenciones poco afortunadas que junto con la poca o nula mantención a las frágiles cañas, se percibe un deterioro creciente. Es de esperar que con la reciente declaración de la ciudad como zona típica se realicen las acciones de conservación de este patrimonio arquitectónico.

Para analizar el comportamiento bioclimático del Mercado se registraron con data logger los parámetros de temperatura y humedad relativa, y se compararon con la situación de estar bajo la sombra de los pimientos de la Plaza de María Elena.

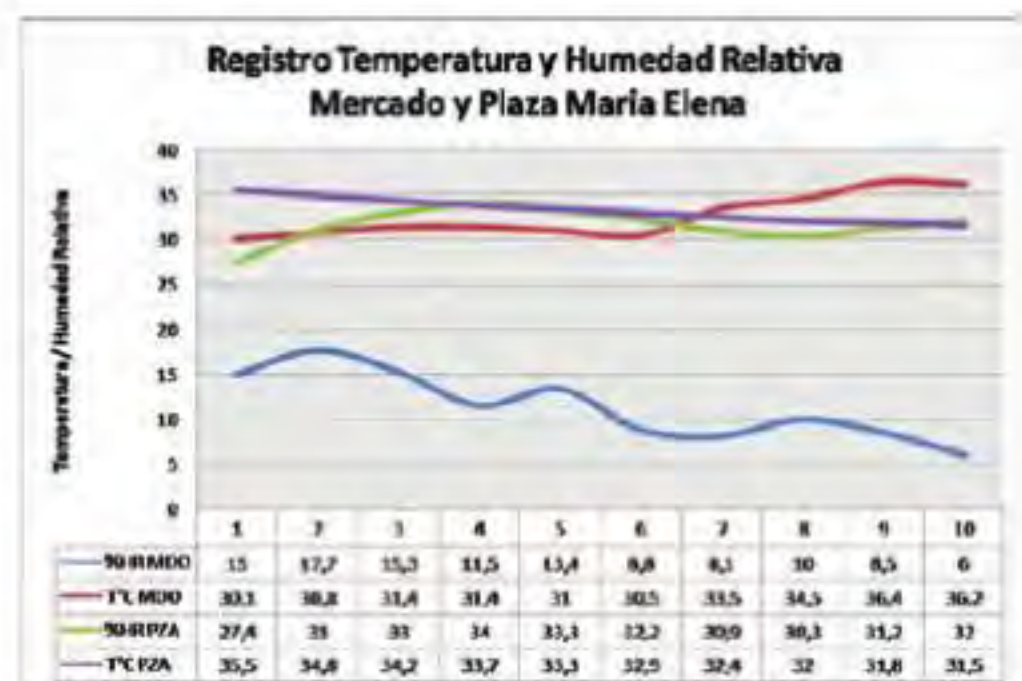


Fig. 17 Registro temperatura y humedad relativa mercado y plaza María Elena

De esta evaluación se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los registros de temperatura en varios puntos del interior del Mercado fueron menores que el exterior en un rango de más o menos 5°C.

- Los registros de Humedad Relativa de medio día en el interior del Mercado son bajo el 15%, la diferencia con el exterior está por sobre el 12%. Esto se explica por la influencia del movimiento del aire y la masa arbórea que favorece el confort

- Las condiciones de confort al interior del Mercado son mejores a partir de las 16:00 hrs cuando se manifiesta el viento de la pampa.



Fig. 18, 19 Mercado Oficina Salitrera de María Elena / Foto: J.Guerra





Fig. 20 La presencia de la humedad y salinidad es un fenómeno climático característico de la ciudad, sin embargo este aspecto es poco considerado en el diseño de los espacios públicos / Foto: J. Guerra

ANTOFAGASTA: MICROCLIMA URBANO BAJO CONDICIONES ÁRIDAS

Revisada la respuesta de acondicionamiento climático del espacio público a escala humana, el estudio realizó una aproximación a la escala urbana, analizando la relación entre diseño urbano, principalmente orientación de la trama urbana, y la condición microclimática.

La respuesta climática del diseño urbano está basada típicamente en la intuición u observación esporádica, en lugar de un análisis sistémico de las condiciones locales. (Pearlmutter, 2000).

Ejemplos de esta cuestión puede advertirse en la planificación de las ciudades del desierto, ello es claramente observable en la estructura urbana de la ciudad de Antofagasta, muchos de sus barrios se planificaron de acuerdo con los modelos de la "Ciudad Jardín", con grandes espacios abiertos, baja densidad y una amplia distribución de los edificios a lo largo del borde costero conformando el típico paisaje de primera línea de mar, por cierto enfoques inadecuados para el clima árido del desierto costero.

La concepción bioclimática del espacio público, del vacío urbano, de la calle, implicaría reconocer que la estructura urbana asume o responde a las condiciones ambientales para hacer de este espacio un espacio confortable. Un diseño apropiado de la relación con su orientación y entre el ancho de la calle y altura de las edificaciones permite hacer de este espacio un ambiente grato, potenciando el contacto humano, las servidumbres de vista y orden formal.

La trama urbana fundacional de Antofagasta presenta una singularidad a este respecto, esta se encuentra girada casi en 45° con respecto a la extensión del borde litoral, sin embargo esto cambia en el entorno a la Poza donde esta se desarrolla paralela al mar, como queda demostrado en el plano del trazado fundacional de 1869.

Entonces, fortuitamente o intencionadamente esta circunstancia deja en relación con la trayectoria solar una trama urbana excepcionalmente bien orientada, lo que ha favorecido a que las calles del centro gocen de una buena calidad bioclimática, permitiendo que el centro goce de una buena ventilación sur oeste, y que el soleamiento de las fachadas sea distributivo, es decir dos fachadas reciben sol por la mañana y otras dos por la tarde. Además la sombra en las veredas se va alternando dependiendo de la hora del día. A ello se le suma las excelentes perspectivas y fugas de la mirada hacia el paisaje del cerro o del mar.



Fig. 21 Plano Trazado Fundacional Antofagasta 1869 / Fuente: commons.wikimedia.org/wiki/Image:PlanoAntofagasta1869.jpg



Fig. 22 Gráfico sintético de orientación trazado urbano Antofagasta. Fuente: Google Earth.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Con el objetivo de verificar esta condición, se realizó una observación de los parámetros ambientales con instrumentos a partir de dos estrategias de aplicación: (a) Utilización de los data logger, que permiten realizar mediciones de temperatura y humedad relativa ajustados para realizar registros cada 5 minutos, y (b) El paseo con instrumentos en mano (termo higrómetro, anemómetro y sonómetro). Ambas estrategias de observación permiten una comprensión completa de la actuación ambiental del espacio público.

Para trabajar con los data logger se siguieron las recomendaciones del estudio de M. Longobardi y M. Hancock⁵. 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.

Se confeccionaron mapas de comportamiento térmico de las calles del centro de la ciudad según la metodología propuesta por Fonts & Melo (2003) en el que se definen tres horarios distintos 09:00, 13:00 y 17:00 hrs.

Se realizaron mediciones a lo largo de las calles norte-sur y oriente-poniente que conforman la cuadrícula fundacional del centro de Antofagasta. Se realizaron recorridos peatonales en el espacio de la calle por la acera en sombra, definiendo la altura de 150 cm que corresponde a la visión del peatón medio.

[5] [LONGOBARDI, 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.

RESUMEN DE RESULTADOS

La ciudad de Antofagasta, ubicada en los 23° 38' lat. S y 70° 25' Long. W, presenta un clima desértico costero con nublados abundantes provocados por la condensación marina que se encuentran con la altura de la Cordillera de la Costa, la que se estaciona en las estrechas planicies litorales. Esta condición de acumulación de nubosidad es mayor en el invierno.

La calidad del espacio bioclimático, de la ciudad está acondicionado de manera natural. Gran parte del año Antofagasta disfruta de temperaturas confortables debido a que se conjugan favorablemente la temperatura del aire, la humedad, la proximidad del mar y la nubosidad, sin embargo hay momentos del día en que la capa de nubes provoca un efecto invernadero y principalmente el centro urbano se hace inconfortable. Esto es una situación que se repite diariamente y es allí donde la orientación de la trama urbana favorece la ventilación del centro.

A este respecto, probablemente debido a la alturas permitidas en la normativa de edificación nos vemos enfrentados al problema inverso, producto de los conos de sombras que proyectan los edificios sobre el espacio público, los cuales modifican las condiciones del viento frío y húmedo. Esto es observable en la mañanas de invierno cuando la humedad envuelve la ciudad.

La importancia que tiene el diseño bioclimático de los espacios abiertos radica en la acción de modificación objetiva del microclima local. El empleo de técnicas pasivas de acondicionamiento de los espacios públicos para mejorar la habitabilidad aporta identidad y sentido de pertenencia de estos espacios. Muchas de las soluciones que se encuentran en nuestras ciudades son el fruto de la intuición, mejoradas con la experiencia de soluciones anteriores.

El empleo de estas técnicas surge como respuesta a las condiciones climáticas adversas a que nos enfrentamos; en el caso concreto del clima desértico esto significa, fundamentalmente, protección frente a los rigores de la estación de extremos cálida y fría. Sabemos que dependiendo de la altitud esta circunstancia se hace más extrema y de ocurrencia diaria. El clima exterior aparece estrechamente unido a las técnicas naturales de refrigeración, humidificación y ventilación utilizadas para mejorar el uso de los espacios públicos.

Por otra parte, las condiciones climáticas exteriores junto con la funcionalidad del espacio, definirán la intensidad del tratamiento. Es evidente que en climas suaves el acondicionamiento de los espacios abiertos puede no ser necesario, mientras que en climas más severos como el

desierto de Atacama el tratamiento para hacer confortables estos espacios debe ser más intenso y en muchas ocasiones imprescindible.

El diseño de un espacio abierto ha de partir necesariamente de un conocimiento profundo de la climatología del lugar. El interés se centra no solamente en la temperatura sino en todas aquellas variables que definen el estado de confort térmico: temperatura y humedad del aire, radiación solar, velocidad y dirección del viento.

Cada una de estas variables meteorológicas tiene que estar perfectamente caracterizada; para ello es preciso disponer de información suficiente de los valores medios, máximos y mínimos, oscilaciones diarias, variaciones horarias de variables con fuerte tendencia periódica. La relación existente en un espacio abierto entre el sistema de acondicionamiento y el diseño arquitectónico y urbanístico del propio espacio, constituye quizás el aspecto diferenciador más importante con el acondicionamiento de espacios interiores.

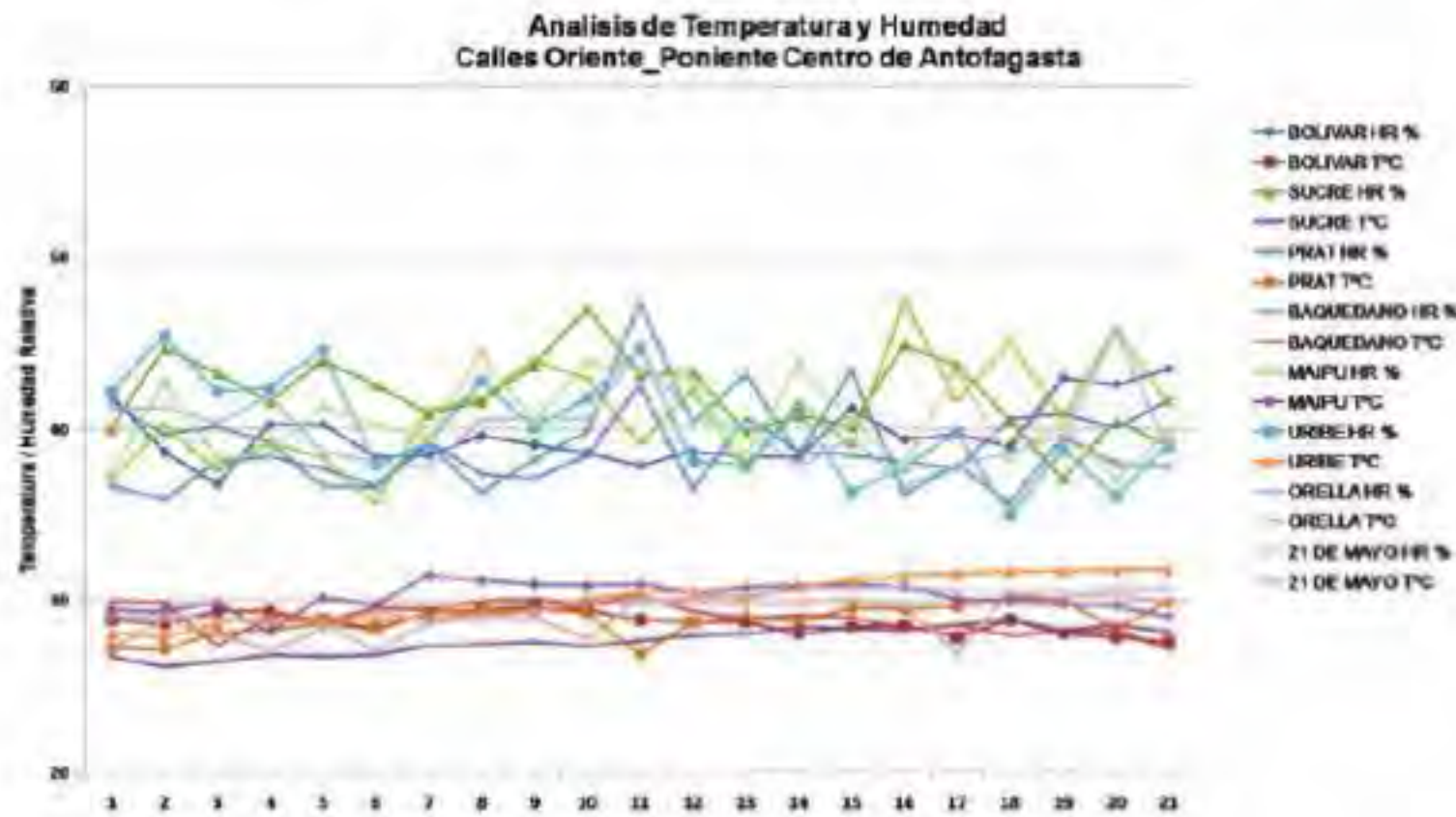


Fig. 23 Gráfico Temperatura Humedad Calles oriente Poniente

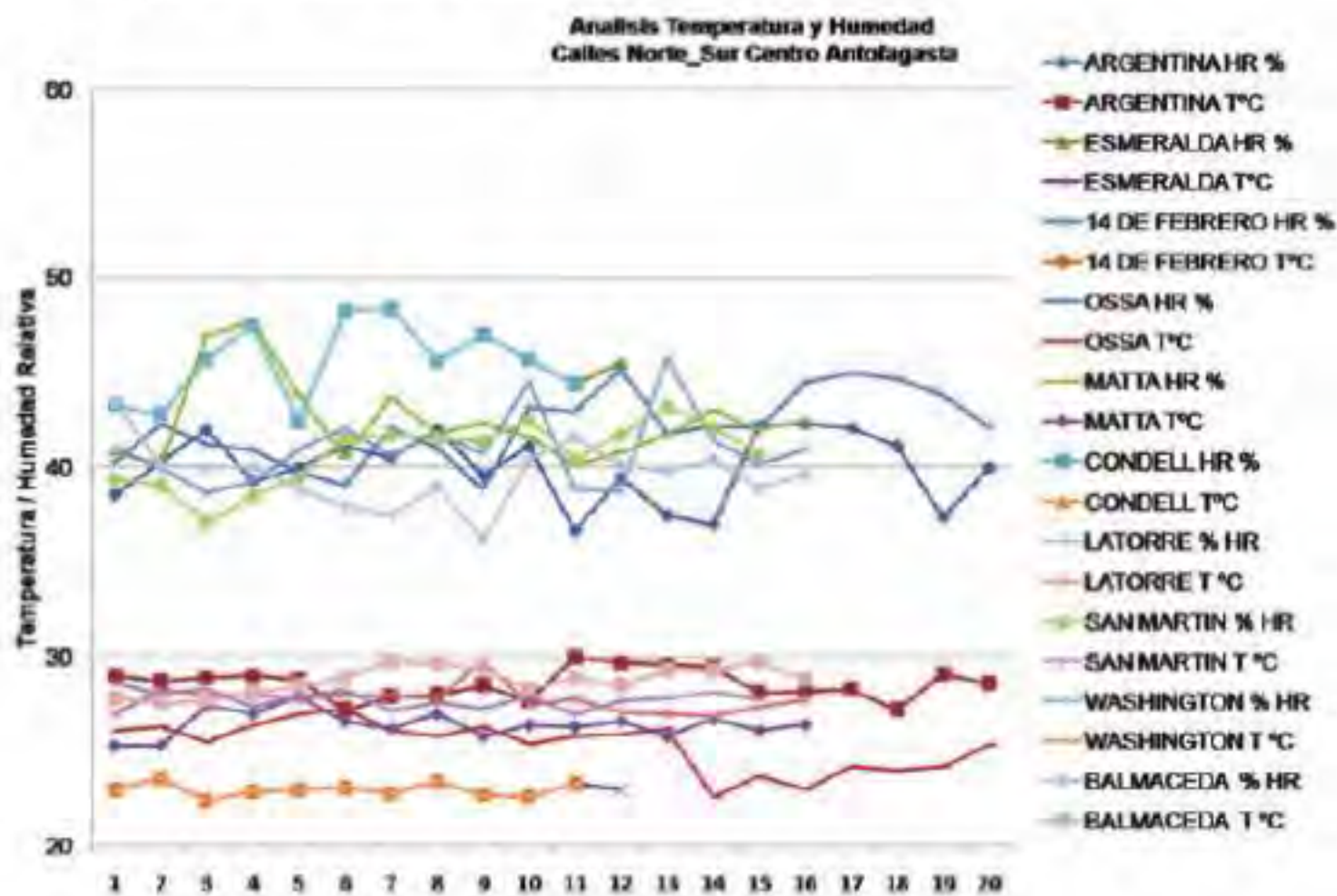


Fig. 24 Gráfico Temperatura Humedad Calles Norte-Sur

- 1º Los gráficos indican que las calles oriente-poniente presentan una variación de temperatura más alta que las calles norte-sur
- 2º En las calles oriente poniente el rango de temperaturas es más estrecho, en un rango que va de los 29 a 31 °C Por el contrario en las calles norte-sur el rango de temperaturas es más amplio, en un rango de 21°C a 30°C
- 3º En las calles Oriente-poniente el porcentaje de HR se mantiene constante entre 35 y 45 %. Estas calles son más soleadas y por lo tanto menos húmedas.
- 4º En las calles Norte-Sur el porcentaje tiende a ser más alto situándose entre los 40 y 50 %. Esto confirma la incidencia de la humedad y viento de componente SW que es el de mayor incidencia en Antofagasta.
- 5º En general se puede concluir que la zona central de la ciudad se mantiene dentro de rangos de confort.
- 6º Las temperaturas en la zona alta, delimitada por la Av. Argentina, presenta temperaturas similares al borde costero, esto se puede explicar por la situación de exposición producto de la pendiente mar-cerro.
- 7º Los porcentajes de humedad más altos se observan en las calles oriente-poniente situadas próximas al borde costero



Fig. 25 Registro Temperaturas (°C)
Calle Oriente-Poniente Centro Antofagasta



Fig. 26 Registro Temperaturas (°C)
Calle Norte - Sur Centro de Antofagasta

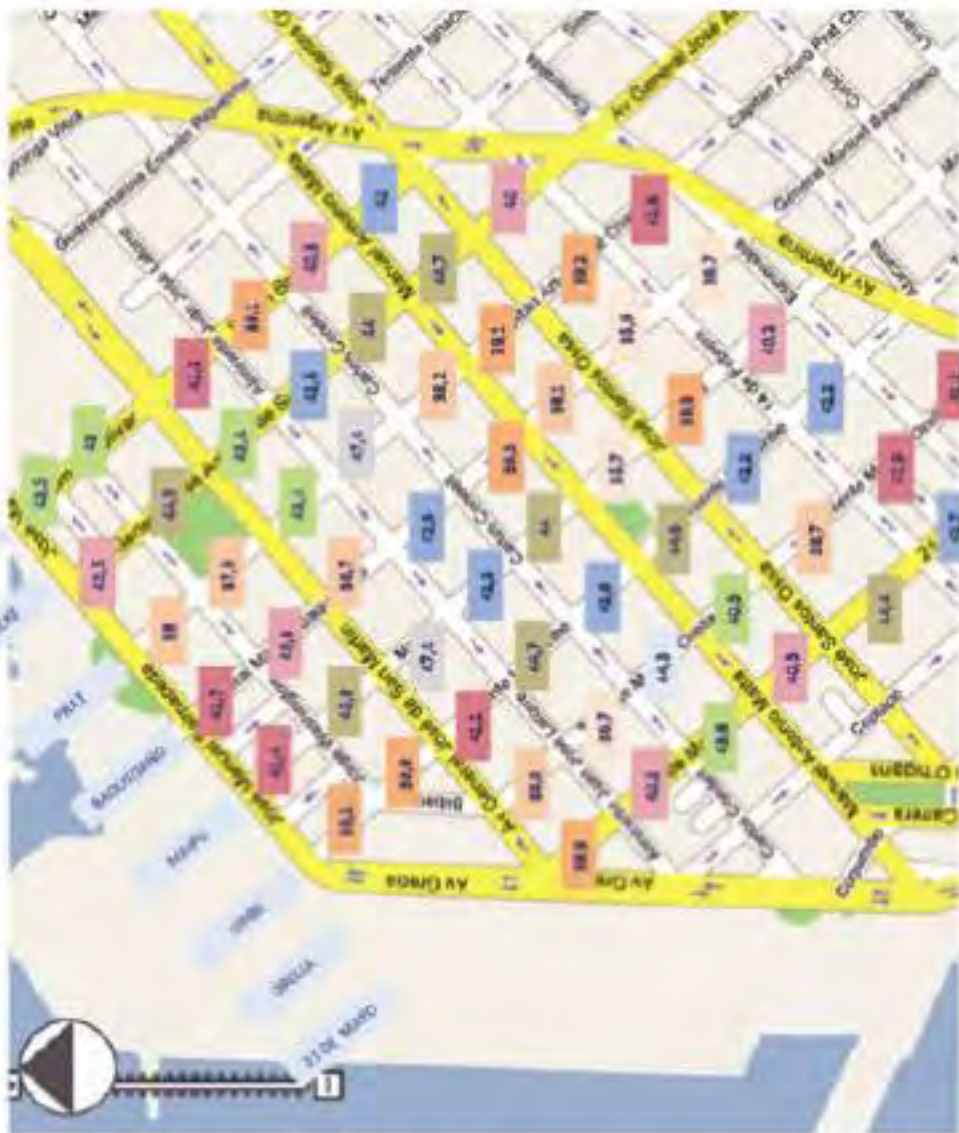


Fig. 27 Registro Humedad Relativa (%)
Calle Oriente-Poniente Centro Antofagasta

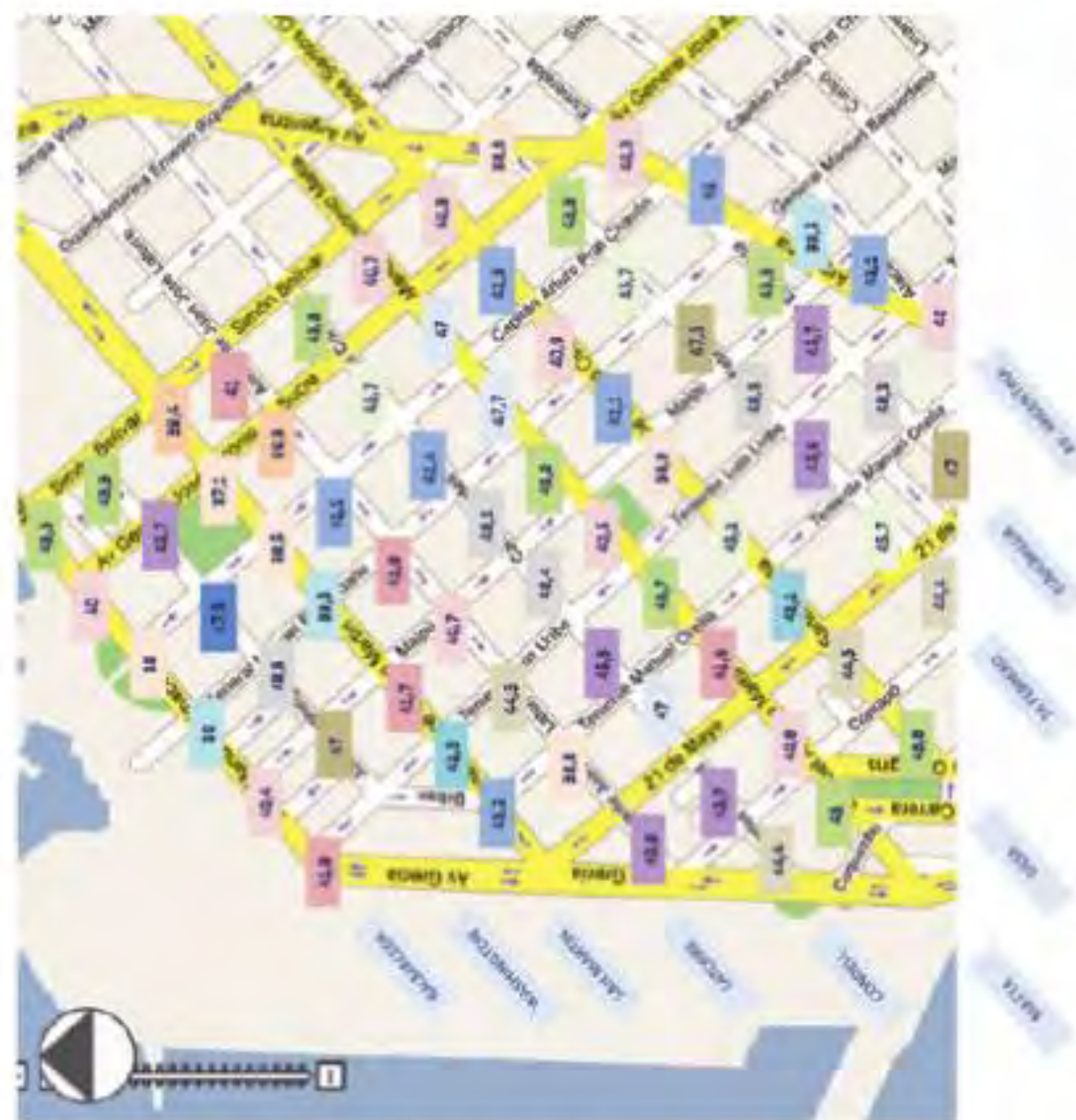


Fig. 28 Registro Humedad Relativa (%)
Calle Norte - Sur Centro de Antofagasta

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta abreviada revisión de los sistemas de protección solar del espacio público en zonas áridas, queda demostrado por una parte la gran utilidad y funcionalidad que aportan estos equipamientos al uso y disfrute del aire libre, protegiendo y haciendo confortable el paseo urbano. Pero también, constatamos el desconocimiento de los proyectistas acerca de la realidad climática de los desiertos, imaginado sólo como un idílico paisaje de sol y dunas. La ausencia de rigor y observación de las condiciones del entorno lleva a que lamentablemente los buenos ejemplos existentes analizados, actualmente no sean reproducidos con el mismo rigor técnico y estético de las propuestas originales, de esta manera nos encontramos con obras que no tienen ninguna utilidad y su calidad material no está concebida para durar y servir a los propósitos para los que fueron solicitados.

Entre los problemas más recurrentes destacamos los siguientes:

- Materiales que no soportan los rigores del clima y de difícil mantención, estructuras que prontamente son atacados por la corrosión salina.
- Sistemas constructivos débiles y frágiles que no fueron pensados para soportar la acción y agresividad del medio
- Diseños y formas que no llegan a cubrir apropiadamente las necesidades funcionales, requerimientos de protección solar para las horas de máxima incidencia.
- Sistemas de cobertizos y filtros mal concebidos, inadecuados para la protección solar ya que generan sombras en algunos casos muy abiertas, que dejan pasar toda la radiación solar o por el contrario muy cerradas y densas las cuales generan una sombra dura y fría.

El desarrollo sostenible es un hito cada día más presente en la sociedad, que implica cambios radicales en la concepción de un gran número de actuaciones que se llevan a cabo. Pero una nueva sociedad sostenible sólo se construirá a través de ejemplos y actuaciones concretas que tengan un impacto menor sobre el territorio y las personas. Para avanzar hacia el nuevo paradigma de sostenibilidad tenemos que encontrar, por lo tanto, las maneras de pasar de la reflexión a la acción, mediante proyectos realmente aplicables y reproducibles a gran escala.

Las evaluaciones realizadas confirman que la orientación de la trama en el casco central presenta condiciones térmicas muy favorables para el clima de Antofagasta, equiparando zonas de asoleamiento y sombra, respondiendo muy bien a la calidad bioclimática de las calles del centro sumado a la calidad de las perspectivas que regala la calle y su entorno.

Cabe notar que el desarrollo posterior del ensanchamiento de la ciudad no fue respetuoso con ese orden. Esto se nota claramente en la trama del sector de la Av. Brasil, donde las calles y predios se establecieron de manera paralela al mar, lo cual anula las perspectivas de la trama original, dejando orientaciones en una condición sur muy desfavorable, sin radiación directa y con altos porcentajes de humedad.

BIBLIOGRAFIA

ESCRIG, José. *The Sustainable City II*. Sothampton, Reino Unido: Wit Press. 2002.

HOC, Y, Chiu, S. *The application of Ground Source Heat Pumps in the tropics*. En: *Proceedings of the 3rd International Conference on Heat Transfer*. 17th-19th May, Thailand, 1999.

MIER, I.A. *Courtyard microclimate. A hot arid region*. En: *Architecture, City, Environment, Refereed papers of PLEA 2000*, Cambridge UK, 2000, p. 218-222.

PEARLMUTTER, D. *Steet canyon geometry and microclimate: Designing for urban comfort Under arid conditions*. Departamento de Arquitectura Universidad Ben-Gurion, Israel, 2000.

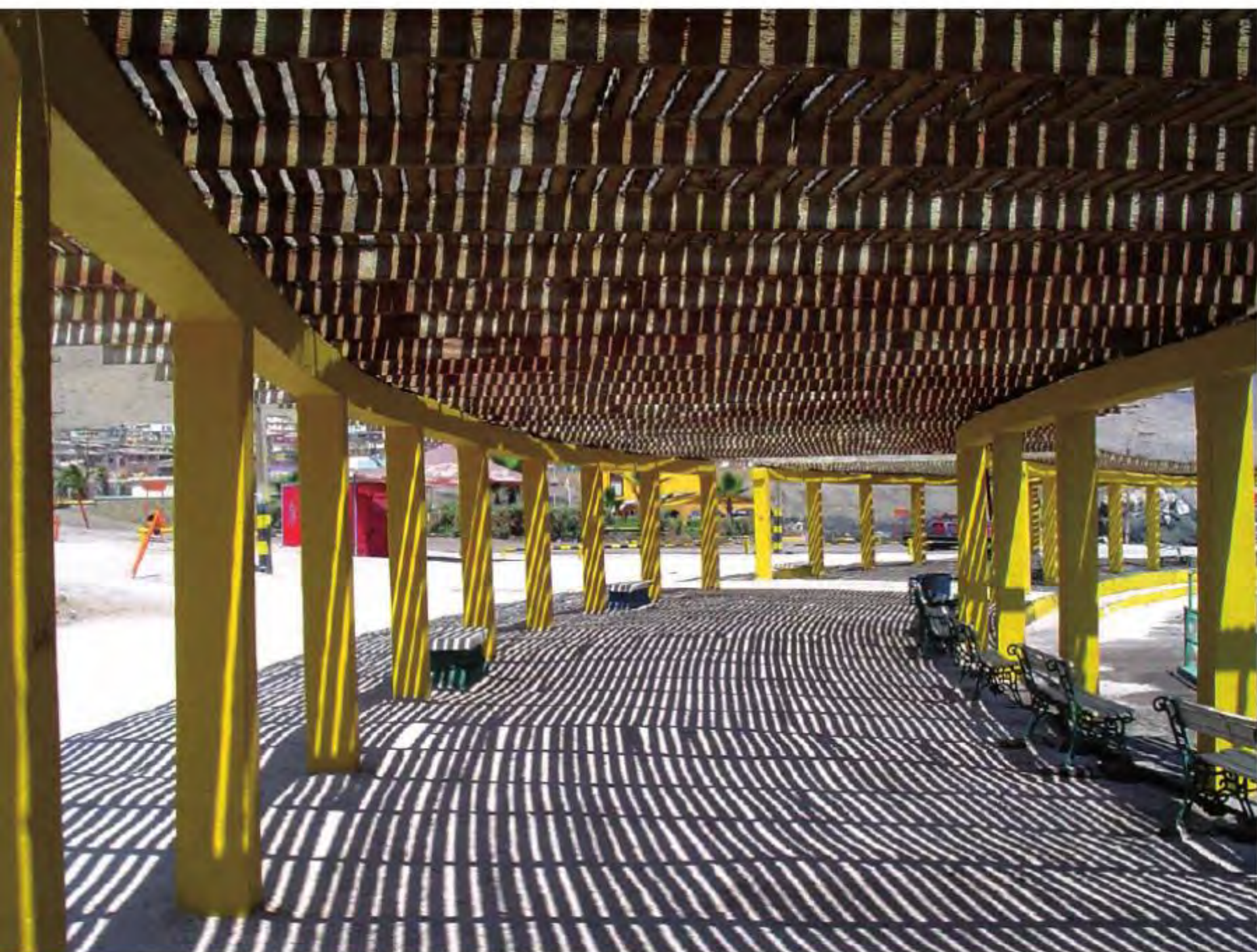


Fig. 29 Estructura BIEN concebida en Balneario Tocopilla / Foto: J.Guerra



Fig. 30 Sombra MAL diseñada en Balneario Antofagasta / Foto: J.Guerra