

- ▲ **Palabras clave/** Confort térmico, espacios públicos, variables climáticas, sensación térmica.
- ▲ **Keywords/** Thermal comfort, public spaces, climatic variables, thermal sensation.
- ▲ **Recepción/** 20 de abril 2020
- ▲ **Aceptación/** 03 de julio 2020

Incidencia del confort térmico en espacios públicos: Caso del borde costero del Bío Bío

Impact of thermal comfort in public spaces: the case of the coastal border in Bío Bío

Natalia Toledo Hernández

Arquitecta, Universidad del Bío Bío, Chile.
Magister en Hábitat Sustentable y Eficiencia Energética, Universidad del Bío Bío, Chile.
nataliatoletoh@gmail.com

Sergio Baeriswyl Rada

Arquitecto, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
Doctor en Urbanismo del Karlsruhe Institute of Technology de Alemania.
Académico de la Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío Bío, Chile.
Director del Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Universidad del Bío Bío, Chile.
sbaeriswyl@ubiobio.cl

RESUMEN/ Existen numerosos estudios de métodos que evalúan el confort térmico interior de las edificaciones incorporando criterios de eficiencia energética en el diseño y la arquitectura. Distinto es el caso de los espacios públicos, donde los modelos de evaluación existentes - en su mayoría cuantitativos y cualitativos- se encuentran en proceso de desarrollo. Su enorme complejidad se explica por la gran cantidad de variables involucradas. Algunas de ellas son muy difíciles de precisar en el espacio exterior, ya que se trata de una interacción entre la sensación térmica de las personas y las variables climáticas, que son siempre cambiantes y están, en parte, determinadas por el diseño.

Este artículo da cuenta de los hallazgos de un estudio enfocado en la construcción de un esquema de evaluación del confort térmico de los usuarios en el borde costero de la región del Bío Bío.

Específicamente, en una obra recientemente construida denominada La Poza, en la ciudad de Talcahuano. Esta investigación nace de la hipótesis según la cual la permanencia de las personas en el espacio público está condicionada en parte por su percepción de confort térmico. En la medida que los ambientes térmicos mejoran, se podría suponer razonablemente que los ocupantes tendrán una mejor experiencia o incluso permanecer o frecuentar más el lugar. Para ello se desarrolló un análisis de percepción térmica mediante la aplicación de encuestas a los usuarios, además de un análisis de radiación solar del sector. Se determinó la correlación entre el uso y el asoleamiento para elaborar un mapa de confort térmico que permitiría identificar las mejoras necesarias o estrategias de diseño.

ABSTRACT/ There are several studies that assess thermal comfort inside buildings, introducing energy efficiency criteria in their design and architecture. The case of public spaces is different though, as most quantitative and qualitative evaluation models are still under development and many variables that increase their complexity. Some of these variables are difficult to specify in outdoor spaces since they deal with the thermal sensation of people and ever changing climate variables partly dependent on their design.

This article reveals the findings of a study focused on the preparation of an evaluation scheme of user thermal comfort in the coastal border of the Bío Bío Region, particularly, a recently built work called La Poza in the city of Talcahuano. The research is based on the hypothesis according to which people stay in public spaces in part conditioned by their perception of thermal comfort. As thermal environments improve, it could be reasonably expected that users will improve their experience and even go more often or stay longer in the place. For that, a thermal perception analysis was developed through user surveys and a solar radiation analysis in the area, determining the correlation between use and sunlight to draft a thermal comfort map that will identify required needs or design strategies.

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos nos exponemos diariamente a ambientes térmicos, tanto interiores como exteriores. Condicionados por las variables climáticas del lugar, producimos adaptaciones según requerimientos físicos y psicológicos. En los interiores las condiciones térmicas son más uniformes y controlables para las personas, ya que las edificaciones cuentan con mecanismos y tecnologías que

permiten obtener ventilación y/o calefacción individualizada. En cambio, en los espacios exteriores se presentan mayores variaciones climáticas diarias y estacionales que son condicionadas por el microclima del lugar. Estas son difíciles de controlar y afectan directamente el confort térmico de las personas que visitan dichos espacios. A principios de la década de 2000, se pone más atención en el rol de las condiciones térmicas urbanas en espacios al aire libre

como nuevo campo de búsqueda. Ello persigue el objetivo de proporcionar mejores estrategias para la planificación urbana sostenible (Givoni *et al.* 2003; Knez y Thorsson 2006; Nikolopoulou, Baker y Steemers 2001; Nikolopoulou y Lykoudis 2006; Spagnolo y de Dear 2003). Esta búsqueda fue motivada por los principios generales de mayor sostenibilidad, pero también de elevar el atractivo de los espacios públicos. Lo último se convirtió

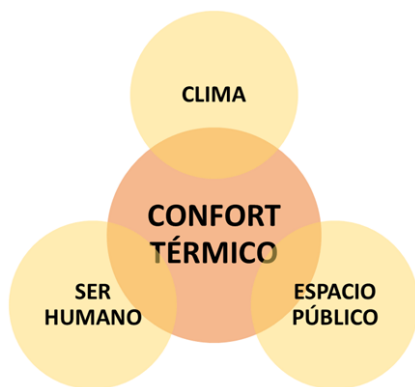


Figura 1. Esquema de la problemática de investigación (fuente: Elaboración propia, 2019).

en una prioridad en las últimas décadas y en forma creciente, en un objetivo de la planificación y el diseño urbano (Carr et al. 1993; Gehl y Gemzoe 2002; Maruani y Amit-Cohen 2007).

De este modo, el artículo muestra los resultados obtenidos de una investigación enfocada en determinar los efectos que tienen algunas variables climáticas en el confort térmico de un proyecto urbano costero en particular, denominado La Poza, en la ciudad de Talcahuano. Lograr identificar la interacción entre estos componentes (ver figura 1) podría servir para focalizar mejor las acciones de diseño, mejorar el confort térmico y con ello la experiencia de uso y, eventualmente, prolongar el tiempo de permanencia en ellos.

En la investigación se identifican las variables climáticas regionales que influyen singularmente en el confort térmico de los ocupantes. Esto permite definir sus características espaciales; en este caso, de un proyecto costero de la región del Bío Bío, realidad que podría servir de referencia a gran parte del litoral nacional, considerando debidamente los datos locales. El resultado de este análisis se expresa en la construcción de un mapa de confort térmico que puede colaborar a mejorar el diseño de estos espacios públicos.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La metodología del estudio se divide en tres fases que corresponden a cada objetivo ya descrito (ver figura 2):

a) Definición del marco teórico.

Determinando el concepto de confort térmico y variables climáticas que influyen en la sensación térmica de las personas. Además, se describe el clima del caso de estudio que incorporan la sensación térmica de las personas.

b) Recolección de datos del caso de estudio.

Se desarrolla un análisis perceptual, definiendo los usos y recorridos que se generan en cada zona, y sintetizando esta información en un mapa de usos. Además, se aplican encuestas de percepción térmica a los ocupantes y se toman mediciones de las variables climáticas del sector. Con estos resultados, se desarrolla un mapa de percepción térmica.

de permanencia con mejores condiciones térmicas para sus ocupantes.

DEFINICIÓN DEL MARCO TEÓRICO

La norma española ISO 7730 define confort térmico como “una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. Por lo tanto, se trata de un concepto subjetivo y personal de cada ser humano expuesto a un ambiente determinado, tanto interior como exterior, dependiendo de diversos factores. Entre estos factores se pueden identificar las variables climáticas (temperatura del aire, temperatura radiante, humedad relativa, velocidad del viento), actividad y vestimenta de la persona.

Al estudiar el confort térmico se debe mencionar el concepto de adaptación. Este se relaciona con los procesos que las personas deben ejercer para obtener un equilibrio entre su entorno y los

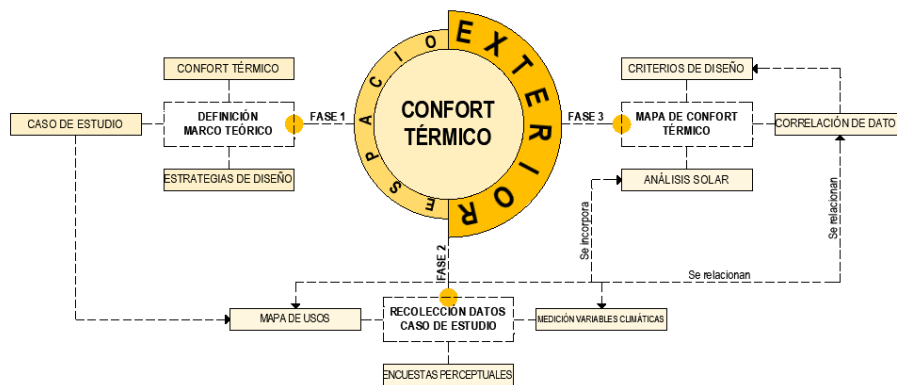


Figura 2. Esquema del desarrollo metodológico (fuente: Elaboración propia, 2019).

c) Mapa de confort térmico. Se realiza un análisis solar del espacio con el programa ArcGis, identificando en un mapa las zonas de sol y sombra. En esta fase se interpreta la correlación de los datos de los mapas de percepción térmica y de sol y sombra, y se construye un mapa de confort térmico que muestre las zonas

requerimientos propios. En este contexto, la adaptación se puede clasificar en tres categorías: físicas (cambios realizados por la persona para adecuar el entorno a sus necesidades); fisiológicas (cambios en las respuestas fisiológicas que resultan de la exposición constante frente a un estímulo); y psicológicas (se manifiesta en la percepción

del entorno de una manera distinta en cada persona) (Nikolopoulou y Steemers 2003). El confort térmico de las personas en espacios abiertos es uno de los factores que más influye en la habitabilidad de estos lugares, dado que la cantidad y la intensidad de las actividades que realiza el individuo se ve afectada por el nivel de disconfort experimentado cuando se expone a las condiciones climáticas de esos espacios abiertos (Givoni *et al.* 2003). Gómez, Montiel e Higuera (2010), establecen que existen diversos **modelos de satisfacción térmica centrados en el usuario**, los cuales se señalan a continuación:

MODELOS TÉRMICOS DE CONFORT.

Según la investigación desarrollada por Nikolopoulou, Baker y Steemers (2001), existen tres modelos que determinan las correlaciones entre los parámetros microclimáticos y la sensación térmica. Se usaron datos meteorológicos de una estación cercana que permite desarrollar mapas de confort térmico exterior. El Modelo ASV, PMV y el Índice de Confort (COMFA) aplican datos físicos personales, psicológicos y efectos de adaptación en el espacio exterior. Por otra parte y de acuerdo con lo investigado por Gómez, Montiel e Higuera (2010), existen **modelos predictivos de confort térmico centrados en el espacio**, tales como los modelos de confort térmico (monogramas de confort y mapas), índice confort de la ciudad, índice de confort para la microescala, modelo CFD (dinámica computacional de fluidos), modelo MRT (temperatura media radiante), modelo DEM (de elevación digital), modelo CTTC (módulo constante de tiempo térmico), modelo ENVI-met y, por último, los **mapas de confort térmico**, que guiaron este estudio. Se trata de una herramienta gráfica que demuestra la comodidad de los ocupantes en un entorno urbano. Para ello fue necesario analizar los parámetros climáticos del lugar y realizar encuestas de



Imagen 1. Borde costero La Poza, Talcahuano (fuente: De los autores, 2018).

campo que entregaron datos de sensación térmica para evaluar el lugar de estudio. Las características climatológicas de una localidad condicionan la forma de vida de sus habitantes, tanto en los espacios interiores como exteriores. En los segundos, las condiciones de habitabilidad son más adversas que en los primeros, donde es posible controlarlas mejor. Es por ello que, en el diseño de los espacios públicos, se debe buscar una respuesta a sus particularidades climatológicas que facilite la adaptación del hombre al medio exterior (Guzmán y Ochoa 2014). En ese sentido, dice Víctor Olgyay (1988), el hombre siempre se esfuerza por llegar al punto en el cual adaptarse a su entorno le requiera solamente un mínimo de energía. Para el caso de esta investigación y como se ha dicho antes, se seleccionó como caso de estudio el sector de La Poza de Talcahuano debido a la variedad de zonas y usos que considera este espacio público. Se trata de un lugar atractivo para analizar los distintos escenarios que presenta, tanto en su morfología y actividades como en las variaciones climáticas que puede llegar a presentar.

El proyecto corresponde a una obra reciente, ejecutada en el marco del Plan de

Reconstrucción del Borde Costero de la Región del Bío Bío, posterior al terremoto del año 2010. Esta intervención consideró la construcción de la caleta de pescadores, un mercado, cuatro restaurantes, centro náutico, muelles, paseos peatonales y zonas de juegos infantiles.



Figura 3. Cartografía digital. El rojo delimita el país y el azul la ubicación de Talcahuano (fuente: Página web del Servicio de Impuestos Internos (<https://www.sii.cl>), 2019).

De acuerdo con la NCh. 1079. Of. 77, la región del Bío Bío se clasifica en la zona climática Sur Litoral (SL). Talcahuano (ver figura 3) corresponde a esta clasificación y se caracteriza por ser una zona de clima marítimo lluvioso, de inviernos prolongados, suelo y ambientes salinos y húmedos, fuertes vientos de componente oeste y norte, de humedad alta y temperatura templada a fría.

Talcahuano posee un Centro Meteorológico Marítimo de la Armada de Chile, Davis Vantage Pro, a una elevación de 3 metros de altura. Por ubicarse a solo 100 metros del lugar de estudio, el centro se utilizó para la investigación. Las variables climáticas consideradas fueron los registros de temperatura del aire, humedad relativa y velocidad de viento.

Las variaciones más significativas del año se registran en la época estival; la temperatura media alcanza un valor de 18,4°C, la temperatura máxima absoluta, 31,5°C y la velocidad del viento, una intensidad media de 05,66 m/s con dirección sur y una intensidad máxima de 09,77 m/s. De igual modo, en esa época se presenta la humedad relativa media más baja del año, con un valor de 68,30%.

En la época de otoño, durante el mes de abril, se registra el menor valor de la

media de velocidad del viento con 02,06 m/s dirección noroeste. Para el caso de la humedad relativa media, su máximo valor es de 85,90% y se manifiesta en la época de invierno, durante el mes de junio. Además, la temperatura del aire presenta los valores más bajos del año en el mes de julio, en su media con 9,9°C y en la mínima absoluta con 1,6°C.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Aplicación de encuestas

Para el desarrollo del análisis perceptual, se recopilaron datos de campo que incluyeron encuestas de percepción térmica y medición de variables climáticas de manera simultánea en el lugar de estudio. Esta actividad se desarrolló el día sábado 19 de mayo de 2018, entre las 12:30 y 17:30 hrs. Se seleccionó este día por representar un periodo con clima de variaciones intermedias, propias del otoño, alejado de las estaciones más extremas de invierno y verano.

En la primera fase de la investigación se aplicaron 152 encuestas a usuarios del lugar de estudio. El alto nivel de representatividad estadística alcanzado permite constatar las condiciones de confort al aire libre y evaluar cualitativamente la sensación térmica de sus ocupantes.

El formato de encuesta se basó en el modelo realizado por Cheng (2008), que mide la percepción del confort térmico del ocupante del espacio público.

La encuesta se dividió en tres partes: la primera considera los datos generales, tales como género, nacionalidad, edad, vestimenta, contextura física, actividad y zona del borde costero en la que se encuentra (ver figura 4). La segunda contempla el estado térmico personal del entrevistado. En este influyen aspectos de su adaptación física y psicológica; cómo percibe la sensación térmica, la exposición al sol y la velocidad del viento; cómo siente la humedad en el aire y su piel respecto de la humedad; y cómo define su confort general de acuerdo con la actividad que está realizando. La tercera parte de la entrevista incorpora los datos obtenidos en terreno de las mediciones de las variables climáticas, tales como temperatura del aire, velocidad del viento y humedad relativa.

La muestra consideró 51% de mujeres y 49% de hombres. El rango de edad de la población encuestada varió entre los 12 y 74 años y el grupo de etario predominante fue 31 a 40 años (36%).

La mayoría de las personas llevaba vestimenta adecuada para la época del año (84%). Un 68% de los entrevistados

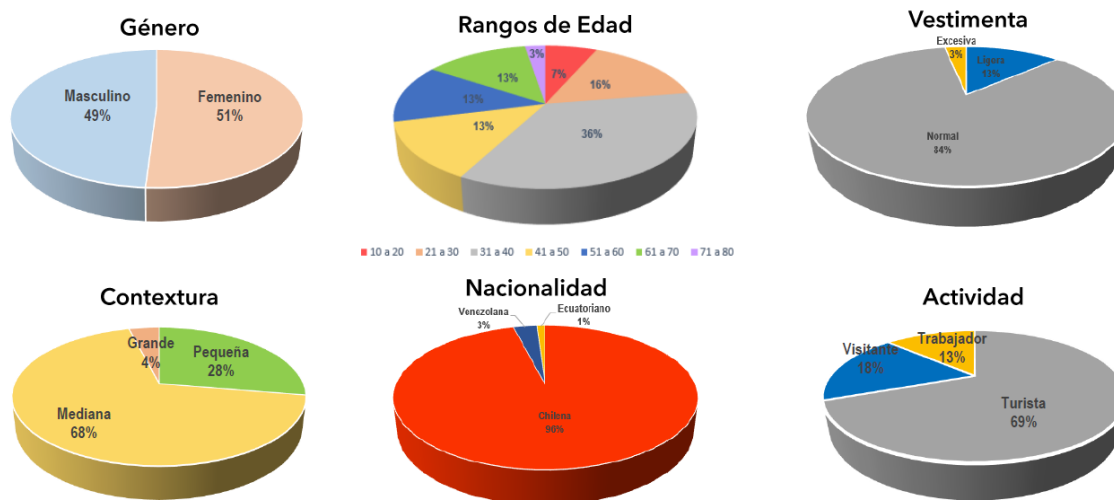


Figura 4. Encuesta de percepción térmica y medición de variables climáticas (fuente: Elaboración propia, 2019).

se caracterizó por ser de textura física mediana, 28% por una textura pequeña y 4% por una textura grande. La mayor parte de las personas eran turistas (69%), 18% eran visitantes, es decir, habitantes de la comuna de Talcahuano, y 13% se encontraba trabajando en el sector.

Medición de variables climáticas

Los parámetros meteorológicos más importantes para establecer la sensación climática de las personas son: temperatura, humedad y viento (Huamantínco y Piccolo 2010).

En la tercera parte de la estructura de la encuesta se registran en forma simultánea y en los mismos puntos de las encuestas los siguientes datos atmosféricos:

- Temperatura ambiente (unidad: grados Celsius).
- Velocidad del viento (unidad: metro por segundo).
- Humedad relativa (unidad: porcentaje).

Estas mediciones climáticas fueron tomadas cada 15 minutos aproximadamente, de acuerdo al tiempo de cada encuesta realizada. Los instrumentos se situaron a una altura de 1,10 metros desde el nivel del suelo; en cambio, la estación meteorológica está a una altura de 3 metros lo que puede generar variaciones por los distintos obstáculos (edificios, vegetación) en cada situación. Para esto se utilizó el instrumento digital marca UNI-T modelo UT333, llamado higrómetro, que mide simultáneamente la temperatura del aire y la humedad relativa. El UT333 adopta la tecnología de módulo de detección de humedad de alta precisión para muestrear, procesar datos y mostrar los resultados en la pantalla LCD; dicho módulo de detección calibrado reduce el sesgo y aumenta la precisión¹.

Para medir la velocidad del viento, se utilizó el instrumento digital marca UNI-T modelo UT363, llamado anemómetro, que se caracteriza por ser un comprobador de velocidad y temperatura del viento².

Las variables de temperatura del aire y humedad relativa disminuyen y aumentan sus valores, respectivamente, a medida que se acerca la tarde. En cambio, la velocidad del viento varía su valor según la ubicación del recinto, ya que depende del entorno que la rodea.

MAPA DE CONFORT TÉRMICO

Para dar inicio al análisis solar fue necesario desarrollar un modelo vectorial que demuestra las dimensiones reales del lugar de estudio. Para ello se utilizó como base la planimetría del proyecto "Mejoramiento Borde Costero Sector La Poza", elaborado por la Dirección de Obras Portuarias DOP, del Ministerio de Obras Públicas, para luego levantar el modelo tridimensional del espacio.

Para el análisis solar se solicitó colaboración al Laboratorio de Estudios Urbanos (LEU) de la Universidad del Bío Bío, que realizó el desarrollo del análisis de asoleamiento del área de estudio a través del programa computacional ArcGis Versión 10.2. Se seleccionó este programa porque contempla la utilidad de análisis de radiación solar, lo que permite conocer la incidencia del sol y su comportamiento en el terreno.

Para el uso de ArcGis fue necesario contar con un ráster MDT (modelo digital de terreno), que corresponde a un DEM (*digital elevation model*). El DEM es uno de los sistemas de información geográfica (SIG) más comunes, y corresponde a una representación visual y matemática de los valores de altura con respecto al mar. Se incorporaron al análisis la topografía del terreno y los obstáculos y objetos presentes, tales como, cerros, edificaciones y vegetación, entre otros.

Se realizaron dos pruebas de análisis solar para el área de estudio durante el año 2019. Inicialmente, el área de estudio se acotó en dimensiones de 7,36 Km x 4,81 Km -incluyendo el Cerro Buena Vista- para visualizar su eventual influencia. Este procedimiento no consideró las

edificaciones cercanas de manera de constatar el comportamiento de la explanada pública del proyecto de estudio. El ráster utilizado fue de 1x1 metro, dando como resultado 35.401.600 píxeles. Luego se procedió a reducir el campo de análisis a un área de 793m x 654m, desarrollando un ráster de 25x25 centímetros que consideró específicamente el proyecto de borde costero en estudio y todas las alturas de las edificaciones del sector.

La herramienta utilizada para el análisis solar fue el programa ArcGis de radiación solar, utilizando la modalidad de análisis de todo el año y en un día específico, que es cuando se aplicó la encuesta.

RESULTADOS

Resultados perceptuales - encuestas

De acuerdo con los resultados analizados, se pudo constatar que el estado térmico de los entrevistados fue el siguiente:

Para el caso de la sensación térmica, se consultó a los ocupantes cómo se sentían respecto del calor y el frío. El 32,90% manifestó estar bien, en comparación con el 67,10% que señaló sentir algún grado de frío (12,50% muy frío, 32,90% frío y 21,71% ligeramente frío) (ver figura 5).

Dentro de estos valores se puede diferenciar que el 74% de las mujeres entrevistadas siente algún grado de frío, en comparación con el 60% de los hombres entrevistados. El rango de edad con mayor sensación de bienestar es el de 31 a 40 años.

Para el análisis del sol, se consultó a los usuarios cómo percibían la exposición al sol. El 52,6% señaló estar bien para la época del año y el 47,4% indicó que falta sol (ver figura 6). Dentro de estos valores se puede constatar que el 50,69% de las mujeres entrevistadas percibió falta de sol. En cambio, el 56% de los hombres entrevistados indicó estar bien con el sol. El rango de edad con mayor bienestar con respecto a la exposición del sol fue el de 31 a 40 años.

1 Vea más información en www.uni-trend.com.

2 Vea más información en www.uni-trend.com.

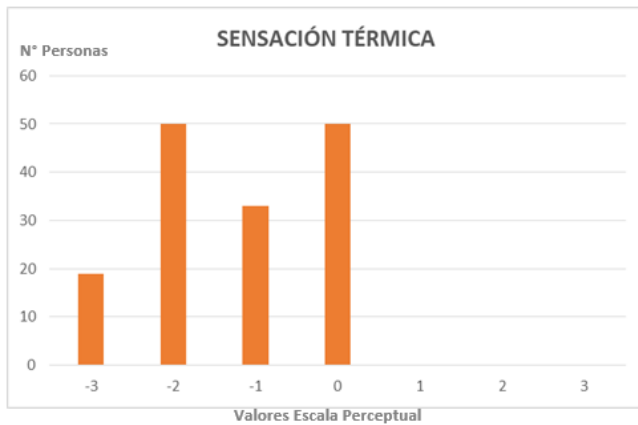


Figura 5. Sensación térmica de los encuestados. Valores de escala perceptual: (-3) Muy frío, (-2) Frío, (-1) Ligeramente frío, (0) Bien, (1) Cálido, (2) Caluroso, (3) Muy caluroso (fuente: Elaboración propia, 2020).

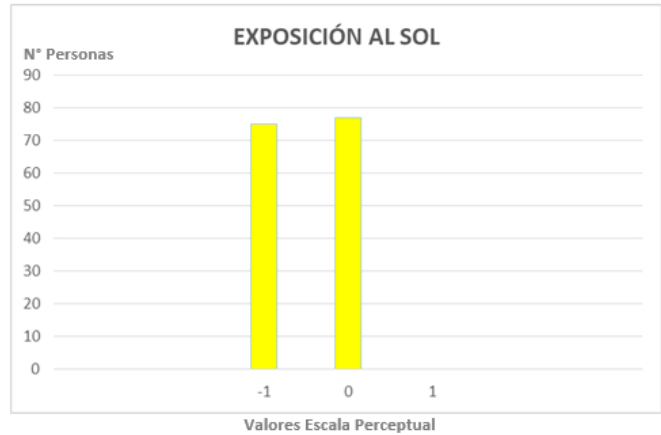


Figura 6. Percepción a la exposición al sol de los encuestados. Valores de escala perceptual: (-1) Falta sol, (0) Bien, (1) Exceso de sol (fuente: Elaboración propia, 2020).

Al evaluar la percepción de los ocupantes con respecto a la velocidad del viento, se indica que el 65,79% señala que lo percibe ventoso, el 23,68% dice estar bien con la velocidad del viento y el 10,53% manifiesta que está quieto (ver figura 7). Se distingue mayor velocidad del viento en los espacios en altura, como es el caso

del muelle mirador y en los espacios más expuestos perimetralmente, tales como el mirador y la plaza de acceso norte. En ambas zonas las edificaciones que pueden obstaculizar el paso del viento se ubican a mayor distancia. Para la evaluación de la sensación de humedad en el aire, el 69,70% manifestó

sentirse bien con la humedad ambiental, el 29,6% señaló que el aire se encontraba demasiado húmedo y solo una persona indicó que se percibía demasiado seco (ver figura 8). Con respecto a la humedad de la piel, los ocupantes manifestaron que el 52,63% se sentía bien con la humedad, el 31,58% señaló

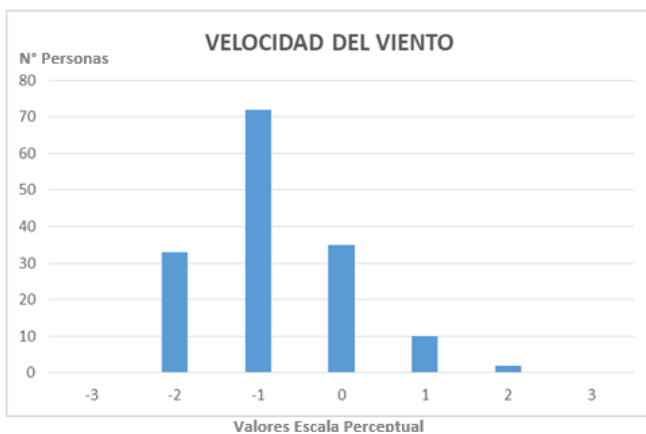


Figura 7. Percepción de la velocidad del viento de los encuestados. Valores de escala perceptual: (-3) Estancado, (-2) Demasiado quieto, (-1) Ligeramente quieto, (0) Bien, (1) Ligeramente ventoso, (2) Ventoso, (3) Demasiado caluroso (fuente: Elaboración propia, 2020).

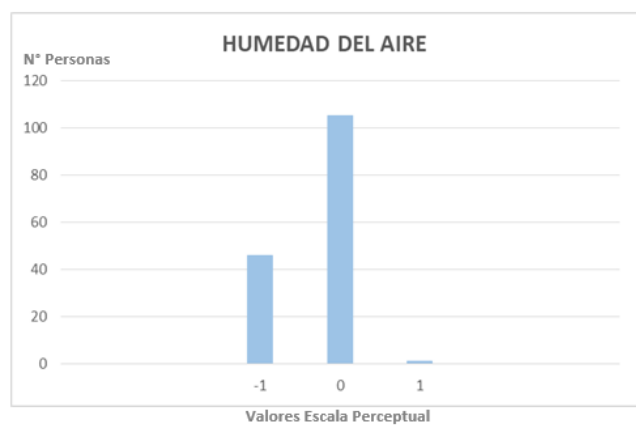


Figura 8. Percepción de la humedad al aire de las personas encuestadas. Valores de escala perceptual: (-1) Demasiado húmedo, (0) Bien, (1) Demasiado seco (fuente: Elaboración propia, 2020).

sentir su piel más seca y el 15,79% indicó sentir su piel más húmeda (ver figura 9). En este contexto, se pudo constatar que al atardecer se registra mayor humedad en el ambiente, lo que se reflejó en las medidas tomadas con el higrómetro y en las respuestas de los usuarios.

La última consulta de la encuesta fue en relación con la sensación de confort general, de acuerdo con la actividad que estaba realizando el usuario. En este caso, el 69% de las personas encuestadas señaló estar ejerciendo una actividad recreativa como turistas. El 70,40% manifestó sentirse muy

inconfortable, el 28,30% en estado confortable y solo el 1,3% muy confortable (ver figura 10). Dentro de estos valores se puede diferenciar que el 75,30% de las mujeres entrevistadas se sienten muy inconfortable, frente al 67,60% de los hombres entrevistados.

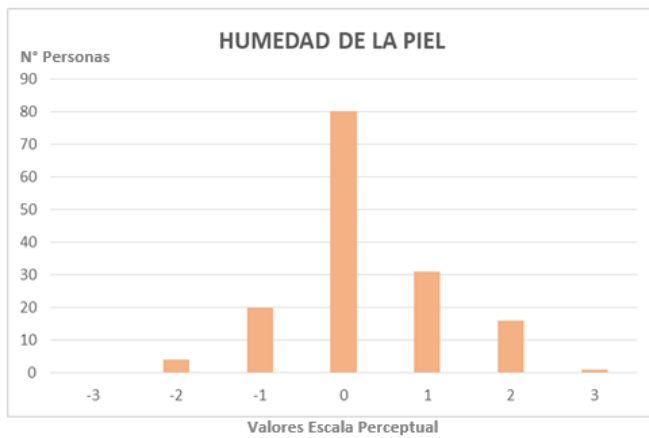


Figura 9. Percepción de la humedad de la piel de los encuestados. Valores de escala perceptual: (-3) Gotas de sudor, (-2) Húmeda, (-1) Ligeramente húmeda, (0) Bien, (1) Ligeramente seca, (2) Seca, (3) Muy seca (fuente: Elaboración propia, 2020).

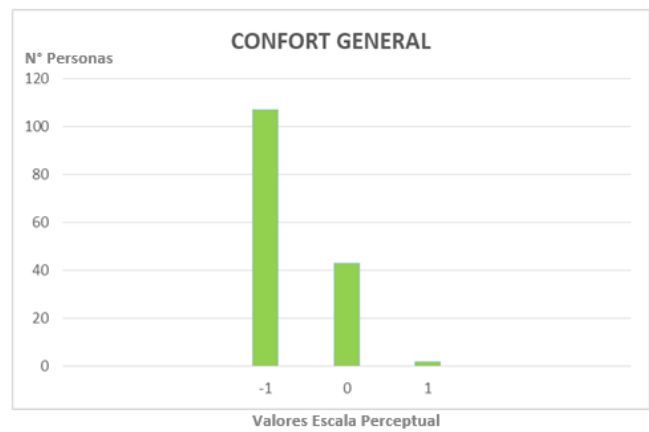


Figura 10. Percepción de confort general de los encuestados. Valores de escala perceptual: (-1) Muy inconfortable, (0) Confortable, (1) Muy confortable (fuente: Elaboración propia, 2020).

Mapa de percepción térmica

En el mapa de percepción térmica (ver figura 11), se visualizan las zonas evaluadas en las encuestas en orden decreciente: La zona más confortable (color rojo) a la menos confortable (color azul).

Mapa de sol y sombra

Posteriormente se construyó un mapa de sol y sombra por medio del programa ArcGis (ver figura 12), correspondiente al día 19 de mayo de 2018, cuando se realizaron las entrevistas. El sector analizado considera una radiación mínima de 0,3278 WH/m² y una máxima de 2.237,95 WH/m². En promedio, en las zonas de espacios abiertos de la explanada (plazas y mirador) la exposición al sol genera una radiación solar de 1.435 WH/m², con un mínimo de 350 WH/m² en la sombra sur proyectada por las edificaciones.

Interpretación de correlación de mapas

Al revisar la correlación de los dos mapas (percepción térmica y de sol y sombra) es posible constatar que la zona central del proyecto es la más afectada por la variable

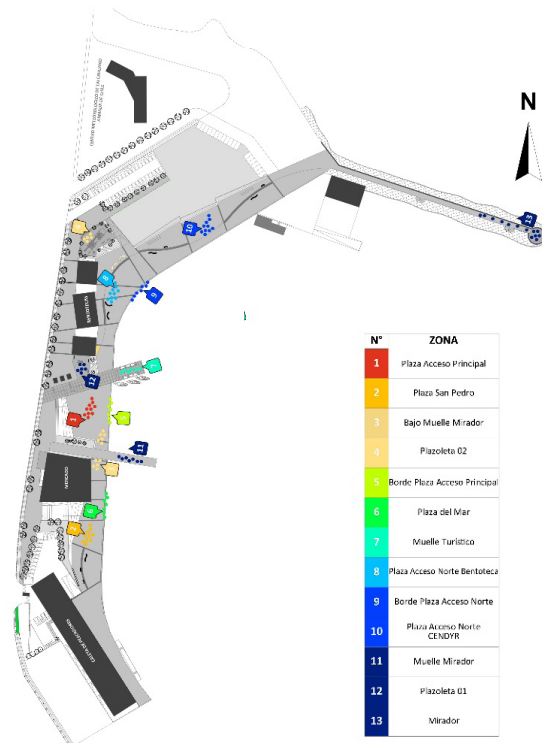


Figura 11. Mapa de percepción térmica (fuente: Elaboración propia, 2020).

climática de radiación solar y temperatura del aire. Por otro lado, la sombra que generan los propios edificios de La Poza, afectan el uso de otras áreas, entre ellas:

Plaza del Mar: Zona de permanencia ubicada al oriente del edificio del Mercado, con una radiación solar de 880 WH/m² en promedio. La sensación térmica de los ocupantes señaló que es una zona más fría, ya que se hace más perceptible el viento.

- Plazoleta 01: Zona de juegos infantiles ubicada al sur del restaurante, con una radiación solar de 350 WH/m² en promedio. La sensación térmica de los ocupantes la identifica como una zona muy fría, con presencia de humedad alta y falta de exposición solar (solo en la mañana), razón por la cual el espacio tiene poco uso.

- Plaza Acceso Norte Bentotecas: Zona de permanencia ubicada al oriente de las bentotecas. Parte de esta se ve afectada por la sombra del lugar, con una radiación solar de 860 WH/m² en promedio. La sensación térmica de los ocupantes evidenció que se trata de una zona más fría, con presencia de viento y menor exposición solar en las tardes, momento durante el cual se desarrollan más actividades.

El mapa de confort térmico (ver figura 13) considera solo los lugares de ruta y descanso más frecuentados por los visitantes del lugar estudiado.

Cada una de las zonas identificadas en el mapa de confort térmico se ha asociado a requerimientos o sugerencias que pueden derivar en medidas de acondicionamiento para mejorar el confort térmico de los ocupantes. Dentro de las medidas más recurrentes están mayor protección ante el viento y la lluvia y mayor radiación solar.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis solar, se puede constatar que la zona central del espacio público del borde costero se ve afectada por la sombra de las edificaciones de mayor altura; por lo tanto, sus actividades no reúnen las condiciones para estancias prolongadas.

En los espacios exteriores es más habitual observar que los usuarios ejerzan una adaptación reactiva. Esto se debe a que las personas se acomodan al medio ambiente, eligiendo el lugar más confortable para permanecer,

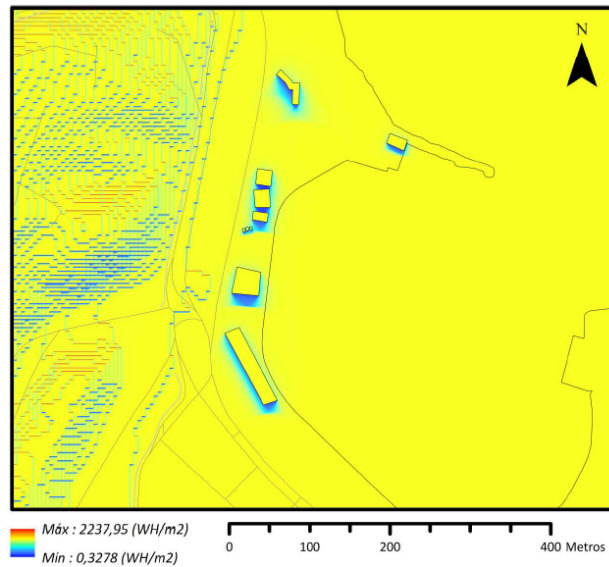


Figura 12. Mapa de sol y sombra del Borde Costero La Poza (fuente: Elaboración propia, 2020).

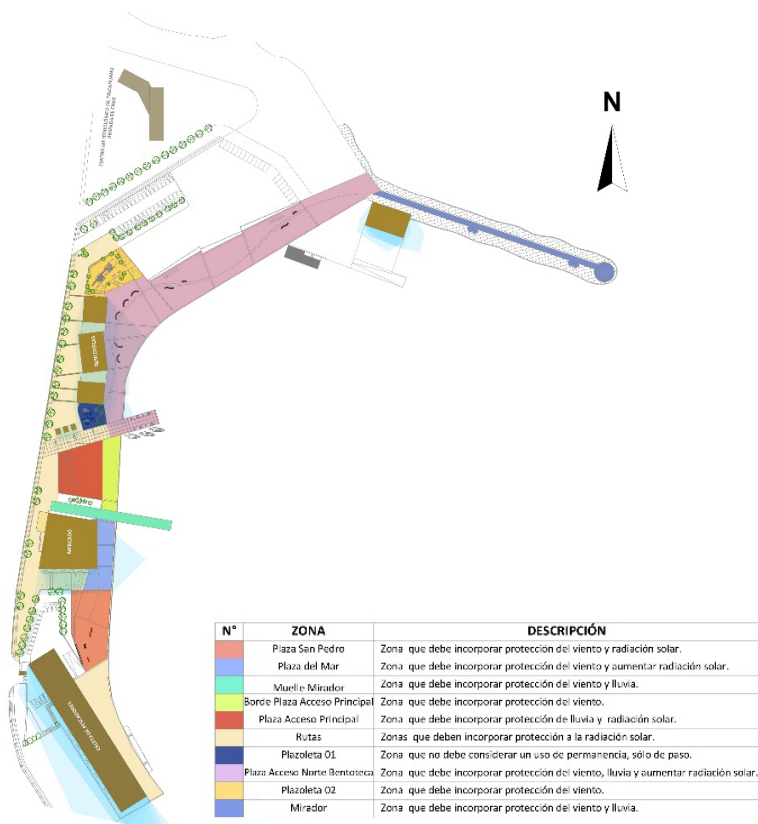


Figura 13. Mapa de confort térmico (fuente: Elaboración propia, 2020).

consumiendo bebidas frías o calientes y escogiendo el vestuario por capas. Si bien los usuarios pueden adaptarse al lugar por medio de estas acciones, el espacio construido se mantiene rígido. En este punto se destaca la adaptación interactiva como una buena alternativa, pero esa no se encuentra presente en el caso de estudio. Se trata de mecanismos o manipulación de elementos que generen sombra, aprovechen el sol u ofrezcan protección contra la lluvia y el viento, según el comportamiento climático del día y la estación del año.

Según lo muestran las encuestas, se hace necesario contar con diferentes ambientes térmicos, durante el día y el año. Por lo tanto, parece recomendable asegurar diversidad dentro del mismo espacio público, lo que facilitaría la adaptación de las personas a los diferentes lugares. De acuerdo con los análisis desarrollados se puede deducir que, al mejorar las condiciones de confort térmico de las personas, se podría aumentar la permanencia y la frecuencia de uso del espacio público. Finalmente, este análisis confirma la necesidad de relacionar parámetros

atmosféricos con la percepción térmica de las personas, para aproximarse al confort térmico de un espacio exterior. En lo particular la interacción de cada variable climática con el lugar requiere de un análisis mayor, que permita un trabajo de campo más prolongado y con mayor información. No obstante, este estudio y sus resultados invitan a ver este como un campo de exploración relevante para sensibilizar el diseño de los espacios públicos y mejorar las condiciones de confort de sus usuarios. ▲■■

REFERENCIAS

- Armada de Chile. 2022. Centro Meteorológico de Talcahuano Weather. Fecha última modificación, 18 de mayo de 2022. <http://web.directemar.cl/met/turno/estaciones/talcahuano/index.htm>.
- Carr, S., Francis M., Rivlin L. y Stone A., 2009. *Public Space*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Chen, L. y Ng, E., 2012. Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities* 29: 118-125.
- Ministerio de Obras Públicas, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad del Bío Bío. 2012. *TDR: Términos de Referencia Estandarizados con Parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental, para Licitaciones de Diseño y Obra de la Dirección de Arquitectura. Según Zonas Geográficas del País y Según Tipología de Edificios*. Santiago de Chile: Edición en PDF.
- Gehl, J. y Gemzoe L. 2002. *Nuevos Espacios Urbanos*. España: Editorial Gustavo Gili.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaakov, Y., Feller, N., & Becker, S. 2003. Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35(1), 77-86. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00082-8)
- Gobierno Regional Bío Bío. 2010. Plan de Reconstrucción del Borde Costero - PRBC 18. Plan Maestro de Talcahuano.
- Gómez, N., Montiel L. y Higuera E., 2010. "Escenarios Sostenibles Herramientas de Evaluación y Diseño del Microespacio Urbano entre Edificaciones". Congreso PLURIS, octubre de 2010.
- Guzmán Bravo, F. y Ochoa De la Torre J. 2014. "Confort Térmico en los Espacios Públicos Urbanos, Clima cálido y frío semiseco". *Hábitat Sustentable* 4: 52-63.
- Huamantlino Cisneros, M. y Piccolo M., 2010. "Índices de confort aplicados al Balneario de Monte Hermoso, Argentina". *Investigaciones Geográficas* 52. : 201-214). doi:<https://doi.org/10.14198/INGEO2010.52.07>.
- ISO. I. 2005. 7730: Ergonomics of the thermal environment—Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. *Management*, 3(605), e615.
- Knez, I. y Thorsson S., 2006. Influences of culture and environmental attitude on thermal, emotional and perceptual evaluations of a public square. *International Journal of Biometeorology* 50: 258-268.
- Maruani, T. y Amit-Cohen, I., 2007. Open space planning models: A review of approaches and methods. *Landscape and Urban Planning* 81: 1-13.
- Nikolopoulou, M., Baker N. y SteemersK., 2001. "Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter". *Solar energy* 70: 227-235.
- Nikolopoulou, M., Lykoudis, S. y Kikira M., 2003. "Thermal comfort in outdoor spaces: field studies in Greece". *In Proceedings of the fifth international conference on urban climate, Lodz*: 1-5.
- Nikolopoulou, M. y Steemers, K., 2003. "Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces". *Energy and buildings* 35: 95-101.
- Nikolopoulou, M. y Spyros L., 2006. "Thermal comfort in outdoor urban spaces: analysis across different European countries". *Building and environment* 41: 1455-1470.
- Spagnolo, J. y de Dear R., 2003. "A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia". *Building and Environment* 38: 721-738.