



TLATEMOANI
Revista Académica de Investigación
Editada por Eumed.net
No. 25 – Agosto 2017
España
ISSN: 19899300
revista.tlatemoani@uaslp.mx

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Néstor Juan Zapata Padilla
nizparq@gmail.com

Mireya Alicia Rosas Lusett
mire.rosas@gmail.com

José Adán Espuna Mujica
anupse@gmail.com

Universidad Autónoma San Luis Potosí
Universidad Autónoma de Tamaulipas

RESUMEN

Ciudad Valles registra temperaturas máximas de 60°C, y 78% de humedad relativa, principales estímulos ambientales que definen la sensación térmica de la persona, este trabajo consiste en analizar e identificar aspectos físicos y fisiológicos del contexto urbano que contribuyen especialmente en atenuar los efectos climáticos, para así determinar la forma de favorecer el grado de confort que experimenta el peatón en espacios exteriores. Se identifican diferencias importantes de temperatura hasta de 27°C en banquetas y 5°C en la temperatura del aire, derivadas principalmente por el tiempo y cantidad de radiación solar a la que están expuestos debido a la configuración formal del espacio urbano arquitectónico; a esta comparación y diferencia de valores para la misma variable climática en relación al contexto inmediato se le denomina microclima urbano.

El estudio se realiza en la calle Miguel Hidalgo, vialidad principal de la zona centro, área comercial e hito de la ciudad.

El presente documento se deriva y es una parte de la Tesis de título; “*Diagnóstico del microambiente urbano en la avenida Miguel Hidalgo, en la zona centro de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México.*”, del programa de estudio de Maestría en “Planeación, desarrollo y proyecto urbano”; de la

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Campus Tampico, Tamaulipas. México.

PALABRAS CLAVE:

Confort térmico-variables microclimáticas-confort exterior.

ABSTRACT

Ciudad Valles registers maximum temperatures of 140°F, and 78% of relative humidity, the main environmental stimuli that determine the people's thermal sensation. This document analyzes and identifies physical and physiological aspects of the urban context that contributes in particular to attenuate the climatic effects, determining how to improve the comfort level experienced by pedestrians in outdoor spaces. Significant differences in temperature are identified up to 80.6°F on sidewalks and 41°F air temperature originated by the time and the amount of solar radiation which are exposed due to the formal architecture of urban space. This comparison and difference of values for the same climatic variable in relation to the immediate context is called urban microclimate.

This study is carried out in Miguel Hidalgo Street, Main Street of the downtown area.

The present document is a part of the thesis named: " Diagnóstico del microambiente urbano en la avenida Miguel Hidalgo, en la zona centro de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México.", from the Master's degree program in Planning, development and urban project; of the Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo from Universidad Autónoma de Tamaulipas. Campus Tampico, Tamaulipas. México.

KEY WORDS:

Thermal comfort-microclimatic variables-outdoor comfort.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más significativos de los cambios climáticos relacionados con la actividad humana es la variación de las temperaturas del aire en los espacios urbanos, varios grados por encima de las registradas en las áreas rurales próximas.

Los estudios climáticos y urbanos comienzan a definir zonas específicas, reducidas a escala de una colonia, una plaza, calle, incluso de una acera de vialidad; y es que mientras que la información del clima de un lugar indica variables generales para la ciudad; como la temperatura, precipitación,

120

humedad relativa, entre otras; existen distintos valores para cada variable dentro de la misma ciudad; provocados por el contexto inmediato del espacio en donde se realiza la medición; a esta diferencia de valores para la misma variable climática en relación al contexto definido por materiales, vegetación, y forma se le denomina microclimas urbanos.

Para estudiar las condiciones ambientales de los sistemas urbanos y el microclima generado en cada uno, se considera que cada espacio exterior es un sistema que tiene como datos de entrada los parámetros climáticos locales y como salida los parámetros micro climáticos.

Este trabajo consiste en diagnosticar las condiciones del microclima urbano; en distintos escenarios de la calle Miguel Hidalgo, dentro de la zona centro de Ciudad Valles, San Luis Potosí; vialidad en donde comúnmente las personas perciben el carácter de la ciudad.

Con la terminación y análisis del estudio, se evalúa si el espacio cumple con las condiciones arquitectónicas y climáticas, para que las personas puedan realizar sus actividades cotidianas, sin sentir los efectos negativos del clima.

Para este estudio, en términos generales, los factores de análisis y medición, son los siguientes: Aspectos físicos que presentan sencillez para modificarlos: como la vegetación existente, aspectos constructivos como los acabados de inmuebles y estructuras menores de los espacios donde el peatón hace recorridos; aspectos urbanos como la forma y posición de edificios, además de los aspectos ambientales especialmente del microclima; asoleamiento de la zona, humedad del aire, temperatura ambiente, irradiación de acabados, dirección y velocidad del viento.

1.1 Objetivo general

Diagnosticar condiciones físicas, ambientales y arquitectónicas del espacio urbano, que definen el nivel de confort humano, para identificar y recomendar la forma de contrarrestar los efectos climáticos dentro del espacio, con la intención de propiciar la actividad peatonal, favorecer la convivencia social, y beneficiar la dinámica comercial dentro del área de estudio.

1.2 Objetivos específicos

- Definir el balance de confort térmico del peatón para la calle Hidalgo.
- Analizar temperaturas del aire y de los objetos dentro del sistema de estudio, para demostrar el funcionamiento de barreras físicas.
- Analizar el flujo; dirección y velocidad del viento que se presenta dentro del sistema de estudio.
- Definir las zonas de confort y desconfort dentro del sistema.

1.3 Justificación

Este diagnóstico del microambiente urbano, tras el análisis de sus características climáticas, fisiológicas y formales; contribuye a identificar los aspectos que benefician la sensación de confort térmico de las personas, con lo que brinda respaldo y consideraciones para acondicionar el espacio urbano físico, con el fin de manipular y contrarrestar los aspectos climáticos, tomando en cuenta el beneficio para el grado de confort humano dentro del sistema de estudio.

Contribuye a definir;

La forma de mejorar las condiciones constructivas de los espacios peatonales intentando aumentar el confort en las circulaciones e incrementar la actividad peatonal.

Adecuar, mejorar y mantener la infraestructura urbana, optimizando los efectos climáticos para beneficio humano, propiciando la actividad y convivencia social dentro del área de estudio.

Adaptar el contexto urbano evitando la radiación solar directa para favorecer el movimiento social, y por ende la dinámica comercial dentro de la zona, aun en lapsos de fuerte soleamiento.

1.4 Planteamiento del problema

Gran parte de las personas que habitan y visitan Ciudad Valles, San Luis Potosí, evitan realizar actividades sociales en horas de alto soleamiento en el transcurso del día, dentro de la zona centro de la ciudad, específicamente en la calle Miguel Hidalgo; las complicaciones que se identifican son:

- Inadecuadas condiciones constructivas de los trayectos peatonales, conlleva la escasa actividad peatonal.
- La alta temperatura de la zona y el prolongado asoleamiento del espacio, merma las actividades comerciales a lo largo del día.
- Un incorrecto tratamiento y cuidado del espacio urbano, de forma gradual provoca el alejamiento de las actividades turísticas respecto del área de estudio.
- Y en especial las condiciones climáticas del microambiente de la zona, repercute directamente en la sensación de confort que las personas perciben.

1.5 Hipótesis

La hipótesis de la que parte este trabajo, es que el conjunto los siguientes factores que se pretende analizar;

- Vegetación.
- Forma y
- disposición de inmuebles.
- Materiales en acabados.

Tienen propiedades fisiológicas y físicas que pueden ser combinadas, y manipuladas para generar condiciones de confort humano, capaces de contrarrestar y amortiguar en gran medida, los efectos climáticos como el calor y el frío, en los espacios urbanos, de forma que permita a las personas sentirse cómodas en el ambiente, y así realizar más actividades sociales por lapsos más largos durante el día.

1.6 Enfoque

El presente trabajo tiene un enfoque descriptivo cualitativo; se basa en la observación del fenómeno social, físico y climático dentro del ambiente urbano de Ciudad Valles y se enfoca en analizar y describir aspectos físicos y ambientales para explicar las causas que originan los fenómenos sociales.

2.0 MARCO TEÓRICO

Para este trabajo primeramente se revisa la bibliografía que trata de la relación que existe entre el medio urbano, el medio ambiente y el confort humano, definiendo esta relación como urbanismo bioclimático, considerando los distintos tipos de escala de estudio para ambos casos.

Se revisan las afectaciones y beneficios que se generan a partir de la estructura de una ciudad, desde la elevación sobre el nivel del mar, su forma, su topografía, la disposición y distribución de las manzanas y edificios, hasta los materiales con los que se construye. Así pues, se consideran los llenos y los vacíos en donde el terreno natural, vegetación, y vialidades ayudan a generar flujos de energía, que en conjunto, modifican la percepción de los individuos de los elementos climáticos.

Desde Vitrubio hasta Benoit; sabemos que iniciando con el estudio del movimiento de la tierra sobre la eclíptica y el estudio del contexto físico, logramos anticipar los efectos benéficos y adversos que se reflejaran en nuestros diseños arquitectónicos y urbanos.

De acuerdo con Higuera, 2013; el punto de encuentro entre diseño urbano y clima urbano tiene una aproximación en el urbanismo bioclimático, entendido como aquél que busca lograr zonas urbanas con un balance térmico; zonas de confort; de acuerdo a las preexistencias climáticas locales por medio del diseño urbano que permita obtener una forma y espacios urbanos que potencie estas condiciones. Esto es a lo que llamamos urbanismo bioclimático.

Los principales elementos climáticos que definen el confort humano en los espacios arquitectónicos y urbanos son la radiación solar directa e indirecta; implícitamente la iluminación y la temperatura del aire; la humedad y el flujo de viento.

Es importante también, exponer que la percepción de una persona para distintos climas, está directamente vinculado con su nivel de tolerancia, que deriva del grado en que está adaptado a un clima en específico. Las personas acostumbradas al clima frío, sienten más intensos los efectos de un clima

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

cálido; y de modo contrario; aquella persona adaptada en un clima cálido, sentirá más intenso el efecto de un clima frío, según la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción Refrigeración y Aire Acondicionado el confort humano es definido como aquellas condiciones de la mente, que expresan satisfacción del ambiente térmico.

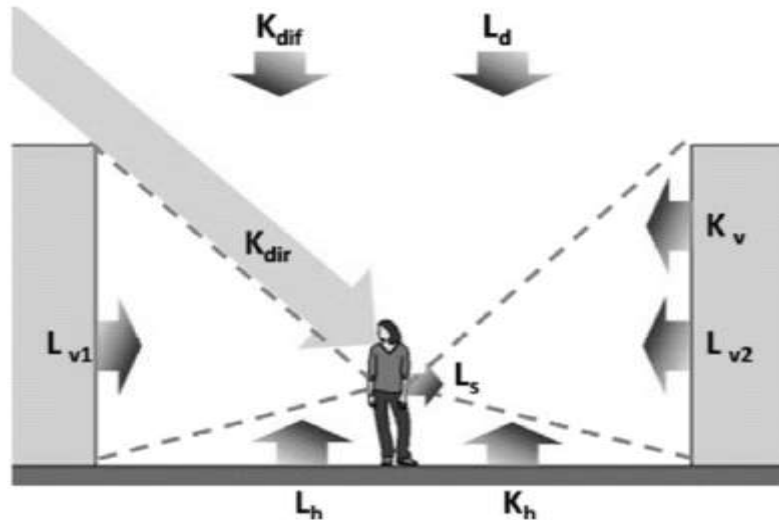


Ilustración 1 Intercambios de radiación entre peatón y ambiente urbano inmediato.

Fuente: Erell et al, 2011

Dónde:

K_{dir} : radiación directa o de onda corta; proviene de forma lineal de la fuente de calor.

K_{dif} : radiación difusa; al atravesar la atmósfera se disipa por la composición del medio por donde ahora viaja.

K_h : radiación indirecta; reflejo de las superficies horizontales.

K_v : radiación solar indirecta; reflejo de superficies verticales.

L_d : radiación de onda larga; rebote de calor en la bóveda celeste.

L_h : radiación de onda larga; rebote de calor en superficies horizontales.

L_v : radiación de onda larga; rebote de calor en las superficies verticales.

L_s : radiación de onda larga emitida por el cuerpo al medio ambiente.

En los espacios urbanos los peatones perciben una amplia variación térmica debido a la radiación solar en dos formas; radiación de onda corta o radiación solar directa, la cual se recibe al exponerse directamente a la fuente de calor; y la radiación de onda larga o infrarroja: radiación indirecta; aquella energía que se transmite por medio de la atmósfera y los elementos del contexto después de absorber parte de la energía directa; “el rebote”.

La humedad relativa es la cantidad de volumen de agua que existe en un metro cúbico de aire, expresado en porcentaje; es meramente la capacidad del aire de retener agua; y está directamente relacionada con la sensación térmica; significa que la sensación puede ser de mayor temperatura cuando al calor se le añade una alta humedad ya que, en este caso, la evaporación del sudor es el principal medio para disipar el calor corporal, y la humedad ambiental alta dificulta esta evaporación, por lo que se tiene sensación de más calor. En términos coloquiales; cuando un ambiente está saturado de líquido, es más difícil añadirle aún más líquido, en este caso el agua de nuestra sudoración.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Temperatura y calor según Cnice; 2005; La energía calorífica de la radiación solar es la generatriz de todos los procesos meteorológicos y climáticos que se dan en la tierra. Al incidir sobre el planeta, atraviesa el gas atmosférico sin apenas calentarlo; en cambio sí calienta la superficie terrestre que es la que acaba transmitiendo el calor al aire atmosférico en contacto con ella. Así pues, es la tierra la que calienta directamente la atmósfera y no la radiación solar. Esto tiene una importante trascendencia para entender la dinámica de todos los procesos que se dan en meteorología.

Es entonces importante definir según Nahle, 2006; que el calor es la energía en tránsito desde un sistema con alta temperatura a otro sistema con más baja temperatura. El calor se asocia con la energía interna cinética y potencial de un sistema; movimiento molecular aparentemente desorganizado: La radiación térmica es radiación electromagnética que se mueve en ondas, para ser preciso, con fotones en ondas, como se propaga la luz. Así, la transferencia de calor radiante puede suceder a través del vacío. La transferencia o dispersión del calor puede ocurrir a través de tres mecanismos posibles:

- Conducción; a través de sólidos.
- Convección; a través de líquidos y gases.
- Y radiación; electromagnética.

De acuerdo con el Nimbus Weather Services; se denomina propiamente "viento" a la corriente de aire que se desplaza en sentido horizontal, reservándose la denominación de "corriente de convección" para los movimientos de aire en sentido vertical. En el caso del viento; este es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la Tierra y de la atmósfera. Las masas de aire más caliente tienden a ascender, y su lugar es ocupado entonces por las masas de aire circundante, más frío y, por tanto, más denso.

La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos; se desplaza de los centros de alta presión; anticiclones; hacia los de baja presión; depresiones; y su fuerza es tanto mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones. En su movimiento, el viento se ve alterado por diversos factores tales como el relieve y la aceleración de Coriolis.

En superficie, el viento viene definido por dos parámetros: la dirección en el plano horizontal y la velocidad, para este tipo de estudio nos interesa a nivel local, ya que a esta escala es posible intervenir con el apoyo de elementos que están al alcance humano, como la vegetación, la morfología y magnitud de construcciones.

El proceso de diseño de espacios exteriores, implican la necesidad de poseer características ambientales que respondan a las expectativas de confort del usuario, yendo más allá de los criterios funcionales y estéticos, y aprovechando las características geométricas, físicas y biológicas de la vegetación, como instrumento de acondicionamiento micro climático. (Ochoa, 2009)

Es común encontrarse ambientes creados por el hombre que resultan peores que el medio natural, esto se contrapone al papel de la arquitectura y el

urbanismo de dar al hombre un ambiente corregido según sus necesidades. Una nueva arquitectura y un buen urbanismo tienen necesariamente que relacionar al hombre, la arquitectura y el clima logrando una conciliación entre ellos. (Álvarez, 2004).

Para analizar las variaciones y características del clima urbano se requiere una definición de las condiciones deseables o 'clima urbano ideal'. Katzschner (1998) presenta la siguiente definición: "el clima urbano ideal es la situación atmosférica con importantes variaciones en tiempo y espacio que proporcionen condiciones térmicas no homogéneas para el hombre en un radio de distancia hasta 150 metros. Debe ofrecer condiciones que eviten concentraciones de polución aérea y estrés térmico, a través de ventilación y sombras en estaciones cálidas o protección de viento y acceso al sol en estaciones frías".

2.1 Estudio de casos

Para el año 2016, este tipo de estudios se llevan a cabo también en distintos países como en Chile, España, México entre otros:

Para el caso de Santiago centro, Providencia y Las Condes; en Chile. Chicas Molina, Juan Carlos analiza vialidades en donde las variables determinantes son la orientación de la traza urbana que repercute en la dirección del viento, la densidad edificada que aumenta las temperaturas, la altura de los edificios que genera sombras, el ancho de las vialidades y las superficies vegetales que aumentan o reducen la radiación infrarroja.

Y que como conclusión general se puede decir que el análisis micro climático de las distintas piezas urbanas evidencia la composición de distintos comportamientos climáticos en función de distintas morfologías urbanas, lo cual muestra que la ciudad no se caracteriza por un comportamiento homogéneo del clima. (Chicas, 2012); evidenciando los distintos valores para la misma variable climática dentro de un mismo espacio urbano, definido por el contexto inmediato.

En el caso de Rambla Catalunya No. 83 entre Mallorca y Valencia; en España. Estudio realizado por Ochoa de la Torre, Jose Manuel: una calle con paseo peatonal central y arbolado en línea en los costados:

Después de la toma de mediciones y procesamiento de la información; pone de manifiesto que la sensación de confort en espacios exteriores, depende mucho más de la radiación, independientemente de la fuente, ya sea directa o indirecta, que de los otros parámetros climáticos; como la humedad relativa, velocidad y dirección del viento; por lo que habrá que poner especial atención a este aspecto cuando se piense en diseñar un espacio de este tipo. (Ochoa, 1991).

3.0 DESARROLLO METODOLÓGICO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Para su elaboración, el presente trabajo se divide de la siguiente forma:

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

1. Trabajo de investigación bibliográfica; que parte desde la selección del tema de investigación; en la recopilación y lectura de revistas y artículos de investigación, internet, y libros de temas relacionados.
2. Descripción del contexto y acotación del sitio de estudio.
3. Trabajo de campo: tomar y registrar las mediciones de los elementos climáticos a la par de la aplicación de encuestas.
4. Trabajo en gabinete: elaborar matriz de las mediciones y de encuestas; en donde se registra, ordena y procesa la información que se obtiene tanto de la actividad de campo como de la bibliográfica; y por último: Procesar e interpretar datos con apoyo de software; Autocad para la elaboración y presentación de planos, secciones y croquis. Sketchup para generar modelos en 3D, y 2D, así como para analizar los movimientos de las sombras. Excel para la captura creación de tablas, así como para la presentación de gráficas, producto de los concentrados de información. Photoshop para complementar imágenes. Confort-EX para procesar información climática y calcular confort de la persona. WRPLOT view para generar las rosas de los vientos.

El sitio de análisis es seleccionado dado que es la vialidad principal de la zona centro en donde comúnmente las personas perciben el carácter de la ciudad, es un espacio de actividad comercial, concentra a lo largo del día una importante afluencia de peatones y funciona como uno de los principales hitos de la ciudad.

Para la selección de los puntos en donde se lleva a cabo las mediciones y encuestas se determina observando las distintas configuraciones entre sí; se comienza por definir un punto con vegetación para observar los posibles efectos que esta provoca en el microclima y dado que en los seiscientos metros que configuran a la calle Miguel Hidalgo solo existen dos árboles, la decisión se inclina por la segunda cuadra a partir de la plaza principal por ser la más concurrida por el peatón.

La selección de la época y mes en que se realizan las mediciones y encuestas se deriva de un análisis de las normales climatológicas según CONAGUA, en un periodo de 30 años y 9 años respectivamente; con apoyo de la herramienta Excel; en donde se identifica la época y mes en donde se registran las mayores temperaturas del año.

Los meses con temperaturas más altas son en el periodo de Mayo a Septiembre, y promedian 28.4°C, el mes más próximo a este valor es el mes de Julio con 28.2°C en promedio. Para la selección de la semana se observa que la primera y última semana del mes presentan una temperatura promedio de 27.5°C y 28.7°C respectivamente, y el promedio entre los días intermedios del mes presentan un valor de 28.3°C, más cercanos al promedio original de 28.4°C.

Para la selección del día se contempla el estado del tiempo de la semana, tomando como fuente los noticieros e internet, con la intención de hacerlo en un día donde la temperatura fuera relativamente constante a la del mes.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

El sistema para la toma de mediciones y levantamiento de encuestas es el siguiente: Fueron llevadas a cabo el día jueves 11 de Julio del año 2013.

Teniendo definidos los puntos de control; se realiza un recorrido cada dos horas, empezando a las 9:00 h, seis recorridos durante el transcurso del día: uno a las 9:00 h, 11:00 h, 13:00 h, 15:00 h, 17:00 h y 19:00 h. en cada recorrido se toman las mediciones y las encuestas en cada punto de análisis.

Para este procedimiento el estudio se basa en metodologías aplicadas en otros casos, en donde puede ser cada media hora, cada hora, cada dos horas o según el grado de detalle en que se necesiten expresar las gráficas de resultados, siendo la única limitante para este tipo de actividad de campo; los recursos con los que se cuenta; como la cantidad de aparatos de medición, el número de personal para realizar las encuestas así como las mediciones y por supuesto los impredecibles cambios climáticos del día los cuales no están al alcance del investigador.

En conjunto con esta actividad; se realizan las encuestas correspondientes: En cada punto de control, justo en el momento de las mediciones; se realizan las encuestas, para después vincular las respuestas de la persona; considerándolas valores subjetivos; con los valores climáticos registrados; considerándolos datos duros.

Los Aparatos utilizados para las mediciones son los siguientes (anexo 1):

- En la siguiente imagen, de lado izquierdo; el termómetro infrarrojo con puntero laser de medición de $-50 + 1000$ °C para medir la temperatura de los materiales.
- Al centro de la siguiente imagen; luxómetro marca Steren modelo HER-410 para medir cantidad de luz.
- En el margen derecho de la siguiente imagen; Estación climática digital Modelo Krestel 4000 para medir temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento.



Ilustración 2 Aparatos de medición. *Elaboración propia.*

3.1 Descripción del área de estudio



Ilustración 3 Escudo de ciudad Valles.
Fuente: es.wikipedia.org/wiki/ciudad_valles, 2015.



Ilustración 4 Ubicación de ciudad Valles.
Elaboración propia.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Para el año 2016; Ciudad Valles; cuenta con una población aproximada de 168mil habitantes, se fundó en el año 1533, se localiza en las coordenadas 21° 59' 37" N - 99° 1' 8" W, ubicada a 85 msnm en promedio, contempla un clima cálido subhúmedo con una humedad relativa de 78%, esencialmente por la influencia de la vegetación e hidrología abundante de la sierra madre oriental, es importante tener en cuenta que la temperatura promedio del municipio es de 24.7°C, con mínimas de 6°C y máximas registradas de hasta 60°C; con una velocidad de viento promedio de 6km/hr proveniente principalmente del noroeste.



Ilustración 5 Ubicación de la zona de estudio. *Elaboración propia.*

La zona tiene una traza ortogonal la cual se transforma por cuestión topográfica, ya que se acerca al borde río Valles, la diferencia de elevación respecto del cuerpo de agua son 15m aproximadamente, es una vialidad construida originalmente de adoquín el cual debido a los efectos ambientales paso de ser de color rosa a un color gris, el ancho promedio de calzada es de 12.5m con una reflexión de 20% y con orientación norte a sur y oeste a este con un ligero ángulo de 10° en ambos sentidos, las banquetas son de mosaico de pasta color blanco y tienen un ancho promedio de 3.80m y reflexión del 10%, la pendiente longitudinal de la calle es de 1%, los materiales de las cubiertas y volados son de concreto, lamina y lonas, se considera una reflexión del 10%. Los límites verticales son asimétricos, sin embargo ambos tienen una altura promedio de 7.5m, sus materiales son cristales,

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALGO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

block cubierto con mortero o azulejos; acabado en pintura varios colores; blanco, amarillo, gris, crema; con una reflexión promedio de 20%. El factor de cielo visible es variable; siendo este la relación entre la altura de los edificios y el ancho de la vialidad, contemplando también las obstrucciones horizontales en caso de que existan, lo que permite definirlo como un ángulo o porcentaje el cual expresa la cantidad de luz que entra en el sistema o calle de estudio; específicamente al punto de observación y análisis.

La vegetación existente en el sistema es un árbol almendro; *Terminalia catappa*; caducifolio, con una altura de 8.0 m y un ancho de 5.0m aproximadamente, follaje color verde de forma ovoide, con una transmisividad de 40%.



Ilustración 6 Localización de puntos de medición. *Elaboración propia.*

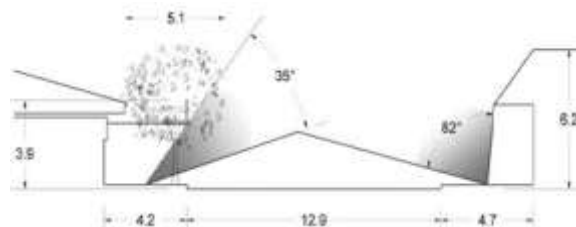


Ilustración 7 Sección A. Puntos S1 y N1. *Elaboración propia.*

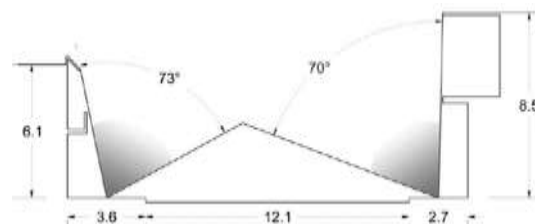


Ilustración 8 Sección B. Puntos S2 y N2. *Elaboración propia.*

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

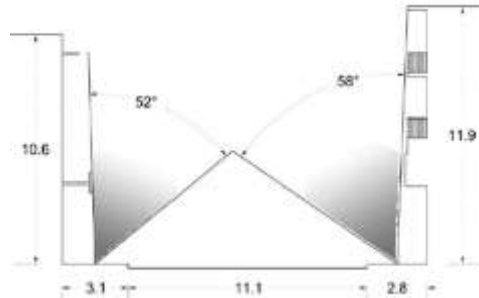


Ilustración 9 Sección C. Puntos S3 y N3. *Elaboración propia*

A continuación se presentan imágenes de los distintos puntos de medición en la calle Miguel Hidalgo:



Ilustración 10 Punto S1. *Fuente; elaboración propia.*



Ilustración 12 Punto S3. *Fuente; elaboración propia.*



Ilustración 11 Punto S2. *Fuente; elaboración propia.*



Ilustración 13 Punto N1 *Fuente; elaboración propia.*

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO



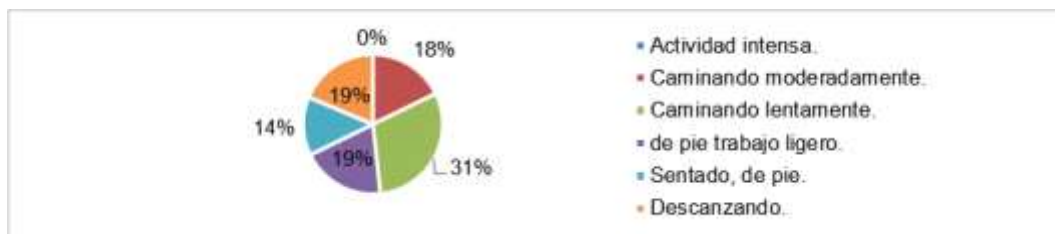
Ilustración 14 Punto N2. Fuente; elaboración propia.



Ilustración 15 Punto N3. Fuente; elaboración propia.

3.2 Resultados y análisis de encuestas

De 118 encuestas que se realizan, se presentan los siguientes resultados: Actividad de la persona encuestada: La siguiente grafica contribuye a relacionar la sensación térmica y el estado de confort de la persona, según la carga de trabajo que realiza, para el espacio de estudio las actividades más comunes son *caminar lentamente* con un 31%, estar *de pie trabajo ligero* un 19%, *caminando moderadamente* un 18%.



Gráfica 1 Actividad de la persona. *Elaboración propia.*

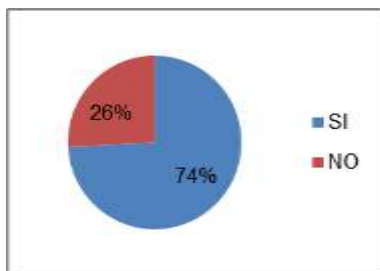
Vestimenta de la persona encuestada: El 73% de la población encuestada viste casual; camisa tipo manga corta de algodón, pantalón de mezclilla y zapatos o tenis; y un 23% usa shorts con camiseta, esto es importante ya que el tipo de vestimenta implica protección y por ende cambios en la percepción de la persona hacia los efectos del clima indistintamente de la época.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO



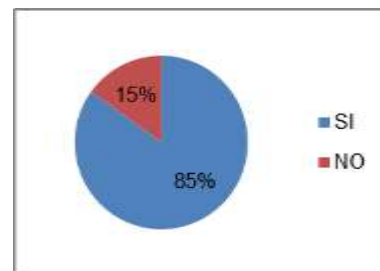
Gráfica 2 Vestimenta de la persona. *Elaboración propia.*

¿Es usted de ciudad Valles?



Gráfica 3 Procedencia de la persona. *Elaboración propia.*

¿Acostumbra caminar en la zona?



Gráfica 4 Frecuencia de visita al espacio. *Elaboración propia.*

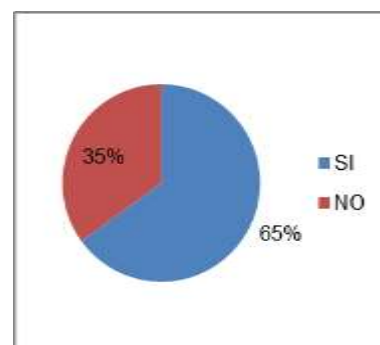
De la población encuestada; el 74 % son de ciudad Valles, el 85 % acostumbra caminar en la zona y por lo general evitan caminar entre las 11:00 h y 17:00 h dado que el clima es un inconveniente según el 65% encuestado. De 42 personas; 35% del total; que opinan que el clima no es un inconveniente; 10 no son de la ciudad.

¿En qué horarios camina en el espacio?



Gráfica 5 Horarios para caminar en el espacio. *Elaboración propia.*

¿El clima es un inconveniente?



Gráfica 6 Clima como inconveniente. *Elaboración propia.*

En una escala del uno al siete, ver descripción en grafica 7; el grueso de la población encuestada opina; que el clima de la ciudad es *caluroso* hasta

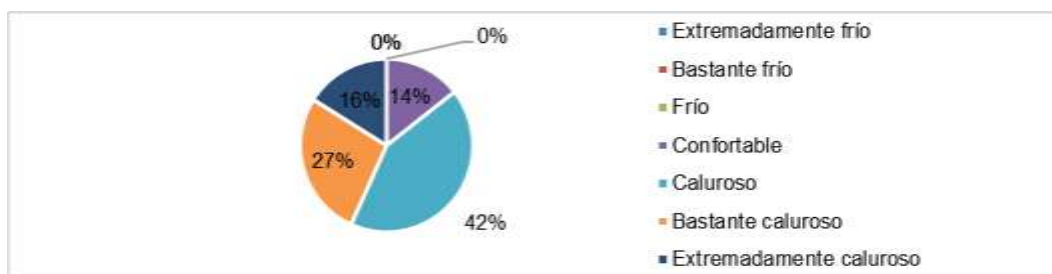
CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

extremadamente caluroso, únicamente el 6 % opina que el clima es confortable, de los cuales un porcentaje *no* es de Ciudad Valles.

Justo en el momento de ser encuestados el 42% opina que el clima es *caluroso* mientras que solo el 15% opina que el clima es confortable, el grueso de la población se mantiene entre *caluroso* y *extremadamente caluroso*.

- Dos de las personas de las que opinan que el clima del momento les parece confortable, no son de Ciudad Valles.
- Una más se le encuestó sentada.
- Una persona se le encuestó bajo la sombra de un árbol.
- Solo una persona, residente de la ciudad, el clima le parece confortable.

¿Cómo le parece el clima en este momento?

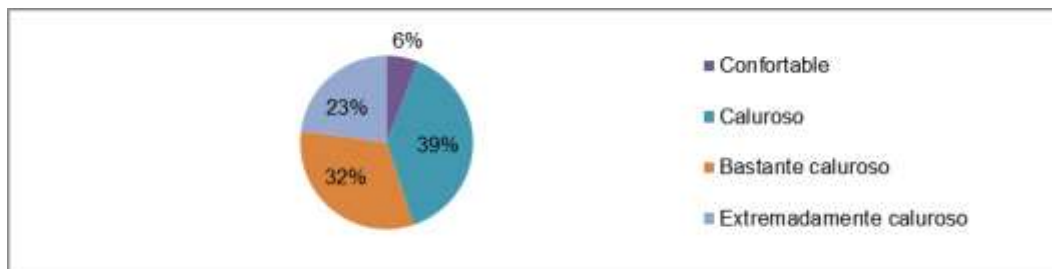


Gráfica 7 Percepción del clima de la ciudad. *Elaboración propia.*

De la gráfica anterior; la escala de evaluación es del uno al siete en el siguiente orden; extremadamente frío, bastante frío, frío, confortable, caluroso, bastante caluroso y extremadamente caluroso; de la cual las personas no utilizan las primera tres; de igual forma en la gráfica 8; dado que el estudio se realiza en la estación de verano.

Para el 85% de la población, en el momento de ser encuestada el clima está entre los valores de; caluroso, bastante caluroso y extremadamente caluroso.

¿Cómo le parece el clima de la ciudad?



Gráfica 8 Percepción del clima del momento. *Elaboración propia.*

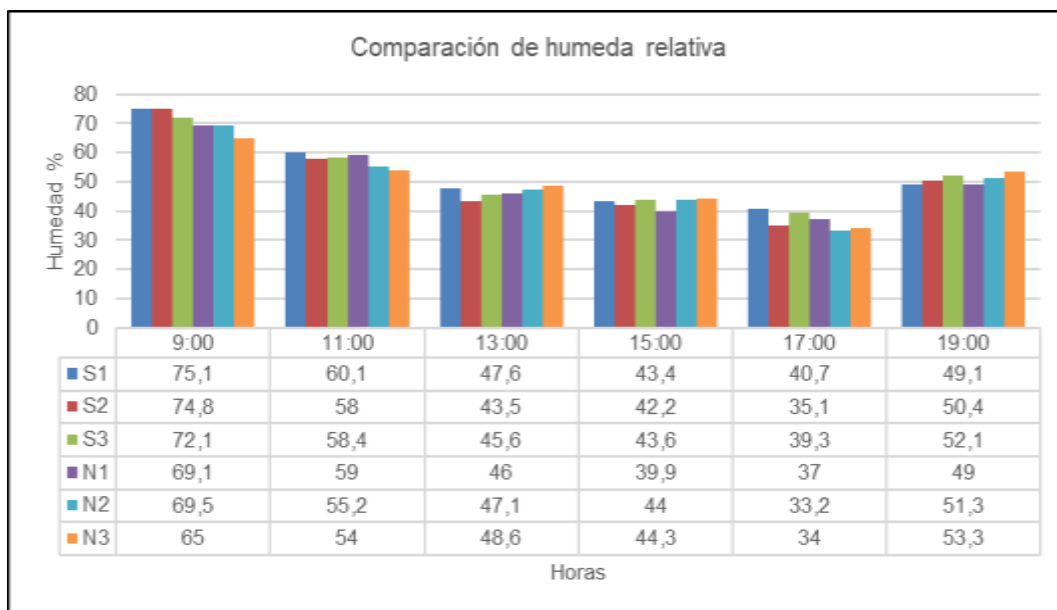
CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Para el 94% de las personas encuestadas, el clima de ciudad Valles, San Luis Potosí, está entre los valores de; caluroso, bastante caluroso y extremadamente caluroso.

3.3 Resultados y análisis de humedad relativa.

La presencia del árbol se hace notar por la diferencia constante en la humedad relativa, esto, siendo más alta en el punto S1 a las 9:00 h, 11:00 h y 17:00 h, y siendo también la segunda más alta a las 13:00 h. El beneficio es disminuir el calor del aire y de los materiales, así pues, generar rachas de viento; y el inconveniente con la humedad alta es que provoca sudoración excesiva, y en climas extremos puede causar náuseas o mareos al dificultar la respiración debido a que el aire se vuelve pesado por el contenido de agua. Ver grafica 9.

Como principio general es que a mayor temperatura, ver grafica 13, menor humedad relativa, ver grafica 9; la curva que se genera indica que por la mañana la humedad es alta, a medio día y por la tarde la humedad decrece con el aumento de temperatura y de la velocidad del viento, y después de las 17:00 h la humedad vuelve a subir. Ver grafica 9. Los flujos de viento disminuyen por la tarde y noche dado que se atenúan las diferencias de temperaturas que durante el día son muy evidentes a causa de la radiación solar.



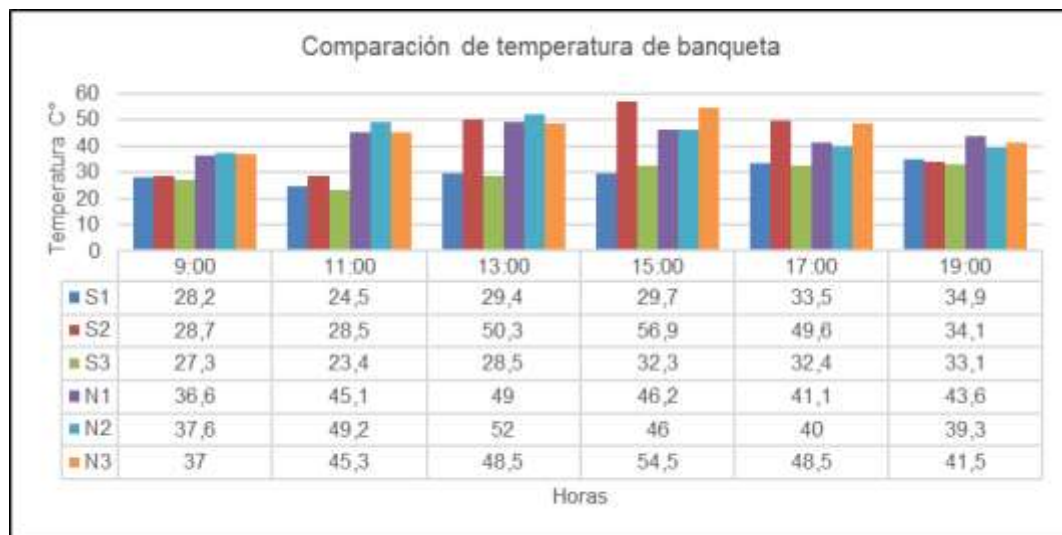
Gráfica 9 Humedad relativa. *Elaboración propia.*

3.4 Resultado y análisis de temperatura

La temperatura de los materiales está directamente relacionada con la exposición a la radiación solar: nótese al comparar los datos de la gráfica 10 contra la gráfica 11; *temperatura de banquetas e Iluminancia* respectivamente; el conjunto de datos graficados tienen la misma configuración formal: en ambas gráficas para las 9:00 h las barras para puntos N1, N2 y N3 tienen mayor magnitud que los puntos S1, S2 y S3. Mismo comportamiento formal para los demás horarios; 11:00 h, 13:00 h, 15:00 h, 17:00 h y 19:00 h.

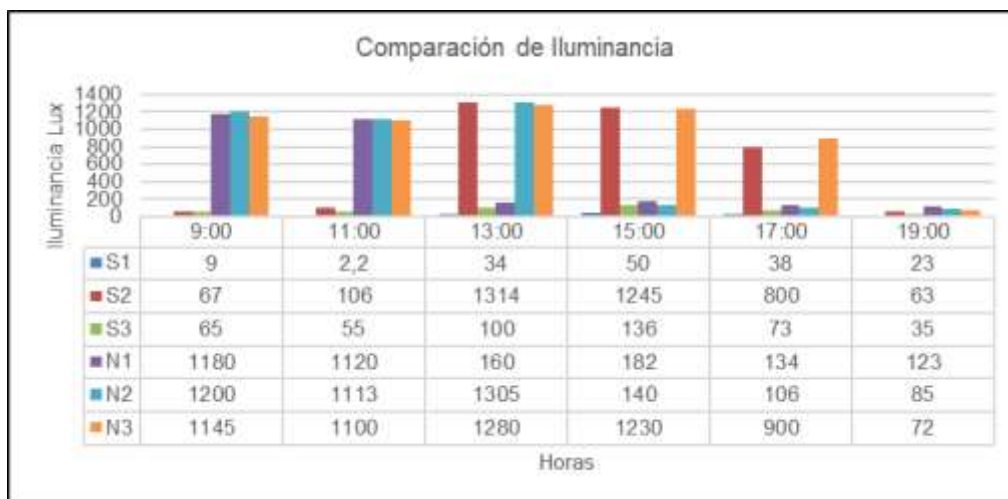
Es importante exponer que los materiales que se encuentran en la fachada Sur constantemente presentan las menores temperaturas; esta diferencia oscila entre los 27°C a las 15:00 h y 10.3°C a las 9:00 h; por lo que es adecuado inferir que el calentamiento de los espacios peatonales obedece más a la configuración formal de los detalles arquitectónicos como las obstrucciones horizontales con las que cuenta, que a la orientación de la traza urbana o edificios.

Esta diferencia en unidades de iluminación respecto de un área protegida con sombra y otra sin protección es de 1195 lux a las 15:00 h y 1191 lux a las 9:00 h. Ver gráfica 11.

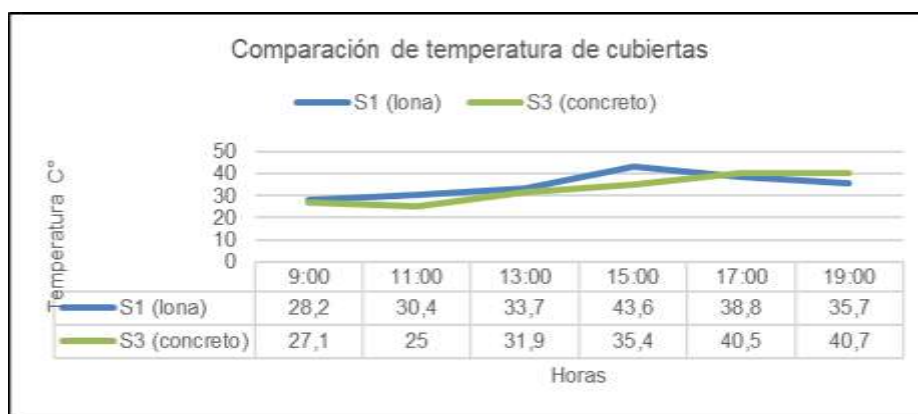


Gráfica 10 Temperatura de banquetas. *Elaboración propia.*

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO



Gráfica 11 Iluminancia. *Elaboración propia.*



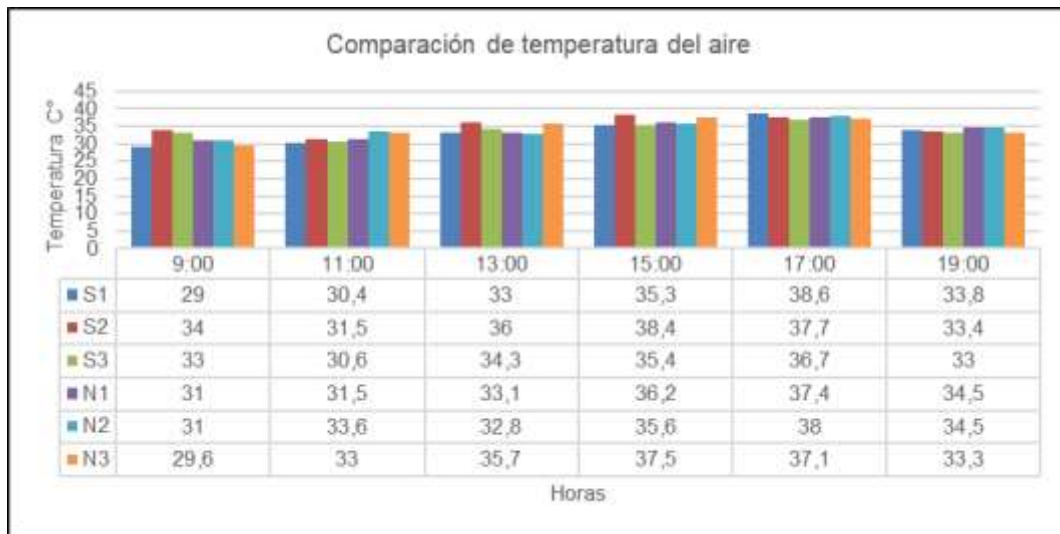
Gráfica 12 Temperatura de cubiertas. *Elaboración propia.*

La medición de la temperatura de la cubierta se realiza cincuenta centímetros por debajo del elemento constructivo:

La temperatura de las cubiertas en este caso, grafica 12, es la comparación de una lona contra un volado de concreto; en donde la lona de hule deja pasar mayor cantidad de calor hacia el peatón, la diferencia oscila entre los 8°C a las 11:00 h y 1°C a las 9:00 h; sin embargo se enfría considerablemente más rápido que el concreto después de las 15:00 h; a las 17:00 h con una diferencia de 1.7°C y a las 19:00 h de 5°C; por lo que se recomienda el uso de lonas siempre y cuando se ubiquen a una altura no menor de 2.20m sobre el nivel del andador peatonal o preferentemente a una diferencia de 0.60m sobre la altura del peatón; sugerencia para modificar el reglamento de construcción de ciudad Valles el cual establece que la altura mínima para lonas es de 2.10m.

La diferencia en la temperatura del aire por cuestiones constructivas y micro climáticas varían entre los 5°C tan solo a las 9:00 h en donde la temperatura más baja es de 29°C donde existe un árbol, y la más alta de 34°C. Ver grafica 13.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

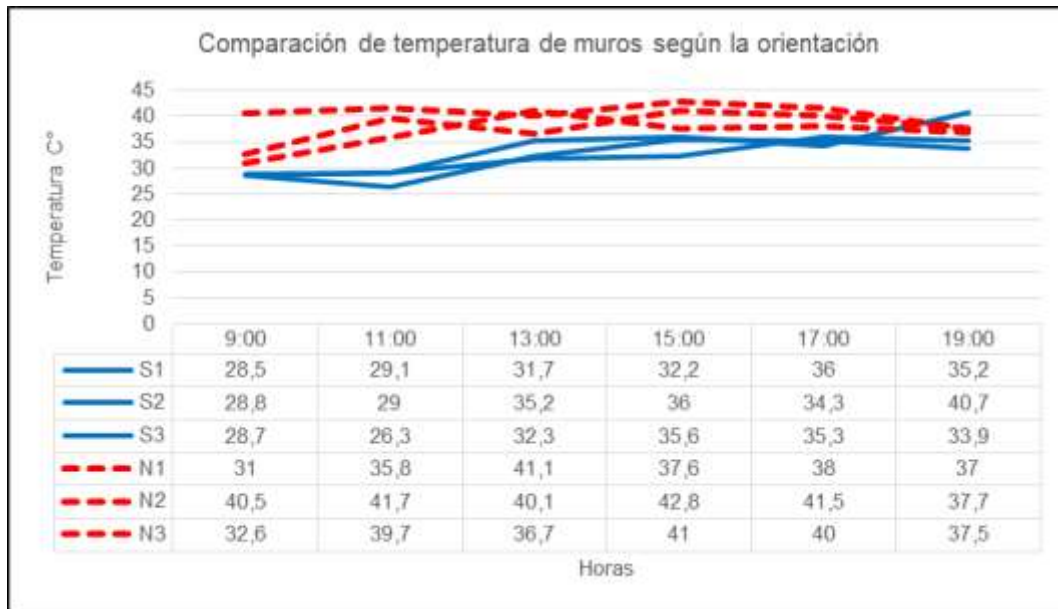


Gráfica 13 Temperatura del aire. *Elaboración propia.*

Constantemente el punto donde existe la vegetación presenta menor temperatura del aire, empero, a las 17:00 h se presenta también en este punto S1 la temperatura más alta del día, siendo de 38.6°C. En este horario la diferencia de temperatura respecto de la más baja registrada es de tan solo 1.9°C. Esto se debe a la baja velocidad del viento que se registra; en el punto S1 las 17:00 h la velocidad del viento es de 0.65m/s y el punto N2, con la segunda temperatura más alta registrada de 38°C, el viento apenas tiene una velocidad de 0.55m/s. Ver grafica 15 de velocidad de viento.

De la siguiente grafica 14; la orientación que naturalmente supone más radiación solar directa es también, irónicamente, la que presenta menores temperaturas en lo materiales que la componen; quedando demostrada la influencia de las barreras horizontales. Esta diferencia alcanza los 15.4°C a las 9:00 h, 12.7°C a las 11:00 h, 9.4°C a las 13:00 h, 10.6°C a las 15:00 h, 7.2°C a las 17:00 h y 6.8°C a las 19:00 h.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO



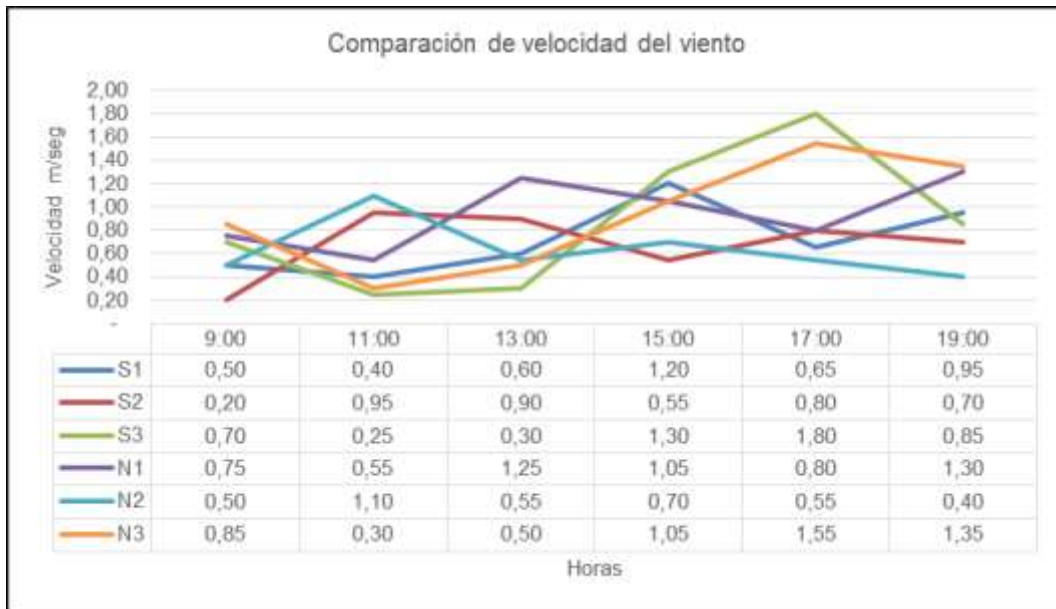
Gráfica 14 Temperatura de muros. *Elaboración propia.*

Anteriormente, en la gráfica 12 se describió el uso de lonas por sobre las cubiertas de concreto; de las gráficas anteriores 13 y 14, de *temperaturas del aire* y *temperatura de muros* respectivamente, así como la gráfica 10 de *temperatura de banquetas*; es evidente que la radiación solar directa es la variable más importante de estudiar y la protección solar indudablemente es la mejor propuesta para amortiguar el calentamiento, siendo la vegetación, en este caso un árbol, el mecanismo que contribuye de forma sobresaliente en mejorar las condiciones del microclima.

3.5 Resultado y análisis de viento

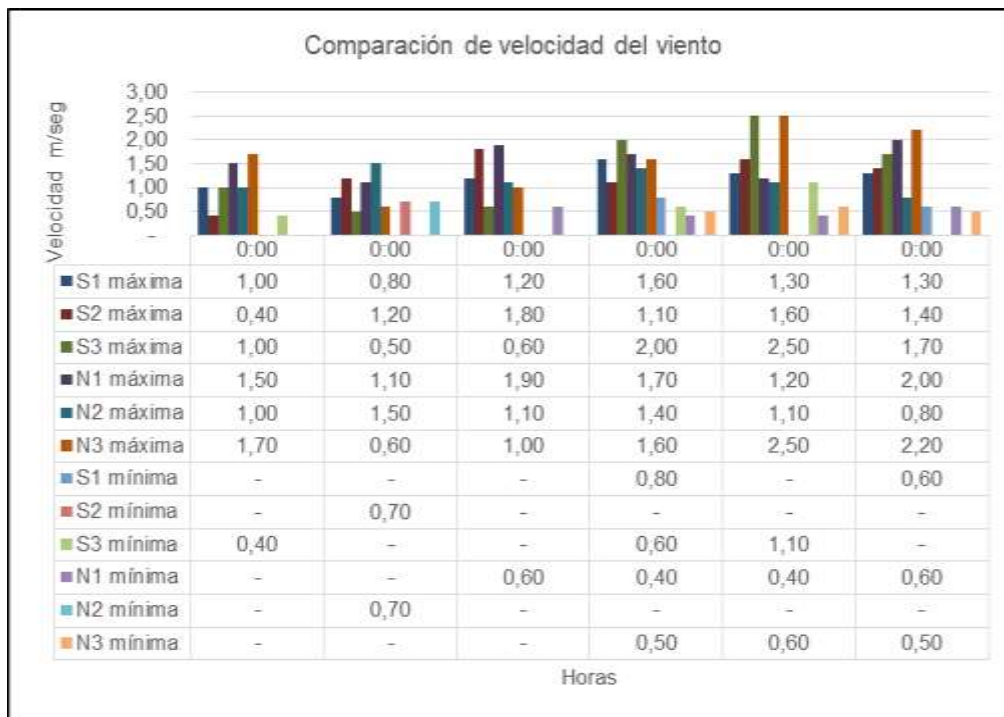
El viento es la variable más susceptible de modificar; observar la variación de los valores registrado en la gráfica 15; esto se debe a que es un parámetro que depende principalmente de la escala climática y de la cantidad de obstáculos del espacio en donde se realiza la medición, y siendo un espacio artificial; urbano arquitectónico; la cantidad de elementos es considerable, empezando por la ubicación geográfica, la disposición de la traza urbana, la textura urbana, altura y forma de las edificaciones, los elementos arquitectónicos como volados, pretilas, el mobiliario urbano y anuncios; todos estos elementos encausan el flujo de viento en direcciones e intensidades sumamente variables e inciertas.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO



Gráfica 15 Velocidad de viento. *Elaboración propia.*

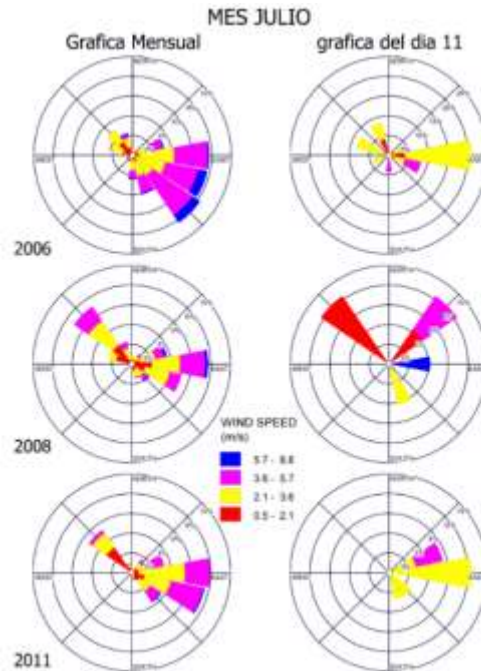
En la siguiente grafica 16 se puede observar la magnitud de la diferencia de los datos registrados de la velocidad del flujo de viento, en donde se exponen para puntos de medición cercanos, en la misma hora, datos registrados de cero contra valores registrados positivos.



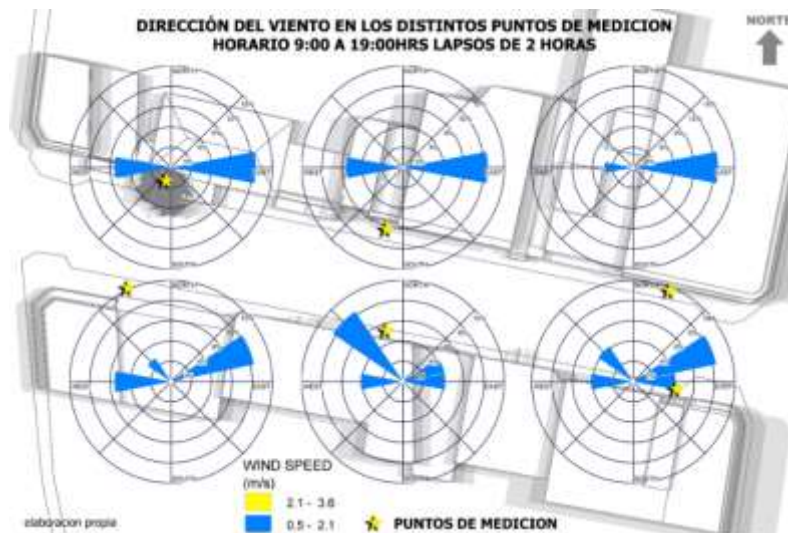
Gráfica 16 Registro de velocidad de viento. *Elaboración propia.*

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

La siguiente grafica; 17; muestra distintas rosas de los vientos para el mes de julio en los años 2006, 2008 y 2011, y en específico se presenta la rosa de los vientos que contempla el día 11 de julio; misma fecha del análisis, y se compara contra la rosa de los vientos particulares de los puntos de medición; según los datos que se levantaron.



Gráfica 17 Dirección de viento en mes de Julio. *Elaboración propia.*



Gráfica 18 Dirección de viento en puntos de medición. *Elaboración propia.*

En el punto N2, se observa que la dirección del viento es acorde con el clima general; es debido a que el edificio que esta entre el punto y la dirección de donde

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

proviene el viento no es de altura considerable por lo que permite el flujo desde la dirección natural del mes.

Se refleja el funcionamiento de las barreras físicas como lo son los edificios que actúan para distribuir y encausar el viento en distintas direcciones, mismas que pueden analizarse para beneficiar el microclima de distintos espacios urbanos y maximizar espacios de confort.

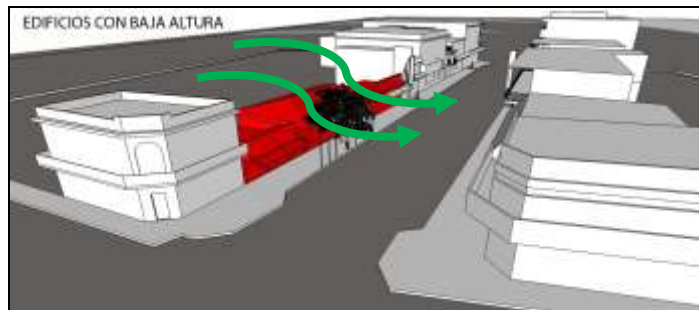


Ilustración 16 Obstrucciones para el viento. *Elaboración propia.*

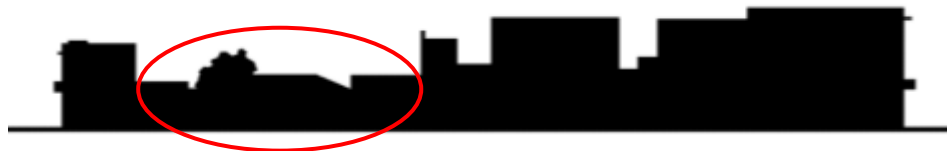


Ilustración 17 Perfil fachada Sur. Obstrucciones de viento. *Elaboración propia.*



Ilustración 18 Perfil fachada Norte. Obstrucciones de viento. *Elaboración propia.*

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

3.6 Resultado de la evaluación del confort térmico para el clima de ciudad Valles

El sistema confort ex nos permite evaluar y recomendar en términos generales la forma de contrarrestar efectos climáticos según las normales climatológicas de la ciudad. Las variables de entrada necesarias son las que se muestran en la siguiente tabla:

Mes	T. Med Cº	T min Cº	T max Cº	Hr %	Pres. MB	Heliofanía hr-día	Precip. mm	V med m/s	V max m/s	V min m/s
Ene	19.20	12.60	25.80	77.32	1009.41	6.39	22.60	1.21	1.53	0.90
Feb	21.10	14.00	28.20	79.00	1008.43	6.63	15.70	1.57	1.97	1.17
Mar	24.60	17.20	31.90	72.11	1006.05	6.92	28.80	2.08	2.64	1.52
Abr	27.50	20.20	34.80	70.23	1003.68	7.26	35.80	2.46	3.15	1.77
May	29.70	23.30	36.20	70.06	1002.26	7.67	96.50	2.32	3.00	1.65
Jun	29.90	24.10	35.70	72.42	1002.77	7.81	209.80	2.05	2.68	1.42
Jul	28.80	23.40	34.20	81.43	1003.79	7.70	256.40	1.47	1.93	1.00
Ago.	29.10	23.40	34.90	81.15	1004.40	7.33	183.10	1.12	1.49	0.75
Sep.	27.90	22.60	33.20	83.25	1004.42	6.88	234.90	1.12	1.47	0.77
Oct	25.70	20.00	31.40	85.62	1007.11	6.74	108.40	1.08	1.39	0.78
Nov	22.70	16.50	28.80	81.77	1009.28	6.61	29.20	0.99	1.28	0.71
Dic	19.70	13.50	25.80	80.52	1009.69	6.36	20.40	1.10	1.41	0.79

Tabla 1 Datos climáticos de ciudad Valles. *Elaboración propia.*

Las gráficas de Givoni y Olgay coinciden con la evaluación del confort ex. En donde los meses más próximos a la zona de confort en espacios exteriores son los meses de diciembre, enero y febrero.

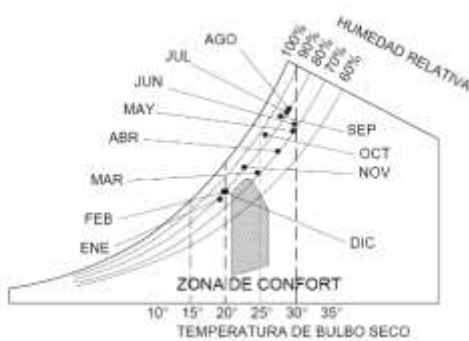


Ilustración 19 Diagrama Givoni para ciudad Valles. *Elaboración propia.*

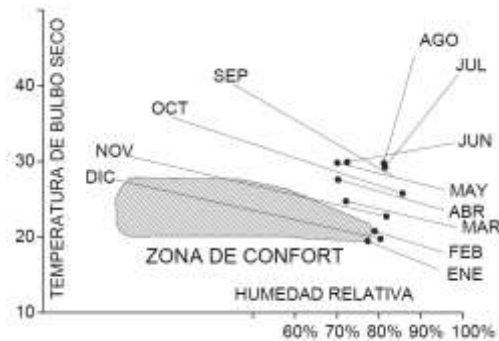


Ilustración 20 Diagrama Olgay para ciudad Valles. *Elaboración propia.*

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

De la tabla 2; el color más cálido nos indica calor, el rojo es el extremo, el color neutral gris nos indica zonas de confort, y la gama de colores fríos nos indican frío, así mismo sus recomendaciones para contrarrestar los efectos climáticos. Siendo el primer resultado; que se genera a partir de las variables climatológicas de la ciudad; la relacionamos con los horarios en que la población encuestada prefiere salir a realizar sus actividades: antes de las 11:00 h y después de las 17:00 h; para evitar el alto soleamiento.

La observación es que solo en los meses más fríos del año aparece el confort térmico para espacios exteriores; únicamente bajo la sombra; en un horario de 11:00 h a 17:00 h. Y la recomendación constante es la de controlar la radiación solar directa; con apoyo de obstrucciones; además de la temperatura radiante, la humedad, y la de implementar ventilación mecánica dado que la velocidad del viento en la ciudad no es suficiente para refrescar los espacios.

**Ciudad Valles, San Luis Potosí
Evaluación del confort**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
01:00	9	8	8	5	5	5	5	5	5	8	8	8
02:00	9	8		5					5			8
03:00	9	8			5				5		8	9
04:00	9		8		5				5		8	9
05:00	9		8		5				5		8	9
06:00	9		8		5				5		8	9
07:00	9		8		5				5		8	9
08:00	9	8			5				5		8	9
09:00	8			5						5		8
10:00	8	7	5				2	2			5	8
11:00	7		5		2	2			2		5	7
12:00	7		5		2				2		5	7
13:00	7		5	3	2				2		5	7
14:00	7	5		3	2					2	5	7
15:00	7			3	2				2		5	7
16:00	7	5			2				2		5	7
17:00	7	5			2				2		5	7
18:00	8	5			2	2			2		5	8
19:00	8		5				2	2	2		5	8
20:00	8		5			2				5		8
21:00	8		5							5		8
22:00	8		8	5						5		8
23:00	8		8	5						5		8
00:00	8	8	8	5	5	5	5	5	5	5	8	8

Tabla 2 Diagnostico para ciudad Valles. *Elaboración propia.*

Según los resultados del sistema; para ciudad Valles las recomendaciones son las siguientes:



Para el número dos, color rojo, de 11:00 h a 19:00 h especialmente del mes de mayo al mes de septiembre; es necesario controlar la radiación solar, la temperatura radiante y la humedad relativa con la intención de disminuir los valores registrados; es necesaria también la ventilación mecánica.



Para el número tres, color naranja, de las 13:00 h a las 15:00 h, en el mes de abril; es necesario controlar la radiación solar, la temperatura radiante con la intención de disminuir los efectos; es necesario también incentivar el movimiento del aire.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO



Para el número cinco, color amarillo, principalmente del mes de marzo al mes de noviembre, prácticamente en las veinticuatro horas; es necesario controlar para disminuir el porcentaje de humedad relativa, la radiación solar y la temperatura radiante.



Para el número siete, color gris, de 11:00 h a 17:00 h, en los meses de diciembre y enero, y de 10:00 h a 13:00 h en el mes de febrero; no es necesario intervenir siempre y cuando la persona esté bajo la sombra.



Para el número ocho, color azul, antes de las 10:00 h y después de las 18:00 h preferentemente en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero; se debe aumentar la temperatura radiante y disminuir la intensidad del viento.



Para el número nueve, color morado, en el mes de enero, febrero y diciembre, entre las 3:00 h y 8:00 h; es necesario aumentar la temperatura radiante.

3.7 Resultado del balance energético de la persona para los microclimas de la calle Miguel Hidalgo, San Luis Potosí, México

Este sistema confort ex nos ayuda a determinar el balance energético de la persona, siendo la relación entre la energía que absorbe, según de la que recibe, contra la que expulsa. La ilustración 23 es un ejemplo de cómo se captura la información recabada en encuestas y mediciones, en donde también se consideran los elementos complementarios de las encuestas, consta de lo siguiente;

- Elevación solar (grados).
- Radiación solar global sobre el plano horizontal del observatorio (W/m²).
- Radiación solar difusa como porcentaje de la global (%).
- Temperatura del aire (°C).
- Transitividad de la vegetación u objetos entre el sol y la persona (%).
- Albedo de los objetos en el hemisferio celeste (%).
- Albedo de la superficie del suelo (%).
- Albedo de la persona (generalmente 37 % para una persona vestida).
- Factor del cielo visible (%) humedad, viento, temperatura del aire, de los límites verticales y horizontales. 2. Velocidad del viento (m/s).
- Humedad relativa (%).
- Actividad metabólica de la persona.
- Radiación total absorbida por la persona (W/m²).
- Aislamiento de la ropa.
- Permeabilidad de la ropa.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Actividad metabólica (W/m2)	Caminando lentamente (4 km/h) - 180
Tipo de ropa	Polo, pantalones largos, calcetines, zapatos o bo...
Color de la ropa	Ropa media
Aislamiento ... Permeabilid... Albedo de la la ropa(s/m) de la ropa persona (%)	75 150 37

Hora	Altura solar ...	Temperatu...	Humedad r...	Radiación ...	Radiación sol...	Velocidad de...	Temperatur...	Temperatur...
9:00	11.3	29	75.1	0.74	20	0.5	28.5	28.2
10:00								
11:00	38.39	30.4	60.1	0.74	20	0.4	29.1	24.5
12:00								
13:00	66.07	33	47.6	88.16	20	0.6	31.7	29.4
14:00								
15:00	85.6	35.3	43.4	473	20	1.2	32.2	29.7
16:00								
17:00	57.97	38.6	40.7	731.77	20	0.65	36	33.5
18:00								
19:00	30.41	33.8	49.1	919.25	20	0.95	35.2	34.9

Ilustración 21 Cálculo de evaluación del balance energético. *Elaboración propia.*

El resultado del cálculo lo vinculamos con el resultado de las encuestas, lo que nos permite transformar variables subjetivas; como las sensaciones, la percepción de calor, confort o frío; con variables numéricas. De este modo, más adelante nos permite determinar el balance energético únicamente con medir las variables climáticas ya que tendríamos preestablecidas aquellas subjetivas. En la tabla 3; logramos relacionar la influencia de cada variable individualmente o en conjunto para estudiar la contribución y el comportamiento que ejercen en las fluctuaciones del balance energético de la persona.

Punto de medición	Hora	Radiación absorbida por la persona (w/m2)	Balance de la persona (w/m2)	Valores de sensación (encuestas)							Promedio	Interpretación
				5	6	7						
S1	09:00	363.47	147.03	5	6	7					6.00	bastante caluroso
S1	11:00	356.29	161.44	7	5	5					5.67	bastante caluroso
S1	13:00	390.14	242.02	5							5.00	caluroso
S1	15:00	443.3	380.17	7	5	4					5.33	caluroso
S1	17:00	539.64	514.93	6	7	7					6.67	extremadamente caluroso
S1	19:00	676.36	560.01	4	5	5	6				5.00	caluroso
S2	09:00	365.5	211.57	5	4						4.50	caluroso
S2	11:00	362.59	191.82	4	5	6					5.00	caluroso
S2	13:00	445.4	381.53	6	6	5					5.67	bastante caluroso
S2	15:00	507.05	464.12	7	6	5					6.00	bastante caluroso
S2	17:00	505.72	476.6	6	6	6					6.00	bastante caluroso
S2	19:00	486.89	350.77	5	7	6					6.00	bastante caluroso
S3	09:00	362.22	217.88	7	5	4	7				5.75	bastante caluroso
S3	11:00	346.8	154.42	6	5	6					5.67	bastante caluroso
S3	13:00	379.88	236.92	6	6	5					5.67	bastante caluroso
S3	15:00	427.42	373.2	5	5						5.00	caluroso
S3	17:00	448.88	472.05	5	6	4					5.00	caluroso
S3	19:00	460.02	320.94	5	5	5					5.00	caluroso

Tabla 3 Balance energético e interpretación. *Elaboración propia.*

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Es importante definir actividades en el futuro, que ayuden a revelar información de los rangos en que se encuentran las demás sensaciones térmicas, ya que de la revisión de resultados únicamente es posible ubicar los valores para 3 sensaciones térmicas.

- *Extremadamente caluroso* arriba de 560 W/m².
- *Bastante caluroso* entre 327 y 560 W/m².
- *Caluroso* e 95 y 327 W/m².
- *Confortable* menor a 95 W/m².

rangos del balance (w/m ²)		Interpretación	valor
b	<	extremadamente frio	1
	< b <	bastante frio	2
	< b <	frio	3
	< b < 95	confortable	4
95	< b < 327	caluroso	5
327	< b < 560	bastante caluroso	6
	560 < b	extremadamente caluroso	7

Tabla 4 Rangos de confort térmico. *Elaboración propia.*

3.8 Resultado e identificación de zonas de confort (9:00 h).

Esto se da gracias a la sombra que se genera por la orientación y la dimensión de los edificios A y B que lo rodean; la diferencia de temperatura que expulsan los materiales contra la temperatura del aire que se encuentra en las capas superiores provoca rachas de viento las cuales refrescan el ambiente y controlan el porcentaje de humedad relativa.

- La temperatura ideal oscila entre los 21 y 25°C
- La humedad ideal oscila entre el 30 y 70%
- La velocidad del viento ideal oscila entre los 2 y 4 m/s

De acuerdo con los incisos anteriores se revisa la tabla 5; se observa y se comparan los valores que se registran en el punto N3 contra aquellos del punto S1, en donde la diferencia para acercarse al confort es la humedad relativa; en el S1 un valor de 75.1% a las 9:00 h rebasa el ideal del 70%. Mientras que el punto N3 a las 9:00 h, registra una humedad relativa del 65%. Así mismo, se puede notar la influencia de la presencia y velocidad del viento, elemento que contribuye en el desplazamiento de la humedad relativa.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Punto de Medición	Hora	Temperatura (C°)			LUX	C° Aire	% Humedad relativa	VIENTO			Ángulo	Nublado	Pocas nubes	Despejado	Radiación absorbida por la persona (W/m2)	Balance de la persona (W/m2)
		a Lateral	b Inferior	c Superior				a Promedio	b Máxima	c Mínima						
		a	b	c				a	b	c						
N3	9:00	32.6	37.0		1145	29.6	65	0.85	1.70	0	280	X		307.49	95.41	
N1	9:00	31.0	36.6		1180	31	69.1	0.75	1.50	0	280	X		302.97	119.9	
N2	9:00	40.5	37.6		1200	31	69.5	0.50	1.00	0	280	X		319.21	133.79	
S1	9:00	28.5	28.2	28.2	9	29	75.1	0.50	1.00	0	280	X		363.47	147.03	

Tabla 5 Zonas de confort térmico. *Elaboración propia.*



Ilustración 22 Localización de zonas de confort térmico. *Elaboración propia.*

3.9.- Resultado e identificación de zonas de disconfort (17:00 h).

En lo particular; el punto S1 se encuentra también dentro de las zonas cercanas al confort térmico, en este caso de disconfort; es a causa del proceso natural de la vegetación y materiales, en donde se invierte el proceso de absorción y radiación de energía, que por las noches, los materiales expulsan la energía que se almacena durante el día; elevando las temperaturas.

Pese que las condiciones de humedad relativa están dentro de los valores ideales y existe el movimiento del aire, los resultados en el balance de la persona se disparan; resultando en 514.93W/m2 para el punto S1 a las 17:00 h. Por lo que se deduce que el principal elemento en la sensación de confort o disconfort también es la temperatura del aire, provocada siempre por la radiación solar directa o indirecta.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALGO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Punto de Medición	Hora	Temperatura (C°)			LUX	C° Aire	% Humedad relativa	VIENTO			Ángulo	Nublado	Pocas nubes	Despejado	Radiación absorbida por la persona (W/m2)	Balance de la persona (W/m2)
		a Lateral	b Inferior	c Superior				a Promedio	b Máxima	c Mínima						
		a	b	c				a	b	c						
S1	17:00	36.0	33.5	38.8	38	38.6	40.7	0.65	1.30	0.00	100	X		539.64	514.93	
S1	19:00	35.2	34.9	35.7	23	33.8	49.1	0.95	1.30	0.60	100		X	676.36	560.01	
S2	17:00	34.3	49.6		800	37.7	35.1	0.80	1.60	0.00	100	X		505.72	476.6	
S3	17:00	35.3	32.4	40.5	73	36.7	39.3	1.80	2.50	1.10	100	X		448.88	472.05	

Tabla 6 Zonas de Disconfort térmico. *Elaboración propia.*



Ilustración 23 Localización de zonas de dis confort térmico. *Elaboración propia.*

CONCLUSIONES

1. Con este trabajo se demuestra con encuestas y con evidencia gráfica y medible que el clima y los microclimas acotados en Ciudad Valles no brindan condiciones de confort para la persona en el espacio de estudio, se comprueba que la vegetación, forma y disposición de inmuebles además de los materiales utilizados en sus acabados; y sus propiedades físicas y fisiológicas; pueden ser estudiadas y utilizadas para generar condiciones de confort humano para disipar efectos climáticos como el calor y el frío, de forma que contribuya a que las personas se sientan cómodas en el ambiente.
2. Se evidencia la presencia de distintos valores para la misma variable climática, según el contexto físico inmediato; dentro de un área urbana; definiéndolos como microclimas urbanos.
3. Se identifica que los edificios de alturas de 11 metros y fachadas con anchos mayores a 15 metros, de forma rectangular, orientados longitudinal o transversalmente de Norte a Sur, influyen positivamente en el microclima inmediato; estas barreras verticales proyectan sombra a los elementos a su alrededor como el pavimento, banquetas y muros, protegiéndolos

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

inicialmente de la radiación directa, por lo tanto disminuyen la temperatura de estos objetos y a su vez provocan distintas rachas de viento.

4. Se demuestra gráficamente que la disposición de inmuebles modifica la dirección y velocidad del viento, así pues, se podrían adecuar para encausar y optimizar los flujos.
5. El elemento que más atenúa las temperaturas altas es la vegetación, y el elemento que más protege los espacios contra la radiación solar directa son las obstrucciones físicas horizontales.
6. La variable más importante de estudio es la radiación solar directa e indirecta; ya que es el parámetro que genera todos los procesos climáticos y el que más influye en el confort térmico de la persona.
7. Las diferencia entre temperatura de las banquetas varían hasta en 27°C, esto es principalmente al porcentaje de radiación solar directa que reciben estos materiales, dejando en segundo término la orientación.
8. La diferencia entre temperatura de los muros bajo la sombra contra los que están expuestos a la radiación directa es hasta 15.4°C.
9. La diferencia entre temperatura de materiales para cubiertas es de 8°C, siendo mayor la temperatura que deja pasar hacia el peatón una lona, que una cubierta de concreto; esta diferencia se da antes de las 17:00 h ya que a partir de esta hora la lona se enfría más rápido, con una diferencia de 5°C para las 19:00 h, por lo que se recomienda el uso de lonas siempre y cuando estén como mínimo a 0.60m por encima del peatón.
10. La diferencia en la temperatura del aire por cuestiones constructivas y micro climáticas oscila entre los 5°C y 3°C principalmente con la existencia de vegetación.
11. En el sistema de estudio; las zonas de confort durante todo el día no existen; solo se descubre una zona con un balance energético de la persona de 95W/m² a las 9:00 h en el punto N3, se detecta una aproximación a tres rangos de confort según el cálculo del balance energético: *Extremadamente caluroso* arriba de 560 W/m², *Bastante caluroso* entre 327 y 560 W/m², *Caluroso* e 95 y 327 W/m² y se describe que *Confortable* está por debajo de los 95 W/m².
12. La curva en la gráfica de humedad relativa es inversa a la curva de temperatura del aire y del viento, mientras aumenta la radiación solar el calor de los materiales sube la temperatura del aire y genera flujos de viento, la humedad relativa se disipa.
13. El proceso de adecuaciones y mejoras debe ser cuidadoso dado que el confort humano en exteriores solo se podría alcanzar "bajo la sombra"; esto para cualquier época del año incluyendo Invierno; la sugerencia es implementar barreras horizontales, preferentemente desmontables o

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

provisionales; por ejemplo lonas, estructuras cubiertas por enredaderas, preferentemente arbustos; para subsecuentemente realizar mediciones y encuestas para registrar, revisar y adecuar los posibles cambios a favor o en contra que se generen.

14. La implementación de ventilación mecánica no es descabellada dado que se cuenta con un cuerpo de agua; el río Valles; a 340 metros de distancia, fuente sustentable generadora de energía eléctrica.
15. Es conveniente analizar el reglamento de construcción para quizá lograr las adecuaciones pertinentes; principalmente el respeto e implementación de áreas verdes, jardineras, techos y muros verdes, colocación de arbolado, propuestas en dimensiones y materiales constructivos de volados así como el manejo de elementos arquitectónicos para optimizar los flujos de viento.
16. Pese a los casi quinientos años de la fundación del municipio, es un área urbana joven, una ciudad en crecimiento, por lo que hay tiempo para planear su desarrollo urbano sustentable. Se entiende por urbanismo bioclimático, el diseño construcción o consideración de un ambiente urbano a partir de los parámetros que dictan los factores climáticos, físicos y fisiológicos del medio ambiente natural; el urbanismo bioclimático da como resultado, distintas formas y funcionamiento para cada una de las ciudades trazadas, ya que responderían más bien a la forma y elementos del espacio natural.
17. Buscando redefinir nuevamente a la escala humana, su bienestar, sus necesidades y actividades como parámetro primordial de diseño arquitectónico y urbano; se considera que este tipo de análisis puede ser la base y justificación de infinidad de proyectos urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, A López, (2004). "Cambio climático y microclimas urbanos en ciudades del centro de Cuba. Reflexiones para el planeamiento a través de sig.". Argentina. Vol. 8, N° 1, 2004. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

BECKERS, Benoit. (2009). "El diagrama solar."
www.heliodon.net/downloads/Beckers_2004_Ir_El_diagrama_solar.pdf

CARRASCO Aldunate, Claudio. (2008). "Morfología y microclima urbano. Análisis de la forma espacial y materiales como modeladores del microclima de tejidos urbanos mediterráneos costeros. El caso de la ciudad de Valparaíso". Valparaíso, Barcelona. España.

CHICAS Molina, Juan Carlos. (2012). Morfología urbana y Clima urbano, estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto de cañón urbano e índices de confort térmico. Instituto de

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Estudios Urbanos y Territoriales de la Pontificia Universidad. Santiago de Chile.

FERNANDEZ, Garcia (1994). "Clima y confortabilidad Humana, aspectos metodológicos."

GEIGER, R., Aron, R. H., Todhunter, P. "The Climate Near The Ground", 5ª edición. Vieweg & Sohn. Weisbaden, 1995.

GIVONI, Baruch (1998). "Climate considerations in building and urban design." John Wiley & Sons, Inc. United States of America.

HIGUERAS, Ester (2008). "El reto de la Ciudad Habitable y Sostenible." Comisión Urbanismo COAM 2008.

HIGUERAS, Ester (2013). "Urbanismo Bioclimático". (1a edición, 5a tirada) ISBN:9788425220715

HIGUERAS, Ester y TUMINI, Irina. (2013) "El Microclima en los Espacios Abiertos. Estudio de casos en Madrid." Universidad Politécnica de Madrid. www.eesap.org/Biblioteca/EESAP2_itumini.pdf

IVANEGA, Miriam. (2009). "Construcciones Urbanas y Medio Ambiente." <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2735/7.pdf>

LUSETT, Mireya y GARCÍA, Víctor y ESPUNA, José. (2012). "La influencia de la Configuración de los Andadores Urbanos en un Clima Cálido Húmedo. Desarrollo estratégico para el mejoramiento de la calidad de vida en el hábitat." Universidad Autónoma de Tamaulipas

MÉNDEZ, Carlos M. "Análisis Estadístico de la Velocidad y Dirección del Viento en Los Taques-Estado Falcón". (2009) <http://www.fglongatt.org.ve>

MERUANE, Carolina y GARREAUD, René. (2006). "Determinación de Humedad en la Atmósfera" – DGF – U de Chile

MONROY, Manuel Martín. (2001). "Claves del Urbanismo Bioclimático". Artículo publicado en revista BASA.ULPGC .Las palmas.

NAHLE, Nasif. (2006). "Transferencia de Calor." Biology Cabinet.

NAVE, M Olmo. En red 20 Julio 2013: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/kinetic/relhum.html>

OCHOA de la torre, José Manuel. (2009). "Ciudad, Vegetación e Impacto Climático". El cobre. España.

OCHOA de la torre, José Manuel. (1999). "La vegetación como instrumento para el control micro climático". Barcelona. España.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

OCHOA, José Manuel y MARINCIC, Irene. (2002) "Diseño Microclimático de Espacios Exteriores confortables y energéticamente eficientes." XXVI Semana Nacional de Energía Solar, Noviembre de 2002, Chetumal, México.

OKE, T.R. (1987). Boundary layer climates. (2nd ed.). London : Routledge

OLGYAY, Victor. (1998) "Arquitectura y Clima Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas. GG ISBN: 9788425214882

SCHILLER, Silvia de. (2001). "Isla de calor, Microclima Urbano y Variables de Diseño, estudios en Buenos Aires y Rio Gallegos" Argentina. Issn 0329-5184

VAZQUEZ, Gloria y RESTREPO, Alirio y NOLASCO, Quevedo y CRESPO, Guillermo y PORTOCARRERO, Adolfo. (2010) "Manual Teórico Práctico del Observador Meteorológico de Superficie" Comisión Nacional del Agua CONAGUA. www.conagua.gob.mx

ZAPATA, Néstor. (2016). "Diagnóstico del microambiente urbano en la avenida Miguel Hidalgo, en la zona centro de ciudad Valles, San Luis Potosí, México." (Tesis de maestría), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico, Tamaulipas. México.

OTRAS:

- CONAGUA. Oficinas regionales en ciudad Valles, San Luis Potosí. Ing. Martín Martínez Zamarripo. Jefe de distrito de la CONAGUA. Calle Progreso 200, Rotarios, 79060 Cd Valles, S.L.P. tel.: 01 481 381 8276
- "Diario Oficial de la federación del gobierno del estado libre y soberano de San Luis Potosí." Junio 1999. Edición ordinaria 68.
- Reglamento de construcción de Ciudad Valles, San Luis Potosí.
- Dirección de Turismo Municipal. (2007). "*Estadísticas anuales, Ciudad Valles.S.L.P.*"
- Plan municipal de desarrollo de Ciudad Valles, San Luis Potosí. 2004-2006. México.

PAGINAS WEB:

- <http://redalyc.uaemex.mx/>
- <http://www.meteorologiaenred.com/humedad-relativa.html>
- <http://200.58.146.28/nimbus/weather/pdf/cap7.pdf>

Anexo 1. Especificaciones de los aparatos utilizados para las mediciones.

1.- Luxómetro marca Steren modelo HER-410 para medir cantidad de luz;

Especificaciones:

- Indicador de batería baja incorporado.
- Diseño compacto de excelente operación.
- Display LCD 3½ dígitos 1999 cuentas/seg.
- Detector óptico: Sensor a fotodiodo de silicio con filtro.
- Temporizador: Auto apagado.
- Temperatura de operación: 0°C a 40°C.
- Temperatura de almacenamiento de -10°C a 60°C.
- Velocidad de medición: 2 veces por segundo, nominal.
- Alimentación: 9 Vcc (1 pila cuadrada).
- Dimensiones detector: 8.3 cm de alto x 5.2 cm de ancho x 2.05 cm de espesor.
- Dimensiones equipo: 12.5 cm de alto x 7.2 cm de ancho x 2.7 cm de espesor.
- Peso: 240 gr.
- Características.
- Alto: 5.50 cm.
- Ancho: 15.90 cm.
- Fondo: 11.50 cm.
- Peso: 0.3210 Kg.

2 Estación climática digital Modelo Krestel 4000 para medir temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento;

Especificaciones:

Mediciones:

- Velocidad del viento.
- Temperatura del aire/agua/nieve.
- Sensación térmica.
- Humedad relativa.
- Índice de estrés térmico.
- Temperatura del punto de rocío.
- Temperatura de bulbo húmedo.
- Presión barométrica.
- Altitud.
- Altitud de densidad.

Características:

- Tapa del impulsor que gira para abrirse.

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

- Pantalla gráfica para tres líneas de gran tamaño.
- Luz posterior.
- Tecnología del impulsor y sensor patentada: Impulsor cambiable por el usuario sin necesidad de herramientas.
- Sensor de temperatura externo de respuesta rápida.
- Sensor de humedad corregido con la temperatura.
- Valores mínimos y máximos.
- Práctica función de medias.
- Reloj y Calendario.
- Registro de datos automático y manual personalizable.
- Gráficos de datos en la pantalla.
- Carga de datos (con interfaz opcional).
- Cinco idiomas: Inglés, francés, español, alemán e italiano.
- Impermeable y flota en el agua.
- Resistente, probado contra caídas.
- Fabricado en EE.UU.
- Pilas – 2 AAA.

3.- El termómetro infrarrojo con puntero laser de medición de -50 + 1000 °C.

Especificaciones:

- Rango: -50 + 1000 °C
- Precisión: + 2% de lo leído + o 4 °C
- Emisividad: 0,1 a 1,00 (ajustable)
- Distancia objetivo: 50:1
- Diámetro medido: 50 cm. ø 1 cm
- Alarma audible: Si
- Alimentación: 1 batería 9v
- Tamaño: 100 x 56 x 230 mm
- Accesorios: Incluye estuche

Anexo 2. Formato para la captura de mediciones.

LUGAR		HORA				
UBICACIÓN		DÍA				
CLASIFICACIÓN		FECHA				

(V)erano o **(I)**invierno

NUBLADO

POCAS NUBES

DESPEJADO

HORA	ILUMINANCIA	TEMP Y HUMEDAD		RADIACIÓN DE OBJETOS			VIENTO m/s				CIELO		
	LUX	°C	%	LATERAL	INFERIOR	SUPERIOR	MIN	PROM	MAX	DIR	1	2	3
09:00													
11:00													
13:00													
15:00													
17:00													
19:00													

CONFORT HUMANO EN MICROCLIMAS URBANOS. CALLE MIGUEL HIDALDO, CIUDAD VALLES, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Anexo 3. Formato de encuesta.

ENCUESTA PARA EL GRADO DE CONFORT TÉRMICO			
¿HABITA EN CD VALLES?	SI		NO
¿FRECUENTA CAMINAR EN LA ZONA?	SI		NO
¿EN QUE HORARIO PREFERE?	7 9 11 13 15 17 19		
¿EL CLIMA ES UN INCONVENIENTE?	SI		NO
¿COMO LE PARECE EL CLIMA?:	1	extremadamente frio	
	2	bastante frio	
	3	frio	
	4	confortable	
	5	caluroso	
	6	bastante caluroso	
	7	extremadamente caluroso	
¿EN ESTE MOMENTO COMO LE PARECE?	1 2 3 4 5 6 7		
OBSERVACIONES			
ACTIVIDAD			
descansando			
sentado-de pie			
de pie trabajo ligero			
caminando lentamente			
caminando moderadamente			
actividad intensa			
ROPA			
camiseta, pantalones cortos, calcetines, tenis			
polo, pantalones largos, calcetines, zapatos o botas			
polo, pantalones largos, calcetines, zapatos, rompe vientos			
camisa m larga, pantalones largos, calcetines, zapatos, suéter			