



Metodología de evaluación de confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador

Autor: Vanessa Guillen Mena

Institución: Universidad de Cuenca

Resumen

El estudio inadecuado del impacto de los factores climáticos en Ecuador, acompañado de una falta de conocimiento respecto al aprovechamiento de la energía solar, han provocado una generalización en la forma de concebir los espacios exteriores. Este hecho queda aún más evidente, considerando la gran diversidad de pisos climáticos que presenta el país, haciéndose necesario un estudio al respecto. Los ambientes urbanos en beneficio de sus habitantes contribuyen a mantener la habitabilidad y vitalidad urbana. Además alcanzar el confort en los espacios exteriores contribuye a disminuir el consumo energético.

Ecuador, por su posición geográfica, está situada en la zona intertropical, donde la presencia de la cordillera de los Andes, la influencia del mar y la selva amazónica, han formado diversos pisos climáticos y una gran variedad de subclimas, microclimas y topoclimas que van desde el tropical hasta los fríos.

Por esta razón, en este trabajo se propone una metodología de evaluación de confort térmico exterior a base de un mapa climático, una categorización térmica y herramientas que permitan precisar rangos de confort que se acoplen a cada característica climática utilizando datos meteorológicos disponibles.

Debido a escasos estudios en ambientes exteriores en el país se ha desarrollado una matriz en la cual se identifican criterios de confort para cada tipo de clima con las principales estrategias de proyecto.

La finalidad es que arquitectos y planificadores puedan generar información que ayuden en los procesos de planificación urbana, diseño de espacios exteriores e incluso en el diseño de edificaciones.

La metodología desarrollada puede ser utilizada por territorios circundantes que presenten características climáticas similares al de las diferentes regiones de Ecuador.

Palabras clave: Ecuador; confort térmico exterior, pisos climáticos

1. Abstract

Esta investigación busca una mejor comprensión entre las características climáticas de los espacios exteriores en Ecuador y las implicaciones de confort para las personas que lo utilizan. El estudio inadecuado en este aspecto, acompañado de una falta de conocimiento respecto al aprovechamiento de la energía solar pasiva, han provocado una generalización en la forma de concebir los espacios exteriores. Este hecho queda aún más evidente, considerando la gran diversidad de pisos climáticos que presenta el país, haciéndose necesario un estudio al respecto. Los ambientes urbanos en beneficio de sus ocupantes, contribuyen a mantener la habitabilidad y vitalidad urbana. Además, alcanzar el confort en los espacios exteriores, contribuye a disminuir el consumo energético.

Ecuador, según su posición geográfica, se encuentra situado en la zona intertropical, donde la presencia de la cordillera de los Andes, la influencia del mar y la selva amazónica, han formado diversos pisos climáticos y una gran variedad de subclimas, microclimas y topoclimas que van desde el tropical hasta los fríos.

Por esta razón, en este trabajo se propone una metodología de evaluación de confort térmico exterior a base de un mapa con zonificación climática, una caracterización térmica y herramientas que permitan precisar rangos de confort que se acoplen a cada característica climática. Con esta información se ha desarrollado una matriz, en la que se identifique criterios de confort para cada zona climática planteada por la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-11 con sus principales estrategias a seguir.

La finalidad es que arquitectos y planificadores puedan generar información que ayuden en los procesos de planificación urbana, diseño de espacios exteriores e incluso en el diseño de edificaciones y con ello se pueda transformar el microclima en beneficio de los habitantes, alcanzando el confort térmico y optimizando energía. La metodología desarrollada puede ser utilizada por territorios circundantes que presenten características climáticas similares al de las diferentes regiones de Ecuador.

2. Antecedentes

En América Latina casi el 80% de su población viven en ciudades, por lo que es necesario cambiar el actual modelo de urbanización y plantearnos el nuevo reto de lograr centros urbanos más inclusivos, más sostenibles, con mayores espacios públicos y mejor pensados para las personas. [1]

La expansión urbana que en el pasado fue muy acelerada, trajo consigo impactos ambientales negativos por falta de una planificación urbana. Como consecuencia se perdieron grandes cantidades de áreas verdes, que fueron reemplazadas por superficies de tonos oscuros, los cuales absorben grandes cantidades de radiación solar, alterando el microclima de una ciudad por el aumento de su temperatura, fenómeno que se lo conoce como “isla de calor”. [2]

En los climas cálidos de Ecuador, esto puede ser perjudicial para la salud humana, además de que aumenta el malestar en las personas, reduce su eficiencia en la realización de actividades, limita el uso de los espacios exteriores, aumenta el consumo energético en las edificaciones, entre otras cosas. Situación similar se produce en localidades con climas fríos, cuando no se consigue un adecuado microclima en los espacios exteriores.

Debido a que el microclima urbano está influenciado principalmente por el aumento de la densidad de construcción, el uso de materiales con propiedades térmicas inadecuadas, la falta de espacios verdes, el aumento de calor antropogénico y el incremento de la contaminación de aire [3], es necesario, que en Ecuador se empiece a tomar acciones respecto a estas condiciones y se diferencie la manera de acondicionar los espacios exteriores en los diferentes pisos climáticos.

En un estudio realizado por la Universidad de Lund (Suecia) en Guayaquil, cuyo clima es cálido – húmedo, se evalúa el confort térmico exterior a través de entrevistas realizadas en diferentes lugares de la ciudad. Se identifica la importancia de promover un diseño urbano que mejore las condiciones del espacio térmico exterior, ya que la mayoría de ellos experimentaron un ambiente muy caluroso, siendo necesaria la utilización de criterios de sombra y ventilación. [4] Así mismo otros autores con el fin de mitigar este incremento de la temperatura en el ambiente, proponen el uso de materiales altamente reflectantes, utilización de sumideros frescos y aumento de árboles y áreas verdes, ya que tienen un efecto moderador del microclima y contribuyen al enfriamiento de las ciudades [2, 3]

En este mismo estudio se demuestra que las personas locales de clima cálido – húmedo, aceptan condiciones térmicas que están por encima de los límites aceptables de confort en climas templados, esto se debe a que en la zonas tropicales se da un proceso de aclimatización por las altas temperaturas constantes, lo cual influye en la adaptación del mecanismo biológico humano, elevando con ello los límites del confort. [5]

3. Objetivo

Para cumplir con el objetivo de desarrollar una metodología de evaluación del confort térmico exterior para diferentes pisos climáticos en Ecuador, se plantea agrupaciones en base a la temperatura media anual, que facilite el entendimiento de las características de confort térmico de manera general, pero que al mismo tiempo permita obtener información más específica de cada localidad. En el país la temperatura media en las diferentes regiones naturales, varía desde los 6°C hasta los 27°C, según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), debido a la influencia del factor altitud. Es por ello que a muy cortas distancias, algunas localidades presentan condiciones climáticas bastante diferenciadas.

A estos rangos de temperatura con miras a la evaluación del confort térmico exterior, se lo ha denominado como “*niveles térmicos*”. Para su determinación se ha tomado como base el mapa de temperatura media anual del INAMHI, la zonificación climática propuesta por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-11) y la caracterización térmica planteada por el Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica (CEDIG).¹ [6, 7]

Son tres *niveles térmicos* los que se ha planteado englobando a los diferentes pisos climáticos de Ecuador, para cada uno de estos se construyen climogramas de confort, tomando como base el climograma clásico de Olgyay. [8] Sobre estos se definen las

¹ En 1983 el Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica bajo un acuerdo de Cooperación Científica entre la Sección Nacional del Instituto Panamericano de Geografía e Historia y la Oficina de Investigación Científica y la Técnica de Ultramar Francia (ORSTOM) con la colaboración de Pierre Pourrut plantean una categorización climática en función al régimen anual de lluvias, altura de las precipitaciones anuales y rangos de temperatura media anual. Esta clasificación térmica se ratifica en 1995.

zonas de confort considerando las peculiaridades climáticas y culturales del territorio, características que con respecto al climograma clásico varían, pues Ecuador al encontrarse en la zona tropical, presenta una incidencia solar constante durante todo el año. Por tal motivo no existe mayor diferencia entre la temperatura media de invierno y verano, provocando que al experimentar las personas una exposición a largo plazo en un clima cálido, tenga una mayor tolerancia a valores de humedad y temperatura elevados en comparación con la gente que habita en regiones frías o con una diferencia significativa entre la temperatura media de cada estación. El método utilizado para definir la zona de confort térmico bajo estas condicionantes se denomina “índice global de isotermas” [5, 9]

Con los climogramas que se han construido para los tres *niveles térmicos* identificados, se ha generado una matriz en la que se podrá obtener los criterios de confort para la zona térmica que se analice. A partir de estos resultados se obtiene algunas estrategias pasivas para mejorar las condiciones del microclima.

4. Aproximación al clima de Ecuador

El territorio ecuatoriano se sitúa hacia el Noroeste de América del Sur entre los paralelos 1° 28' N. y 05° 02' S., y los meridianos 75° 11' W. y 81° 04' W., sin incluir el Archipiélago de Galápagos. [10] Al territorio continental lo atraviesa la cordillera de los Andes de Norte a Sur, dividiéndolo en tres regiones naturales que son: Región Litoral (Costa), Región Interandina (Sierra) y Región Oriental (Amazonía). Integra también al país la Región Insular (Galápagos). (Figura 1)

Cada una de estas regiones constituyen una diversidad de climas, producto de la conjunción del carácter ecuatorial de la zona, que se ve influenciada por la presencia de la banda de bajas presiones que rodea la tierra cerca del ecuador, es la zona donde convergen los vientos alisios provenientes de ambos hemisferios (ZCIT). Su desplazamiento genera perturbaciones tropicales, nubosidad densa y precipitaciones de intensidad variable. En Ecuador este desplazamiento marca dos estaciones al año: una lluviosa y otra seca. [11]



Figura 1: Regiones naturales que conforman la República del Ecuador

Además, la presencia del mar con sus corrientes marinas, las llanuras amazónicas y la cordillera de los Andes, provocan desigual insolación, vientos anárquicos y regímenes pluviales distintos. [10]

Las alturas alcanzadas por la cordillera de los Andes, influyen en la humedad del ambiente porque provoca el ascenso y el enfriamiento del aire proveniente de la región Litoral (origen oceánico) y de la región Amazónica (origen continental). Por tal razón, las hoyas interandinas que tengan influencias de la Amazonía, tendrán un ambiente estable en cuanto a humedad relativa, pero con amplia variabilidad en la temperatura, mientras que, si la influencia proviene de la Costa, la temperatura será constante y la humedad relativa muy variable.

En la región Litoral el régimen de humedad no es uniforme, debido a que recibe la influencia de dos corrientes marinas, la de “Humboldt” (corriente ecuatorial sur) y la de “El Niño” (procedente del golfo de Panamá) [12, 13]. En la región Amazónica el ambiente caluroso, origina el ascenso vertical del aire y permite condiciones húmedas durante todo el año debido a la evaporación de los pantanos y evapotranspiración de la selva densa. [14]

5. Metodología de evaluación del confort térmico exterior

5.1. Mapa de *niveles térmicos* en función de las zonas climáticas de Ecuador

La presencia de los Andes como factor altitudinal, ha dado al territorio ecuatoriano una fisonomía muy variada. Desde el nivel del mar hasta las cumbres andinas existen varios pisos altitudinales con climas y formas de vida diferentes. Es por esto que, a pesar de estar situado en plena zona ecuatorial, el país no es completamente tropical sino que presenta una amplia variedad de condiciones climáticas según la localización orográfica. [15]

El decrecimiento térmico en Ecuador se calcula aproximadamente 1 °C cada 200 metros de altura, no obstante, esto también actúa en conjunto con los otros factores climáticos. Es complejo poder establecer una correlación precisa entre la altitud y la temperatura pues, como se puede ver en la Figura 2, a pesar que, generalmente la temperatura se corresponde con la altitud, se identifica que existen casos en que dos localidades a una misma altura, puedan presentar diferentes condiciones térmicas.

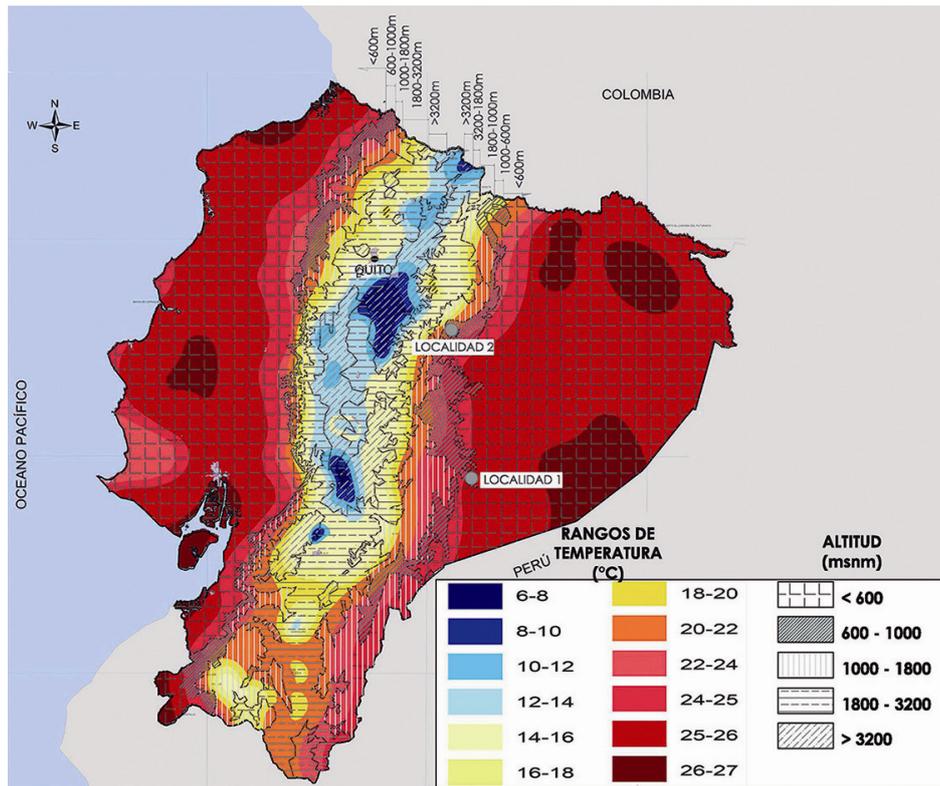


Figura 2: Mapa de temperatura multianual 1965-1999 y rangos de altitud

Por tanto, ya que los fines de esta investigación es el confort térmico, se ha optado por considerar a la temperatura como el principal elemento para el planteamiento de *niveles térmicos*. Esto consiste en agrupaciones de los rangos de temperatura identificados en el país, enfocados al establecimiento de los límites del confort térmico en los diferentes pisos climáticos de Ecuador. Para su definición se ha tomado como base a la caracterización térmica propuesta por el Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, CEDIG (Tabla 1) y las zonas climáticas, publicado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-11 (Tabla 2)

En la Tabla 1, se evidencia rangos de temperatura agrupadas en 3 clases, identificando a las zonas frías, templadas y calurosas del territorio, mientras que en la Tabla 2, se encuentran 6 agrupaciones, tomando como base el mapa de temperatura multianual del INAMHI.

Temp. media anual	Caracterización térmica
T < 12 °C	Frío
12 - 22 °C	Mesotérmico
T > 22 °C	Megatérmico

Tabla 1: Caracterización térmica

Rangos de temperatura media anual	Zona climática
6 - 10 °C	ZT1
10 - 14 °C	ZT2
14 - 18 °C	ZT3
18 - 22 °C	ZT4
22 - 25 °C	ZT5
25 - 27 °C	ZT6

Tabla 2: Rangos de temperatura de acuerdo a las zonas climáticas, según el mapa del INAMHI

Para determinar las condiciones de confort de un sitio dado, es importante tener en cuenta que el cuerpo humano a temperaturas por debajo de los 22°C ya no es capaz de conseguir que sus pérdidas de calor coincidan con la velocidad del metabolismo, es decir que no logra compensar las diferencias de temperatura y el cuerpo empieza a perder calor con más rapidez, exigiendo del organismo interno un mayor trabajo para estabilizar el metabolismo. [9] De igual manera mientras mayor sea la temperatura media de una localidad, los habitantes atraviesan un proceso de aclimatización elevando los perímetros de confort.

Por tal motivo, los rangos de temperatura determinado en las tablas antes mencionadas requieren algunos ajustes para los fines de esta investigación, pues como se puede ver en la Tabla 3, las zonas climáticas ZT2, ZT3 y ZT4 requerirán las mismas consideraciones para determinar sus zonas de confort.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se ha planteado 3 niveles térmicos: *nivel térmico 1* (6°C – 22°C) que abarca a la caracterización térmica frío y mesotérmico y a las zonas climáticas ZT1 – ZT4; *nivel térmico 2* (22°C - 25°C) que abarca a la caracterización térmica megatérmico y a la zona climática ZT5 que corresponde a la zona de transición entre cada región natural; y finalmente el *nivel térmico 3* (25°C - 27°C) correspondiente también a la clase megatérmico y a la zona climática ZT6. Este último predomina en gran parte de la Región Litoral y Amazónica. (Tabla 4)

CAPITALES DE PROVINCIAS	ZONA CLIMATICA NEC-11	TEMPERATURA MEDIA (°C)	ALTITUD (msnm)						
			< 600	1200	1800	2400	3000	>3200	
SANTA ELENA	ZT5	23.8	■						
PORTOVIEJO	ZT6	25.1	■	■					
GUAYAQUIL	ZT6	26.1	■	■					
SANTO DOMINGO	ZT5	24.2	■	■					
CUENCA	ZT3	15	■	■	■	■	■		
QUITO	ZT2	13.6	■	■	■	■	■	■	
LATACUNGA	ZT2	13.5	■	■	■	■	■	■	
TULCAN	ZT2	10.9	■	■	■	■	■	■	■
PUYO	ZT4	20.8	■	■					
FRANCISCO DE ORELLANA	ZT6	26.6	■	■					
LOJA	ZT3	16	■	■	■	■	■		

Tabla 3: Zona climática, temperatura media y altitud de algunas ciudades capitales de provincias

NIVEL TERMICO	Rangos de temperatura media anual	Zona climática	Rangos propuestos	Caracterización térmica
1	6 - 10 °C	ZT1	< 12 °C	Frío
	10 - 12 °C	ZT2		
	12 - 14 °C	ZT2	12 - 22 °C	Mesotérmico
	14 - 18 °C	ZT3		
	18 - 22 °C	ZT4		
2	22 - 25 °C	ZT5	22 - 25 °C	Megatérmico
3	25 - 27 °C	ZT6	25 - 27 °C	Megatérmico

Tabla 4: Niveles térmicos vinculados con las zonas climáticas y caracterización térmica

A partir de esto se ha generado un mapa de *niveles térmicos* en función a las zonas climáticas que determina la Norma sobre Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador. (Figura 3) Con esta información se procede a la construcción de climogramas de confort para cada *nivel térmico*.

5.2. Climogramas de confort

Para establecer la zona de confort térmico en los espacios exteriores, se plantea la construcción de climogramas para cada uno de los niveles térmicos determinados. Para ello se toma como base el climograma clásico de Olgay, el cual considera los elementos climáticos que afectan al confort humano tales como: la temperatura, humedad relativa, movimiento del aire, radiación solar y además aspectos fisiológicos que influyen en el confort como son: el tipo de individuo, la actividad, vestimenta y aclimatización.

La zona de confort queda definida por aquellas condiciones en las que el hombre para adaptarse a su entorno requiere un mínimo de energía. El uso de estos climogramas conlleva ciertas restricciones como: actividad en condiciones de sedentarismo o poco esfuerzo muscular, a la sombra y sin viento. El climograma clásico al estar hecho para zonas cercano a los 40° de latitud, localidades que cuentan con las cuatro estaciones y con altitudes hasta los 1000 m.s.n.m. se toma como base una vestimenta de 1 Clo.

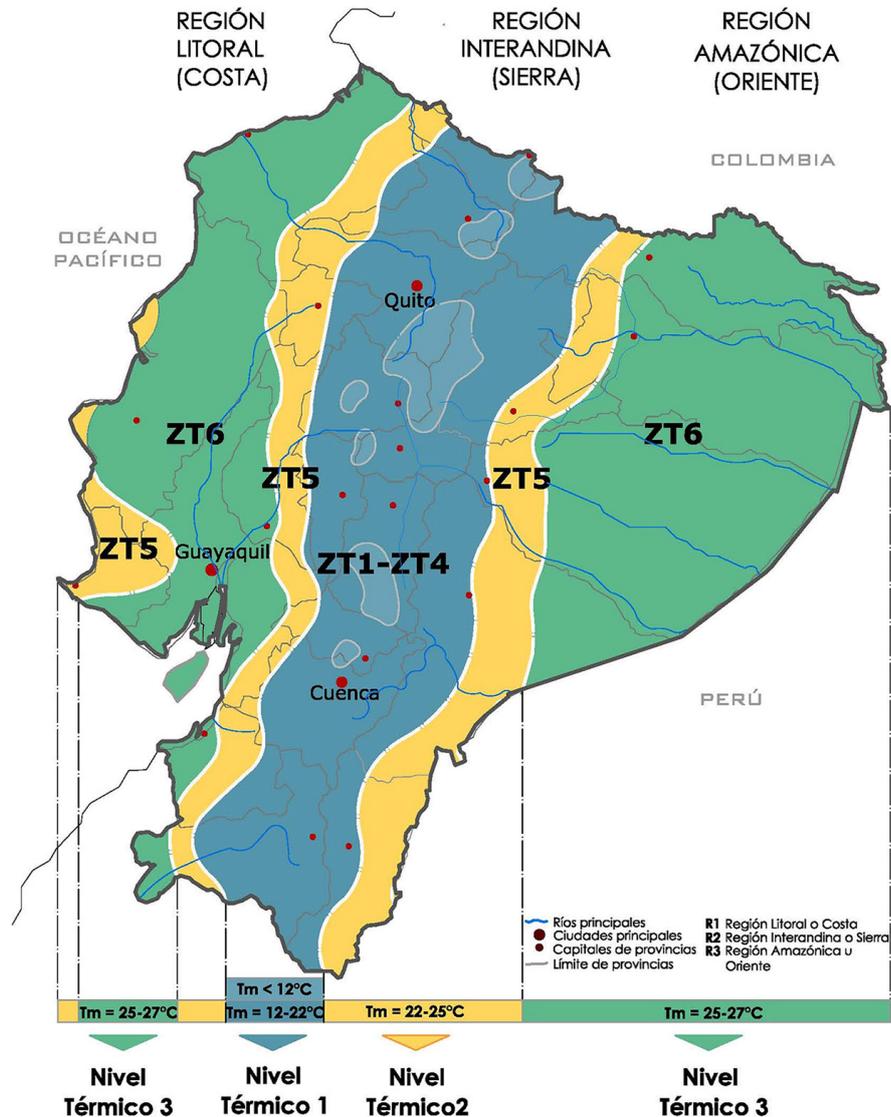


Figura 3: Propuesta de mapa de *niveles térmicos* en función de las zonas climáticas de Ecuador

Para la aplicación de los climogramas de confort en zonas de bajas latitudes y con altitudes sobre los 1000 m.s.n.m. como es el caso de Ecuador, se requiere realizar unas correcciones en cuanto a la aclimatización y vestimenta.

Para el tema de la aclimatización, se debe tener en cuenta, la capacidad desarrollada por los habitantes para soportar temperaturas más elevadas, por lo cual, es diferente la percepción del confort para alguien que vive en la Sierra que para alguien que vive en la Amazonía o en la Costa. En el tema de vestimenta, debido a que las condiciones climáticas son prácticamente constantes en el año, varias localidades conservan su vestimenta tradicional para el uso diario.

Para definir la zona de confort, considerando la aclimatización se utilizó el método del “índice global de isotermas”, la cual considera que el nivel medio de confort de una localidad sigue la temperatura promedio de verano, pero dentro de los límites de 21.1°C y 26.7°C. De esta manera la zona queda definida al sumar y restar 2.8 °C ($\pm 5^\circ\text{F}$). Estos valores dan unos márgenes absolutos de bienestar de 29.45 °C y de 18.32 °C. [5, 9]

Para el caso de Ecuador, considerando que la variación de la temperatura media de invierno y verano no supera los 2°C, se ha considerado la temperatura media anual como el nivel medio de confort. Los demás parámetros se los grafica siguiendo el procedimiento de la construcción de un climograma clásico. Para la corrección de la vestimenta, la gráfica parte considerando una vestimenta de 1 Clo, que corresponde a un arropamiento medio. Cualquier modificación de este valor debe corregir la zona de confort en 7°C por cada Clo que se altere.

La construcción de los climogramas de confort para cada *nivel térmico* propuesto se presenta en las Figuras 4, 5 y 6.

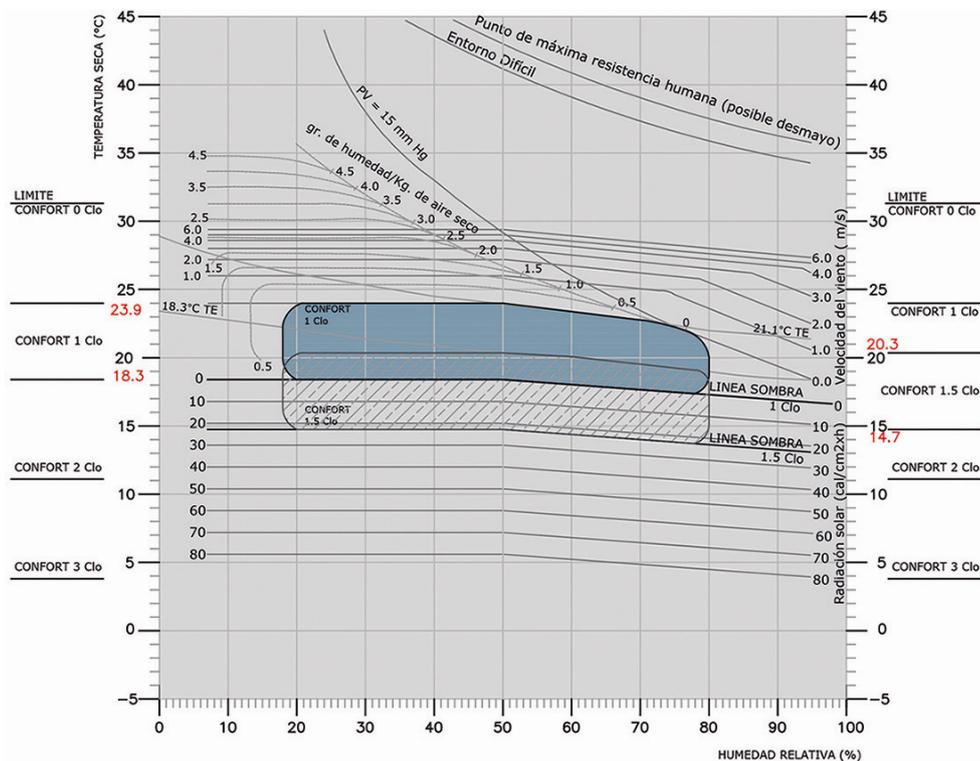


Figura 4: Climograma de confort “nivel térmico 1”

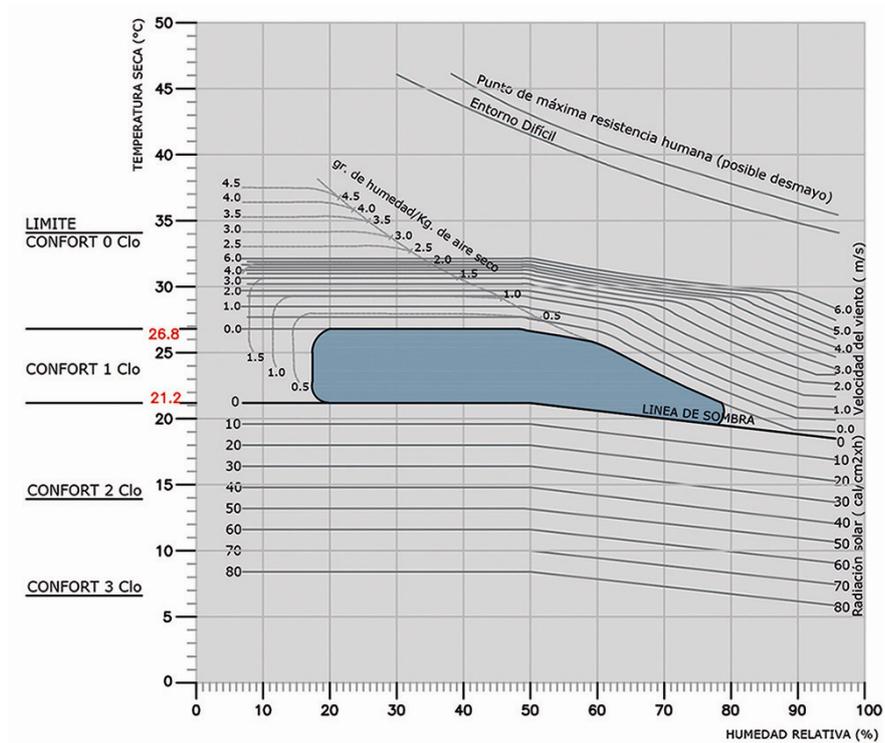


Figura 5: Climograma de confort "nivel térmico 2"

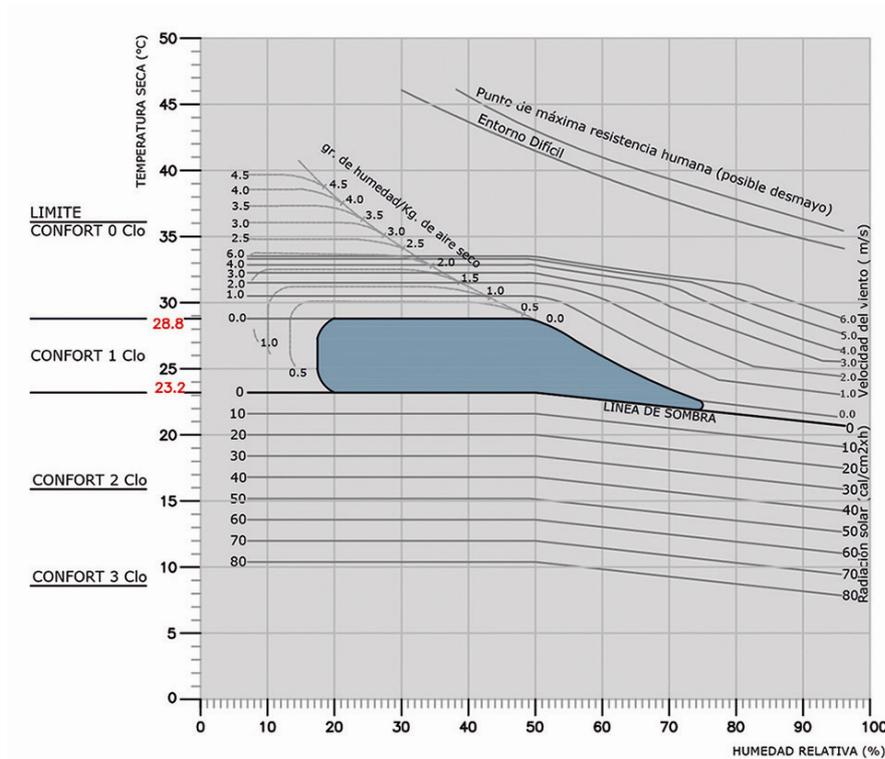


Figura 6: Climograma de confort "nivel térmico 3"

5.3. Matriz de criterios y estrategias de confort

Es comprensible la influencia del clima sobre los asentamientos urbanos y como éste puede variar según la conformación de los espacios con las edificaciones circundantes. Esta gran complejidad del ambiente exterior ha llevado al planteamiento de una matriz de criterios y estrategias de confort como guía para una mejor actuación.

Con la utilización de los climogramas de confort según el *nivel térmico*, se podrá conocer los requerimientos de una determinada localidad, para mantenerse dentro de los límites. Estos requerimientos o criterios de confort al ser tomados en una matriz, siguiendo la columna correspondiente, podrán identificar las estrategias que pueden aplicarse para mejorar las condiciones del microclima.

Los criterios de confort se encuentran en función de la radiación solar, ventilación, vestimenta, sombreado y protección de lluvias. Este último se ha considerado debido a que en Ecuador las estaciones están marcadas por periodos secos y lluviosos, los cuales pueden modificar las sensaciones térmicas. Las estrategias a seguir para los diferentes criterios de confort dependerán de la capacidad de actuación que se tenga sobre estos. Algunas estrategias identificadas tienen que ver con la orientación, densidad urbana, geometría de cañón, configuración espacial, albedo, vegetación, vestimenta, elementos de protección y permeabilidad.

En la Tabla 5 se deberá llenar las conclusiones obtenida de los climogramas, para su utilización se debe identificar la zona climática de manera que pueda mantenerse vinculada a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11.

CRITERIOS	Radiación solar	Ventilación	Vestimenta	Sombreamiento	Protección lluvias
ZONA CLIMATICA					
ESTRATEGIAS					
Orientación					
Densidad Urbana					
Geometría de cañón					
Configuración espacial					
Albedo					
Vegetación					
Vestimenta					
Elementos de protección					
Permeabilidad					

Tabla 5: Matriz de criterios y estrategias de confort según zona climática

5.4. Aplicación

La aplicación de esta metodología de evaluación de confort térmico exterior, consistiría en ubicar en el mapa de la Figura 3, el sitio de estudio o el dato de la temperatura media anual y con ello identificar el *nivel térmico* y la zona climática correspondiente. El *nivel térmico* permitirá obtener en el climograma los límites de confort que tendrán las personas de aquella locación y la representación de las condiciones climáticas de un año promedio, para ello se utilizará información de temperatura del aire y humedad relativa, en cada caso valores máximos y mínimos. Mientras que, con la zona climática se podrá utilizar datos proporcionados por la Norma NEC-11, para el diseño de espacios interiores, logrando así, un complemento entre el espacio exterior e interior.

A continuación se extrae del climograma los criterios de confort y se llenarán en la matriz de la Tabla 4, aquellas casillas que queden marcadas, estarán relacionadas a una serie de estrategias que se pueden optar para alcanzar niveles de confort. La representación de las condiciones climáticas en los climogramas, permite obtener información mes a mes de los requerimientos de diseño e incluso de los momentos del día en que se necesita aplicar estrategias pasivas.

En el caso de localidades que su temperatura máxima no alcance la zona de confort en ningún momento del día, como puede suceder cuando la temperatura se encuentra por debajo de los 12°C, será necesario hacer una corrección en el climograma elevando la vestimenta a 1.5 Clo.

6. Conclusiones

A pesar de la complejidad climática que pueda tener el país, se ha planteado una metodología de evaluación del confort térmico exterior aplicable a todos los pisos climáticos del territorio y vinculado a la Norma sobre Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador (NEC-11) a través de las zonas climáticas. De esta manera varias estrategias de diseño pasivo aplicadas en los espacios exteriores actuarán favorablemente en la conformación de los espacios interiores, y en ambos casos mejorará la percepción de confort en las personas y reducirá el consumo energético.

El planteamiento de tres niveles térmicos permitió simplificar la gran variedad de rangos de temperatura existentes en las zonas habitables, sin que ello suponga una pérdida de información, pues con la aplicación de los climogramas de confort para Ecuador se considera incluso aspectos culturales, como la vestimenta tradicional que conservan algunas localidades.

Es importante para la aplicación de esta metodología, disponer de información climática principalmente de: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar y precipitaciones. Esta información traducida en recomendaciones para la planificación urbana, es fundamental ya que permite un análisis a escala local.

7. Referencias

- [1] ONU-Habitat, Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe. Rumbo a una nueva transición urbana (2012).
- [2] M. Irger, Measuring the effects of urban form on urban microclimate. 1 (2011) 285.
- [3] A. Dimoudi, A. Kantzioura, S. Zoras, C. Pallas, P. Kosmopoulos, Investigation of urban microclimate parameters in an urban center, Energy Build. 64 (2013) 1-9.
- [4] E. Johansson, M. Wasim, Subjective Thermal Comfort in Urban Spaces in the Warm-humid City of Guayaquil, Ecuador. 1 (2011) 577.
- [5] V. Olgyay, Clima y Arquitectura en Colombia, Universidad del Valle, Colombia, 1968.
- [6] Convenio MIDUVI, Cámara de la Construcción de Quito., NEC - 11: Eficiencia energética en la construcción en Ecuador., in: , 2011, pp. 13-1.
- [7] P. Pourrut, O. Róvere, I. Romo, H. Villacrés, Clima del Ecuador, in: P. Pourrut (Ed.), El agua en el Ecuador: clima, precipitaciones, escorrentía, ORSTOM, Colegio de Geógrafos del Ecuador, Corporación Editora Nacional, Quito, Ecuador, 1995, pp. 13.
- [8] V. Olgyay, Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas, Gustavo Gili, Barcelona, 2006.
- [9] F.J. Neila González, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, Munilla-Lería, 2004.
- [10] I. Instituto Geográfico Militar (Ed.), Atlas de la República del Ecuador, 2da ed., 2013.
- [11] Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente, Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales., 2012.
- [12] Instituto Geográfico Militar, Contexto históricos y políticos generales., in: Atlas de la República del Ecuador, Instituto Geográfico Militar, Ecuador, 2013, pp. 1.
- [13] P. Pourrut, G. Gómez, El Ecuador al cruce de varias influencias climáticas. Una situación estratégica para el estudio del fenómeno El Niño., Bulletin de l'Institut Francais d'Études Andines. 27 (3) (1998) 449.
- [14] P. Pourrut, Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos, Centro Ecuatoriano de Investigaciones Geográficas, Quito, 1983.
- [15] E. Patzelt, Flora del Ecuador, 2 ed., Banco Central del Ecuador, 1996.