

Incorporación de estrategias pasivas en el diseño de una vivienda para clima tropical mega térmico semi húmedo, ubicado en Durán provincia del Guayas

Incorporation of passive strategies in the design of a dwelling for tropical mega thermal semi-humid climate, located in Durán province of Guayas

- ¹ José Carlos Freire Navas  <https://orcid.org/0000-0003-1118-5445>
Maestría en Construcción con mención en administración de la construcción sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador
jose.freire.39@est.ucacue.edu.ec
- ² Carlos Eduardo Romo Zamudio  <https://orcid.org/0000-0003-2417-3988>
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador
carlos.romo@ucacue.edu.ec
- ³ González Redrován Trajano Javier  <https://orcid.org/0000-0002-9978-5367>
Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador
tjgonzalezr@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/05/2023

Revisado: 18/06/2023

Aceptado: 04/07/2023

Publicado: 01/08/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2631>

Cítese:

Freire Navas, J. C., Romo Zamudio, C. E., & Trajano Javier, G. R. (2023). Incorporación de estrategias pasivas en el diseño de una vivienda para clima tropical mega térmico semi húmedo, ubicado en Durán provincia del Guayas. *Ciencia Digital*, 7(3), 147-170. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i3.2631>



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Palabras claves:

Planificación,
vivienda, clima,
parámetros de
confort,
distribución
interna.

Keywords:

Planning,
housing, climate,

Resumen

Introducción: Actualmente existe un problema no solo a nivel local sino también a nivel global, en cuanto al cambio climático. **Objetivo:** El presente artículo tiene como principal objetivo la planificación pasiva en el proyecto de una vivienda para clima Tropical Mega Térmico Semi Húmedo, ubicado en el Cantón Durán, Provincia del Guayas para que cumpla con parámetros de confort en la distribución interna de una vivienda. **Metodología:** La presente investigación emplea el uso de las siguientes metodologías: descriptiva y exploratoria apoyado en bases documentales como estudio de campo, ya que estas permiten la búsqueda de información basada en una revisión sistemática mediante palabras claves relacionadas con el confort térmico, estrategias pasivas de climatización, en la población donde los criterios de inclusión a la muestra fueron: artículos de investigación, datos bibliográficos, revistas y bases digitales publicados en los últimos 5 años. **Resultados:** En base a cuantificaciones del clima que predominan en el Cantón Duran se ha identificado los parámetros necesarios para contar con un confort térmico en una vivienda tipo. De acuerdo con la información recolectada se determinó una estrategia para proporcionar corrientes de aire y generar enfriamiento al interior del bien inmueble. **Conclusión:** De acuerdo con cálculos matemáticos y parámetros establecidos en tablas, gráficos y diagramas con respecto a las herramientas bioclimáticas se establece que para un proyecto de vivienda para el Cantón Duran, además de la forma geométrica es necesario contar con una planificación que permita un confort térmico al interior de una vivienda. El bienestar de los espacios internos y confort del bien inmueble depende de una buena planificación en el proceso de diseño y construcción como es la implementación de ventanales grandes con ventanas para el flujo de aire, voladizos para impedir la radiación solar, altura con respecto al nivel del suelo y la incorporación de arbustos para regular la incidencia de radiación. **Área de estudio general:** Arquitectura. **Área de estudio específica:** Construcción sustentable.

Abstract

Introduction: Currently we have a problem not only at the local level but also at the global level, in terms of climate change. **Objective:** The main objective of this article is passive planning in the project of a house for a Tropical Mega Thermal Semi Humid climate, located in

comfort parameters, internal layout.

Canton Durán, Province of Guayas so that it meets comfort parameters in the internal distribution of a house. **Methodology:** The present investigation employs the use of the following methodologies: descriptive and exploratory supported by documentary bases such as field study, since these allow the search for information based on a systematic review through keywords related to thermal comfort, passive air conditioning strategies, in the population where the inclusion criteria for the sample were: research articles, bibliographic data, magazines and digital bases published in the last five years. **Results:** Based on quantifications of the climate that predominates in the Duran Canton, the necessary parameters have been identified to have thermal comfort in a standard dwelling. According to the information collected, a strategy was determined to provide air currents and generate cooling inside the property. **Conclusion:** According to mathematical calculations and parameters established in tables, graphs, and diagrams with respect to the bioclimatic tools, it is established that for a housing project for the Duran Canton, in addition to the geometric shape, it is necessary to have a planning that allows thermal comfort at interior of a house. The well-being of the internal spaces and comfort of the property depends on good planning in the design and construction process, such as the implementation of large windows with windows for air flow, overhangs to prevent solar radiation, height with respect to the level of the soil and the incorporation of shrubs to regulate the incidence of radiation.

Introducción

En la actualidad el calentamiento global del planeta es una complicación no solo a nivel general sino también a nivel local, esto se debe a la acumulación de CO₂ (Dióxido de carbono) en la atmosfera debido al uso indiscriminado de recursos fósiles (Fuentes, 2002). La construcción consume el 50% de suministros naturales, 40% energía consumida y provoca el 50% de desechos formados. Por lo cual, debemos cambiar la forma actual que se construye y reemplazarla por un sistema biodegradable para generar emisiones bajas de CO₂ que resulte más amigable con el medio ambiente (Araujo, 2018). Por tanto la contaminación de nuestro entorno es responsabilidad de todos, y como la construcción es parte del problema, es correcto que exista una solución viable para disminuir el consumo de combustibles fósiles (Garzón, 2007).

Varios centros educativos en el país realizaron investigaciones para encontrar soluciones, como la Universidad Central del Ecuador, que propone generar una vivienda que sea respetuosa con el medio ambiente y confortable, procurando que cuenten con principios de componentes bioclimáticos y de sostenibilidad. Además, existe un estudio "Diseñando estrategias para un modelo residencial efectivo", de la Universidad de Cuenca, que procura crear y fomentar una vivienda que genere beneficios económicos hacia las personas que residen. La Universidad San Francisco de Quito, tiene como proyecto entre espacios y materiales que interactúen con las personas, arquitectura y la naturaleza.

Además de los estudios descritos es fundamental generar recomendaciones bioclimáticas para el diseño de una vivienda completamente útil adaptada a cualquier clima, materiales y recursos de la zona dan como resultado una vivienda cómoda, económica y respetuosa con el medio ambiente (Franco-Paats, 2016).

Al realizar esta investigación, el propósito de la recopilación de datos es utilizar estudios cuantitativos y descriptivos para obtener información actual y corroborar los datos obtenidos de diferentes fuentes, así como el piso climático de la zona, debido a que el confort general de las personas este entrelazado con las características del sector (Bhamare et al., 2020).

Para el caso de estudio se ha tomado el Cantón Duran, por ser la uno de los cantones más grandes de la Provincia del Guayas, estar en un crecimiento acelerado y no contar con una planificación adecuada, se debe pensar en tener una guía que considere las estrategias bioclimáticas para un confort en las viviendas.

Se debe planificar que la arquitectura de una vivienda debe ser amigable con el medio ambiente y confortable con las personas. La implementación de estrategias para futuros arquitectos e ingenieros debe seguir un modelo de construcción sustentable y sostenible con el medio ambiente, dado que somos responsables del desarrollo de la humanidad (Correa, 2008).

Metodología

La presente investigación emplea el uso de la metodología descriptiva y exploratoria apoyado en bases documentales como estudio de campo.

Tabla 1

Tipo y nivel de investigación

Según su finalidad	Básica	Mediante los datos obtenidos por investigaciones como del INHAMI, se busca identificar cuáles son las características optimas de una casa bioclimáticas en el Cantón Duran
--------------------	--------	--

Tabla 1
Tipo y nivel de investigación (continuación)

Según su alcance	Descriptiva	Mantiene un enfoque en la descripción de una planificación ordenada y sistemática para la arquitectura bioclimática. Para el presente estudio se analizó el Cantón Duran.
Según su profundidad	Exploratoria	El objetivo del estudio es examinar las características bioclimáticas idóneas, sin la necesidad de plantear hipótesis.
Según sus fuentes	Mixta	Se toma información primaria y secundaria, tanto de tesis como artículos científicos de no más de 5 años
Según su carácter	Cuantitativa	Se analizarán datos cuantitativos

En el presente proyecto se elaboró fichas bibliográficas para juntar datos e información significativa sobre la arquitectura bioclimática para conocer los límites de confort térmico, además de información sobre el Cantón Duran para realizar operaciones matemáticas y tener un análisis bioclimático de una vivienda tipo.

Resultados

Los siguientes cálculos y resultado se tienen en cuenta para determinar varios parámetros y estrategias pasivas dentro de una vivienda unifamiliar en el Cantón Duran, se tomó en cuenta el valor promedio de personas que ocupan una vivienda en el Cantón Duran de acuerdo con los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010). Por lo que se ha tomado como referente a 4 habitantes que ocupa la vivienda (Piña, 2019).

Balance térmico del cuerpo humano

La fórmula del balance de calor para el cuerpo humano está dada por la termogénesis que son los factores de ganancia y termólisis que son los factores de pérdida (Gullon, 2007).

Termogénesis (Ganancias)

Las ganancias o también denominado termogénesis pueden ser a través del metabolismo del cuerpo humano, radiación mediante el sol o radiadores como elementos externos, conducción por manipulación de organismos calientes y convección en la corriente de aire.

Termólisis (Pérdidas)

Las pérdidas llamadas también termólisis se refiere a la radiación de zonas frías, conducción de elementos fríos, convección al flujo de aire y evaporación.

Para tener equilibrio térmico el ambiente es térmicamente neutro, cuando la generación de calor y la termólisis están en equilibrio, no se acumula calor y la temperatura del cuerpo está en equilibrio, de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0 \quad (1)$$

Donde:

M= metabolismo

R= Radiación

Cd= Conducción

Cv= Convección

E= Evaporación

El resultado de esta operación quiere decir que si la adición es bajo 0 significa que el individuo está frío y si la adición es mayor a 0 significa que el individuo está caliente.

El metabolismo (M)

El metabolismo es la capacidad del cuerpo que tiene para producir calor (Gullon, 2007). Cabe mencionar que los infantes son sensibles a los cambios ambientales debido a su alto metabolismo, mientras que las personas de 45 a 70 años el metabolismo es bajo.

La tasa metabólica está compuesta por la fórmula de Harris Benedict que es la siguiente:

$$TBM = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en m}) - (5 \times \text{edad en años}) - (2) \quad (2)$$

$$TBM = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en m}) - (5 \times \text{edad en años}) - 161$$

Tabla 2

Tabla de metabolismo para diferentes actividades

ACTIVIDAD	Met	W/m2	W/persona
Pernoctar	0,70	40	69
Estar acostado	0,80	45	77
Sentado con movimiento moderado	1,00	60	103
Sentado con actividad leve	1,10	64	110
De pie sin movimiento	1,20	70	120
De pie con actividad leve	1,30	78	134
De pie con levantamiento y transporte moderados	1,60	93	160
Trabajo manual ligero	1,70	100	172
Caminar en horizontal (2km)	1,90	110	189
Bailar (actividad social)	1,90	111	191
Construcción ligera	2,20	125	215
Trabajo manual moderado	2,40	139	239
Lavar platos	2,50	145	249

Tabla 2

Tabla de metabolismo para diferentes actividades (continuación)

Limpieza doméstica	2,60	150	258
Ejercicio moderado	2,90	167	287
Lavar a mano, planchar	2,90	170	292
Construcción moderada	3,10	180	310
Caminar en horizontal (5km)	3,40	200	344
Trabajo manual pesado	4,10	235	404
Ejercicio intenso	4,30	250	430
Construcción pesada	4,70	275	473
Ejercicio o trabajo muy intensos	7,80	450	774
Correr (15km)	9,50	550	946

Fuente: Guzmán (2016)

De acuerdo con la tabla cada actividad posee un consumo de energía debido a que el cuerpo humano está en constante pérdida energética por las actividades diarias que realiza.

Superficie corporal de una persona

El área corporal se calcula de acuerdo con la regla de los nueve. El procedimiento más manipulado es el descubierto por Mollester en 1987.

Para realizar la operación se debe ingresar el peso del individuo en kilogramos y la altura de la persona en centímetros, como resultado de área debe dar en metros cuadrados.

$$x = \sqrt{\frac{\text{peso} \cdot \text{altura}}{3600}} \quad (3)$$

De acuerdo con los datos de un ser humano adulto la superficie corporal promedio es de 1.72m².

La radiación (R)

La radiación es apreciada como la propagación o emisión de energía por cualquier medio.

La relación de radiación es conforme a la absorción de la piel, la epidermis blanca proyecta el 25 % de las ondas cortas y el 50 % de las ondas largas, y la piel oscura aún menos.

Tabla 3
Tipos de piel

Tipo	Nombre	Características	(e) estimado
TIPO I	Céltica	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	0,65
TIPO II	Pálida	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	0,70
TIPO III	Caucásica	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	0,75
TIPO IV	Mediterránea	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	0,80
TIPO V	Indio americano	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	0,85
TIPO VI	Negra	Piel y cabello corto	0,90

Fuente: Guzmán (2016)

Conforme a los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), el 67.5% de la población se autoidentifican como mestizos conforme a la tabla tres que equivale a un tipo de piel IV.

La ecuación para conocer la radiación viene dada por la fórmula de Stefan Boltzmann.

$$R = e * \sigma * A * \Delta T \quad (4)$$

Donde:

R = Radiación (W)

e = emisividad-absorbencia de 0.65 a 0.9, de acuerdo con la tabla 3 tipos de piel

A = Área corporal de los individuos en m²

$\sigma = 0.000000056703$, es una constante

ΔT = Discrepancia de temperatura

$\Delta T = T_n^4 - T_a^4$

T_n = Temperatura Neutra

T_a = Temperatura Aparente

La fórmula para deducir la temperatura aparente viene dada por:

$$T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.12310 * HR \quad (5)$$

Donde:

T = Temperatura media del aire (°C)

HR = Humedad relativa media (%)

La convección (Cv)

La convección es la transferencia de calor debido al flujo del líquido, quiere decir, el traspaso de aire circundante con respecto al calor entre la piel (Fuentes, 2002).

La fórmula para calcular convección viene dada por la ecuación de Paul G. Hewit:

$$Cv = hc * A * \Delta T \quad (6)$$

Donde:

Cv= Convección (W)

Hc= Coeficiente de convección (W/m²°C)

A= Proporción del área corporal (m²)

ΔT= Diferencia de temperatura (°C grados centígrados)

ΔT= Tn4 – Ta4 Tn = Temperatura Neutra (°C grados centígrados)

Ta = Temperatura Aparente (°C grados centígrados)

Coeficiente hc para ambientes interiores en donde el flujo de aire es bajo:

Tabla 4

Coeficiente de Hc

Condición del aire	Coeficiente (W/ m ² °C)	
Convección natural	Desde 5 hasta 10 W/m ² °C	5 en climas cálidos 10 en climas fríos

Fuente: Guzmán (2016)

Para áreas expuestas a flujos de aire exteriores se aplica la siguiente ecuación:

$$Hc = 5.8 + 4.1v \quad (7)$$

Donde:

V= velocidad del viento en m/seg.

La conducción (Cd)

La conducción es considerada como la transferencia de calor entre dos cuerpos o dos componentes del mismo cuerpo (Routree, 2011).

La siguiente fórmula se utiliza para calcular la conducción:

$$Cd = A * Ct * \Delta T \quad (8)$$

Donde:

Cd= Conducción (W)

Ct= Conductancia (W/m²°C)

Para el cálculo de inductancia de emplea la siguiente ecuación:

$$Ct = 1/Resistividad \quad (9)$$

La resistividad está dada por el factor de vestimenta que utilizan los individuos de la vivienda y se puede tomar de la siguiente tabla:

Tabla 5

Combinaciones de vestuario

Nivel De Vestuario	CLO	Resistividad Térmica
Bikini o similar	0.05	0.008
Ropa tropical: interior ligero, camiseta corta, pantalón corto	0.20	0.031
Ropa ligera: interior ligero, camisa ligera, pantalón ligero	0.50	0.078
Traje tropical	0.80	0.124
Traje formal de negocios incluido chaleco	1.00	0.155
Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	1.50	0.248
Ropa gruesa esquimal	3.50	0.546

Fuente: Guzmán (2016)

Evaporación (E)

La evaporación se refiere a que un fluido se evapore por medio del calor, el cuerpo humano posee un sistema de evaporación que permite el enfriamiento a través del sudor y la regulación de temperatura interna del cuerpo humano.

Las actividades familiares provocan sudoración, por lo que se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_e = 666.66 * e_v \quad (10)$$

Donde:

Q_e = Perdida total por evaporación (W)

e_v = tasa de evaporación en kg/h.

e_v es una constante de 1.5 kg/h para personas normales, pero puede cambiar de acuerdo con características especiales.

Factores externos que determinan el confort

Los elementos externos o ambientales determinantes como la temperatura del aire, radiación, velocidad de viento, condiciones de iluminación, vuelven o no una vivienda confortable por lo mismo se dividen en:

Factores climáticos o físicos. - velocidad del aire, humedad, temperatura, radiación.

Factores individuales. - Color de piel, género, edad, habituación, fisionomía corporal, estado de bienestar, grasa subcutánea, ropa, comida y bebida.

Balance térmico para los habitantes del Cantón Duran

Un balance térmico busca tener un equilibrio entre una vivienda confortable y los habitantes que la ocupan, en este estudio la ubicación de la vivienda está en el cantón Duran; esto en contraste con la información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), arroja datos de que el promedio de integrantes en una vivienda es de 3,83 personas por familia. Para el presente estudio se ha definido 4 para facilidades de cálculo.

Cálculo del balance térmico

Para el cálculo de balance térmico se debe conocer valores de cada integrante de la familia.

Padre: peso 85 kg, altura 180 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

Madre: peso 70 kg, altura 158 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

Hijo: peso 75 kg, altura 180 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

Hijo: peso 50 kg, altura 120 cm, la actividad va a desempeñar en este caso lavar los platos, tipo de piel mediterránea marrón y cabello oscuros.

Padre

Metabolismo

$$x = \sqrt{\frac{\text{peso} * \text{altura}}{3600}} = \sqrt{\frac{85 * 180}{3600}} = 2.0615 \quad (11)$$

La actividad de acuerdo con la tabla 2, tabla de metabolismo lavar los platos tiene 249 W/persona, por lo cual se realiza una regla de tres simple.

$$\begin{array}{l} 249 \text{ w/persona} \quad 2.0615\text{m}^2 \\ M \quad \quad \quad 1.720\text{m}^2 \\ M = \frac{249 \frac{\text{w}}{\text{persona}} * 1.72\text{m}^2}{2.0615\text{m}^2} = 207.75 \text{ w/persona} \quad (12) \end{array}$$

Radiación

Se considera una temperatura media de 24.00 °C y humedad relativa del 79.00%

$$T_n = 17.6 + 0.31T_m = 17.6 + 0.31 * 24 = 25.04 \quad (13)$$

$$\begin{aligned} T_a &= -9.93122 + 1.186145(T_m) + 0.122310(HR) \\ &= -9.93122 + 1.186145 * 24 + 0.122310 * 79 = 28.20 \end{aligned}$$

$$\Delta T = T_n^4 - T_a^4 = 25.04^4 - 28.20^4 = -239275.65$$

$$R = e * \sigma * A * \Delta T = 0.8 * 5.6703 * 10^{-8} * 1.45 * -239275.65 = -0.01573 W$$

Convección

$$T_n = 17.6 + 0.31T_m = 17.6 + 0.31 * 24 = 25.04$$

$$\begin{aligned} T_a &= -9.93122 + 1.186145(T_m) + 0.122310(HR) \\ &= -9.93122 + 1.186145 * 24 + 0.122310 * 79 = 28.20 \end{aligned}$$

$$\Delta T = T_n - T_a = 25.04 - 28.20 = -3.16$$

$$C_v = hc * A * \Delta T = \frac{5w}{m^2} * 1.45m^2 * -3.16 = -22.91W$$

Conducción

$$T_n = 17.6 + 0.31T_m = 17.6 + 0.31 * 24 = 25.04$$

$$\begin{aligned} T_a &= -9.93122 + 1.186145(T_m) + 0.122310(HR) \\ &= -9.93122 + 1.186145 * 24 + 0.122310 * 79 = 28.20 \end{aligned}$$

$$\Delta T = T_n - T_a = 25.04 - 28.20 = -3.16$$

$$C_d = A * C_t * \Delta T = 1.45 * \frac{1}{0.078} * -3.16 = -58.74W$$

Evaporación

Se considera el dato de evaporación de -10.5W ya que los individuos pierden vapor por la respiración.

$$E = -10.5W$$

Balance térmico

$$\begin{aligned} M \pm R \pm C_d \pm C_v - E &= 207.75 - 0.01573 - 58.74 - 22.91 - 10.5 \\ &= -115.58W \end{aligned}$$

El resultado de la ecuación de balance térmico es -115.58. El resultado negativo significa que la temperatura de su cuerpo está bajando debido a la reducción del flujo de sangre a

su piel. Este método se aplicó a los cuatro miembros de la familia utilizados en este estudio (promedio de Duran) para calcular el balance de calor en diferentes ambientes de la casa.

A continuación, se presenta la tabla de balance térmico para cada miembro de familia y los espacios arquitectónicos de una vivienda en el Cantón Duran.

Tabla 6

Cálculo de balance térmico para cuatro personas que habitan una vivienda

Espacio Arquitectónico	Papa	Mama	Hijo	Hijo
Cocina	M = 207.746	244.344	221.163	331.744
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= 115.577	200.050	171.236	298.715
Comedor	M = 85.935	101.074	91.485	137.228
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= -6.234	56.780	41.558	104.198
Sala	M = 100.119	117.756	106.585	159.877
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= 7.949	73.462	56.658	126.847
Dormitorio	M = 57.568	67.710	61.286	91.929
	R= -0.016	-0.007	-0.008	-0.004
	Cd= -58.744	-24.308	-28.359	-16.205
	Cv= -22.910	-9.480	-11.060	-6.320
	E= -10.500	-10.500	-10.500	-10.500
	Bt= -34.601	23.416	11.360	58.900

Tabla 7
Resultados confort hidrotérmico

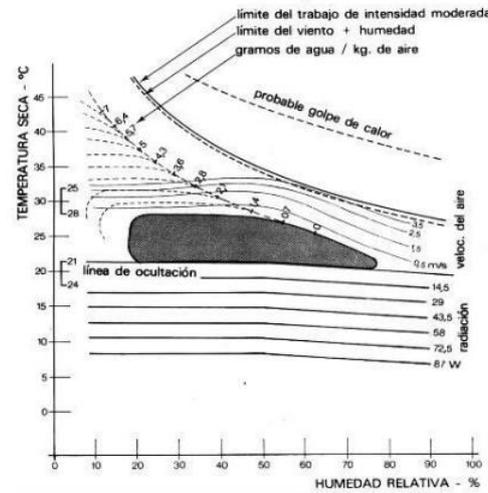
Mamá	Papá	Usuario
33	40	Edad
70	85	Peso (Kg)
1.58	1,82	Altura
Ropa ligera	Ropa ligera	Vestimenta
De pie sin movimiento /Lavar platos/Sentado con movimiento moderado/ dormir	De pie sin movimiento /Lavar platos	Actividades
Cocina	Sala	Ambiente o Área
Comedor	Habitación	
Mañana, Tarde, Noche	Dia	Horario de uso
		Mes de Análisis
Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Perdida por evaporación
56.78	7.94	Equilibrio térmico
23.41	115.57	
200.05		Estrategias generales
Perdidas de calor en lavando los platos cocina, estar de pie, estar sentado y durmiendo	Perdidas de calor en sala y cocina	

Tabla 7
Resultados confort hidrotérmico (continuación)

Hijo	Hijo								
11	30								
50	75								
1.20	1.80								
Ropa ligera	Ropa ligera								
De pie sin movimiento /Lavar platos/dormir	De pie sin movimiento /Lavar platos/Sentado con movimiento moderado/dormir								
Habitación	Sala	Cocina	Comedor	Habitación	Sala				
Dia	Noche	Tarde	Dia	Dia	Dia				
Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W	Evaporación por respiración 10,5 W
58.90	56.65	171.23	41.55	11.36	73.46				
Perdidas de calor en lavando los platos cocina, estar de pie,	Perdidas de calor en lavando los platos cocina, estar de pie, y durmiendo								

Figura 1

Diagrama de PLGyay



Fuente: Piña (2019)

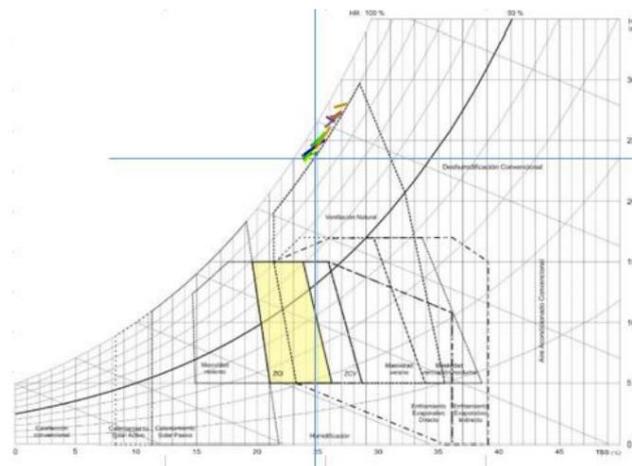
En la figura 1, se observa una zona gris, esta zona limita con el eje de las Y la temperatura ideal de 20 °C a 28 °C y en el eje de las X la humedad relativa que es la cantidad de vapor de agua en la atmosfera comprende un rango del 18% a 65%.

Aplicado a la zona de estudio, las viviendas no cuentan con confort térmico por lo cual se establece estrategias bioclimáticas para una ventilación.

Carta psicrométrica aplicada al Cantón Duran

Figura 2

Carta psicrométrica



Fuente: Hernandez (2014)

La carta psicrométrica es una de las herramientas más completas para establecer las zonas de Confort, por lo cual aplicado al Cantón Duran nos da resultados que sobrepasan los niveles adecuados de confort por lo cual es menester planificar estrategias para cumplir con los parámetros de confort en las viviendas del cantón.

Para una planificación de confort adecuada para verano son:

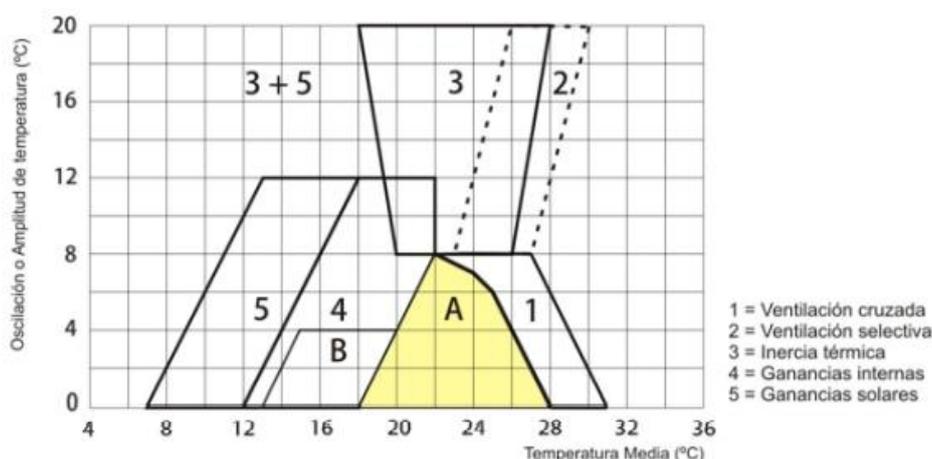
- Contar con una ventilación natural.
- Enfriamiento evaporativo directo.
- Enfriamiento evaporativo indirecto.

Triángulo de confort aplicado en el Cantón Duran

El triángulo de confort está comprendido entre la amplitud de temperatura versus la temperatura media que predomina en el Cantón Duran.

Figura 3

Triángulo de confort



Fuente: Piña (2019)

De acuerdo con el triángulo de confort la propuesta bioclimática para aplicar en el Cantón Duran es ventilación cruzada.

Índice de Fanger para el Cantón Duran

El Cantón Duran al poseer una temperatura calurosa tiene un PMV igual a 0.8768315961.

Tabla 8
Resultados de índice de fanger

Temp °C	Humedad Relativa						
	30	40	50	60	70	80	90
15	-2,43	-2,40	-2,36	-2,33	-2,30	-2,26	-2,23
16	-2,17	-2,14	-2,10	-2,07	-2,03	-1,99	-1,96
17	-1,92	-1,88	-1,84	-1,80	-1,76	-1,72	-1,69
18	-1,66	-1,62	-1,58	-1,53	-1,49	-1,45	-1,41
19	-1,40	-1,35	-1,31	-1,27	-1,22	-1,18	-1,14
20	-1,14	-1,09	-1,04	-1,00	-0,95	-0,91	-0,86
21	-0,87	-0,83	-0,78	-0,73	-0,68	-0,63	-0,58
22	-0,61	-0,56	-0,51	-0,45	-0,40	-0,35	-0,30
23	-0,35	-0,29	-0,24	-0,18	-0,13	-0,07	-0,02
24	-0,08	-0,02	0,04	0,09	0,15	0,21	0,27
25	0,19	0,25	0,31	0,37	0,43	0,50	0,56
26	0,45	0,52	0,59	0,65	0,72	0,78	0,85
27	0,72	0,79	0,86	0,93	1,00	1,07	1,14
28	0,99	1,07	1,14	1,22	1,29	1,37	1,44
29	1,27	1,35	1,42	1,50	1,58	1,56	1,74
30	1,54	1,62	1,71	1,79	1,88	1,96	2,04
31	1,82	1,90	1,99	2,08	2,17	2,26	2,35
32	2,09	2,19	2,28	2,37	2,47	2,56	2,66
33	2,37	2,47	2,57	2,67	2,77	2,87	2,97
34	2,65	2,76	2,86	2,97	3,07	3,18	3,28
35	2,93	3,05	3,16	3,27	3,38	3,49	3,60
36	3,22	3,34	3,45	3,57	3,69	3,81	3,93
37	3,51	3,63	3,75	3,88	4,00	4,13	4,25
38	3,79	3,93	4,06	4,19	4,32	4,45	4,58
39	4,08	4,22	4,36	4,50	4,64	4,78	4,92
40	4,38	4,52	4,67	4,82	4,96	5,11	5,25

Aplicación del método de confort adaptable en el Cantón Duran

Para conocer la temperatura de confort de una vivienda aplicada al cantón Duran es necesario aplicar la ecuación $T_c = 12,9 + 0,54T_{prom}$. **(14)**

$$T_c = 12,9 + 0,54 (25,7) = 26,77^\circ\text{C}$$

Las condiciones de confort se dan a partir de los factores atmosféricos como lo son: la humedad, radiación, temperatura, movimiento del aire entre otros por lo cual se ha determinado que para el cantón Duran es necesario planificar una ventilación adecuada para que los espacios internos de la vivienda estén frescos y con ello contrarreste la temperatura del exterior.

Estrategias y recomendaciones bioclimáticas

A partir de los resultados de esta investigación se determina o se recomienda las siguientes estrategias bioclimáticas para el cantón Duran de la provincia del Guayas.

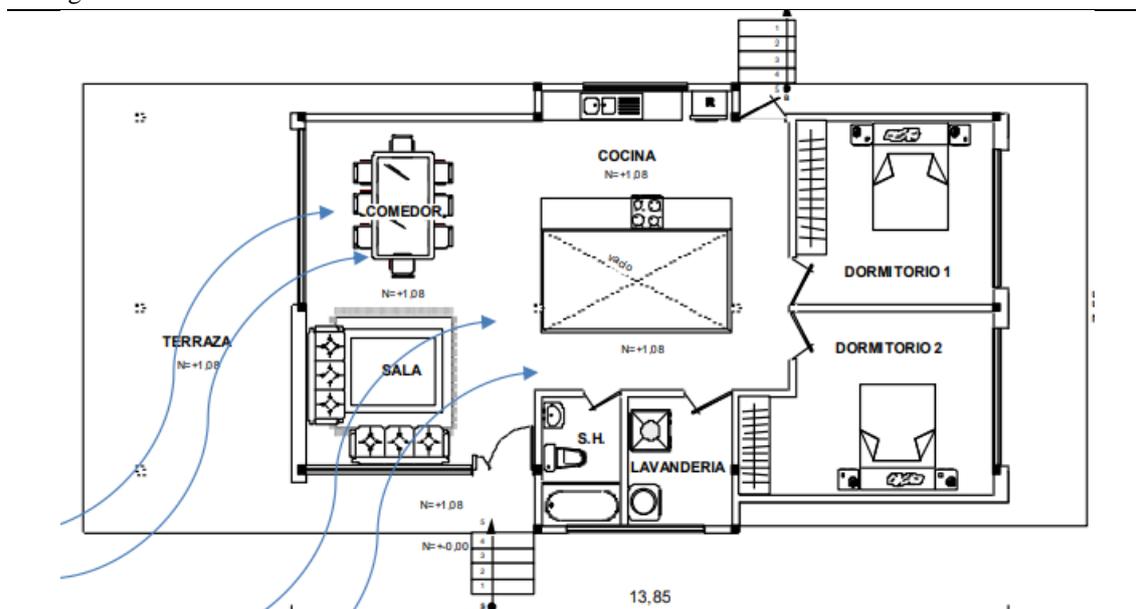
Tabla 9

Recomendación de estrategias bioclimáticas en el Cantón Duran

	Recomendaciones	Gráfico (Sugerencia)
Ventanas e iluminación	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar el número de ventanales en las fachas por donde se trasladan las corrientes de aire las cuales son Oeste y Sur. - Se recomienda la incorporación de volados en las fachadas para de este modo evitar el ingreso la radiación directamente hacia el interior de la vivienda. - Implementar ventanas de dimensiones grandes para la entrada de aire. - Considerar ventanas abatibles o corredizas para que estas puedan abrir o cerrar el flujo de aire. 	
Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar una ventilación cruzada para que priorice la transición de aire por todos los espacios arquitectónicos - Planificar un compluvio para que transite aire por este elemento y a su vez ilumine el interior del bien inmueble. - El tumbado de gypsum o de yeso es un aislante térmico muy utilizado ya que forma una cámara de aire y evita el contacto directo el techo. - Planificar la incorporación de vegetación en las fachadas, sea esta de árboles a media altura o arbustos, ya que estas regulan la incidencia de radiación 	

Tabla 9
Recomendación de estrategias bioclimáticas en el Cantón Duran (continuación)
Forma y distribución de espacios

De acuerdo con el planteamiento de este documento se establece parámetros para una planificación adecuada de una vivienda tipo para el Cantón Duran de la Provincia Guayas. Se establece que las viviendas tengan una forma rectangular, el sentido de orientación es muy importante ya que se desea aprovechar los vientos dominantes los cuales transitan en el sentido Oeste-Este. Para la distribución arquitectónica de la vivienda tipo que posea cocina, comedor, cuarto de estudio, sala, dormitorios y baños se sugiere la implementación de voladizos ya que estos evitan el ingreso de radiación directa hacia el interior del bien inmueble. Además, se sugiere la implementación de ventanas y ventanales alrededor de las fachadas ya que estas ayudan al ingreso de aire y así mantener fresco el interior de la vivienda. Se debe plantar arbustos de media altura para regular la incidencia de radiación y a su vez no obstaculicen el ingreso de aire.


Conclusiones

A medida que se desarrolló esta investigación, se extrajeron las siguientes conclusiones, demostrando la importancia de las estrategias pasivas en el diseño y construcción de viviendas.

- El Cantón de Duran al estar ubicado en la región costa, posee una altitud de 88 msnm y la temperatura media anual que fluctúa entre los 24.00° C a 27.00° C dependiendo del mes, está temperatura alta se mantiene alrededor de todo el año por estar ubicada en una zona costera que tiene clima tropical mega térmico semi húmedo y no cuenta con un confort térmico en las viviendas.
- El estudio de confort térmico de una vivienda para el Cantón Duran de la Provincia del Guayas, de acuerdo con los datos cualitativos y cuantitativos, entre

ellos valores de humedad, radiación, temperatura, características propias de la población como tipo de piel, vestimenta, entre otros, de este modo se determinó que no existe el equilibrio térmico para cada individuo de la familia por lo que se generó estrategias de ventilación en la vivienda.

- De acuerdo con las herramientas bioclimáticas apoyadas y respaldadas por el triángulo de Confort y los indicadores de Mahoney nos establece que los bienes inmuebles del Cantón Duran necesitan ventilación pasiva y así lograr un enfriamiento en los espacios internos del bien inmueble para cumplir con un proyecto sustentable y sostenible.
- Para la construcción de una vivienda en el Cantón Duran tener en cuenta las estrategias bioclimáticas pasivas para un confort térmico, como es la orientación, implementación de ventanales grandes con ventanas para el flujo de aire, voladizos para impedir la radiación solar, altura con respecto al nivel del suelo y la incorporación de arbustos para regular la incidencia de radiación.
- Se recomienda que, para el diseño y construcción de proyectos de vivienda, utilizar las pautas, datos y cálculos de este documento, para tener un diseño con confort térmico adecuado en condiciones naturales del proyecto.

Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Referencias Bibliográficas

- Araujo G, R. A. (2018). Eco-innovación en el sector residencial Ecuatoriano. *Revista Rolitecnica de Desarrollo e innovación*, 22.
- Bhamare, D. K., Rathod, M. K., & Banerjee, J. (2020). Evaluation of cooling potential of passive strategies using bioclimatic approach for different Indian climatic zones. *Journal of Building Engineering*, 31(March).
<https://doi.org/10.1016/j.job.2020.101356>
- Carrión Atiaja, K. M., Ortega Castro, J. C., & Rivela Carballal, B. (2023). Recomendaciones para la aplicación de estrategias bioclimáticas pasivas en un clima mega térmico lluvioso, Tena-Ecuador. *Ciencia Digital*, 7(2), 95–118.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2554>

- Correa, R. (2008). *Edificaciones con sistema constructivo de adobe: determinación del cálculo térmico para viviendas en la ciudad de Loja-Ecuador* [Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://132.248.9.195/ptd2009/febrero/0640089/Index.html>
- Franco-Paats, B. (2016). Variables climatológicas y los elementos constructivos y paisajísticos. *Universidad Columbia del Paraguay*.
<https://www.columbia.edu.py/presencial/arquitectura/revista-cientifica/articulos-de-investigacion/224-variables-climatologicas-y-los-elementos-constructivos-y-paisajisticos>
- Fuentes Freixanet, V. A. (2002). Metodología de Diseño Bioclimático: El Análisis Climático. *Tesis para optar grado de Maestro en Diseño, Línea Arquitectura Bioclimática de la Universidad Autónoma Metropolitana. División de Ciencias y Artes para el Diseño. Azcapotzalco - México, 278*.
- Garzón, Beatriz. (2007). *Arquitectura Bioclimática* (Primera).
https://books.google.com.pe/books?id=DdkZpdiMQdcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gullon, S. (2007). Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales. *Arquitectura Bioclimática*, 33–58.
- Guzmán, C. F. (2016). *Recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar en el clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo, ubicado en el cantón Girón, provincia del Azuay*.
- Hernandez, P. (2014). Diagrama bioclimático de Oglay. *Arquitectura, confort, diseño bioclimático*.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2010). *Promedio de habitantes por vivienda en Duran*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Olgyay, V., Lyndon, D., Olgyay, V., Reynolds, J., & Yeang, K. (1973). *Design with Climate*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400873685>
- Piña, D. A. (2019). *Recomendaciones bioclimáticas de diseño arquitectónico en vivienda unifamiliar clima megatérmico lluvioso, parroquia Huamboya, provincia Morona Santiago*.
- Routree M. (2011). *Arquitectura Bioclimática. Editorial de publicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*.

Conflicto de intereses

Los autores deben declarar si existe o no conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Indexaciones

