

EVALUACIÓN CLIMÁTICA PARA DETERMINAR LAS ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS DE UNA VIVIENDA.

Rommy Torres del Salto, MSc.

*Máster en Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias (España).
Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador.*

María Paz Constante Zambrano, MSc.

*Máster en Arquitectura Bioclimática, Universidad de Colima (Panamá).
Docente de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador.*

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 9 de febrero de 2017.

Aceptado: 2 de junio de 2017.

RESUMEN

El propósito de este artículo es realizar una evaluación climática del terreno donde se implanta el proyecto de vivienda dúplex en la ciudad de Durán, con el fin de proponer estrategias bioclimáticas en base al diagnóstico del clima que se realizó.

Mediante el análisis de las características climáticas del lugar tales como la temperatura, humedad relativa, vientos predominantes, precipitación pluvial, radiación solar, se determinó que Durán posee un clima tropical (Cálido Húmedo) y que por su proximidad al Océano Pacífico hace que las corrientes de Humboldt (fría) y de El Niño (cálida) marquen dos períodos climáticos bien diferenciados. Uno lluvioso y húmedo, con calor típico del trópico, que se extiende de diciembre a abril; y otro sin precipitaciones y un poco más fresco en las noches, que va desde mayo a diciembre. Durán tiene una temperatura cálida aproximada de 27° C durante casi todo el año.

Por lo que se estableció que las dos estrategias principales son: proteger del sol y captar los vientos, mediante la orientación óptima del edificio,

la modulación rectangular, el diseño inclinado ventilado de la cubierta, la utilización de protecciones solares en muros y ventanas, tales como: los aleros, los partesoles y las celosías.

Palabras clave: estrategias bioclimáticas, temperatura, vientos predominantes, precipitación pluvial, radiación solar.

ABSTRACT

The purpose of this article is to carry out a climatic evaluation of the terrain where the duplex housing project is implanted in the city of Durán, in order to propose bioclimatic strategies based on the diagnosis of the climate.

By analyzing the climatic characteristics of the place such as temperature, relative humidity, prevailing winds, rainfall, solar radiation, it was determined that Durán has a tropical climate (Warm Warm) and that due to its proximity to the Pacific Ocean makes the currents Humboldt (cold) and El Niño (warm) mark two distinct climatic periods. A rainy and humid, with typical tropic heat, which extends from December to April; And another without precipitation and a little cooler at night, which runs from May to December. Durán has a warm temperature of approximately 27 ° C for most of the year.

It was established that the two main strategies are: protect from the sun and capture the winds, by optimally orienting the building, rectangular modulation, ventilated inclined roof design, use of solar protections in walls and windows, such Such as: eaves, partesoles and lattices.

Keywords: bioclimatic strategies, temperature, prevailing winds, rainfall, solar radiation.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la investigación es determinar las características climáticas a considerar para la elaboración de las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex. Conociendo la temperatura, humedad relativa, vientos predominantes, precipitación pluvial, radiación solar del lugar donde se va a situar el proyecto arquitectónico se podrá determinar estrategias de climatización pasiva, para lograr disminuir el consumo de energía mecánica y lograr confort ambiental, mediante la reducción de las ganancias térmicas.

Estas herramientas ayudarán a establecer la situación climática del sitio y así lograr un entorno confortable, mediante la determinación de las estrategias de diseño bioclimático adecuadas:

- La caracterización climática del lugar mediante la investigación de los datos obtenidos del INAMHI, e INOCAR sobre la temperatura, humedad relativa, vientos predominantes, precipitación pluvial, radiación solar.
- La trayectoria solar por medio de las coordenadas del sitio.
- El diagnóstico bioclimático, mediante el cálculo de medias horarias de Temperatura (T°) y Humedad Relativa (HR%). Con los datos de temperatura y humedad relativa de todo el año, se puede definir cuáles son los meses y las horas más críticas, por medio de los siguientes diagramas (elaborados en hoja de cálculo por el Dr. Gabriel Gómez Azpeitia (2005) Universidad de Colima – México): Gráfica de temperaturas horarias / Gráfica de temperaturas mensuales / Isotermas/ Gráfica de humedades relativas horarias / Gráfica de humedades relativas mensuales / Isohigras.

Datos climáticos

Tabla 1. Temperatura ($^{\circ}$ C).

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio de mínimas	23.1	23.3	24.1	24.4	23.7	23.2	21.8	20.9	21.6	21.7	22.2	23.3
Promedio	26	26.2	27.3	27.6	27.8	27.4	26.3	25	25.4	25.5	26.2	27.3
Promedio de máximas	30.2	30.9	32.3	32.2	32.2	31.7	30.5	29.8	30.4	30.3	31.9	32.5

Fuente: INAMHI (2015).

Tabla 2. Humedad relativa (%).

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio de mínimas	46	63	-	54	-	49	50	52	52	49	51	-
Promedio	81	84	81	79	75	73	75	76	75	77	75	73
Promedio de máximas	98	98	-	98	-	95	96	96	94	93	94	-

Fuente: INAMHI (2015).

Tabla 3. Vientos predominantes.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dirección predominante	W	W	SW	SW	W	SW	SW	W	W	W	SW	SW
Velocidad prevalente (m/s)	3.3	3.2	3.2	3.2	3.0	3.1	3.1	2.6	2.6	3.1	2.7	2.7
Porcentaje de calmas (%)	15	23	-	16	-	9	1	3	4	4	2	-

Fuente: INOCAR (2016).

Tabla 4 . Precipitación pluvial (mm).

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total un mes	279.8	606.6	420.7	256.8	65.1	6	0	0	0.2	2.5	5.5	6.8
Total 24 horas	34.6	145.1	71.8	89.4	14.4	5.6	0.0	0.0	0.2	1.7	5.1	3.5

Fuente: INAMHI (2015).

Tabla 5 : Radiación Solar (wh/m2/día).

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Total	5542	5948	6439	5859	5470	4990	4393	4184	5277	5234	5050	5578
Directa	4113	4587	5460	4721	4859	4294	2944	2145	3215	3457	3660	4607
Difusa	2659	2619	2409	2507	2209	2207	2431	2679	2909	2725	2462	2427

Fuente: INAMHI (2015).

Tabla 6. Otros fen.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Días soleados (horas)	46.1	63.4	98.8	114.7	115.3	95.8	108.3	116.3	143.4	115.6	141.9	124.2
Días medio nublados (octas)	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6
Evaporación (mm)	125.9	121.8	111	94.9	92.9	91.5	97.1	114.5	110.9	106.4	114.6	115.2
Punto de rocío (°C)	22.4	23.1	23.4	23.3	22.7	21.9	21.2	20.3	20.6	20.9	21.3	21.8
Tensión de vapor (hPa)	27	28.3	28.8	28.6	27.5	26.2	25.2	23.8	24.3	24.6	25.3	26.1

Figura 1: Temperaturas y Humedades Relativas Horarias.

HORA	TEMPERATURA °C												HUMEDAD RELATIVA %											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	24.4	24.7	25.1	25.4	24.8	24.3	22.9	22.0	22.7	22.8	24.0	24.3	90.7	93.4	94.0	91.1	87.4	85.1	87.8	89.3	88.0	90.1	86.8	83.2
2	24.1	24.4	24.9	25.1	24.5	24.0	22.6	21.8	22.4	22.5	23.6	24.0	92.0	94.6	95.0	92.1	88.4	86.1	88.8	90.4	89.0	91.1	88.3	84.5
3	23.9	24.2	24.7	25.0	24.3	23.8	22.4	21.5	22.2	22.3	23.3	23.7	92.9	95.6	95.8	92.8	89.2	86.8	89.6	91.2	89.8	91.9	89.5	85.5
4	23.7	24.0	24.5	24.8	24.2	23.7	22.3	21.4	22.1	22.2	23.0	23.5	93.7	96.4	96.5	93.4	89.8	87.4	90.2	91.8	90.4	92.5	90.4	86.4
5	23.6	23.8	24.4	24.7	24.1	23.6	22.2	21.3	22.0	22.0	22.8	23.3	94.4	97.0	96.9	93.8	90.2	87.9	90.7	92.3	90.9	93.0	91.2	87.0
6	23.5	23.7	24.4	24.6	24.0	23.5	22.1	21.2	21.9	22.0	22.7	23.2	94.8	97.4	97.3	94.2	90.6	88.2	91.0	92.7	91.2	93.3	91.8	87.5
7	23.3	23.5	24.5	24.6	24.0	23.5	22.1	21.2	22.1	22.2	22.5	23.0	95.5	98.1	96.5	94.2	90.6	88.2	91.1	92.7	90.5	92.5	92.5	88.2
8	24.3	24.5	26.1	26.2	25.6	25.1	23.8	23.0	23.7	23.8	23.8	24.2	91.3	94.1	90.0	87.6	84.0	81.8	84.3	85.5	84.0	85.8	87.4	83.7
9	25.8	26.2	28.2	28.2	27.8	27.3	26.0	25.3	26.0	26.0	25.9	26.0	84.6	87.6	81.1	79.3	75.5	73.5	75.5	76.3	75.1	76.8	79.3	76.7
10	27.5	28.0	30.2	30.1	29.9	29.4	28.2	27.4	28.1	28.1	28.2	28.1	77.2	80.5	72.6	71.4	67.3	65.6	67.1	67.7	68.7	68.4	70.4	69.0
11	29.0	29.6	31.6	31.5	31.5	31.0	29.7	29.1	29.7	29.6	30.2	29.8	70.9	74.3	66.4	65.5	61.3	59.6	60.9	61.2	60.5	62.2	62.8	62.4

12	30.0	30.7	32.4	32.3	32.3	31.8	30.6	29.9	30.6	30.5	31.6	31.0	66.5	70.0	63.0	62.3	57.9	56.3	57.4	57.7	57.1	58.9	57.4	57.8
13	30.5	31.2	32.6	32.5	32.5	32.1	30.9	30.2	30.8	30.6	32.3	31.6	64.2	67.7	62.2	61.5	57.0	55.5	56.5	56.8	56.3	58.2	54.6	55.4
14	30.6	31.3	32.3	32.2	32.3	31.8	30.6	29.9	30.4	30.3	32.4	31.7	63.9	67.3	63.5	62.6	58.2	56.6	57.6	58.0	57.6	59.5	54.2	55.0
15	30.3	31.0	31.7	31.7	31.6	31.1	29.9	29.2	29.8	29.6	32.1	31.4	65.1	68.5	66.2	65.1	60.7	59.0	60.2	60.7	60.2	62.2	55.7	56.3
16	29.8	30.5	30.9	30.9	30.8	30.3	29.0	28.3	28.9	28.8	31.3	30.7	67.4	70.7	69.7	68.3	64.0	62.2	63.7	64.3	63.7	65.7	58.5	58.7
17	29.1	29.7	30.0	30.0	29.8	29.3	28.1	27.3	27.9	27.8	30.4	29.9	70.3	73.5	73.5	71.9	67.7	65.8	67.4	68.2	67.5	69.6	62.1	61.8
18	28.4	28.9	29.1	29.2	28.9	28.4	27.1	26.3	26.9	26.9	29.4	29.0	73.6	76.7	77.3	75.5	71.3	69.4	71.2	72.1	71.3	73.4	66.0	65.2
19	27.6	28.1	28.2	28.3	28.0	27.5	26.2	25.4	26.0	26.0	28.4	28.2	76.8	79.9	80.9	78.8	74.7	72.7	74.7	75.8	74.9	77.0	69.9	68.6
20	26.9	27.4	27.5	27.6	27.2	26.7	25.4	24.6	25.2	25.2	27.4	27.3	79.9	82.9	84.1	81.8	77.8	75.7	77.9	79.1	78.1	80.2	73.7	71.9
21	26.2	26.7	26.8	27.0	26.5	26.0	24.7	23.9	24.5	24.5	26.5	26.5	82.8	85.7	86.9	84.4	80.5	78.4	80.7	81.9	80.9	83.0	77.1	74.9
22	25.7	26.1	26.3	26.5	26.0	25.5	24.1	23.3	23.9	23.9	25.7	25.8	85.3	88.1	89.2	86.6	82.8	80.6	83.0	84.4	83.2	85.3	80.2	77.5
23	25.2	25.5	25.8	26.0	25.5	25.0	23.6	22.8	23.4	23.5	25.0	25.2	87.4	90.2	91.2	88.4	84.7	82.4	85.0	86.4	85.1	87.3	82.8	79.7
24	24.8	25.1	25.4	25.7	25.1	24.6	23.2	22.3	23.0	23.1	24.5	24.7	89.2	92.0	92.8	89.9	86.2	83.9	86.5	88.0	86.7	88.8	85.0	81.6
Promedio	26.6	27.0	27.8	27.9	27.5	27.0	25.7	24.9	25.6	25.6	27.0	26.9	81.3	84.3	82.6	80.5	76.6	74.5	76.6	77.7	76.6	78.6	75.3	73.3
Oscilación	7.3	7.8	8.3	7.9	8.6	8.6	8.8	9.0	8.9	8.7	9.9	8.7	31.6	30.8	35.0	32.7	33.5	32.7	34.6	35.9	34.9	35.2	38.3	33.2
Confort	26.0	26.2	26.4	26.5	26.3	26.2	25.8	25.5	25.7	25.7	26.2	26.2												

Fuente: Tejeda (1991), Tejeda (1994), ANSI-ASHRAE 55 (2010), Gómez-Azpeitia, Bioclimarq (2016), INAMHI (2015).

REVISIÓN TEÓRICA

Análisis de datos climáticos

Temperatura: (ver tabla 1) Los datos de temperatura están descritos en unidad °C, especificados en cada mes del año; indicando los valores promedios de máxima, media y mínima. Con estas cifras se puede constatar que en la ciudad la temperatura tiene poca oscilación térmica, siendo un sitio mayormente cálido. En el régimen termométrico, se puede observar que todos los meses poseen temperaturas máximas por encima de los de 32°C a excepción de agosto.

- **Temperatura máxima promedio anual:** 31.2 °C
- **Temperatura media promedio anual:** 26.5 °C
- **Temperatura mínima promedio anual:** 22.8 °C
- **Mes de mayor temperatura:** Marzo con 32.3 °C
- **Mes de menor temperatura:** Agosto con 20.9 °C

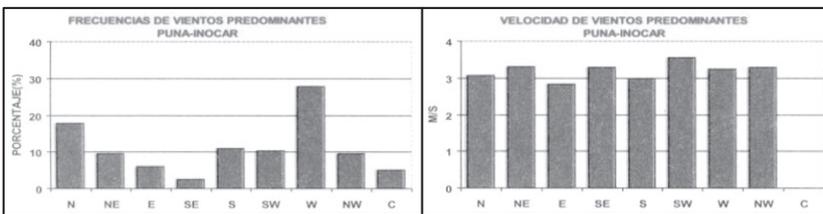
Humedad relativa: (ver tabla 2) En la tabla de humedad relativa, los datos están especificados en unidad porcentual, y de igual manera, para cada mes del año; sus valores están identificados en promedios de máxima, media y mínima. Mediante estos datos se observa que la ciudad tiene un aire considerablemente húmedo por sobrepasar el 50% ya que todos los meses presentan humedades máximas por encima del 90%, corroborando que Durán posee un clima cálido húmedo.

- **Humedad relativa máxima promedio anual:** 96 %
- **Humedad relativa media promedio anual:** 77 %

- Humedad relativa mínima promedio anual: 52 %

Vientos predominantes: (ver tabla 3) Los valores se identifican en unidad m/s, registrando cada mes del año su valor respectivo, éstos se tomaron de la estación meteorológica de Puná, cercana al sitio de estudio. Los vientos en la zona costera son irregulares, pero se presentan en dirección predominante Oeste, por mostrar influencia marítima con carácter de brisa del río Guayas y por ubicarse en la región costa del territorio ecuatoriano, con una velocidad promedio anual de 3 m/s.

Figura 2. Frecuencia y velocidad de vientos predominantes.



Fuente: INOCAR (2016), Gálvez & Regalado (2007).

En la Figura 3 se observa que los vientos, además de mostrar una velocidad predominante por el oeste, también reflejan valores considerables de trayecto por el noroeste y suroeste, como lo muestra la tabla del INAMHI.

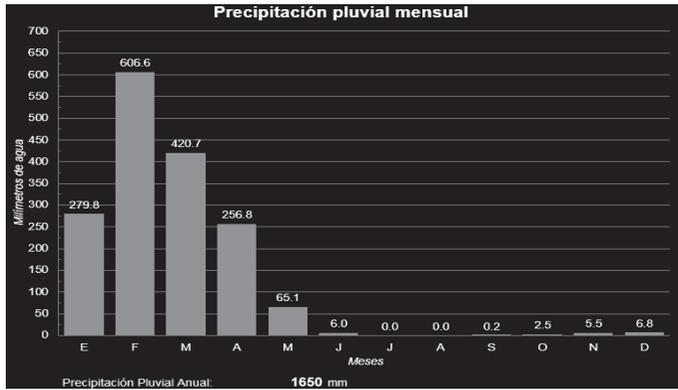
Figura 3. Velocidad media y frecuencia de Vientos.

MES	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO															
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%
ENERO	2.0	1	1.2	13	0.0	0	2.0	1	0.0	0	1.7	48	1.0	1	1.5	16
FEBRERO	1.0	1	1.6	16	0.0	0	1.2	7	0.0	0	1.7	38	1.0	1	1.7	3
MARZO	1.0	1	1.5	13	1.0	2	1.0	1	2.0	1	1.7	52	1.4	9	1.3	13
ABRIL	0.0	0	1.4	8	0.0	0	1.0	1	2.0	1	1.6	53	1.5	2	1.4	12
MAYO	0.0	0	1.7	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.7	70	2.0	3	1.3	15
JUNIO	0.0	0	1.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.9	81	2.0	2	1.7	12
JULIO	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.0	85	1.8	10	1.6	5
AGOSTO	0.0	0	1.5	4	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.0	83	1.3	3	1.7	10
SEPTIEMBRE	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.1	88	1.2	6	1.5	4
OCTUBRE																
NOVIEMBRE	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.2	72	2.0	2	1.5	20
DICIEMBRE	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.3	74	0.0	0	1.4	18
VALOR ANUAL																

Fuente: INAMHI (2015).

Precipitación pluvial (ver tabla 4) En este parámetro las cifras se marcan en milímetros (mm), para todos meses del año. El régimen pluviométrico en la costa ecuatoriana se caracteriza por la presencia de precipitaciones de enero a mayo; los mayores valores se registran en febrero. De junio a diciembre, son secos o de mínima precipitación.

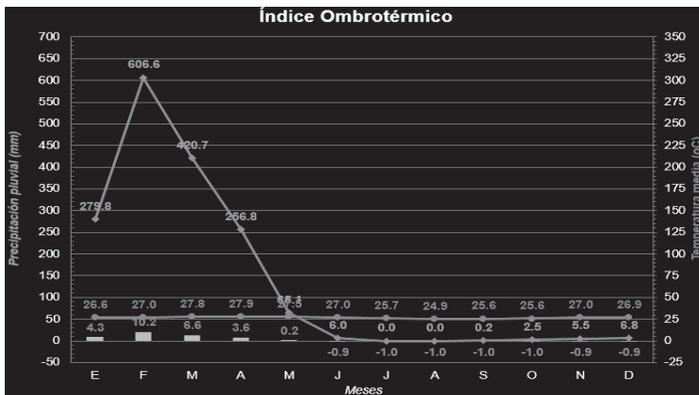
Figura 4. Precipitación Pluvial Mensual.



Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

El Índice Ombrotérmico es el cociente entre la precipitación media de un mes de temperatura media superior a cero grados centígrados y la temperatura media de ese mes en décimas de grado del mismo mes, multiplicado por 10. (Global Bioclimatics, 2004).

Figura 5. Índice Ombrotérmico.



Fuente: Bagnouls & Gaussen (1953), Gómez-Azpeitia (2016), INAMHI (2015).

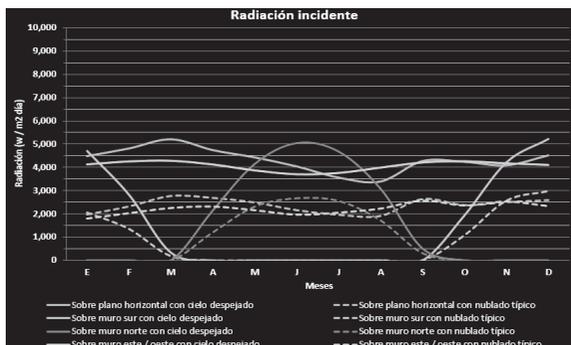
La Figura 5 marca 2 períodos; el lluvioso, de enero a mayo, cuyas precipitaciones (mm) son superiores al doble de la temperatura media en grados centígrados; y el seco, de junio a diciembre, donde las precipitaciones (mm) son inferiores al doble de la temperatura media en grados centígrados.

Radiación solar y días soleados (ver tabla 5 y 6) Los valores de radiación solar de la tabla están marcados en unidad (wh/m²/día), dispuestos por total, directa y difusa, de cada mes del año. El mes con la mayor cantidad de radiación, así como la más considerable cantidad de horas de sol es marzo, que corresponde a la época de mayor temperatura del aire. Al contrario del mes de agosto que es el período donde se registran los menores valores de radiación solar y horas de sol, y que coincide con la menor temperatura del año.

En la Figura 6 de Radiación Incidente se puede observar lo siguiente:

- En todos los meses existe una radiación continua sobre el plano horizontal, donde el valor más alto se da en el mes de marzo.
- La Radiación sobre los muros este y oeste es aproximadamente uniforme en todos los meses, es decir que la exposición al sol es casi igual todo el año.
- Para el muro norte, valores de radiación incidente se observan en los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto.
- Para el muro sur, valores de radiación incidente se observan en los meses de enero, febrero, octubre, noviembre y diciembre.

Figura 6. Radiación Incidente.



Fuente: Prontuario Solar de México (2015), Gómez-Azpeitia (2016), INAMHI (2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Resumen de clima Anual y Estacional

- Clima **cálido húmedo** durante todo el año, por su elevada temperatura y humedad relativa.
- Dos estaciones distintas: **Estación Lluviosa** de enero a mayo, por los altos valores de precipitación pluvial. **Estación Seca** de junio a diciembre, sin lluvia.

Figura 7: Parámetros y Calificación por cada mes del año.

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Temperatura media	26.6	27.0	27.8	27.9	27.5	27.0	25.7	24.9	25.6	25.6	27.0	26.9	°C
Radiación s/p horizontal	4,488	4,817	5,214	4,745	4,430	4,041	3,557	3,388	4,273	4,238	4,089	4,517	w/m ²
Precipitación total	279.8	606.6	420.7	256.8	65.1	6.0	0.0	0.0	0.2	2.5	5.5	6.8	mm
Índice ombrotérmico	4.3	10.2	6.6	3.6	0.2	-0.9	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9	
Humedad relativa media	81.3	84.3	82.6	80.5	76.6	74.5	76.6	77.7	76.6	78.6	75.3	73.3	%
Humedad absoluta media	17.7	18.9	19.3	18.9	17.5	16.6	15.7	15.2	15.6	16.0	16.6	16.2	gr/kg
Índice termohigró	22.13	22.95	23.56	23.44	22.55	21.80	20.73	20.05	20.58	20.81	21.77	21.55	
Clasificación													
Temperatura	K	K	K	K	K	K	K	C	K	K	K	K	
Radiación	D	D	M	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
Índice Ombrotérmico	LL	LL	LL	LL	LL	D	D	D	D	D	D	D	
Humedad	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
Contenido de vapor	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Índice Termohigró	M	A	A	A	A	M	B	B	B	B	M	M	
Clima estacional	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	

Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

Figura 8. Indicadores de acuerdo a parámetros.

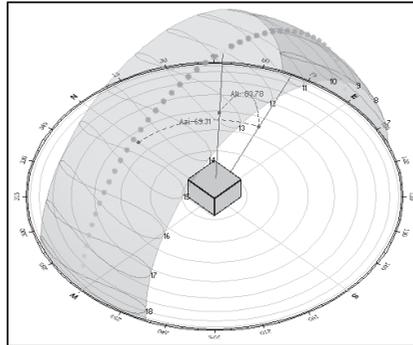
Indicadores						
Tipo	Parámetro	Clave	Denominación	Rango	Fuente	
Térmico	Temperatura (Ta media)	F	Frío	< 15 °C	Koenisberger, et al. (1971)	
		T	Templado	15 a 20 °C		
		C	Cálido	20 a 25 °C		
		K	Caluroso	> 25 °C		
Radiación s / p horizontal nublado típico		I	Intensa	> 7.500 w/m ²	Gómez-Azpeitia	
		M	Moderada	5,000 a 7,500 w/m ²		
Higróicos	Ombrotérmico (PP / 2Ta)-1	LL	Lluvioso	> 0	Bagnouls y Gausson (1953)	
		D	Despejado	< 0		
	Humedad (HR media)	H	Húmedo	> 70 %	Koenisberger, et al. (1971)	
		SH	Sub húmedo	50 a 70 %		
		SS	Semi seco	30 a 50 %		
		A	Árido o Seco	< 30 %		
	Contenido de vapor (HA media)		A	Alto	> 15 gr/m2	Gómez-Azpeitia
			M+	Medio Alto	10 a 15 gr/m2	
			M-	Medio Bajo	5 a 10 gr/m2	
			B	Bajo	< 5 gr/m2	
Índice termohigró (Ta + HA / 2)		A	Alto	> Media + (desvest / 2)	Gómez-Azpeitia	
		M	Medio	Media ± (desvest / 2)		
		B	Bajo	< Media - (desvest / 2)		

Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

Trayectoria Solar

La gráfica solar se desarrolla cercana al ecuador terrestre, su potencia es igual en invierno y verano, los días duran igual en ambas estaciones; la incidencia del sol es directa y mayor en horas del mediodía.

Figura 9. Trayectoria Solar de acuerdo a las coordenadas del sitio.

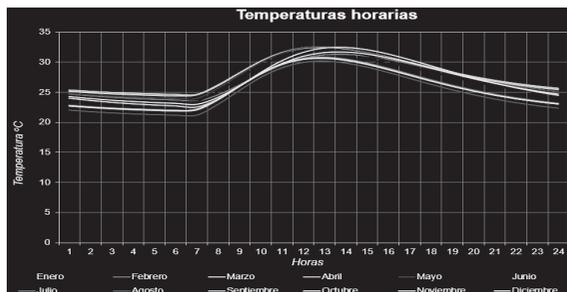


Fuente: Marsh (2009).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

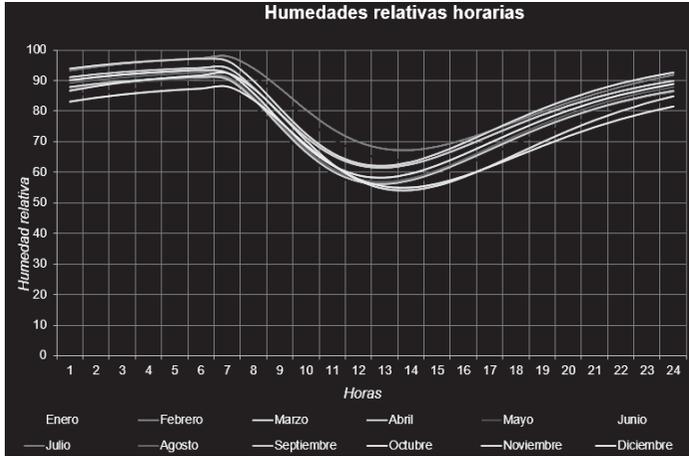
Diagnóstico Bioclimático: Con las Figuras 10 y 11 se puede identificar la acción de las temperaturas y humedades relativas por hora del día; a través de estos datos se determina cuáles son los momentos de mayor y de menor temperatura y humedad relativa. Las horas más cálidas se sitúan entre las 10h y 18h, mientras que las más húmedas se distinguen de 1h a 10h y de 18h a 24h, aproximadamente, dependiendo de cada mes; concluyendo que a mayor temperatura menor es la humedad relativa.

Figura 10. Diagrama de temperaturas horarias.



Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

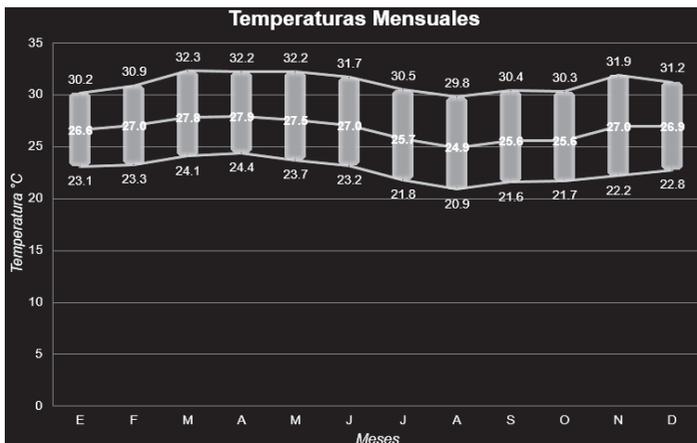
Figura 11. Diagrama de Humedades relativas horarias.



Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

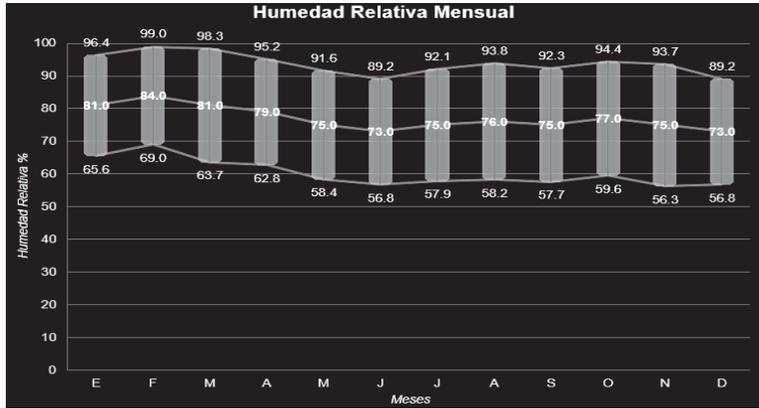
La Figura 12 detalla que en todos los meses se perciben altas temperaturas; siendo el mes menos cálido agosto. Igualmente se puede distinguir humedades relativas elevadas todo el año, fijadas en la ilustración 29, ya que pasan del 70%.

Figura 12. Diagrama de Temperaturas mensuales.



Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

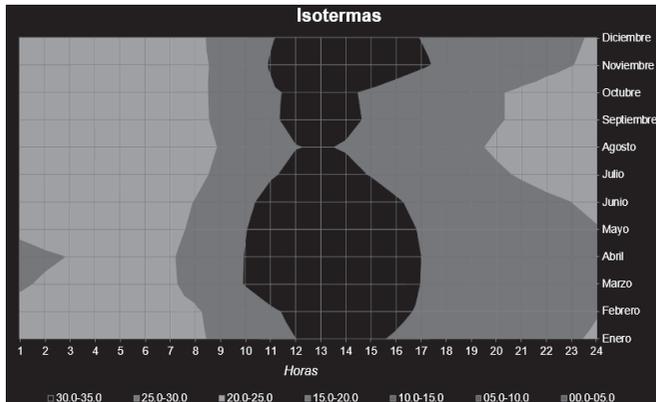
Figura 13. Diagrama de Humedades relativas mensuales.



Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

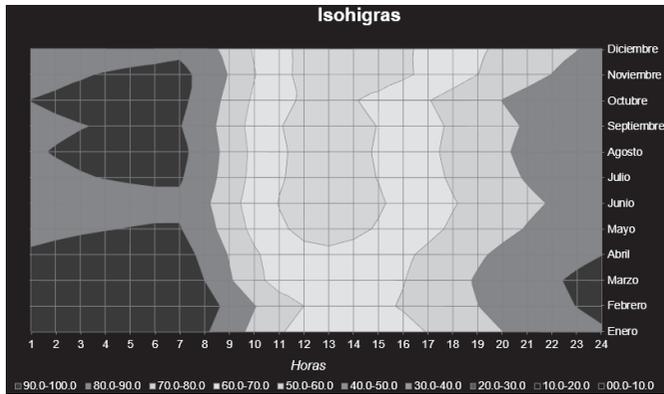
La Figura 14 (Isotermas) confirma que en todo el año existen altas temperaturas; existiendo casi en todos los meses una larga duración de calor, durante el día. Los valores de humedad relativa situados en el diagrama de Isohigras (Figura 15) corroboran que todos los meses sobrepasan el 70%; estos datos elevados se visualizan en las primeras horas del día y en la noche, en donde la temperatura es menor; siendo los meses de enero, febrero, marzo y abril los de más larga duración, los mismos que coinciden con la época de mayores valores de precipitación pluvial.

Figura 14. Diagrama de Isotermas.



Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

Figura 15. Diagrama Isohigras.



Fuente: Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016 (2016), INAMHI (2015).

Definición de estrategias, tácticas y dispositivos aplicables al proyecto

Dadas las condiciones del entorno, el clima y el diagnóstico bioclimático elaborado se definen las estrategias, tácticas y dispositivos, los cuales son:

Tabla 7. Requerimientos, estrategias, tácticas y dispositivos.

REQUERIMIENTO	ESTRATEGIA	TÁCTICA	DISPOSITIVOS
Disminuir la temperatura interior del edificio	Proteger	Reducción y Bloqueo de la radiación	Orientación y morfología de la edificación
			Aleros, partesoles y celosías
			Cubierta inclinada
			Muro doble ventilado
Disipar la humedad al interior del edificio	Ventilar	Ventilación natural cruzada	Vegetación
			Configuración extendida
			Cubierta inclinada ventilada
			Diseño de extensas aberturas en fachadas
			Rejillas superiores en paredes internas

Fuente: elaboración propia.

Estrategias:

Proteger: para disminuir la temperatura interior del edificio, cuya táctica deberá ser la reducción y bloque de la radiación solar, por medio de los dispositivos: Orientación y morfología de la edificación. Aleros, partesoles y celosías. Cubierta inclinada. Muro doble ventilado. Vegetación.

Ventilar: para disipar la humedad interna del edificio, cuya táctica será la ventilación natural cruzada, por medio de los siguientes dispositivos: Configuración extendida. Cubierta inclinada ventilada. Diseño de extensas aberturas en fachadas. Rejillas superiores en paredes internas.

CONCLUSIONES

La finalidad es que estas estrategias de diseño de climatización pasiva sean insertadas de forma apropiada al proyecto, para que puedan impedir las ganancias térmicas en los ambientes de toda la vivienda y así lograr fomentar el ahorro de la energía artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSI-ASHRAE 55 . (2010). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta, USA.
- Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1953). Saison sèche et indice xérothermique. Paris. Paris: Faculté des Sciences.
- Gómez-Azpeitia, G. (2016). Bioclimarq 2016. Colima, México.
- INAMHI. (2015). Anuario Meteorológico. (I. N. Hidrología, Ed.) Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>
- INOCAR. (2016). Instituto Oceanográfico de la Armada. Obtenido de <http://www.inocar.mil.ec/>
- Marsh, A. (2009). Sun-Path Diagram. Australia.
- Tejeda Martínez, A. (1991). An exponential model of the curve of mean monthly hourly air temperature. Xalapa, Veracruz, México: Atmósfera.
- Tejeda Martínez, A. (1994). On the evaluation of the wet bulb temperature a function of dry bulb temperature and relative humidity. Xalapa, Veracruz, México: Atmósfera.