



## **Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán**

*Climate assessment to determine the bioclimatic strategies of a duplex housing in the city of Durán*

*Climate assessment to determine the bioclimatic strategies of a duplex housing in the city of Durán*

Rommy A. Torres-Del Salto <sup>I</sup>  
[rommy.torres@ug.edu.ec](mailto:rommy.torres@ug.edu.ec)

Bismark O. Torres-Ruilova <sup>III</sup>  
[bismark.torresr@ug.edu.ec](mailto:bismark.torresr@ug.edu.ec)

María P. Constante- Zambrano <sup>II</sup>  
[arq.mariapaz.cz@gmail.com](mailto:arq.mariapaz.cz@gmail.com)

Ivonne A. Rendón-Jaluff <sup>IV</sup>  
[ivonne.rendonj@ug.edu.ec](mailto:ivonne.rendonj@ug.edu.ec)

**Recibido:** 30 de enero de 2017 \* **Corregido:** 20 de febrero de 2017 \* **Aceptado:** 20 mayo de 2017

- <sup>I.</sup> Arquitecta; Magister en Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias; Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- <sup>II.</sup> Arquitecta; Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- <sup>III.</sup> Ingeniero en Electricidad, Especialización Potencia; Master en Administración de Empresas; Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- <sup>IV.</sup> Arquitecta; Diploma Superior en Diseño Curricular por Competencias; Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

### **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 implemented in the city of Durán, in order to propose bioclimatic strategies based on the diagnosis of the climate that was carried out.

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 heat of the tropics, that 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, through optimal orientation of the building, rectangular modulation, ventilated tilted design of the deck, the use of solar protections in walls and windows, such as: eaves, partsoles and lattices.

**Key words:** Bioclimatic strategies; temperature; predominant winds; rainfall precipitation; solar radiation.

### **Resumo.**

O objetivo deste artigo é realizar uma avaliação de clima da terra onde o projeto é implementado apartamento duplex na cidade de Durán, a fim de propor estratégias bioclimáticas com base no tempo de diagnóstico realizado.

Ao analisar as características climáticas, tais como temperatura, umidade relativa, ventos, chuvas, luz solar, determinou-se que Duran tem um clima tropical (quente e úmido) e sua proximidade com o Oceano Pacífico provoca correntes Humboldt (frio) e El Nino (quente) marca dois períodos climáticas distintas. A chuvoso e úmido, com o calor tropical típica, estendendo-se de dezembro a abril; e outra sem precipitações e um pouco mais frio à noite, que vai de maio a dezembro. Duran é cerca da temperatura quente de 27 ° C durante a maior parte do ano.

Assim, foi estabelecido que as duas estratégias principais são: proteção contra sol e capturar os ventos, através da orientação ótima construção, a modulação retangular, a tampa ventilada projeto inclinado, uso de protetores solares nas paredes e janelas, tais como beirais, os partesoles e reticulados.

**Palavras-chave:** Estratégias bioclimáticas; temperatura; ventos predominam; águas pluviais; radiação solar.

## **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. En su obra Carlos Sánchez Pacheco, quien cita a Lynn Margulis quien retoma la tesis de Vernadsky nos dice que “la flora y la fauna de una determinada región y la composición geoquímica de la atmósfera mantienen una relación simbiótica dirigida a mantener unos niveles climáticos relativamente estables y favorables a la vida en la tierra.

El calentamiento global altera este equilibrio debido a la actividad humana, lo que puede tener y de hecho está teniendo, graves consecuencias sobre la biosfera”. (Sánchez Pacheco, 2010). Conociendo la temperatura, humedad relativa, vientos predominantes, precipitación pluvial, radiación solar del lugar donde se va a situar el proyecto arquitectónico podremos determinar estrategias de climatización pasiva, para lograr disminuir el consumo de energía mecánica y lograr confort ambiental, mediante la reducción de las ganancias térmicas

## **Materiales y métodos.**

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.

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

El diagnóstico bioclimático, mediante el cálculo de medias horarias de Temperatura ( $T^{\circ}$ ) 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

**Desarrollo**

*Datos climáticos*

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

**Tabla 1 Temperatura ( $^{\circ}$ C). (INAMHI, 2015)**

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	-

**Tabla 2 Humedad relativa (%). (INAMHI, 2015)**

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	-

**Tabla 3. Vientos predominantes (INOCAR, 2016)**

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

**Tabla 4 . Precipitación pluvial (mm). (INAMHI, 2015)**

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

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

**Tabla 5 : Radiación Solar (wh/m2/día). (INAMHI, 2015)**

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

**Tabla 6. Otros fen (INAMHI, 2015)**

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	66.7	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												

**Ilustración 1: Temperaturas y Humedades Relativas Horarias. (Tejeda Martínez A. , 1991) (Tejeda Martínez A. , 1994) (ANSI-ASHRAE 55 , 2010) (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

### *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 poco 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

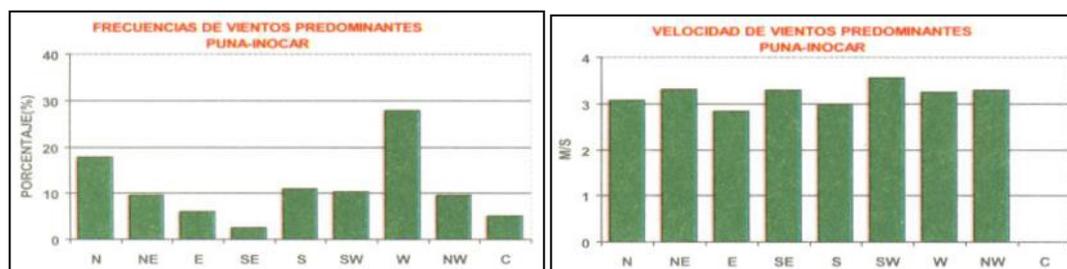
Humedad relativa (ver tabla 2) En la tabla de humedad relativa, los datos están especificados en unidad porcentual, y de igual manera, para cada mes del año; sus valores están identificados en promedios de máxima, media y mínima. Mediante estos datos se observa que la ciudad tiene un aire considerablemente 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

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

y por ubicarse en la región costa del territorio ecuatoriano, con una velocidad promedio anual de 3 m/s.



**Ilustración 2: Frecuencia y velocidad de vientos predominantes. (INOCAR, 2016) (Gálvez & Regalado, 2007)**

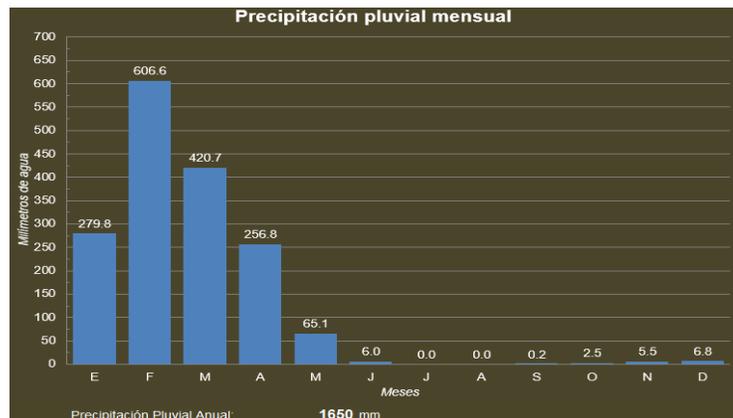
En la Ilustración 3 se observa que los vientos, además de mostrar una velocidad predominante por el oeste, también reflejan valores considerables de trayecto por el noroeste y suroeste, como lo muestra la tabla del INAMHI.

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	1.5	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	1.7	53	1.5	2	1.5	12
MAYO	0.0	0	1.7	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.7	70	2.0	3	1.5	15
JUNIO	0.0	0	1.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	1.9	81	2.0	2	1.5	12
JULIO	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	2.0	85	1.8	10	1.5	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	2.0	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	2.2	74	0.0	0	1.4	18
VALOR ANUAL																

**Ilustración 3: Velocidad media y frecuencia de Vientos. (INAMHI, 2015)**

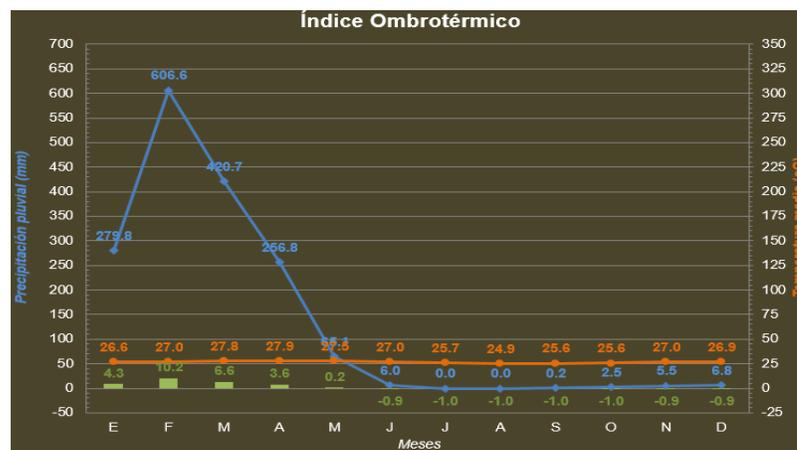
Precipitación pluvial (ver tabla 4) En este parámetro las cifras se marcan en milímetros (mm), para todos meses del año. El régimen pluviométrico en la costa ecuatoriana se caracteriza por la presencia de precipitaciones de enero a Mayo; los mayores valores se registran en febrero. De Junio a Diciembre,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

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán



**Ilustración 4: Precipitación Pluvial Mensual. (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)



**Ilustración 5: Índice Ombrotérmico. (Bagnouls & Gausson, 1953) (Gómez-Azpeitia, 2016) (INAMHI, 2015)**

La Ilustración 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.

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

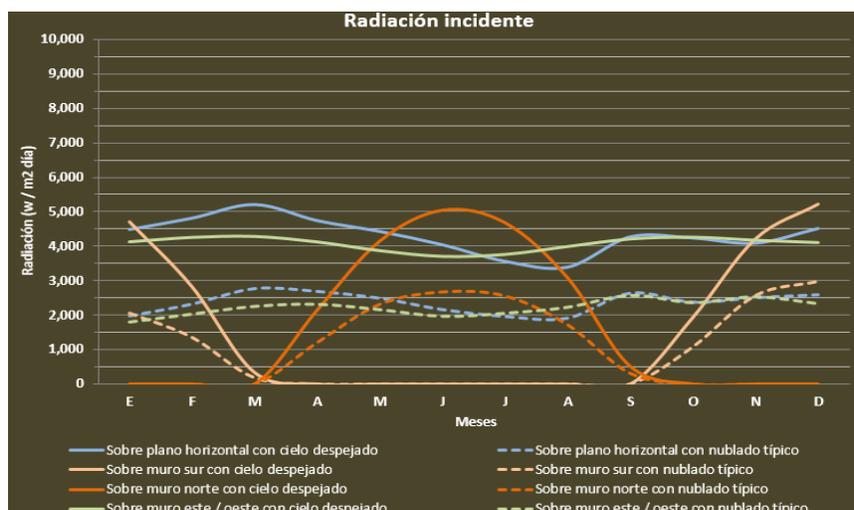
---

Radiación solar y días soleados (ver tabla 5 y 6) Los valores de radiación solar de la tabla están marcados en unidad (wh/m<sup>2</sup>/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 ilustración 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.

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán



**Ilustración 6: Radiación Incidente. (Prontuario Solar de México, 2015) (Gómez-Azpeitia, 2016) (INAMHI, 2015)**

*Resumen de clima Anual y Estacional:*

Clima **cálido húmedo** durante todo el año, por su elevada temperatura y humedad relativa.

Dos estaciones distintivas: **Estación lluviosa** de Enero a Mayo, por los altos valores de precipitación pluvial. **Estación Seca** de Junio a Diciembre, sin lluvia.

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 termohigróico	22.13	22.95	23.56	23.44	22.55	21.80	20.73	20.05	20.58	20.81	21.77	21.55	
<b>Clasificación</b>													
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 Termohigróico	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	

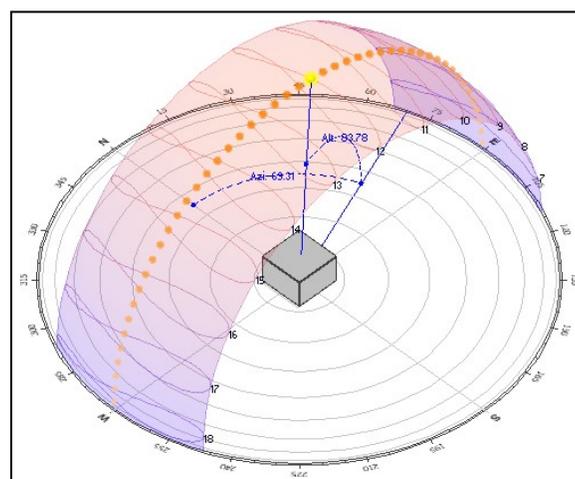
**Ilustración 7: Parámetros y Calificación por cada mes del año. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Indicadores					
Tipo	Parámetro	Clave	Denominación	Rango	Fuente
Térmico	Temperatura ( $T_a$ media)	F	Frío	$< 15^\circ \text{C}$	Koenisberger, et al. (1971)
		T	Templado	15 a $20^\circ \text{C}$	
		C	Cálido	20 a $25^\circ \text{C}$	Adaptado por: Gómez-Azpeitia
		K	Caluroso	$> 25^\circ \text{C}$	
	Radiación s / p horizontal nublado típico	I	Intensa	$> 7.500 \text{ w/m}^2$	Gómez-Azpeitia
		M	Moderada	5,000 a $7,5000 \text{ w/m}^2$	
		D	Débil	$< 5000 \text{ w/m}^2$	
Higrícos	Ombrotérmico ( $PP / 2T_a$ )-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	$> 15 \text{ gr/m}^2$	Gómez-Azpeitia
		M+	Medio Alto	10 a $15 \text{ gr/m}^2$	
		M-	Medio Bajo	5 a $10 \text{ gr/m}^2$	
		B	Bajo	$< 5 \text{ gr/m}^2$	
Índice termohigríco ( $T_a + HA / 2$ )	A	Alto	$> \text{Media} + (\text{desvest} / 2)$	Gómez-Azpeitia	
	M	Medio	$\text{Media} \pm (\text{desvest} / 2)$		
	B	Bajo	$< \text{Media} - (\text{desvest} / 2)$		

**Ilustración 8: Indicadores de acuerdo a parámetros. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

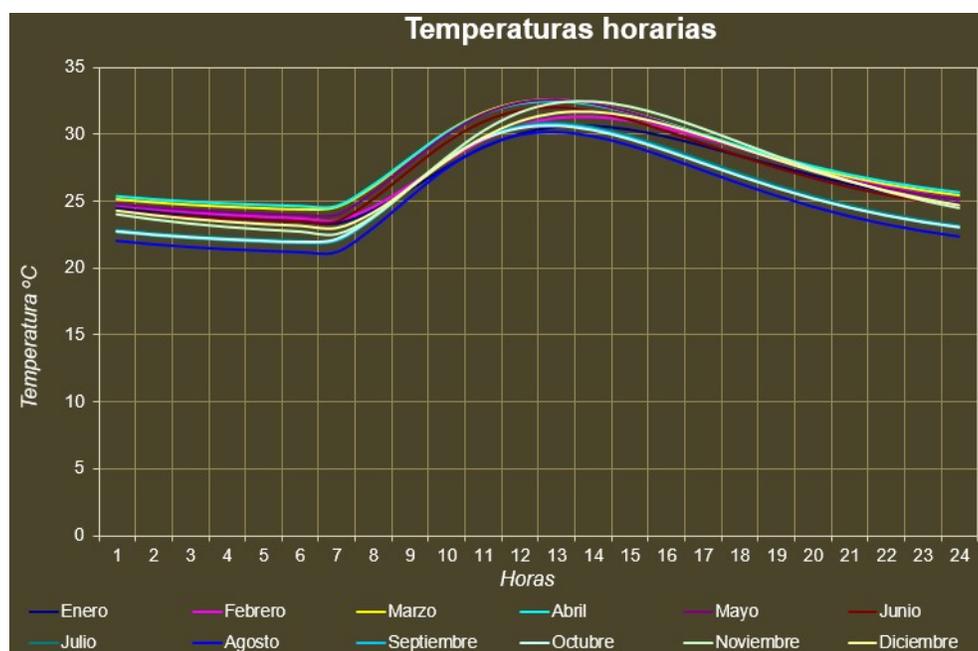
**Trayectoria Solar** La gráfica solar se desarrolla cercana al ecuador terrestre, su potencia es igual en invierno y verano, los días duran igual en ambas estaciones; la incidencia del sol es directa y mayor en horas del mediodía.



**Ilustración 9: Trayectoria Solar de acuerdo a las coordenadas del sitio. (Marsh, 2009)**

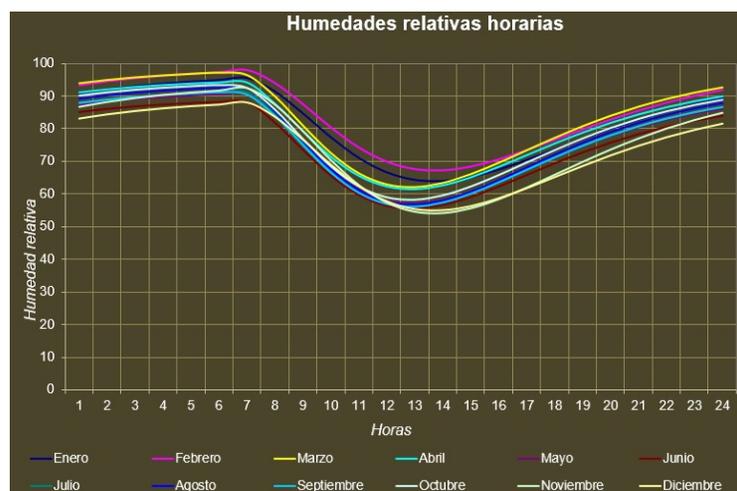
## Resultados

**Diagnostico Bioclimático** Con las ilustraciones 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.



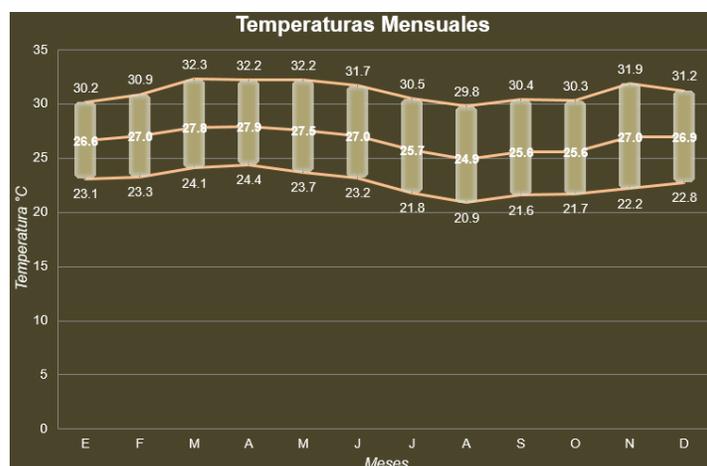
**Ilustración 10: Diagrama de temperaturas horarias. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán



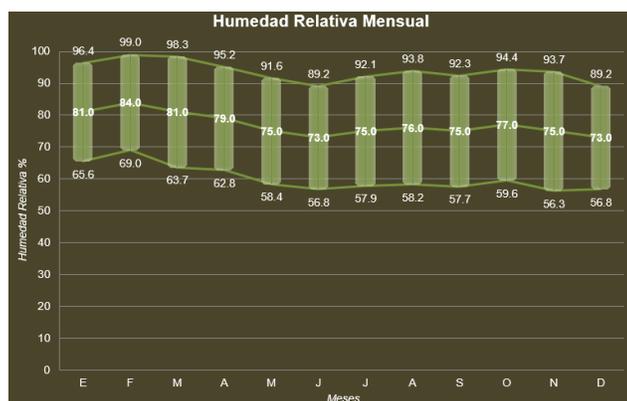
**Ilustración 11: Diagrama de Humedades relativas horarias. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

La ilustración 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%.



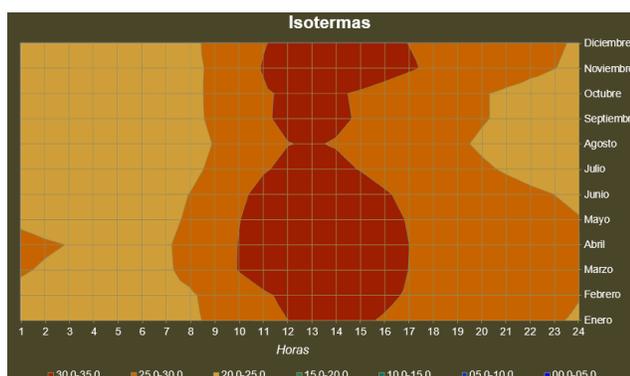
**Ilustración 12: Diagrama de Temperaturas mensuales. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

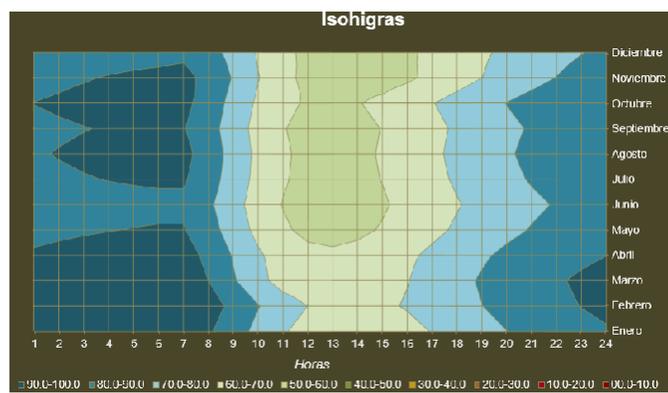


**Ilustración 13: Diagrama de Humedades relativas mensuales. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

La ilustración 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 (ilustración 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.



**Ilustración 14: Diagrama de Isotermas. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**



**Ilustración 15: Diagrama Isohigras. (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)**

### Conclusiones

#### *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:

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

**Tabla 7: Requerimientos, estrategias, tácticas y dispositivos. 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, se tomó como modelo de estudio el prototipo de Terrados para el concurso Solar Decathlon 2012. (Terrados, Baco, & Moreno, 2015)

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. (Manuel Rubiano, 2016)

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. (Hatt, Saelzer, Hempel, & A. Gerber, 2012)

### **Bibliografía.**

- Ansi-ASHrae (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.
- Hatt, T., Saelzer, G., Hempel, R., & A. Gerber. (2012). Alto confort interior con mínimo consumo energético a partir de la implementación del estándar “Passivhaus” en Chile. Revista de La Construcción, 11. Retrieved from [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2012000200011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2012000200011&script=sci_arttext)
- 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.
- Manuel Rubiano. (2016). La fachada ventilada y el confort climático : un instrumento tecnológico para edificaciones de clima cálido en, 138–145. <https://doi.org/10.18389/dearq18.2016.08>
- Sánchez Pacheco, C. (2010). Sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a viviendas residenciales en entorno urbano. Universidad Internacional de Andalucía. Retrieved from [http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/503/0115\\_Sanchez .pdf?sequence=1](http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/503/0115_Sanchez .pdf?sequence=1)
- Terrados, F. J., Baco, L., & Moreno, D. (2015). Vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente . Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012, 67(538).

Evaluación climática para determinar las estrategias bioclimáticas de una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

---

- 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.
- Enrique Hauenstein, M. G.-C.-P. (2002). Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de tolten (IX REGION, CHILE). CONCEPCION: Gayana. Botánica.
- Inocente Bojórquez, S. J. (2010). Criterios para el diseño térmico de techumbres en climas cálido-húmedos, a partir de. Colima, México: Palapa.
- Ivars, J. D. (2013). Relaciones de definición y generación. Argentina: - Instituto de Ciencias Sociales, Humanas y Ambientales, CCT.
- José Guadalupe Salazar Estrada, J. C. (2009). Clima y cultura organizacional: dos componentes esenciales en la productividad laboral. La Habana: ACIMED.
- Leyva Fontes, C., Alonso Gatell, A., & Reynoso Flores, M. (2016). Viviendas con bajo consumo energético. Tipologías de diseño en el contexto cubano. Nuevo León, México: Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- LIZANO, Ó. B. (2013). Calentamiento global: “la máxima expresión de la civilización petrofósil. Varsovia, Polonia: Revista del CESLA.
- Quijano Parra, A., Quijano Vargas, M. J., & Henao Martínez, J. A. (2010). Caracterización fisicoquímica del material particuladofracción respirable PM2.5 en Pamplona-Norte de Santander-Colombia. Pamplona, Colombia: Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.
- Sara Fisch, J. C. (2011). Las problemáticas conceptuales para el diseño de la vivienda contemporánea. Resistencia: Cuaderno urbano.
- Yamilé González Sánchez, Y. F. (2013). El cambio climático y sus efectos en la salud. La Habana: Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.