

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Número Publicado el 20 de junio de 2017

<http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.3.jun.897-916>

[URL:http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index](http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index)

Ciencias de la Construcción

Artículo Científico

**Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda
dúplex en la ciudad de Durán**

*Application of bioclimatic strategies in a house
duplexes in the city of Durán*

*Aplicação de estratégias de habitação bioclimáticas
duplex na cidade de Durán*

Rommy A. Torres-Del Salto^I
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador
rommy.toprres@ug.edu.ec

Ivonne A. Rendón-Jaluff^{III}
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador
ivonne.rendonj@ug.edu.ec

María P. Constante- Zambrano^{II}
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador
arq.mariapaz.cz@gmail.com

Bismark O. Torres-Ruilova^{IV}
Universidad de Guayaquil
Guayaquil, Ecuador
brismark.torresr@ug.edu.ec

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

- ^{I.} Arquitecta; Magister en Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias; Universidad de Guayaquil
^{II.} Arquitecta; Universidad de Guayaquil
^{III.} Arquitecta; Diploma Superior en Diseño Curricular por Competencias; Universidad de Guayaquil
^{IV.} Ingeniero en Electricidad, Especialización Potencia; Master en Administración de Empresas; Universidad de Guayaquil

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Resumen.

El propósito de este artículo es dar a conocer el proceso de investigación realizado para planteamiento de un diseño de vivienda dúplex aplicando estrategias bioclimáticas en la ciudad de Durán, Ecuador.

Es por esto que el proyecto plantea sistemas de climatización pasiva para el impulso del desarrollo de la Arquitectura Bioclimática, y así poder generar el bienestar y confort térmico a los residentes.

La finalidad del trabajo realizado fue desarrollar un análisis de la aplicación de criterios bioclimáticos al proyecto planteado mediante la adicción de los elementos arquitectónicos necesarios para obtener el confort térmico en la vivienda, la misma que se adaptará al entorno sin afectar el equilibrio del ser humano con su hábitat.

Esta propuesta prueba que se puede desarrollar un diseño sostenible, desde el inicio de su concepción, por medio del empleo de estrategias de diseño, un planteamiento adecuado de la envolvente y un correcto sistema constructivo, que no afecten el medio ambiente.

Palabras Clave: Arquitectura bioclimática; diseño pasivo; ventilación natural; protección solar; envolvente.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Abstract.

The purpose of this article is to present the research process carried out to propose a duplex housing design applying bioclimatic strategies in the city of Durán, Ecuador.

This is why the project proposes passive air-conditioning systems to boost the development of Bioclimatic Architecture, and thus generate thermal comfort and well-being for residents.

The purpose of the work was to develop an analysis of the application of bioclimatic criteria to the proposed project by means of the addition of the necessary architectural elements to obtain the thermal comfort in the house, which will adapt to the environment without affecting the balance of the human being their habitat.

This proposal proves that a sustainable design can be developed, from the beginning of its conception, through the use of design strategies, an appropriate approach to the envelope and a correct construction system, that do not affect the environment.

Key words: Bioclimatic architecture; passive design; natural ventilation; sun protection; envelope.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Resumo.

O objetivo deste artigo é apresentar o processo de pesquisa realizado para propor um projeto de habitação duplex que aplique estratégias bioclimáticas na cidade de Durán, Equador.

É por isso que o projeto propõe sistemas passivos de ar condicionado para impulsionar o desenvolvimento da arquitetura bioclimática e, assim, gerar conforto térmico e bem-estar para os residentes.

O objetivo do trabalho foi desenvolver uma análise da aplicação de critérios bioclimáticos ao projeto proposto por meio da adição dos elementos arquitetônicos necessários para obter o conforto térmico na casa, que se adapte ao meio ambiente sem afetar o equilíbrio de O ser humano é seu habitat.

Esta proposta prova que um design sustentável pode ser desenvolvido, desde o início da sua concepção, através do uso de estratégias de design, uma abordagem adequada ao envelope e um sistema de construção correto, que não afetem o meio ambiente.

Palavras-chave: Arquitetura bioclimática; Design passivo; ventilação natural; proteção solar; envelope.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Introducción.

La aplicación de los criterios de sostenibilidad y utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción, requiere realizar cambios importantes en los valores que ésta tiene como cultura propia. Estos criterios o principios de sostenibilidad llevan hacia una conservación de los recursos naturales, a una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como a reducciones de la energía utilizada. (Leyva Fontes, Alonso Gatell, & Reynoso Flores, 2016) (Leiva, 2012)

La arquitectura y la construcción son actividades que contribuyen al desarrollo social y económico de un país, problemas como el de la vivienda, el hábitat y la recuperación del patrimonio construido, son característicos de la contribución que estas actividades pueden dar a la sociedad. (Solanas, 2008)

La arquitectura, entendida como parte de la tarea de humanizar el entorno, de habilitarlo para la actividad humana, conlleva en sus actuaciones a una transformación que ha de analizarse e insertarse dentro de un sistema general de sostenibilidad. En muchas ocasiones, las construcciones se han desarrollado sin tener como uno de sus conceptos radicales la integración medioambiental, ya que ello depende de la voluntad de la sociedad que la vive, y de los profesionales que la construyen, la posibilidad de aprovechar, hacer caso omiso o destruir, las capacidades que el mismo proporciona. (Sancho & Rozo, 2007)

Se hace necesario destacar que toda construcción sustentable tiene que ser bioclimática y ecológica ya que se deben considerar otros factores importantes como el clima, el uso de fuentes renovables de energía, y la incorporación y aprovechamiento de otros recursos renovables.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Paralelamente debe ser económica, pero siempre a partir de una economía integral, sobre la base del análisis del ciclo de vida y que permita internalizar los costos iniciales, aquellos producidos por los impactos ambientales que pueda ocasionar, aplicando estos principios tanto a escala urbana como arquitectónica, así como en el diseño y en la ejecución. (Rotondaro, 2007)

El presente estudio tiene como objetivo de este proyecto es lograr un diseño de vivienda dúplex que tenga en cuenta las condiciones climáticas del lugar donde se asienta, mediante el empleo de los recursos renovables, para así disminuir las afectaciones ambientales. Fomentando el empleo de las estrategias de climatización pasiva que logren el ahorro energético.

Materiales y métodos.

Se desarrolló el proyecto bioclimático mediante la siguiente metodología:

- a. Investigación general sobre el lugar del proyecto.
- b. Realizar la caracterización climática del lugar.
- c. Determinar las propiedades del entorno que aporten a la configuración del proyecto.
- d. Elaborar una evaluación bioclimática en base a trayectoria solar, diagramas de temperatura y humedad, carta bioclimática, carta psicrométrica, entre otros; que nos ayudarán a precisar el rango de confort, la zona neutral y bienestar térmico, además de los criterios de climatización.
- e. Señalar las características generales del proyecto en cuanto a su forma, piel e interior.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

f. Detallar las propuestas generales del proyecto con ayuda de las recomendaciones de Mohoney y Serra y Coch.

g. Desarrollar las estrategias bioclimáticas y los dispositivos de climatización a emplear.

h. Definir los materiales constructivos a utilizarse para que el proyecto bioclimático funcione.

Resultados.

Cuestionario de Mahoney e Los Indicadores de forma y tratamiento de la piel de Serra y Coch

El Cuestionario de Mahoney (Ilustración 1) describe, además del tipo de clima, el cual es cálido húmedo, las estrategias recomendadas, la cuales son: Ventilación esencial durante todo el año y la Protección contra la lluvia en 4 meses; y asimismo describe las tácticas recomendadas de acuerdo a su categoría.

Los Indicadores de forma y tratamiento de la piel de Serra y Coch (Ilustración 2) indican igual el tipo de clima del sitio, y además el grado recomendado de los coeficientes que plantea según el clima determinado, los cual son los siguientes: Compacidad, Porosidad, Esbeltez, Asentamiento, Adosamiento, Pesadez, Perforación, Transparencia, Aislamiento, Tersura, Textura, Color y Variabilidad.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Diagnóstico climático													
Tipo de clima: Cálido Húmedo													
Diagnóstico bioclimático													
Diurno	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	Claves F Ambiente frío C Ambiente cálido Ambiente confortable
Nocturno	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Estrategias recomendadas													
Ventilación esencial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Temporalidad Todo el año 4 meses
Ventilación deseable													
Protección contra la lluvia	1	1	1	1									
Inercia Térmica													
Espacios de uso nocturno al exterior													
Protección contra el frío													
Categorías													
Tácticas recomendadas													
Configuración en planta	Orientación Norte-Sur, con eje largo Este-Oeste												
Configuración espacial	Configuración extendida que facilite la ventilación												
Organización espacial para efectos de ventilación	Habitaciones de una galería que facilite la ventilación cruzada todo el tiempo												
Tamaño de los vanos	Grandes; 50 - 80 % de la superficie de fachada												
Posición de los vanos	A la altura de los ocupantes; frontales a la dirección de los vientos dominantes												
Protección de Vanos	Sombreado total y permanente												
Muros y Pisos	Ligeros de baja capacidad calorífica												
Cubiertas	Ligeras, reflejantes, con cámara plena												
Exteriores	No se recomienda el uso de exteriores como lugares de estancia												
	Drenajes pluviales de gran capacidad												

Ilustración 1: Cuestionario Mahoney. (Koenigsberger, Mahoney, & Evans, 1971)(Szokolay & Docherty, 1999) (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) de forma y tratamiento de la piel de Serra y Coch (INAMHI, 2015)

Clima anual	Cálido Húmedo
Coefficientes de Serra y Coch	Grado recomendado según el clima anual
Compacidad	Baja Compacidad. Configuración espacial y volumétrica lo más extendida posible.
Porosidad	Porosidad intermedia. Se acepta la posibilidad de patios.
Esbeltez	Baja Esbeltez. Edificios altos no recomendables.
Asentamiento	Bajo Asentamiento. La menor área posible de contacto con el suelo.
Adosamiento	Bajo Adosamiento. Se recomienda mantener al edificio exento a otros.
Pesadez	Baja Pesadez. Se recomiendan cerramientos ligeros.
Perforación	Alta Perforación. Se recomienda tener la mayor área posible de vanos abiertos.
Transparencia	Baja Transparencia. Se recomienda la menor área posible de vanos acristalados.
Aislamiento	Bajo Aislamiento. Se recomienda dotar a los cerramientos del menor aislamiento térmico posible.
Tersura	Baja Tersura. Considerar fachadas lisas, sin pliegues.
Textura	Efecto poco relevante
Color	Colores claros
Variabilidad	Variabilidad poco recomendable

Ilustración 2: Indicadores. (Serra Florensa & Coch Roura, 1995) (Gómez-Azpeitia, Bioclimarq 2016, 2016) (INAMHI, 2015)

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Características de la Envolvente Arquitectónica

La piel de la edificación tendrá que poseer un acabado liso en tonos claros para la reflexión de la radiación solar, que impida la ganancia térmica hacia el interior de la vivienda y evite la incomodidad visual. Los tipos de materiales a emplear serán los de mayor uso en la zona, siendo éstos: estructura de hormigón armado y mampostería de bloques de concreto, que son los más baratos y de rápida y fácil adquisición.

Estos materiales, de muros en fachadas, deberán ser ligeros de baja capacidad calorífica. Las cubiertas serán ligeras, con acabado reflectante, inclinadas, elevadas con cámara de aire y aislamiento, que proteja al edificio y que permita disminuir la radiación solar y su temperatura interior. De acuerdo a Nuria Chivelet e Ignacio Fernández “La envolvente del edificio necesita alcanzar cierto grado de permeabilidad al aire para evitar un consumo excesivo de calefacción o de climatización. El diseño de fachada debe incorporar barreras de aire continuas.” (Chivelet & Ignacio, 2007)

De acuerdo a Rubiano “La mayor parte de la energía es consumida por las edificaciones, y estas a su vez utilizan gran parte de esta energía para crear un confort climático que posibilite las actividades”. (Manuel Rubiano, 2016). Rubiano insiste que “para lograr las temperaturas ideales es necesario el diseño y aplicación de tecnologías constructivas innovadoras. Una de estas es la denominada fachada ventilada compuesta por dos pieles con una cavidad ventilada de aire entre ellas” (Manuel Rubiano, 2016). En este proyecto es ideal la conformación de paredes de doble muro con cámara de aire para protección solar y celosías móviles en todas las fachadas para no perder las visuales al entorno y el recorrido de los vientos. De igual manera, como se determinó en el punto anterior de la forma general del proyecto, se debe crear extensas y amplias aberturas en toda la piel

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

del edificio; en donde haya ventanas que sean móviles para permitir el ingreso y la renovación del aire.

Emplazamiento del lote La vivienda deberá ser ubicada en el predio de tal manera que pueda aprovechar, a su favor, las características climáticas y medioambientales, para lograr armonía, y también en base a sus funciones y requerimientos. Los lados más extensos de cada bloque del edificio serán orientados al norte y sur, y sus lados más cortos al este y oeste, para que sus muros capturen la menor radiación solar posible.

Las áreas sociales y de mayor estadía como lo son la sala, comedor y dormitorios, deberán estar dispuestas en los lados este y oeste. Por ser de configuración extendida facilitará la ventilación, donde los bloques tendrán boquetes dispuestos y diseñados de manera que estimulen el ingreso y renovación del aire, generando así ambiente fresco y agradable por la disminución de la humedad y temperatura.



Ilustración 3: Emplazamiento PB. Elaboración Propia

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Zonificación Espacial

Los espacios de circulación son centrales y lineales de extremo a extremo para facilitar la ventilación cruzada que renueve el aire, disipe la humedad y refresque los ambientes. Esto beneficia, sobre todo, a las áreas sociales como lo son la sala, comedor y dormitorio de planta alta, y también la cocina; todas estas áreas deberán ser abiertas. En el caso del dormitorio de planta baja, contará con rejillas superiores que se puedan abrir y cerrar dependiendo su necesidad.

El área social (sala y comedor) serán abiertas, se ubicará al centro y orientados al norte y sur, por cada bloque, al igual que el dormitorio de planta alta situado entre la terraza y el baño y vestidor, cubiertos por aleros y partesoles. El baño de planta baja se dispondrá de tal forma que permita que la ventilación cruzada actúe hacia el dormitorio.

El dormitorio de la planta baja y las terrazas de planta alta, en ambos bloques, están dispuestos de forma esquinera teniendo visuales hacia el norte y sur correspondiente a cada vivienda. También hacia el este, pero captando la radiación solar en las primeras horas de la mañana con menor intensidad en el cual la mayor temperatura empieza a las 10am, y donde sus superficies estarán protegidas por aleros y partesoles. Por lo tanto pasarán más horas para que el calor disipe y el ambiente estará más fresco en la noche. Se contrarrestará la radiación solar, recibida en horas de la mañana del lado este de los dormitorios, por medio de celosías y muro doble ventilado.

La cocina, en planta baja, y los espacios de baño y vestidor de planta alta, también se ubican en las esquinas orientados, una de sus caras, hacia las fachadas norte y sur, de acuerdo a cada bloque, y las otras hacia el oeste, siendo una posición crítica porque recibe la mayor incidencia del sol. Estas áreas son zonas de servicio y de poca permanencia; la cocina, más usualmente, es utilizada

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

en horas del día donde la afectación solar es nula. Se contrarrestará la radiación solar directa, recibida en los momentos de la tarde del lado oeste, con un muro doble ventilado, celosías y cubriendo la fachada con aleros y partesoles para generar sombra. Se deberá provocar la ventilación cruzada desde las aberturas de la cocina, pasando por la sala y comedor hacia el dormitorio, aprovechando los vientos predominantes del oeste.

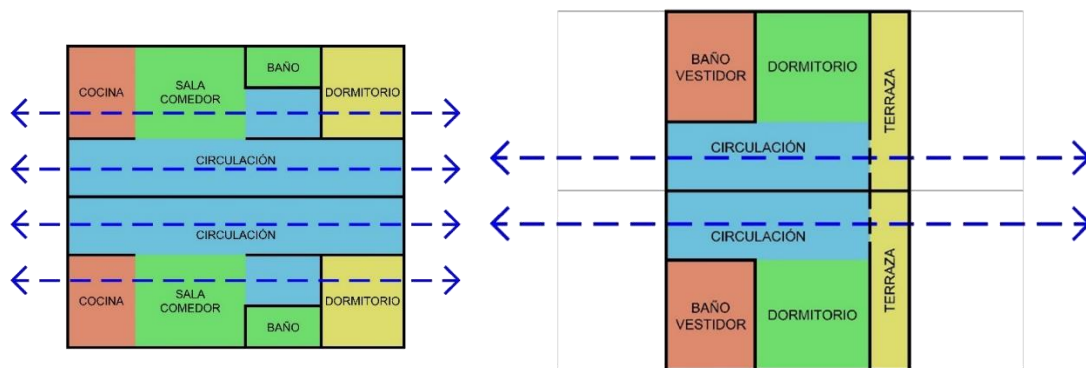


Ilustración 4: Zonificación de Planta baja y planta Alta

Diseño de dispositivos de Climatización Pasiva

Protecciones solares Las protecciones solares son parte de las estrategias planteadas, para así cubrir al edificio de la radiación solar, las lluvias y también para generar sombras; por medio del empleo de aleros y partesoles en las fachadas. Cabe señalar que cada vivienda, que se implanta como bloque extendido rectangular, tiene el mayor desarrollo de las fachadas en orientación norte y sur donde la exposición al sol es menor en comparación a los muros este y oeste.

Se propone que todos los muros de la vivienda estén protegidos por aleros y partesoles ya que las cuatro fachadas se ven afectadas por el sol que calienta los espacios internos de la residencia, en diferentes épocas del año y horas del día.

Calculo de aleros

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

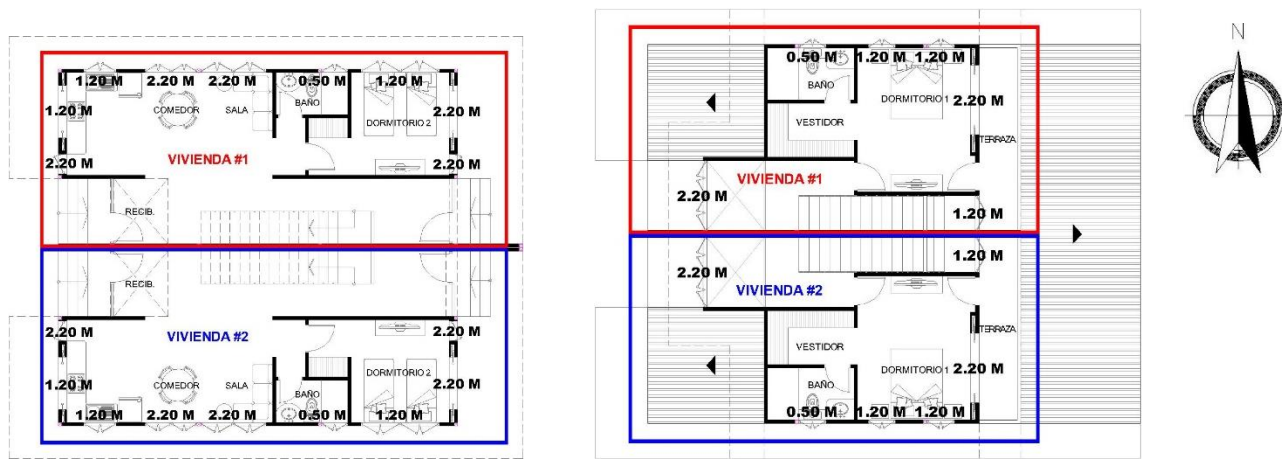


Ilustración 5: Vivienda #1 y #2 con alturas de ventanas situadas en Planta baja y planta Alta. Elaboración Propia

Fachada Norte: En orientación norte están dispuestos los espacios de Cocina, Sala, Comedor, Baño y Dormitorio secundario en planta baja, y Dormitorio principal y Baño en planta alta, de la Vivienda #1. Se propone un alero de 1.00 metro a lo largo de la fachada que cubra todas las ventanas y muros de la misma.

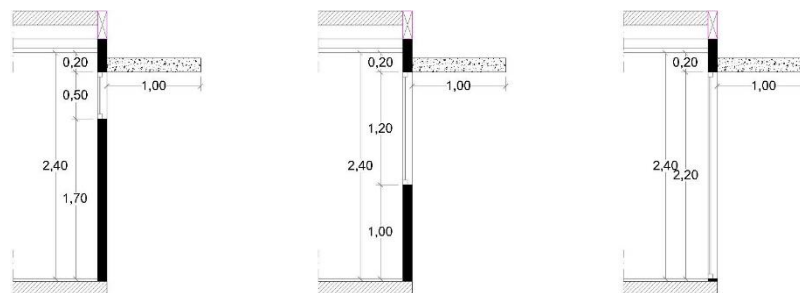


Ilustración 6: Cortes de las ventanas de 0.50 m, 1.20 m y 2.20 m en Fachada Norte. Elaboración Propia

Para las ventanas de 0.50 m de altura en la fachada norte, cubierta con alero de 1.00 m, observamos que se produce un ángulo azimutal de 27° . Esto genera una protección de 6h00 a 18h00 en los meses de Abril, Mayo, Julio y Agosto; y de 7h00 a 17h00 en el mes de Junio. El planteamiento de este alero provocará una eficiencia del 80%.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

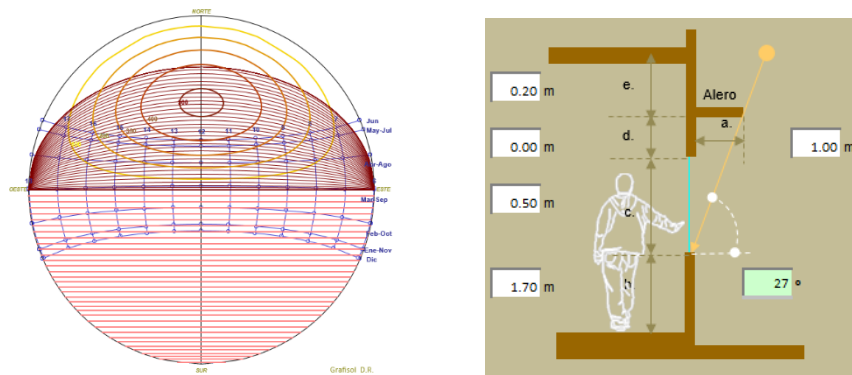


Ilustración 7: Máscara de Sombra y Cálculo de Alero para ventana de 0.50 m de altura en fachada norte. (Gómez-Azpeitia, Grafisol, 2015)

Para las ventanas de 1.20 m de altura en la fachada norte, cubierta con alero de 1.00 m, observamos que se produce un ángulo azimutal de 50° . Esto genera una protección de 6h00 a 18h00 en los meses de Abril y Agosto; de 7h00 a 17h00 en los meses de Mayor y Julio; y de 8h00 a 16h00 en el mes de Junio. El planteamiento de este alero provocará una eficiencia del 74%.

Cubierta Inclinada Ventilada Se propone una cubierta inclinada ventilada, en el proyecto, con el fin de reducir la ganancia de calor por la afectación solar, que es la de mayor incidencia diaria en las caras horizontales del edificio. La cubierta se deberá inclinar para reducir la radiación solar y elevarla para generar una cámara con aberturas exteriores, que permita la transición del aire y así reducir la temperatura interna de los espacios situados debajo de las mismas.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

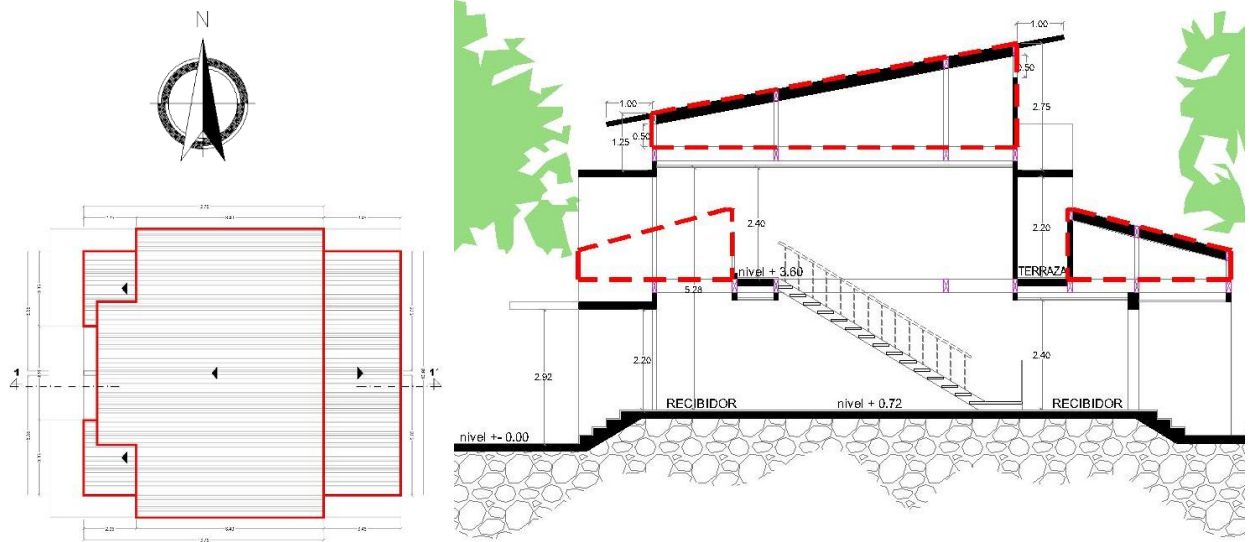


Ilustración 8: Señalización de las cubiertas inclinadas ventiladas en planta y corte.

Elaboración Propia

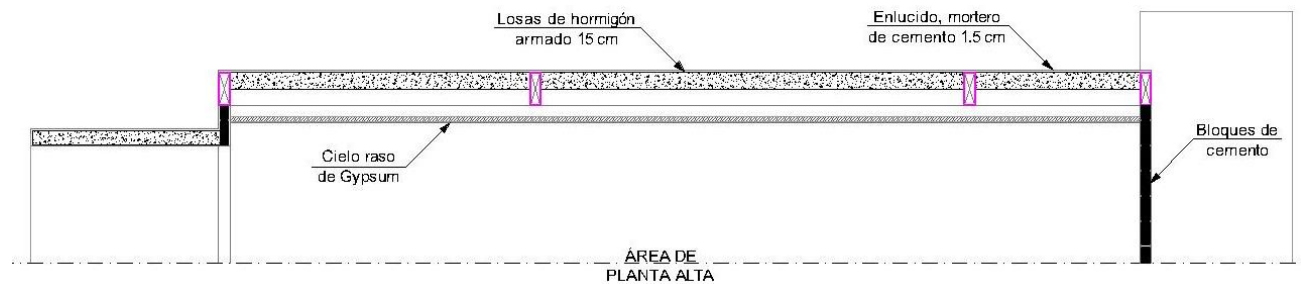


Ilustración 9: Cubierta plana del proyecto base. Elaboración Propia

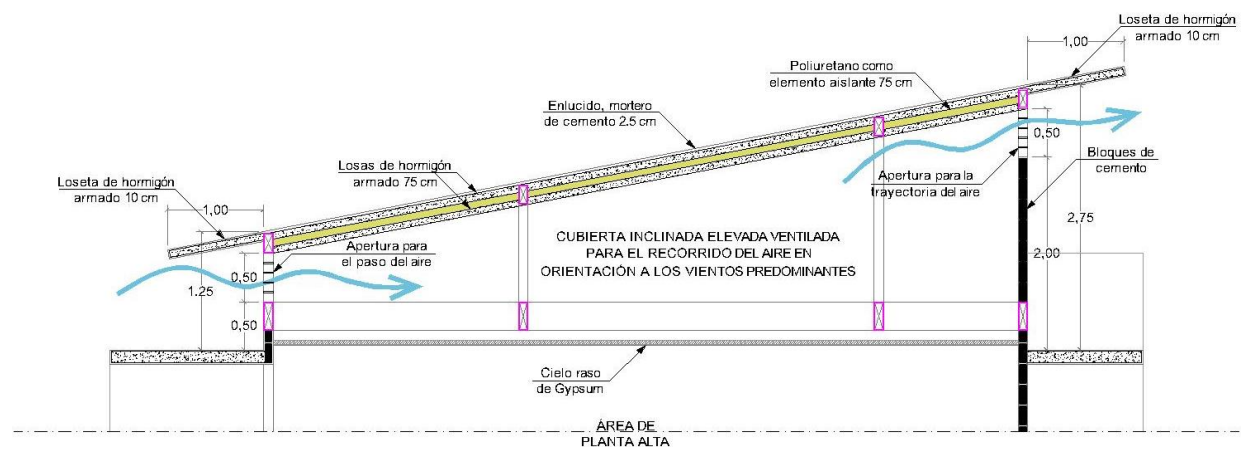


Ilustración 10: Cubierta inclinada ventilada del proyecto modificado. Elaboración Propia

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

Muro Doble Ventilado En la vivienda se propone el empleo de muros ventilados en las superficies de oriente y occidente, que reciben la afectación del sol, en horas de la mañana para la fachada este y en la tarde para la fachada oeste, para así minimizar la ganancia de calor directo en esos períodos. Los muros serán dobles, en donde las ventanas correrán hacia adentro de cada lado generando aperturas totales y el fluido de los vientos predominantes; estos mismos muros provocarán una cámara que permitirá la recirculación y expulsión del aire caliente.

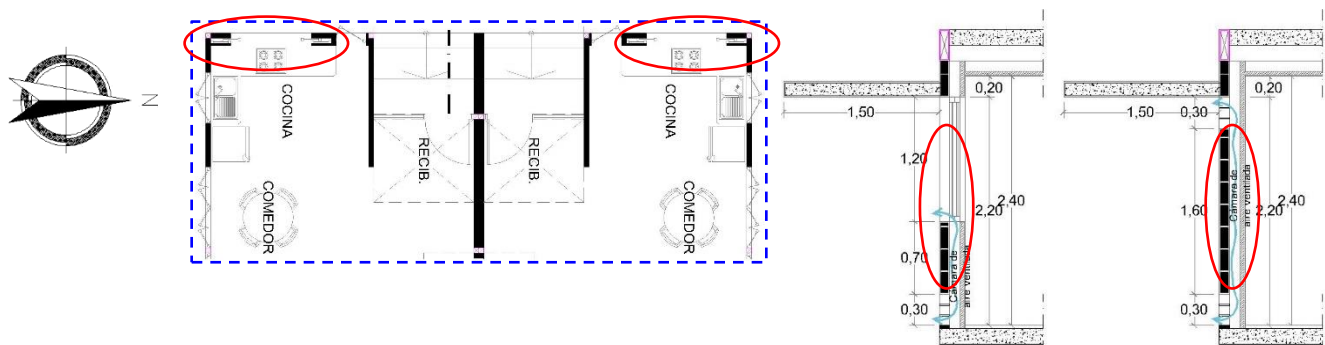


Ilustración 11: Murosoeste en planta baja y Cortes de los muros dobles ventilados en orientaciones este y oeste para ventanas de 1.20 m y 2,20 Elaboración Propia

Ventilación Natural Una de las estrategias importantes que se plantea en el proyecto es Ventilar, esto se lo llevará a cabo por medio de la Ventilación Natural Cruzada, estableciendo las mayores aberturas posibles en las fachadas.

Se propone una modificación en planta baja del proyecto base; es así como se observa, en la ilustración 12, la concepción de la cocina como un espacio abierto y el giro del baño para que pueda existir ventilación cruzada hacia el dormitorio 2, por medio de aberturas de ventanas proyectables en ambos extremos.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

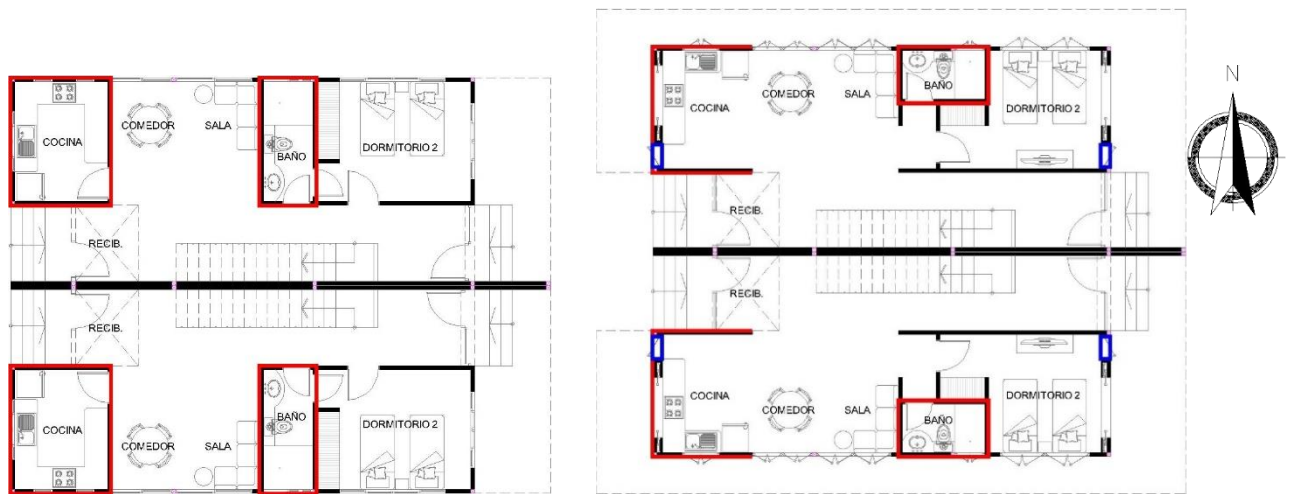


Ilustración 12: Cambios de planta baja de proyecto base a proyecto modificado.

Elaboración Propia

Como se distingue en la ilustración 13, se concibió la edificación como un módulo rectangular extendido por cada vivienda, donde sus fachadas más cortas se orientan hacia la dirección predominante de los vientos (oeste). En ambos módulos de la vivienda, permitirán que los vientos fluyan a lo largo de toda la edificación (de oeste a este), por medio de las aberturas dispuestas frente a frente y así el aire podrá introducirse dentro de los espacios. Las fachadas más cortas, al estar protegidas por aleros, tendrán una menor afectación solar, lo que conllevará a que se produzca flujos de aire fresco hacia el interior del edificio.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

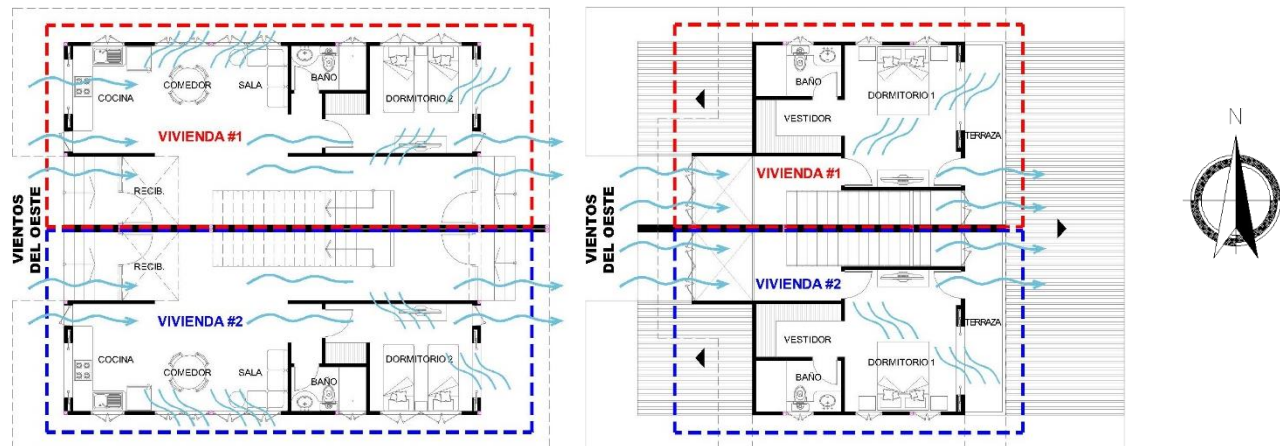


Ilustración 13: Disposición rectangular de los módulos y ventilación cruzada en planta baja y planta alta. Elaboración Propia.

Para que se ejecute la ventilación cruzada deben existir aberturas que la provoquen. En planta baja se plantean rejillas a lado de la puerta de ingreso principal (fachada oeste) para que el aire ingrese y transcurra hacia el otro extremo de la vivienda, donde se ubica la rejilla junto a la puerta posterior (fachada este).

En los ambientes del dormitorio secundario y cocina, ubicados en las fachadas este y oeste respectivamente, se disponen ventanas corredizas para permitir su apertura en los períodos necesarios. Así mismo sucede en la planta alta, donde se proponen ventanas proyectables que se abran totalmente en los momentos requeridos y así ingrese el aire y recorra de manera longitudinal la vivienda.

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

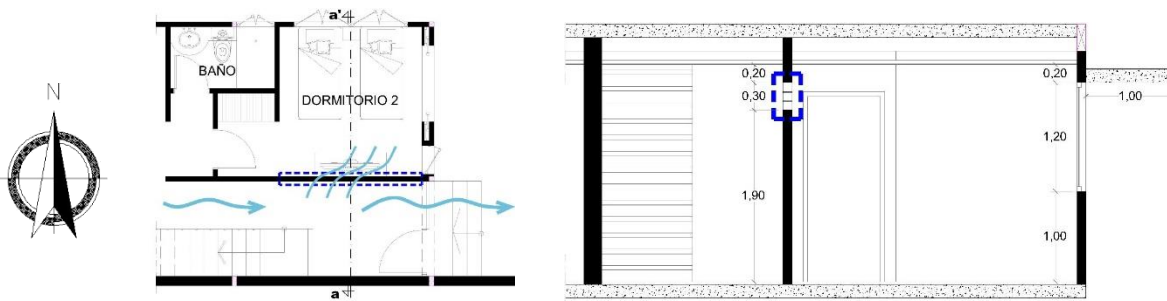


Ilustración 14: Corte recorrido de ventilación cruzada. Elaboración Propia

Cabe señalar que la velocidad de los vientos en el sitio tiende a subir en las primeras horas de la mañana y en la noche, donde la humedad relativa es más elevada. La ventilación natural se requerirá mayormente en esos momentos del día, generando que los espacios internos se refresquen ya que dicha ventilación disminuiría la humedad relativa.

Conclusiones.

Podemos determinar que el proyecto funcionará de forma bioclimática ya que se está evitando emplear sistemas de climatización activa para disminuir el entorno cálido de los ambientes, así como los prototipos estudiados (Masseck, n.d.). La ganancia solar obtenida en los espacios del edificio, se contrarrestará por medio de: la orientación óptima del edificio, la modulación rectangular de las viviendas, el diseño inclinado ventilado de la cubierta, la utilización de protecciones solares en muros y ventanas, como lo son: los aleros, los partesoles y las celosías y el tratamiento de la envolvente; todo esto servirá para disminuir dicha temperatura interior de las viviendas, revisadas en el prototipo patio 2.12 ganador del concurso internacional Solar Decathlon 2012. (Terrados, Baco, & Moreno, 2015)

Otro factor que impide lograr el confort térmico, al interior del edificio, es la elevada humedad relativa del sitio, por lo cual se plantea la ventilación natural cruzada por medio de la

Aplicación de estrategias bioclimáticas en una vivienda dúplex en la ciudad de Durán

captación de los vientos predominantes que vienen del oeste. La solución propuesta servirá para mitigar los altos valores de dicha humedad relativa, estos son: la orientación adecuada del edificio, la modulación rectangular de las viviendas, la modificación de ciertos espacios interiores y la cantidad y diseño apropiado de las aberturas para generar los flujos de aire necesarios. (Meiss & Feijó, 2013)

Bibliografía.

- Gómez-Azpeitia, G. (2015). Grafisol. Colima, México.
- Gómez-Azpeitia, G. (2016). *Bioclimarq 2016*. México: Colima.
- INAMHI. (2015). *Anuario Meteorológico N° 52-2012*. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología .
- Koenigsberger, O., Mahoney, C., & Evans, M. (1971). *Climate and House Design*. New York: United Nations .
- Leiva, J. (2012). *Pensamiento y práctica de la planificación en América Latina*”. *Gestión Pública*, N° 75, Marzo. Santiago de Chile: CEPAL.
- Leyva Fontes, C., Alonso Gatell, A., & Reynoso Flores, M. (2016). Viviendas con bajo consumo energético. Tipologías de diseño en el contexto cubano. *Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 10(13), 38-49.
- Rotondaro, R. (2007). Arquitectura de tierra contemporánea: tendencias y desafíos. *Apuntes*, 20(2), 342-353.
- Sancho, A., & Rozo, E. (2007). Comparativas e indicadores de sostenibilidad para destinos desarrollados, en desarrollo y con poblaciones vulnerables. *Annals of tourism research en Español*, 9(1), 150-175.
- Serra Florensa, R., & Coch Roura, H. (1995). *Arquitectura y Energía Natural*. Barcelona: Ediciones UPC.
- Solanas, T. (2008). *Vivienda y sostenibilidad en España unifamiliar*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Szokolay, S., & Docherty, M. (1999). *Climate Analysis*. Brisbane: PLEA International in association with Dept. of Architecture, University of Queensland.