

*Declaraciones consensuadas del Seminario-Taller:
“Arquitectura Sostenible”
Un enfoque sobre estrategias de diseño bioclimático:
Caso Ecuador*

*Agreed Statements of the Workshop-Seminar: “Sustainable
Architecture”
A Bioclimatic Strategies Approach: The Ecuadorian Case*

Resumen

Autores:
Ing. Alexandra Alvear Calle
alexandra.alvear@
gmail.com
Arq. José Hernán Sánchez
jose.sanchez@
ucuenca.edu.ec
Arq. Emilia Tapia Abril
veta16@gmail.com
Gabriela Ordoñez Alvarado
gabucha_14oa@
hotmail.com

Colaboradores¹:
**Marcela Aragón, Cristian
Flores, Estefanía Heredia.**
**Facultad de Arquitectura y
Urbanismo de la
Universidad de Cuenca**

Ecuador

**Recibido: 10 Mar 2016
Aceptado: 27 May 2016**

El presente artículo expone los resultados obtenidos en el Primer Seminario-Taller *Arquitectura Sostenible: Caso Ecuador* como derivación parcial del proyecto de investigación *Criterios para la Evaluación de la Sostenibilidad de los Edificios en Países Emergentes: El Caso del Ecuador*; esto, con el objetivo de desarrollar una herramienta de evaluación que permita valorar las características de sostenibilidad en edificaciones orientadas a estrategias de diseño bioclimático. La zonificación de pisos climáticos permite una interpretación realista de los conceptos bioclimáticos analizados. Cinco casos de estudio, expuestos al juicio de expertos, presentan estrategias de diseño a ser contempladas en etapas iniciales de la concepción de las edificaciones. El punto partida de este proceso de investigación son los conceptos que surgen de la experiencia profesional y académica de los participantes. Como resultado de ese análisis, se consigue una propuesta de validación a los hallazgos obtenidos en el proyecto de investigación principal.

Palabras clave: Arquitectura sostenible, Arquitectura bioclimática, Diseño arquitectónico, zonas climáticas.

Abstract:

This paper exhibits the results achieved in the 1st Workshop-Seminar “Sustainable Architecture: The Ecuadorian Case”, which was accomplished as partial branch of the main research project “Sustainability Criteria Assessment of Buildings in Emerging Countries: The Ecuadorian Case”. Through this event, researchers expect to develop an assessment tool to evaluate sustainable building characteristics focused in a bioclimatic approach. Identify climate zones allow a realistic interpretation of the bioclimatic concepts analyzed. Five case studies were expounded to the experts’ judgment in order to ascertain design strategies needed in early stages of building planning. The start points of this research process are the concepts that arise from the professional and academic experiences of the participants. As a result of this seminar a validation proposal is reached, which allows the corroboration of the research findings.

Keywords: Sustainable Architecture, Architectural Design, Bioclimatic Architecture, Climatic Zones.

¹ Grupo de investigación: “Construcción Arquitectónica y Eficiencia Energética” del Centro de Investigación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca.

1. Introducción

El desarrollo de un proyecto de investigación y su difusión es una de las tareas más importantes dentro del marco universitario y requiere de espacios propicios que permitan comunicar los resultados y aportes generados por ella. En este contexto y como derivación parcial del proyecto de investigación *Criterios para la Evaluación de la Sostenibilidad de los Edificios en Países Emergentes: El Caso del Ecuador*, el presente artículo pretende exponer los resultados obtenidos en el I Seminario-Taller *Arquitectura Sostenible: Caso Ecuador* orientado sobre todo a docentes, investigadores y estudiantes tanto de posgrado como de pregrado afines al área de interés.

El mencionado evento, de carácter académico-científico se desarrolló el 22 de enero de 2016 en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Estatal de Cuenca y se enmarcó dentro de los fines de la investigación principal: establecer un modelo de evaluación de sostenibilidad para viviendas residenciales unifamiliares por piso climático en el Ecuador, focalizando los resultados en la implementación de estrategias de diseño bioclimático.

Para ello, la comisión organizadora logró la participación de expertos, docentes en el tema, a fin de liderar la capacitación y elevar el nivel de las discusiones entre los participantes. Asimismo, se resalta la acogida y la activa participación de los asistentes que cumplieron a cabalidad con los objetivos planteados, producto del cual se basa el siguiente documento.

Por otra parte, el evento ambicionó abrir un espacio para que los diferentes actores universitarios, desde una perspectiva práctica, puedan intercambiar ideas y experiencias a fin de aportar propuestas concretas que permitan afrontar los retos del futuro desde una perspectiva local.

2. Materiales y Recursos

Se definió inicialmente el evento como un taller de trabajo intensivo; fue desarrollado por un grupo interdisciplinario acompañado por un grupo de docentes universitarios, cuya labor se sustenta y presenta en una exposición final abierta al público. El Seminario-Taller fue programado por la comisión organizadora con una duración de diez horas efectivas de trabajo, divididas en tres etapas: conferencias de apertura, mesas de trabajo y exposición de resultados.

En primera instancia, las conferencias de apertura estuvieron a cargo de especialistas del proyecto de investigación principal, quienes sustentaron las bases del taller de trabajo con los siguientes temas: “Zonificación Climática en el Ecuador” a cargo del Mgs. Arq. Hernán Sánchez; “Toma de datos e instrumentación” fue expuesto por el Mgs. Arq. Edison Castillo; y, finalmente, “Consumo energético en viviendas residenciales” presentado por el Mgs. Ing. Santiago Ulloa.

En segunda instancia se ejecutó, dentro de las mesas de trabajo, la modalidad denominada *Juicio de Expertos* que es un proceso validado dentro del marco de la investigación, a través del cual se reafirman nociones estudiadas previamente dentro de un proyecto de investigación. Escobar define el juicio de expertos como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (Escobar & Cuervo, 2008).

Tras someter un tema de investigación a la consulta y al juicio de expertos, éste debe reunir dos criterios fundamentales de calidad: validez y fiabilidad, con el objeto de que los investigadores puedan utilizar los resultados en sus estudios (Robles & Rojas, 2015). Así pues, los asistentes fueron asignados a cinco mesas de trabajo pre-establecidas por el comité de organización; cada mesa contó con un guía moderador con perfil de docente investigador, el mismo que lideró el desarrollo de actividades de acuerdo a las pautas y recomendaciones dadas por los conferencistas y documentos de consulta. Mediante este protocolo, cada moderador plasmó los resultados del taller en función de los objetivos planteados:

- Guiar la identificación de estrategias de diseño bioclimático presentes en viviendas residenciales unifamiliares, según piso climático analizado.
- Establecer estrategias de diseño bioclimático que deberían estar presentes en etapas iniciales de proyectos de viviendas residenciales unifamiliares, basados en los hallazgos del ítem anterior.

Los resultados obtenidos, en compatibilidad con los objetivos establecidos, fueron discutidos mediante la modalidad de Simposio; es decir, los resultados alcanzados en cada mesa de trabajo fueron expuestos de manera sucesiva a través de intervenciones individuales y sintéticas no superiores a quince minutos (ICE, 2015). Con posterioridad a la exposición de resultados, el auditorio formuló preguntas y dudas mientras los expertos tuvieron la potestad de aclarar y responder; la sinergia de trabajo se esquematiza en la figura 1.

Finalizadas las exposiciones y mediante un diálogo consensuado, se estableció una síntesis de las principales ideas expuestas, dando como resultado una propuesta

de validación a los hallazgos obtenidos en el proyecto de investigación principal.

Existen consideraciones dentro del juicio de expertos que no pueden ser controlados por el investigador como por ejemplo complejidad o el nivel de dificultad (Escobar & Cuervo, 2008). Por tanto, es necesario mantener un control efectivo sobre la calidad del contenido, de manera que no exista variabilidad en la confiabilidad de los resultados. Así mismo, es fundamental crear situaciones propicias durante la exposición de resultados que pueden dar información sobre aspectos que no fueron evaluados durante las mesas de trabajo. Sin embargo, se recalca la importancia de procesos de revisión y mejora, aunque se obtenga exitosas evaluaciones y altos índices de concordancia durante la ejecución del evento.



Figura 1: Metodología de trabajo

3. Marco de Referencia

El marco de referencia se basa en la documentación precursora del Desarrollo Sostenible instituida por las Naciones Unidas, donde se conceptualiza la Sostenibilidad. A través de la revisión bibliográfica, el Seminario-Taller pretende investigar la influencia y la importancia de incorporar conceptos de sostenibilidad en etapas iniciales de diseño en las edificaciones.

3.1. Desarrollo Sostenible

En los años setenta las economías industrializadas fueron fuertemente afectadas por el embargo de petróleo; situación que provocó la primera crisis energética a nivel mundial (Alvear, Labus, & Peña, 2013). En consecuencia,

surge la preocupación de grupos ecologistas y científicos ante el efecto de cambio climático incitando normativas y metas a largo plazo, para reducir las emisiones antropogénicas de GEI.

El concepto de sostenibilidad tiene su origen histórico en el Primer Informe el Club de Roma² sobre los límites del crecimiento (Meadows & de Graue, 1972), en consonancia con la Conferencia de Estocolmo en 1972; donde Donella Meadows –autora principal– ratifica que “el estado de equilibrio global puede ser diseñado de tal forma que las necesidades básicas de cada persona en la tierra sean satisfechas y cada persona tenga una oportunidad igual de realizar su potencial humano individual”.

Ignacy Sachs –economista polaco, naturalizado francés–, entre otros especialistas, criticaron este informe; para Sachs, no se trataba de detener el desarrollo sino de reorientarlo en una perspectiva ecológica y sana ambientalmente. Para ello, propuso que el *Ecodesarrollo* sea una forma de desarrollo adaptado a las realidades eco-sistémicas de cada región o eco-región (Estenssoro, 2015).

Importantes postulados sobre el ecodesarrollo fueron recogidos en la fórmula que sintetizó el conocido concepto de *Sustainable Development*, término anglosajón que aparece por primera vez en 1987 dentro del reporte *Nuestro Futuro Común* (World Commission on Environment and Development, 1987) llamado también *Informe Brundtland*, elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo para las Naciones Unidas, presidida por Gro Harlem Brundtland, ex-Primera Ministra de Noruega.

El Informe Brundtland señala: “Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”.³ Frente a estos enunciados, se mantiene un debate lingüístico porque en español no existe traducción literal de *Sustainable*, pues engloba implicaciones diferentes, tanto si se hablara de *Sostenible* como de *Sustentable*; sin embargo, el contenido de este concepto no es fruto de definiciones explícitas, sino del sistema de razonamiento que apliquemos para acercarnos a él (Naredo, 1996).

Otro documento que promueve el desarrollo sostenible es la Agenda 21; la misma que tiene como antecedente la creación en 1989 de la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. La revisión, consulta y negociación del programa culminó con la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo* mejor conocida como *Cumbre de Río* (Cumbre de la Tierra) celebrada en Río de Janeiro en 1992 (Pérez, 2007).

² Club de Roma (Club of Rome) es una organización no gubernamental fundada en Roma, en el año 1968, por un pequeño grupo de personas entre las que hay científicos y políticos.

³ “Desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” [traducción de los autores].

3.2. Arquitectura Sostenible

Desde la manifestación del Desarrollo Sostenible se han realizado debates acerca del estado del conocimiento en varias líneas de desarrollo. Sin embargo, no es sino hasta 1993 donde se oficializa el principio de Arquitectura Sostenible por la UIA (Unión Internacional de Arquitectos), como un modo de concebir el diseño arquitectónico minimizando los impactos ambientales y aprovechando de manera eficiente los recursos naturales (Andrade & Benítez, 2009).

La Universidad de Michigan publicó, por primera vez en 1998, el documento *Introducción al Diseño Sostenible*⁴ encaminando los primeros pasos hacia un desarrollo sostenible dentro del sector de la construcción. El documento propone tres principios de sostenibilidad en la arquitectura: la Economía de los Recursos, enfocada en la conservación de la energía, agua y materiales; el Ciclo de Vida de la edificación mantiene una relación estrecha entre las etapas de la edificación planificación, construcción y demolición; y, el más importante, el Diseño Humano, relacionado con la coexistencia entre las edificaciones y el medio ambiente y entre las edificaciones y sus ocupantes (Jong-Jin & Rigdon, 1998).

La figura 2 representa los principios de sostenibilidad que deben estar presentes durante la planeación de un modelo de vivienda basados en Jong Jin Kim (Jong-Jin & Rigdon, 1998) (Lowe & Ponce, 2010).

Los principios bioclimáticos son considerados como eje fundamental en la arquitectura sostenible (De Garrido,

2015). Por ende, el diseño conceptual de la edificación durante el proceso de planificación deberá prever los tres principios descritos, los mismos que cumplirán las bases de una edificación arquitectónicamente sostenible, solo si en su diseño están presentes estrategias de diseño bioclimático.

La arquitectura bioclimática se fundamenta en la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales durante el proceso de planificación, construcción y mantenimiento de la edificación. Es así que en la etapa de pre-edificación se enfatiza la correcta utilización de recursos naturales disponibles para un correcto funcionamiento energético; es decir, el aprovechamiento eficiente de la energía solar, velocidad del viento, materiales locales y uso eficiente del recurso agua.

Así como es importante el conocimiento del medio natural, es necesario disponer en la fase de diseño, de la instrumentación y toma de datos de estos recursos con el objetivo de definir el microclima local, que combinado con las necesidades de bienestar físico permitirán estimar las condiciones de confort (Celis D’Amico, 2000).

El presente marco de referencia se enfoca en las estrategias de diseño bioclimático necesarias para alcanzar altos niveles de confort, por medio del vínculo y relación entre el medio ambiente, la edificación y sus ocupantes a través de la correcta utilización de dichas estrategias.

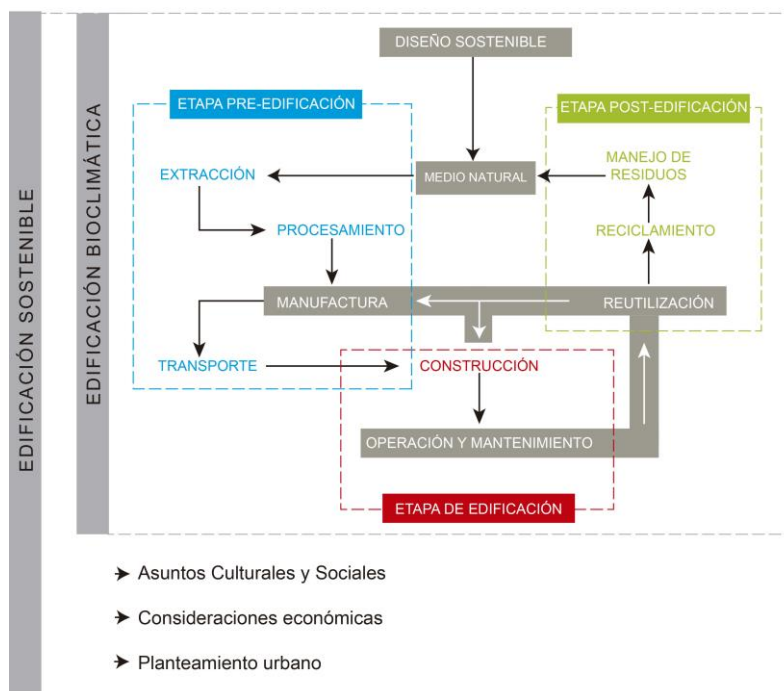


Figura 2: Principios de sostenibilidad en edificaciones.

⁴ Introduction to Sustainable Design.

Las estrategias de diseño descritas a continuación se basan en el artículo *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible: buenas practicas edificatorias* elaborado por el doctor Javier Neila (2014); el autor establece tres grandes grupos: aspectos energéticos, calidad del ambiente interior, contaminación y medio ambiente resumidos en trece estrategias. La tabla 1

presenta un resumen de estrategias bioclimáticas enfocadas a edificaciones.

Es necesario examinar cuándo y cómo se pueden considerar estas estrategias durante el proceso de diseño (Alvear et al., 2013); por tanto, la inclusión de dichas estrategias cumplen un rol importante dentro de la planeación inicial del diseño y su determinación dentro de los objetivos de sostenibilidad.














ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN
	Captación solar: la captación solar consiste en optimizar las propiedades de captación de elementos estructurales y constructivos. Para ello, es importante la orientación y las características de los materiales (Neila, 2014).
	Protección de la lluvia: por medio de cubiertas que permitan la rápida evacuación de las aguas (Javier, 2013).
	Protección del viento: estrategia utilizada para impedir y controlar el ingreso del viento en los espacios habitables de la vivienda. Esta puede ser por la forma propia de la edificación o el entorno (Neila González, 2015).
	Ventilación cruzada: se utilizan ventanas colocadas en fachadas opuestas; éstas deben estar expuestas a condiciones opuestas de presión (Neila González, s. f.-a).
	Auto ventilación: se da por la presencia de materiales permeables que permiten el paso del aire, propicia una ventilación copiosa sin dejar ingresar la radiación solar (Neila González, s. f.-a).
	Ventilación inducida: impulsa el ingreso de aire dentro de un local. Esta estrategia es utilizada en conjunto con otras; un ejemplo son las chimeneas de viento (Neila González, s. f.-a).
	Aislamiento térmico: se basa en la utilización de materiales que proporcionan aislamiento entre las condiciones externas o de la envolvente y el espacio interior (Neila González, 2015).
	Inercia térmica: la capacidad de los materiales de almacenar energía para ser restituida en la noche o en su defecto de no almacenar energía (Dong, Soebarto, & Griffith, 2014).
	Materiales autóctonos: materiales provenientes del entorno inmediato en donde se encuentra la vivienda.
	Forma adaptada a condicionantes (social, económica y cultural): describe la situación económica, la conformación de las comunidades, sus aspectos culturales determinantes y su forma de vida (Javier, 2013).
	Forma adaptada al terreno: se protege de las inclemencias del clima y se aísla de las fluctuaciones de temperatura; además, aprovecha la inercia térmica que lo rodea. Se orienta según la topografía (Neila González, s. f.-b).
	Elevado del terreno: el diseño elevado permite el movimiento del aire para conseguir así enfriamiento de los espacios (Javier, 2013).
	Orientación: la edificación se ubica hacia donde exista prevalencia del factor ambiental que desea captar, ya sea energía solar o viento (Neila, 2014).

Tabla 1: Estrategias de diseño bioclimático

3.3. Zonificación Climática

3.3.1. Las regiones y el clima del Ecuador

El Ecuador se localiza al noroeste de Sudamérica, en la franja Tropical comprendida entre los 20 grados de latitud norte y los 20 grados de la latitud sur, con una extensión de 283.561 kilómetros cuadrados; la presencia de la cordillera de los Andes en su territorio, con una altura desde los 0 msnm hasta los 6268 msnm origina cuatro regiones geográficas: Sierra, Amazonía, Costa, Islas Galápagos (Sánchez, 2014).

El país en sus cuatro regiones posee climas y microclimas marcados principalmente por la altitud más que por la época del año. De acuerdo con estudios agroecológicos, varios factores como la cordillera de los Andes, corrientes oceánicas y la zona de convergencia intertropical influyen en la creación de climas locales (Miño, Gaona, Lobato, Naranjo, & Labus, 2014). Para poder comprender de mejor manera los climas del Ecuador es necesario conocer las características climáticas que lo conforman y, por consiguiente, clasificarlos según al piso climático al que pertenece.

3.3.2. Mapeo de pisos climáticos

Los pisos climáticos en el Ecuador todavía no se encuentran definidos a cabalidad; sin embargo, en los últimos años han existido algunos acercamientos por parte de actores públicos, privados y centros de investigación. De la revisión de información se concluye que los resultados obtenidos, aún no abarcan todo el territorio nacional o su información no es completa y veraz.

La investigación: *Criterios para la Evaluación de la Sostenibilidad de los Edificios en Países Emergentes: El Caso del Ecuador*, en primera instancia identificó estudios de libre acceso (Miño et al., 2014) (Ron et al., 2016) (INAMHI, 2006) relacionados con la zonificación climática en el Ecuador. En base a la revisión bibliográfica, los primeros resultados de la investigación exponen el mapeo de pisos climáticos definidos a través de un sistema de información geográfica (GIS). La Figura 3 expone los resultados obtenidos de manera esquemática.

- Cálido-Seco

Se extiende desde el perfil costanero del puerto de Manta hasta las costas de la provincia de El Oro. Se caracteriza por una combinación de climas de condiciones cálidas, extremadamente secos, con precipitaciones muy bajas y continuas corrientes de aire procedentes del mar. Sus tierras son secas y áridas (Cordero et al., 2015). Su altitud no sobrepasa los 100 msnm y su temperatura media anual oscila entre 24°C y 27°C (UPM, 2014). A este piso corresponde parte de las provincias de Manabí (Manta), Santa Elena, Guayas (isla Puna) y de El Oro.

- Cálido-Subhúmedo

Comprende, desde el norte el perfil costero de las provincias de Esmeralda, Manabí hasta el sur en las provincias del Guayas y El Oro. Su altitud varía entre los 60 a 400 msnm. Su temperatura media anual oscila entre 25°C y 28°C. Posee una humedad relativa media entre 68°C y 79 % (UPM, 2014).

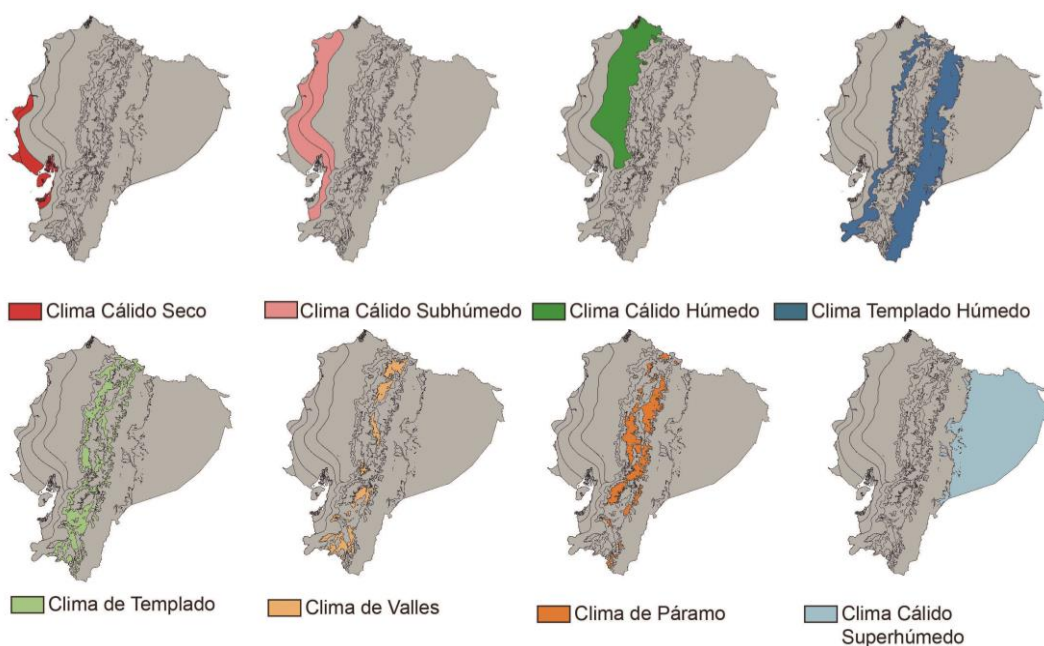


Figura 3: Pisos climáticos en el Ecuador

- Cálido húmedo

Esta región se encuentra en la parte baja de la cordillera occidental de los Andes. Su elevación varía de 0 a 100 msnm en el sur del país y de 100 a 500 msnm en el norte. Posee una temperatura media actual entre 23°C y 27 °C (UPM, 2014). A este piso corresponden parte de las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y la parte este de la provincia del Cañar.

- Cálido Súper húmedo

A este clima corresponde a la región natural más grande del Ecuador, sus territorios están delimitados por la Cordillera de los Andes en su parte occidental, se extiende hasta Perú y Colombia. Ron expone que “(...) su elevación está bajo 600 msnm y tiene la precipitación promedio más alta y se caracteriza por tener un nivel de precipitación promedio alta” (Ron et al., 2016). Posee una temperatura media actual de 20° a 22°C (UPM, 2014). A este piso corresponden parte de las provincias de Sucumbíos, Orellana, Pastaza y Morona Santiago.

- Templado Húmedo

Comprende los territorios que se encuentran en las estribaciones occidentales y orientales de la Cordillera de los Andes. Su altitud, en la región costa, va desde los 300 hasta 1300 msnm y en el norte del país alcanza los 2400 msnm; la altura de la zona oriental varía desde 600 a 1300 msnm (Ron et al., 2016). La temperatura media se encuentra entre los 22°C y 25°C y posee una humedad relativa entre el 85 y 90% aproximadamente (UPM, 2014). A este piso corresponde parte de las provincias de Sucumbíos, Napo, Zamora Chinchipe, Pastaza y Morona Santiago; hacia el occidente corresponde a la zona más baja de las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Cañar, Azuay, El Oro y Loja.

- Templado

Una temperatura media mensual de 14°C a 17 °C (UPM, 2014) corresponde a lugares cuya altitud varía de los 2000 hasta los 3000 msnm. Se caracteriza por tener lluvias abundantes, granizadas frecuentes y por ser el más poblado (Cordero et al., 2015). Su humedad relativa media está entre 59 y 66% (UPM, 2014). A este piso corresponde parte de las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja.

- Valles

Comprende todas las tierras bajas de la Sierra, van desde los 1400 hasta los 3000 msnm (Cordero et al., 2015) con una temperatura media anual que oscila entre 18°C a 22°C. Las lluvias son escasas y la atmósfera seca y árida (INAMHI, 2006). A este piso corresponde el área de valle interandino de las provincias de Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pichincha, Azuay y Loja.

- Clima del Páramo

Comprende todos aquellos lugares que van desde los 3000 hasta los 4200 msnm en las zonas pobladas del país. Su temperatura media varía entre 13°C y 15 °C en lugares habitados (UPM, 2014). Se caracteriza por la poca disponibilidad de agua, por la presencia de heladas; es una zona con agricultura limitada (Ron et al., 2016). Este clima se destaca especialmente en los nudos y páramos, con vegetación corta. A este piso corresponde parte de las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Cañar, Azuay y Loja.

4. Análisis de Resultados

4.1. Primer caso de Estudio

Vivienda residencial unifamiliar, con un área aproximada de 104.4 m²; fue construida en el 2005. Se encuentra asentada en la zona rural del cantón Naranjal en la provincia del Guayas; por su ubicación geográfica corresponde al piso climático cálido subhúmedo.

Está conformada por un solo bloque elevado del suelo a una distancia de 2.07 metros; es un espacio habitable, de uso familiar. La planta de la vivienda está formada por dormitorio, sala, comedor y cocina; el baño se encuentra en la parte inferior como un elemento independiente.

La estructura de la vivienda es de madera asentada sobre cimiento profundo de hormigón; las paredes son tablas colocadas con un sistema no machimbrado. La estructura de la cubierta es de madera resuelta a dos aguas con recubrimiento de planchas de zinc. El piso se encuentra elevado del suelo con una estructura y recubrimiento de madera. Las ventanas tienen una estructura y cierre de madera; se encuentran en las fachadas más largas de la vivienda. (Ver Tabla 2 y Figura 4)

Parámetro	Interior	Exterior
Acústico (Db)	89	75,9
Iluminación (Lx)	3	13510
Temperatura Del Bulbo Seco (C)	26,6	26,8
Punto De Rocío	25,1	
Velocidad De Aire (m/s)		0,6
Humedad Relativa (%)	90,6	

Tabla 2: Datos climáticos: clima cálido subhúmedo

Estrategias Bioclimáticas

En base a los criterios expuestos por cada miembro de la mesa de expertos, se concluye que para un diseño de un modelo arquitectónico sostenible en este piso climático es necesario la incorporación de las siguientes estrategias bioclimáticas: vivienda elevada del terreno, protección solar y ventilación cruzada. Como estrategia constructiva es necesario paneles móviles que permitan el control lumínico y de corrientes de aire. La Figura 5 esquematiza los resultados descritos.



Figura 4: Caso de estudio, clima cálido subhúmedo.

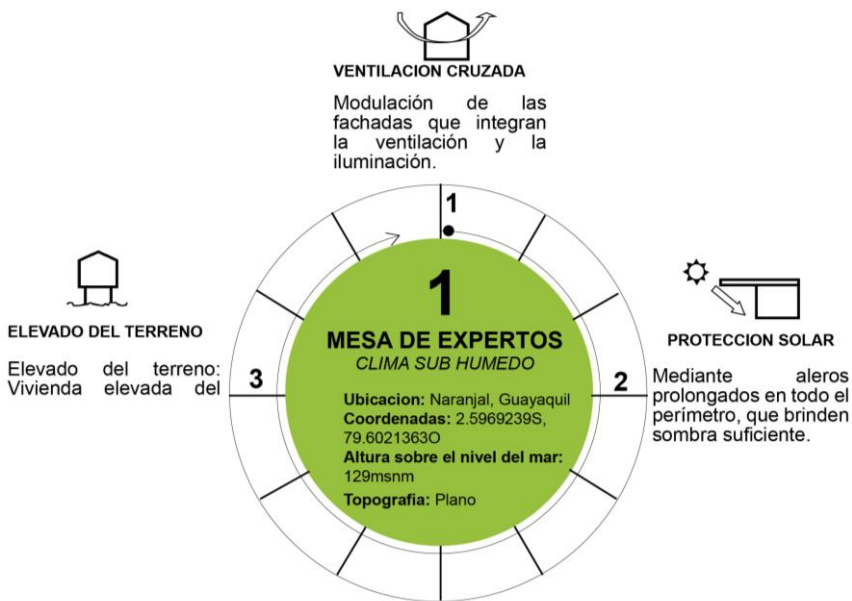


Figura 5: Estrategias de diseño: clima cálido subhúmedo

4.2. Segundo caso de estudio

Vivienda residencial unifamiliar con un área de 73,3 metros cuadrados aproximadamente. Está asentada en un área rural de la provincia del Azuay, cantón Chordeleg, a 2455 msnm. Por su ubicación geográfica corresponde al piso climático Templado. La vivienda data de 1945 aproximadamente.

Está conformada por dos bloques rectangulares aislados; el primero posee dos plantas distribuidas de la siguiente manera: en la planta baja, área social y de reposo; y, en la planta alta de descanso. En el mismo bloque, tanto en la planta baja como en la alta se encuentran dos habitaciones; el área social también funciona como acceso a la vivienda. El segundo bloque posee un área de servicio donde se encuentra la cocina (Ver Tabla 3 y Figura 6).

Parámetro	Interior	Exterior
Acústico (Db)	67.3	73.9
Iluminación (Lx)	20	3200
Temperatura Del Bulbo Seco (C)	25.4	24.7
Punto De Rocío		
Velocidad De Aire (m/s)		0.53
Humedad Relativa (%)	49.7	60.3

Tabla 3: Datos climáticos: clima templado

En cuanto a la estructura, sus paredes presentan un sistema constructivo aporticado de madera con mampostería maciza de bahareque, con un espesor de 0.17 m. La cimentación es piedra superficial corrida. La cubierta utiliza una estructura de madera asentada sobre la pared y soportada en el muro.

Estrategias Bioclimáticas

En base al diálogo consensuado de los expertos se concluye la necesidad de incorporar las siguientes estrategias: orientación, captación solar, protección contra la lluvia, ventilación cruzada, aislamiento térmico, inercia térmica, materiales autóctonos, forma de materiales a condiciones. La auto-ventilación y la vivienda elevada del terreno no se consideran necesarios por la materialidad de la edificación y por las condiciones climáticas, respectivamente. La Figura esquematiza los resultados descritos.

4.3. Tercer caso de estudio

Vivienda residencial unifamiliar con un área aproximada de 236.8 metros cuadrados. Se encuentra ubicada en el sector San Nicolás, cantón Santa Isabel, correspondiente al piso climático de los Valles. La vivienda fue construida en 1941. Está conformada por dos bloques aislados que forman una “L”, con una inclinación de 45° con respecto al Norte.

Las plantas rectangulares de la vivienda se distribuyen de la siguiente manera: en el bloque mayor se encuentra el área de descanso, sala y baño exterior; en el bloque menor se encuentra la cocina y el comedor.

La estructura de la vivienda es muro de carga de adobe con revoque, empañete y pintura; es decir, son macizas y están asentadas sobre un cimiento profundo de mampostería de piedra. La estructura de la cubierta es de madera resuelta a dos aguas, con recubrimiento de placas de fibra de cemento y teja. El piso se encuentra en contacto con el suelo y tiene recubrimiento de ladrillo artesanal. Las ventanas son de pequeñas dimensiones, tienen una estructura y cierre de madera; se ubican en las fachadas más cortas de la vivienda (ver Tabla 4 y Figura 8).

Parámetro	Interior	Exterior
Acústico (dB)	40.7	67.10
Iluminación (lx)	6.51	18850
Temperatura del bulbo seco (C)	25.2	26.2
Punto de rocío	17.7	
Velocidad de aire (m/s)		0.7
Humedad relativa (%)	66.5	68.4

Tabla 4: Datos climáticos, clima de Valle.

Estrategias Bioclimáticas

En la mesa de expertos, en base a los criterios expuestos, se concluye que los cuatro pilares indispensables de sostenibilidad son: aspecto social, cultural, medio ambiente y económico. Estos pilares se distribuyen en criterios imprescindibles para el diseño, como: protección solar, ventilación cruzada, aislamiento térmico, inercia térmica, materiales autóctonos, forma adaptada a condicionantes y una correcta orientación. La Figura 9 esquematiza los resultados descritos.



Figura 6: Caso de estudio, clima Templado

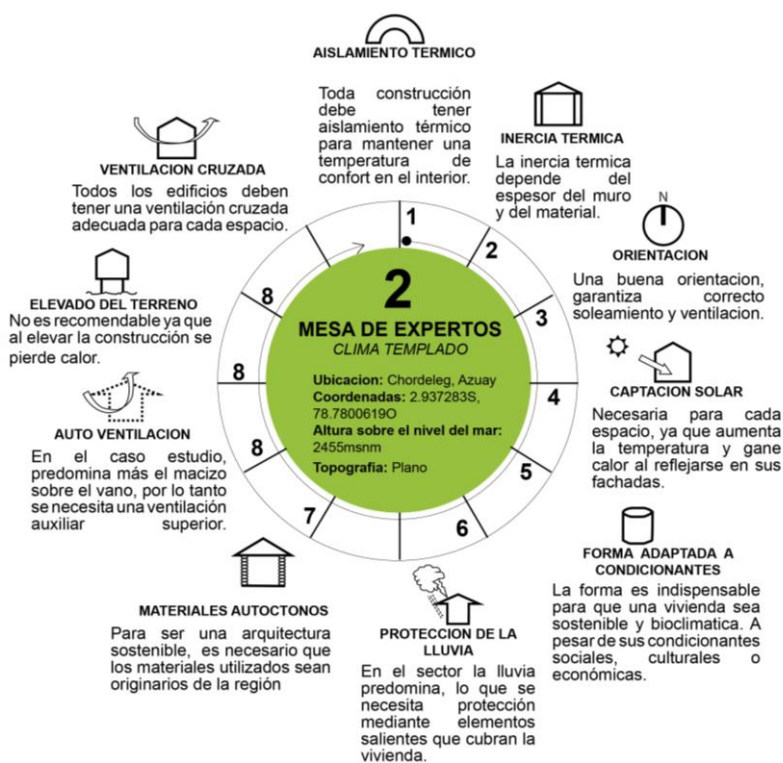


Figura 7: Estrategias de diseño: clima Templado



Figura 8: Caso de estudio, clima de valle



Figura 9: Estrategias de diseño: clima de valle

4.4. Cuarto caso de estudio

Vivienda residencial unifamiliar con un área aproximada de 40,20 m². Se encuentra ubicada en el sector Copal, cantón La Libertad, provincia de Morona Santiago, a 1170 msnm. Por su ubicación geográfica corresponde al piso climático Templado Húmedo. La vivienda fue construida en 1980. Está formada por un solo volumen rectangular; en el centro existe un área vacía que tiene la función de portal.

El acceso se encuentra en el lado mayor, frente a la vía, a través del pórtico de la fachada sureste; por éste se puede acceder de manera directa a las tres áreas que conforman la vivienda: dormitorios, comedor y cocina.

La estructura de la vivienda está formada con pórticos de madera y la cimentación es superficial con vigas de madera asentadas sobre una cimentación profunda que se eleva 60 cm. del terreno, con un prisma trapezoidal de hormigón simple.

La estructura de la cubierta es de madera resuelta a dos aguas, con cierre de planchas metálicas de zinc. El piso de esta vivienda está elevado del terreno a 60 cm. de altura y no cuenta con recubrimiento (ver Tabla 5 y Figura 10).

Parámetro	Interior	Exterior
Acústico (dB)	39.2	45.9
Iluminación (lx)	10.5	20000
Temperatura del bulbo seco (C)	22.2	23.3
Punto de rocío	19.9	18.6
Velocidad de aire (m/s)		0.55
Humedad relativa (%)	84.3	78.3

Tabla 5: Datos climáticos, clima cálido húmedo.

Estrategias Bioclimáticas

Para este piso climático las estrategias predominantes son: orientación y protección solar mediante dispositivos de sombra (aleros), para así evitar la incidencia solar directa al interior de la vivienda; protección de la lluvia a través de cubiertas inclinadas y aleros; ventilación cruzada, autoventilación y ventilación inducida son muy importantes porque permiten la continua renovación de aire, al interior de la vivienda.

Se debe procurar adaptar la forma de la vivienda a las condicionantes externas, de modo que satisfaga las necesidades del usuario y del terreno, con respecto al medio que lo rodea. Elevar la vivienda del terreno permite ventilar y controlar la humedad al interior de la edificación. La figura 11 esquematiza los resultados descritos.

4.5. Quinto caso de estudio

Vivienda residencial unifamiliar con un área aproximada de 60,0 m². Se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Colta, a 3182 msnm; corresponde al piso climático de Páramo. La vivienda fue construida en 1982; está formada por un bloque rectangular. El acceso se encuentra en el lado mayor, a través del pórtico de la fachada sureste.

Los espacios están resueltos en una sola planta; consta de un pórtico-porche que es usada como el área social, un comedor, una cocina y un dormitorio. La estructura de la vivienda es de muro de carga de adobe con empañete y recubrimiento de pintura de color blanco.

La vivienda está asentada sobre cimientos de mampostería de piedra. La estructura de la cubierta es de madera con carrizo resuelta a cuatro aguas, con recubrimiento de planchas metálicas. El piso de la vivienda tiene una estructura de tierra y sin revestimiento; el tratamiento que se le ha dado como acabado, es de apisonamiento (ver Tabla 6 y Figura 12).

Parámetro	Interior	Exterior
Acústico (dB)	33.5	41.5
Iluminación (lx)	0.05	20000
Temperatura del bulbo seco (C)	23.1	22
Punto de rocío		
Velocidad de aire (m/s)		0.7
Humedad relativa (%)	45.9	34

Tabla 6: Datos climáticos, clima Páramo.

Estrategias Bioclimáticas

Para este piso climático las estrategias predominantes son: orientación a fin de captar mayor radiación solar; se requiere de protección contra la lluvia y el viento; y, buen aislamiento térmico con materiales propios del lugar como el adobe.

El uso de invernaderos es una buena alternativa para captar la radiación solar y aprovechar el calor generado durante el día, sobre todo en áreas continuas a las zonas de uso, como son los dormitorios. Se debe controlar las filtraciones de aire que se generan en las uniones o juntas de los elementos. La Figura 13 esquematiza los resultados descritos.



Figura 10: Caso de estudio, clima cálido húmedo



Figura 11: Estrategias de diseño: clima cálido húmedo



Figura 12: Caso de estudio, clima páramo.



Figura 13: Estrategias de diseño, clima de páramo

5. Conclusiones

Las conclusiones del seminario fueron expuestas a través de la PhD. Marina Pérez, mencionándose lo siguiente:

Los pisos climáticos en el Ecuador, son conceptos muy importantes, de los cuales los estudiantes se puedan nutrir y conocer mucho mejor las características bioclimáticas del país, y de esta manera empezar a trabajar puntualmente en el lugar. Analizando datos climáticos como: la altura respecto al nivel del mar, ventilación, soleamiento, niveles de humedad, cuestión acústica. Son datos sumamente importantes para poner en práctica en los diseños arquitectónicos, para esto es necesario la utilización de las estrategias bioclimáticas que desde hace años se viene utilizando intuitivamente en la arquitectura vernácula y se viene repitiendo ya sea por tradición o por réplica [...] Por lo tanto se recalca la importancia de identificar todas las estrategias bioclimáticas y analizar cuáles son las que se utilizarán dentro del diseño.

Se incorpora, además, en la presente conclusión, las reflexiones aportadas por la PhD. María Augusta Hermida, quién afirma:

La sostenibilidad no es un concepto que ya esté totalmente definido. Es un concepto abierto, que está en proceso de construcción. La sostenibilidad a lo largo de los años ha ido adquiriendo definiciones distintas de acuerdo al lugar donde se le aplique, por lo tanto estamos en la obligación de definir: ¿Qué es sostenibilidad para América Latina y particularmente para nuestra ciudad, y nuestra región?

A veces el término sostenibilidad y desarrollo sostenible se mezclan y confunden. El desarrollo sostenible, de hecho es un concepto muy aceptado a nivel mundial, y particularmente en el sistema en el que vivimos: el capitalismo. Por otro lado, está el concepto de sostenibilidad, que es en cambio un concepto que critica las estructuras, la forma de vida que estamos teniendo. De hecho tenemos que plantearnos estas dos cosas: queremos un desarrollo sostenible, en donde la tecnología puede tener un papel preponderante, en dónde seguimos sin criticar las estructuras de la sociedad en la que vivimos, o quizá desde América Latina podemos empezar a pensar una sostenibilidad propia, que sin desconocer lo tecnológico, se empiece a recuperar elementos de la tradición constructiva, elementos de la tradición social y cultural; que podemos tener como Latinoamérica para construir una sostenibilidad propia.

Vale la pena que pensemos, que la sostenibilidad no es un tema disciplinar, no es un tema sólo de la arquitectura o de la ingeniería; es un concepto que va mucho más allá del área técnica, porque si queremos definir el concepto necesitaremos pensar nuevas epistemologías para poder hacerlo.

Para hablar de sostenibilidad necesitamos también tener un discurso más positivo, dejar de hablar de lo malo, para empezar a ver lo que es mejor. Ya no hablar de reducir el daño y, empezar a pensar cómo creamos beneficios; dejemos de hablar de sacrificio para empezar hablar de contribución.

En definitiva, la sostenibilidad se vuelve un ejercicio imaginativo, en donde el diseño y el arte también tienen mucho que dar, y como arquitectos también tenemos un papel muy importante, a través del arte, del juego, de la belleza, se puede empezar a generalizar ese concepto, y generalizar sobre todo este debate.

5. Agradecimientos

El grupo de la investigación *Criterios para la Evaluación de la Sostenibilidad de los Edificios en Países Emergentes: El Caso del Ecuador* agradece a todos quienes participaron directa e indirectamente en la ejecución del Seminario-Taller “Arquitectura Sostenible: Caso Ecuador”; en especial a Msc. Ximena Salazar, Directora del CINA y su equipo de trabajo. Asimismo, a los expertos, docentes e investigadores de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo: Arq. Marcelo Vázquez, Msc. Esteban Zalamea, PhD. Marina Pérez, PhD. María Augusta Hermida, Msc. Felipe Quezada, Msc. Vanessa Guillén; a los colaboradores de investigación: Msc. Hernán Sánchez, Msc. Alexandra Alvear, Msc. Edison Castillo, y Msc. Santiago Ulloa. Comisión organizadora: Arq. Emilia Tapia, Arq. María Paz Rosas, Estefanía Heredia, Gabriela Ordóñez, Marcela Aragón, y Cristian Flores.

Como citar este artículo/How to cite this article:
Alvear, A., Sánchez, H., Tapia, E. y Ordóñez, G.
(2016). Declaraciones consensuadas del Seminario-Taller: “Arquitectura Sostenible”. Un enfoque sobre estrategias de diseño bioclimático: Caso Ecuador. *Estoa, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 5(9), 133-149. doi:10.18537/est.v005.n009.11

Bibliografía

- Alvear, A., Labus, J., & Peña, P. "Edificaciones Sustentables: Caso Ecuador". *Revista Tecnológica-ESPOL* 26. 2 (2013). Recuperado el 15/01/2016 de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/275>
- Celis D'Amico, F. *Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual* (2000). Recuperado el 11/02/2016 de Biblioteca CF+S
- Cordero, R., Luna, V., Sánchez, J., de Guzmán, A., Jiménez, A., & García. *Particularidades climáticas del Ecuador y su influencia en el confort de las edificaciones. El caso de la localidad de Guayaquil (189-198)*. Guimarães, Portugal. 2015. Recuperado el 02/11/2015 de <http://civil.uminho.pt/Euro-ELECS-Ciudades para un futuro más sostenible: http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>

- 2015/files/Euro-ELECS_2015-Proceedings_Vol1.pdf
- De Garrido, L. *Proceso de diseño bioclimático. Control ambiental arquitectónico* 2015. Recuperado el 24/01/2016 de <http://luisdegarrido.com/publications/design-methodology-luis-de-garrido/>
 - Dong, X., Soebarto, V., & Griffith, M. “Strategies for reducing heating and cooling loads of uninsulated rammed earth wall houses”. *Energy and Buildings* 77 (2014): 323-331. Recuperado el 28/12/2015 de <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.031>
 - Escobar, J., & Cuervo, Á. “Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización”. En *Avances en medición* 6 (2008): 27-36.
 - Estenssoro, F. *El ecodesarrollo como concepto precursor del desarrollo sustentable y su influencia en América Latina*. Talca: Universum 30. 1 (2015): 81-99.
 - ICE. “Técnicas de Comunicación Oral”. Colección: *Desarrollo personal y laboral*. 2015. Recuperado el 30/12/2015 de <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/e256d874-1c8e-41fd-a808-5087f331afe7/2.pdf?MOD=AJPERES>
 - INAMHI. *Climas del Ecuador*. Ecuador, 2006. Recuperado el 05/02/2016 de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/MapasBiblioteca/1%20Climas%20del%20EcuadorA0.pdf>
 - Javier, N. G. “El Clima y los Invariantes Bioclimáticos de la Arquitectura Popular (II). Los Climas de Latitudes Bajas: Los Climas Cálidos y Húmedos”. *Cuadernos del Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid*. España, 2013.
 - Jong-Jin, K., & Rigdon. “Introduction to Sustainable Design”. *National Pollution Prevention Center for Higher Education* 28, 1998.
 - Lowe, C., & Ponce, A. *An international review of sustainable building performance indicators & benchmarks*. UNEP-FI/SBCI’S financial & sustainability metrics report 2010. Available online: http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/metrics_report_01.pdf. Recuperado el 20/03/2014 de http://www.nachhaltiges-immobilieninvestment.de/documents/UNEPFI_SUSTAINABILITY_METRICS_REPORT_2009.pdf
 - Meadows, D. H., & de Graue, M. S. L. *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. México: Fondo de cultura económica México, 1972. Recuperado el 15/01/2016 de <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/geografiapoblacion/454577910.tnzapiain-limitesalcrecimiento.pdf>
 - Miño-Rodríguez, I., Gaona, G., Lobato, A., & Labus, J. “Implementation of simple GIS methodology and bioclimatic strategies to improve the quality of social housing in the Andean region of Ecuador”. *World Sustainable Buildings*. Barcelona, (2014):148-156. Recuperado el 12/11/2015 de https://www.researchgate.net/publication/279916526_Implementation_of_simple_GIS_methodology_and_bioclimatic_strategies_to_improve_the_quality_of_social_housing_in_the_Andean_region_of_Ecuador
 - Naredo, J. M. “Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible”. *Documentación Social* 102 (1996): 129-147.
 - Neila González, J. “Los Climas de Latitudes Altas y Clima de Montaña: Los Climas Fríos”. *El Clima y los Invariantes Bioclimáticos de la Arquitectura Popular IV*. Recuperado el 20/02/2015 de <http://www.aq.upm.es/of/jherrer>
 - -----, *Estrategias Bioclimáticas para condiciones de Verano I*. Instituto Juan de Herrera: s. f.
 - -----, Neila González, J. *Estrategias Bioclimáticas para condiciones de Verano II*. Instituto Juan de Herrera, s. f.
 - -----, “Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias”. *Boletín CF+S* (2014):14.
 - Pérez, S. M. *El debate sobre el desarrollo sustentable o sostenible y las experiencias internacionales de desarrollo urbano sustentable*. 2007. Recuperado el 05/02/2016 de http://moodlelandivar.url.edu.gt/url/oa/fcps/GPT/contenido/Modulo1/Tema9/Debate_sobre_el_desarrollo_sustentable_o_sostenible.pdf
 - Robles, P., & Rojas, M. *La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada*, 18 (2015).
 - Ron, S., Guayasamín, J., Yanez-Muñoz, M., Merino-Viteri, A., Ortiz, D., & Nicolalde, D. *Regiones Naturales*. Recuperado el 01/03/2016 de <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios/AnfibiosEcuador/regionesNaturales.aspx>
 - Sánchez, J. “La Cubierta: La búsqueda de confort climático en la zona tropical húmeda del Ecuador”. En *Congreso Nacional de Medio Ambiente 2014* 7. Recuperado el 11/11/2015 de <http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/CT%202014/1896711411.pdf>
 - UPM. “Particularidades Climáticas del Ecuador y su influencia en las Edificaciones y en las condiciones de confort de los edificios”. *Análisis Climático del Ecuador N° PT01 - ACT. 1.1*, 88. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2014.
 - World Commission on Environment and Development. *Our Common Future Oxford*. Oxford University Press, 1987. Recuperado el 06/02/2016 de <http://www.worldcat.org/title/our-common-future/oclc/15489268>