



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

FACULTADO DE POSTGRADO

**TÍTULO: EFECTO DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO EN LA
EFICIENCIA DE LA CLIMATIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES.
DISEÑO DE SOLUCIONES ECOLÓGICAS PARA LOS EDIFICIOS F Y G
DEL CAMPUS UEES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO
PREVIO A OPTAR EN EL GRADO DE MAGÍSTER EN
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MARCO GONZÁLEZ SÁNCHEZ

NOMBRE DEL TUTOR: RAFAEL CASTAÑO OLIVA Ph.D.

SAMBORONDON, ABRIL, 2015

CERTIFICADO DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del programa de Maestría en Administración de Empresas, nombrado por la Directora Ejecutiva de la Facultad de Postgrado, CERTIFICO: que he analizado la tesis presentada como requisito para optar por el grado académico de Magíster en Administración de Empresas, titulada: *“Efecto del Diseño Arquitectónico en la Eficiencia de la Climatización de las edificaciones. Diseño de soluciones ecológicas para los edificios F y G del Campus UEES”*, la cual cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que demanda el reglamento de postgrado.

Dr. Castaño Oliva Rafael Ph.D.
C.I. 0925737314
Tutor

Guayaquil, 26 de marzo de 2015

Ing. Marco A. González Sánchez, Universidad Espíritu Santo – Ecuador

Facultad de Postgrado Edificio E, Universidad Espíritu Santo, Km. 2.5 Vía Puntilla

Samborondón. Correo electrónico: magonzal@uees.edu.ec

Resumen

La temperatura genera un elevado consumo de energía además de otros costos operacionales en la climatización de las edificaciones. Al construir, los factores de la arquitectura bioclimática o bioarquitectura son relegados a fin de reducir los costos a corto plazo que serán generados a largo plazo. La administración de la energía medioambiental analizada y aplicada inicialmente en los proyectos arquitectónicos permitiría reducir las inversiones futuras para mermar los impactos negativos a sus usuarios o al entorno en que se desarrollan. El objetivo del estudio reflexionar y evaluar el empleo de alternativas para mejorar la eficiencia energética de la climatización, para presentar una propuesta de diseño de soluciones ecológicas que mejoren el confort de sus usuarios y ahorro de energía. Analizando la orientación al sol, grado de arborización y flujo de viento se pudo establecer la razón de las altas temperatura de las aulas y oficinas.

Palabras clave

Arborización, Bioarquitectura, climatización, eficiencia energética, ventilación.

Abstract

The rise in temperature generates a high-energy consumption and other operating costs like air conditioning in the buildings. Building environmental factors by bio-architecture are relegated to reduce short-term costs that will be generated in the long term. The study aimed to reflect and evaluate the use of alternatives to improve the energy efficiency of the air conditioning, to submit a design proposal for ecological solutions that improve the comfort of users and energy savings. Assessing indicators of architectural design as orientation to the sun, degree of greening and wind flow could be established high temperature classrooms and offices. In addition, an experiment water spray and mesh-shadow on a deck made to emulate existing conditions.

Keywords

Greening, Bio-architecture, climate, energy efficiency, ventilation.

Contenido

Introducción	1
Marco teórico	3
Conceptos claves	3
Arborización.....	3
Bioarquitectura.....	4
Climatización	4
Energía	4
Energía eléctrica.....	4
Ahorro energético.....	5
Eficiencia Energética	5
Ventilación.....	6
Confort Térmico.....	7
Modelos arquitectónicos bioclimáticos.....	7
Aspersión de agua	11
Eficiencia energética	13
Enfriamiento por ventilación.....	13
Iniciativas de Universidades Internacionales	14
Marco legal.....	15

Instituciones	15
Normas y leyes	16
Discusión.....	17
Flujo de viento	18
Arborización.....	19
Monitoreo de áreas de estudio	19
Conclusiones	21
Bibliografía	22
Apéndice	34

Tabla de figuras

Figura 1, Imagen Vista satelital del campus UEES. Fuente: Google Hearth.....	17
Figura 2, Gráfico de flujo de viento oeste y sur-oeste y ciclo de solar de este a oeste de la Biblioteca UEES. Fuente: (Rojas, 2013).....	18
Figura 3, Imagen vista satelital edificio F y G, delimitando la arborización. Fuente: Google Hearth	19
Figura 4Imágenes de datos en grados Centígrados de temperatura de experimento de enfriamiento por aspersión de agua. Fecha 28/02/2015 al 02/03/2015.....	34
Figura 5Imágenes de datos en grados Centígrados de temperatura de experimento de enfriamiento por malla sombra. Fecha 28/02/2015 al 02/03/2015	35
Figura 6Imágenes de datos en grados Centígrados de temperatura de ático y la cubierta de los edificios F y G. Fecha 20/03/2015.....	35
Figura 7Imágenes de arborización de los edificios F y G. Fecha 20/03/2015	36
Figura 8Imágenes de arborización de los edificios F y G. Fecha 20/03/2015	37
Figura 9. Gráfico 1Vista arquitectónica edificios F y G, planta: baja, 1 y 2 (Rojas, 2013)	37
Figura 10. Gráfico 2Vista arquitectónica edificios: F planta 3 y cubierta y G, cubiertas (Rojas, 2013).....	38

Tablas

Tabla 1.....	20
Tabla 2.....	20

Introducción

El aumento de la temperatura genera un elevado consumo de energía además de otros costos operacionales en la climatización de las edificaciones. Más del 50% de esta energía es consumida principalmente durante la etapa de utilización del edificio, en especial la climatización como la refrigeración, ventilación, iluminación, etc. (Cheng, Pouffary, Svenningsen, & Callaway, 2008). Los diseños de las edificaciones son los responsables de más de un tercio de la energía total utilizada, estos costos deben ser tomados en cuenta desde su diseño, muchos factores como el clima y el ambiente influyen en su eficiencia (Granero & Alvarado, 2013). En Ecuador se ha duplicado el consumo eléctrico del año 2000 al 2014, en el área comercial de 1.362,01 a 2.803,32 Gwh y residencial de 2.803,32 a 6.364,00 Gwh (CONELEC, 2015).

Los costos en la construcción han generado que los constructores prefieran evitarlos inicialmente en viviendas para resolver el problema del confort a posteriori usando equipos activos de alto consumo energético (Moreno, 2011). El desarrollo académico de las universidades acerca de los conceptos de bioclimatismo y uso pasivo de la energía ha generado una forma de edificación genérica sin diferenciar entre las zonas climáticas de las del país (Ramírez, 2012)(Compte & Gómez, 2011). El marco regulatorio que promueve la eficiencia de las edificaciones durante su vida útil, cambiaría la perspectiva de los arquitectos para acoger este parámetro a la hora del planeamiento de las edificaciones (INEN, 2009).

Por otra parte las entidades educativas tienen elevados consumos de energía por sus extensos horarios de trabajo, la utilización de equipos eléctricos y

electrónicos; además de las personas entre ellos estudiantes, docentes y personal administrativo en general, donde la despreocupación de sus usuarios en el consumo de energía es inconsciente (Ávila & Sánchez, 2014).

El objetivo del estudio es reflexionar y evaluar el empleo de alternativas para mejorar la eficiencia de la climatización, contextualizado a la Universidad de Especialidades Espíritu Santo; para presentar una propuesta de diseño de soluciones ecológicas que mejoren el confort de sus usuarios y ahorro de energía en los edificios F y G del Campus UEES. En estos edificios se detecta que la temperatura del ambiente de las aulas en la tarde es muy elevada a pesar de la climatización, lo que conspira contra el confort de los estudiantes en clases y de profesores durante su jornada de labores. Para el desarrollo del estudio es necesario cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar los indicadores del diseño arquitectónico, analizando la exposición al sol, flujo de viento y arborización.
- Establecer las causas de las temperaturas de las aulas y oficinas, realizando mediciones en las horas de mayor intensidad de luz solar.
- Identificar propuestas aplicables sin modificar la fachada, para el mejoramiento de la calidad ambiental de los edificios estudiados.

El propósito de esta investigación es presentar una propuesta viable, ecológica, sustentable y sostenible, mediante el uso de alternativas amigables en su desarrollo e implementación (Velásquez, 2010) que permitan acrecentar el confort y el ahorro de energía de las edificaciones contribuyendo con la preservación de los recursos energéticos y la protección del ambiente (Navarro, s.f.).

El uso de técnicas bioclimáticas en el ahorro de energía en la climatización de edificaciones (Claros & Strickler, 2011), donde se debe mantener un ambiente fresco en áreas de gran recepción de luz solar, puede ser mejorado con el uso de plantas ornamentales, aspersión de agua, filtros solares y flujos de aireación (Diego, 2011).

Marco teórico

Al construir las edificaciones los factores ambientales son relegados a fin de reducir los costos a corto plazo que serán generados a largo plazo (Diego, 2010). Se trata de demostrar que al implementar inicialmente los sistemas ecológicos en la práctica reducirían los consumos energéticos y del impacto ambiental en la construcción (León A., Muñoz, León J. & Bustamante, 2010), además de mejorar el confort de sus usuarios.

Se evalúa alternativas para mejorar la eficiencia de la climatización de las edificaciones, generada por el efecto del diseño arquitectónico.

Conceptos claves

Arborización

Los árboles utilizan la energía solar para capturar y acumular dióxido de carbono en su estructura por medio de la fotosíntesis, de esta manera contribuye directamente con la mitigación del calentamiento global. Como consecuencia amortiguan la temperatura de los espacios, minimizando el efecto de islas de calor en las ciudades y absorbiendo el impacto de la radiación solar sobre las edificaciones, por lo que reducen los consumos de energía de los sistemas de climatización (Vargas & Molina, 2014). Para la elección se debe tomar en cuenta su altura, follaje, tiempo de crecimiento, el daño causado por sus raíces.

Bioarquitectura

Es una tendencia optimista que busca adaptarse con el ecosistema y la naturaleza además de mejorar el consumo de energía del medio ambiente y del clima local tratando de evitar al máximo el impacto ambiental (Vilalta, 2013). La Bioclimática analiza los elementos como la iluminación, humedad, temperatura, aire, sonido y vegetación para proponer una relación práctica con los materiales y su efecto en el interior de las edificaciones (Sotomayor, 2010).

Como consecuencia las construcciones bioclimáticas se convierten en una tendencia obligatoria para reducir los altos costos naturales de la arquitectura tradicional con el fin de maximizar la comodidad al mínimo costo valiéndose de las energías que nos rodean (Villada, 2013).

Climatización

Es el tratamiento termodinámico del aire en un ambiente bajo control, para generar y mantener los estándares necesarios de temperatura, humedad, limpieza y movimiento del aire en las áreas de trabajo (Navarro, s.f.).

Energía

Es un término derivado del griego "energos", que originalmente es fuerza de acción o de trabajo, y "energeia" que significa actividad, operación (Significados.com, s.f.). La energía es una propiedad asociada a los objetos y sustancias y se manifiesta en la transformación en la naturaleza, permite la actividad y el desarrollo humano y su sustentación económica.

Energía eléctrica

Es una propiedad fundamental de la materia, originada en las partículas que la componen, y se puede manifestar tanto en reposo o estática como en

movimiento o eléctrica. De la misma forma es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores (McGraw-Hill, s.f.). Esta energía produce, fundamentalmente, 3 efectos: luminoso, térmico y magnético.

El ser humano consume diariamente enormes cantidades de energía vinculadas a la obtención y uso de recursos energéticos para las edificaciones e infraestructuras de trabajo para su desarrollo económico. Como consecuencia existe un severo desperdicio en el desarrollo, construcción y utilización de las mismas. Por otra parte se debe generar actitudes y comportamientos adecuados para hacer frente a los problemas que caracterizan dicha situación (Alcantud, Pérez, Vilches, & González, 2011).

Ahorro energético

Se lo define como la reducción del consumo de sin alterar la eficiencia que lleven a optimizar el uso y la concienciación en el costo de la energía eléctrica (Carrasco & Carrión, 2015).

Los beneficios están relacionados con una actividad económica y esta requiere una cantidad de energía para desarrollarse. Esta genera un coste, al conseguir que se desarrollen de manera idéntica con un menor consumo de energía, estamos ante un ahorro energético (Hortal, Banyeras, Barreras, & Marines, 2010)

Eficiencia Energética

Son prácticas locales de la flexibilidad de conocimientos en el uso de materiales naturales y energías ambientales, articulando el conocimiento

ecológico tradicional con las nuevas circunstancias socio-ambientales de las construcciones (Richeri, Cardoso, & Ladio, 2013).

Sin embargo para cuantificar la influencia que tiene la eficiencia energética en el cálculo del impacto ambiental basado en los antecedentes que tiene el diseño urbano de la ciudad como estrategia de sostenibilidad, se emplea modelos paramétricos de investigaciones previas para conocer su alcance (Mercader, Olivares, & Garrido, 2013).

La eficiencia energética en procesos productivos se mide con la aplicación de herramientas estadísticas de seguimiento, con la innovación de los procesos, la aceptación de la cultura al manejo de tecnologías de gestión aplicada y de mejoramiento continuo. (Castrillon, González, & Quispe, 2013).

Ventilación.

La ventilación natural es la renovación por las corrientes naturales del viento o por la diferencia de temperaturas entre la entrada y la salida en un área. Consiste en aliviar las condiciones por diferencias de presión y/o temperatura para que exista un flujo que intercambie el aire interior por el aire exterior, más frío, oxigenado y descontaminado (Yarke, Fujol, Vitali, & Seoane, 2004).

Como consecuencia la ventilación natural puede utilizarse como estrategia bioclimática para cubrir las necesidades higiénicas, de bienestar del uso y ocupación de los edificios para renovar el aire viciado y reducción de la sensación de calor en los periodos de sobrecalentamiento.

La ventilación forzada o mecánica, se crea mediante un flujo que suministra o extrae aire de un determinado espacio, utilizando ventiladores

mecánicos con el objeto de controlar los niveles de calor, extraer gases y polvillo (Frutos, Martín, Olaya, & Sainz, 2014).

La ventilación forzada es utilizada cuando la ventilación natural es insuficiente o no tiene la capacidad de mantener un espacio determinado en condiciones confortables de renovación de aire y oxígeno (Arellano, Valera, Urrestarazu, Rosario, Murguía, & Zermeño, 2011).

Confort Térmico

Se denomina Confort Térmico cuando las condiciones de temperatura en el aire y las paredes, humedad y movimientos del aire son agradables cómodos en referencia a actividad que desarrollan (INSHT, 2007) (Frutos, Martín, Olaya, & Sainz, 2014). Para evaluarlo hay que valorar sensaciones que tiene el individuo sobre las variables modificables que contribuyen a la sensación de confort. Las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes parámetros para que exista confort térmico (INEN, 2011).

- Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C.
- Temperatura radiante media de superficies del local: entre 18 y 26 °C.
- Velocidad del aire: entre 0,05 y 0,15 m/s
- Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %

Modelos arquitectónicos bioclimáticos

La arquitectura internacional ofrece formas, sistemas y soluciones en el campo de la climatización de edificios, donde se utilizan sistemas sofisticados, complejos, caros e infundadamente sobredimensionados para las condiciones climáticas locales. Se analiza las razones de extender los conocimientos y soluciones de los urbanismos actuales en las arquitecturas bioclimáticas y

sostenibles, que requieren un análisis para su adecuación y adaptación (Diego, 2010).

Por otra parte el desarrollo urbano y las edificaciones arquitectónicas son motivo de serias preocupaciones por los impactos de estas actividades sobre el medio ambiente y el confort de los usuarios. Se propone un método que permite sistematizar y evaluar, desde la fase de planeamiento, el diseño de proyectos con un enfoque sostenible de construcción (Ramírez, 2012).

Sin embargo la necesidad de construcción ecológica y el uso de energías alternas como: la biomasa, del viento, del sol, de la geotermia y de las mareas; plantean la problemática y estrategias para adaptar y aplicar estas tecnologías desde una figura general de la construcción ecológica y el uso de energías alternas (Palacios, 2008).

Por otra parte el estudio “El calor de la tierra: Solución energética al servicio de una arquitectura sostenible”, explica que las soluciones arquitectónicas se enfocan en la mejora de la economía de los recursos que en la Unión Europea supone más del 40% de energía y proviene de viviendas y recintos comerciales. En Colombia, es alrededor de un 60 % (Uribe, 2013).

De la misma forma en el estudio, los aislamientos térmicos naturales: construcción ecológica y eficiencia energética, explican que un factor determinante en la eficiencia energética de un edificio son el diseño y la calidad en la fabricación de la fachada o envolvente. Los aislamientos térmicos naturales se están convirtiendo en una alternativa y tiene como principal objetivo reducir el consumo de energía, pero el edificio debe apreciarse como un conjunto que

relacione materiales eficaces y técnicas de construcción eficientes (Goluboff, 1997).

La continuidad de varias ideas que se enfrentan con el cambio climático o elementos ligeramente dañinos para el medio ambiente, dando una respuesta al menor consumo de energía, en la relación que mantiene la fachada arquitectónica y el medio ambiente, que hoy no están involucrados en la construcción o rehabilitación de viviendas y edificios. El uso de recursos naturales es una tecnología atractiva e innovadora que respeta la calidad de vida y el mismo entorno (Mata, Robles, & Carranza, s.f.).

En el estudio “Manejo sustentable del sitio en proyectos de arquitectura; criterios y estrategias de diseño” se hace una revisión de estrategias sustentables para el manejo del sitio de proyectos de arquitectura que consta especialmente de recomendaciones de diseño arquitectónico sustentable para hacer una mejor selección y planeación del sitio, así como una mejor orientación y ubicación manejo y cuidado del paisaje aprovechamiento de agua, energía, disminución de islas de calor aprovechamiento de los recursos bióticos y abióticos del lugar (Moreno & Hernández, 2010).

De la misma forma, se explica la utilización de materiales y prácticas respetuosos con el ambiente en la planeación, diseño, ubicación, construcción, operación de un edificio, conservación del agua, eficiencia energética y mitigar impactos ambientales desde el origen de los materiales, garantizar la calidad ambiental en los interiores de los edificios con la innovación de técnicas constructivas (Gálvez, 2011).

En el estudio “Manual de diseño para viviendas con climatización pasiva”, se indica que la calidad térmica y energética de la vivienda en Chile y América Latina, resulta altamente ineficiente y en su diseño no se considera el confort térmico y el bajo consumo de energía como criterios fundamentales, que esta compensado con un alto gasto energético. La climatización pasiva es una solución que ofrece buenas condiciones de confort térmico sin gasto energético ni contaminación (Müller, 2012).

Entre las razones que afectan el sustento de las condiciones de confort térmico se encuentran tres factores: la aislación, la captación y la producción que enfatizan la necesidad de una arquitectura pasiva con baja utilización de energía o arquitectura bioclimática que vincule el diseño con el uso racional de los recursos (Granero & Alvarado, 2013).

En el estudio “Construcción y desarrollo sostenible Arquitectura Bioclimática”, se hace una extensa revisión de las principales metodologías de arquitectura bioclimática eficiente energéticamente, con la incorporación de sistemas renovables para diferentes tipos de edificaciones, los sistemas de control climático y criterios de diseño para su correcta ejecución (Salazar, 2012).

En la aplicación de tecnologías dirigida hacia la adecuación y utilización de las condiciones medioambientales, se explica la arquitectura bioclimática ecológicamente (Luxán, Ignacio, Tendero, & Giaccardi, 2012), durante el proceso del proyecto, la obra y la vida del edificio y la utilización por sus habitantes; sin perder ninguna de las implicaciones constructivas, funcionales, estéticas, etc. (Diego, 2011).

La adecuación de la arquitectura a las condiciones climáticas del medio se dan con el objetivo de formular estrategias y proporcionar herramientas de análisis y aplicación de acciones que aprovechen los elementos naturales, las propiedades de los materiales y nuevas tecnologías, para lograr condiciones confortables y saludables, fomentando la inercia térmica para disminuir las variaciones de temperatura en el interior de las unidades de vivienda (Claros & Strickler, 2011).

Aspersión de agua

Sistemas de enfriamiento por evaporación de pulverización se pueden utilizar para proporcionar un alivio térmico en los días calurosos combinando un spray de agua nebulizada con un ventilador, este se llevó a cabo para enfriar un espacio al aire libre y conocer la comodidad de 141 participantes en los días calurosos. También podría reducir las cargas de enfriamiento requeridos dentro de los edificios individuales, proporcionando habitantes con alivio térmico al aire libre (Farnham, Emura, & Mizuno, 2015).

Los experimentos de enfriamiento por pulverización muestran que la transferencia de calor se mejoró tanto en las regiones individuales y la superficie mejorada aumenta efectivamente la transferencia de calor por enfriamiento de pulverización. El rendimiento de transferencia de calor es mejor para un ángulo de inclinación de pulverización de 0 ° y los aumentos de las tasas de transferencia de calor mejoran con rugosidad de la superficie (Zhang, Li, & Jiang, 2013).

En la investigación de pre-enfriamiento con aspersores de agua para mejorar el rendimiento natural de enfriamiento en seco, los resultados mostraron que hasta el 81% de la evaporación se puede lograr por gotas de agua de 20

micras, con una velocidad de 1 m / s (Alkhedhair, Gurgenci, Jahn, Guan, & He, 2013).

La técnica de transferencia de calor inversa por enfriamiento con una boquilla de chorro sólido aerosol de agua para evaluar los Coeficientes de Transferencia de Calor por sus siglas en inglés (HTC) es una forma fiable (Castrillon, González, & Quispe, 2013) del rendimiento de pulverización de refrigeración para todos los casos (Bellerová, 2012).

El enfriamiento por evaporación de agua pulverizada se utiliza cada vez más como un enfoque eficaz y respetuosa del medio ambiente para mejorar el confort térmico en ambientes construidos, la Dinámica de Fluidos Computacional por sus siglas en inglés (CFD) indica que el enfriamiento por evaporación de los sistemas de pulverización de agua en el medio urbano al aire libre y bajo techo reducen eficazmente la temperatura (Montazeri, Blocken, & Hensen, 2015).

Con un sistema de refrigeración y de lavado para paneles solares con una matriz de distribución de agua en la cubierta, donde se usa el agua para enfriar el edificio y los paneles, el agua pasa a través de los medios de filtro para eliminar la suciedad recogida desde el techo y la matriz solar (Bourne, 2015).

Se demuestra que el sistema de agua nebulizada acoplado a enfriadores de aire es una técnica amigable de eficiencia energética y al medio ambiente, que tiene un gran potencial para mejorar la eficiencia de los enfriadores de aire y reducir la demanda de electricidad, esta podría mejorar en varios grados la temperatura hasta en un 18,6%, para el sector comercial e industrial (Yang J. , Chan, Wu, Yang, & Zhang, 2012 a).

El efecto de operar un sistema de generación de niebla de agua para mejorar la eficiencia de los enfriadores de aire en diversas condiciones de funcionamiento, utilizando el coeficiente de rendimiento (COP) mejoró hasta en un 21,3%. El potencial de ahorro de energía de estos enfriadores sirven para edificios de oficinas, reduciría el consumo total anual de electricidad para refrigeración en un 14,1% (Yang, Chan, Wu, Yu, & Yang, 2012 b).

El enfriamiento con la aplicación de principios de funcionamiento y características termodinámicas de los diferentes tipos de enfriamiento por evaporación incluyendo la refrigeración directa, indirecta y semi-indirecta por evaporación, es una tecnología de aire acondicionado eficiente y ecológica en China (Xuan, Xiao, Niu, Huang, & Wang, 2012), (Apéndice Figura 4).

Eficiencia energética

Se demuestra que con los equipos y tecnologías instalados que se pueden realizar acciones que solo dependen de conocimientos técnicos, disciplina, organización y control se obtiene el ahorro que permite elevar la eficiencia energética (Villamil, Estupiñán, & Pedraja, 2008). La investigación relacionada con mejorar la eficiencia energética de enfriadores domésticos utilizando hidrocarburos refrigerantes naturales tienen un alto rendimiento a bajo costo (Corte, Flores, Jara, & Isaza, 2014).

Enfriamiento por ventilación

La ventilación general natural de los edificios está dada por la diferencia de densidad entre el aire interior y el aire exterior, generada por la transferencia de calor del ambiente y del viento (Arellano, Valera, Urrestarazu, Rosario, Murguía, & Zermeño, 2011). Las diferencias de temperatura y la velocidad del viento

pueden transportar grandes cantidades de aire, los experimentos realizados en diferentes lugares del mundo confirman valores de los caudales de masa de aire (Müller, 2012). Con la ventilación natural se puede reducir el consumo energético e incrementar el confort térmico en una edificación educativa en el clima cálido-húmedo de Guayaquil con la ventilación cruzada y chimenea solar , que puede reducir hasta un 8 % la demanda de refrigeración (Beltrán & Castillo, 2015). Con la ventilación de aspiradores estáticos y salidas a travez de la cubierta se logra succionar el aire hacia arriba permitiendo refrescar las áreas expuestas a la radiacion solar (Cruz & Navarro, 2012).

Iniciativas de Universidades Internacionales

La Universidad de Nottingham (Reino Unido), desarrolla el programa Eco Campus para impulsaron sistema de gestión ambiental (SGA) (Universidad de Nottingham, 2015) que ayuda a identificar y reducir los impactos sobre el medio ambiente, reconoce el progreso a través de cuatro premios: Planificación (Bronce), Implementación (Plata), Operativo (Oro) y Revisión & Corrección (Platinum). La Universidad de Cork (Irlanda) está comprometida con los principios de sostenibilidad, reconociendo las actividades de impacto sobre el medio ambiente a través de la educación, la investigación, desarrollo infraestructural y la influencia en la comunidad como responsable ambiental local, nacional y global (Universidad de Cork, 2015). En La Universidad de Connecticut (EE.UU.) los estudiantes participan de forma activa en el reciclaje, la reducción de su huella ecológica, el apoyo de tecnologías de bajo impacto ambiental (Universidad de Connecticut, 2015). La Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill (EE.UU.) desarrolla varios programas ambientales para involucrar a

todo el combinado universitario, y se muestra afín a cualquier idea que mejore la sostenibilidad del Campus (Universidad de Carolina del Norte, 2015).

Marco legal

Instituciones

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) es el responsable del sector eléctrico y de la energía renovable del país; para lo cual trabaja en el desarrollo de planes, programas, políticas y estrategias para el aprovechamiento de los recursos de manera eficiente, protegiendo el medio ambiente. Desarrolla el proyecto Eficiencia Energética para la Industria (EEI), con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI) (MEER, 2015).

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable (INER) genera conocimientos para el desarrollo de la ciencia, por medio del estudio, innovación y difusión de la eficiencia energética y la energía renovable; promoviendo uso racional de la energía y de tecnologías con fuentes energéticas limpias y amigables con el ambiente (INER, 2015).

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) Contribuye al desarrollo por medio de políticas, regulaciones, planes, programas y proyectos, que garanticen una infraestructura de vivienda y servicios básicos de calidad, bajo las normas y leyes establecidas en la Constitución Nacional y el Plan Nacional de Desarrollo (MIDUVI, 2015).

La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) se encarga de administrar coordinar y realizar la planificación nacional en el Sistema

Nacional Descentralizado de Planificación de forma participativa, incluyente y coordinada para alcanzar el Buen Vivir.

Normas y leyes

A continuación se presentan normativas a nivel nacional para poder visualizar un panorama general de lo que actualmente acontece dentro del ámbito energético y su uso eficiente en construcción.

El Ecuador, dentro del sector de la construcción sostenible y energéticamente eficiente, recién inscribió leyes y normas que lo regulan. Es preciso mencionar brevemente la política que se está manejando actualmente. La Constitución de la República contiene normas dirigidas al uso de las energías que establecen los requisitos que debe cumplir un edificio para reducir a límites sostenibles su consumo (INEN, 2013). Tenemos por ejemplo:

- NTE INEN 2506, Eficiencia Energética en edificaciones, requisitos reducción a límites sostenibles el consumo de energía y parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable. (INEN, 2009). NEC 11 Norma ecuatoriana de la construcción Cap. 13 (INEN, 2011).
- NTE INEN 2495 Eficiencia Energética para acondicionadores de aire de uso doméstico. Requisitos Metodología para determinar la clase de eficiencia energética, características de la etiqueta (INEN, 2013).
- RTE INEN 36 Eficiencia energética para lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado (INEN, 2013).

Discusión

El estudio exploratorio que se realizó en el Campus UEES (Universidad de Especialidades Espíritu Santo), Samborondón, específicamente en los edificios F y G ubicado en el Km 2.5 vía La Puntilla en el período 2014-2015. Se realiza un reflexión del diseño bioclimático de la edificación universitaria en uso, para desarrollar alternativas ecológicas contextualizando su aplicación en las edificaciones existentes en el Campus.



Figura 1, Imagen Vista satelital del campus UEES. Fuente: Google Hearth

Los edificios F y G se encuentran limitados al norte por el edificio E de la Facultad de Medicina, al sur por el edificio H Facultad de Ingeniería, por el este el Colegio la Moderna y por el oeste la capilla con los edificios C y D. La estructura se encuentra orientada de norte a sur, recibiendo directamente en las caras más largas o laterales la radiación solar de este a oeste. En el estudio “Análisis de Eficiencia energética en la Campus UEES – Biblioteca”, indica de manera muy

detallada las falencias en el diseño bioclimático del edificio de la Biblioteca (Rojas, 2013) orientado en la misma dirección que los edificios de estudio.

Con el conocimiento producido bajo las ideas y conceptos revisados en la literatura para reducir el impacto ambiental sobre las instalaciones, se plantea varias propuestas que pueden ser aplicadas para mejorar las condiciones de uso de la infraestructura actual.

Flujo de viento

Las corrientes de viento provienen con mayor intensidad desde el Sur y Sur-Oeste con un flujo de 3 a 4 m/s (INAMHI, 2012) y de Sur- Este flujos de 3 - 6 m/s (INAMHI, 2011) que podrían enfriar la edificación si permitiera su flujo transversal. Las edificaciones en su diseño no permiten que las corrientes de aire las atraviesen, se convierte en una barrera y no las aprovecha para transferir el calor acumulado. En la figura 3 el edificio Biblioteca UEES construido en la misma dirección que los edificios estudiados en la gráfica A indica el recorrido solar de este a oeste y en la gráfica B se indica los vientos de sur- sur-oeste.

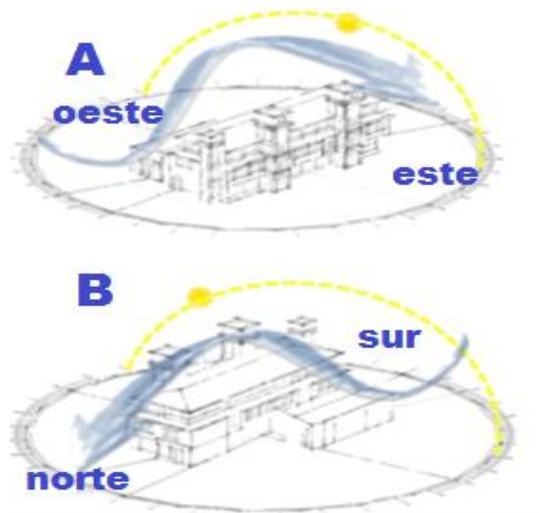


Figura 2, Gráfico de flujo de viento oeste y sur-oeste y ciclo de solar de este a oeste de la Biblioteca UEES. Fuente: (Rojas, 2013).

El diseño de las cubiertas no considera aberturas para el flujo natural de corrientes de aire, estas se encuentran cerradas y acumulan temperatura provocando un ambiente excesivamente caluroso que puede sobrepasar los 40°C y se transmite a los tumbados de yeso de las aulas y oficinas. (Apéndice, Figura 6)

Arborización

La arborización con que cuenta los edificios en el lado este y oeste permiten reducir la exposición del sol cubriendo aproximadamente un 40% de las fachadas. (Apéndice, figura 7-8) Esta se delimita en el gráfico siguiente:



Figura 3, Imagen vista satelital edificio F y G, delimitando la arborización.

Fuente: Google Earth

Monitoreo de áreas de estudio

Las temperaturas máximas absolutas promedio anuales registradas a la sombra en Guayaquil fueron de 34.2°C en 2010 (INAMHI, 2011) y de 33.9 °C en 2011 (INAMHI, 2012). Como parte de la investigación se registró la temperatura de las paredes, tumbados, ático y cubiertas expuestos a la radiación solar en las horas de mayor intensidad en los pisos superiores de las edificaciones estudiadas

como datos de referencia, por ser las áreas de mayor exposición al calor, que generaron los siguientes valores:

Tabla 1

Temperatura promedio edificio F piso 3, en grados Celsius

Fecha	18/11/2014	25/11/2014	18/02/2015	05/03/2015
Hora	hora 16:00	hora 13:00	hora 11:00	hora 13:00
Aulas	30	29	-	-
Tumbado	29	31,1	29	33
Corredor	29	31,1	28.5	32.3
pared oeste	27	35	34	34
Cubierta	33	52	51	51
Ático	33	45	46	46

Tabla 2

Temperatura promedio edificio G piso 2, en grados Celsius

Fecha	18/11/2014	25/11/2014	18/02/2015	05/03/2015
Hora	hora 16:00	hora 13:00	hora 11:00	hora 13:00
aulas	30,5	30,5	-	-
tumbado	33	35	28	32
corredor	33	36	28.5	32.3
pared oeste	36	37	27	34
cubierta	31	55	50	64
ático	31	45	43	47

Además se midió la temperatura de las lámparas fluorescentes que es una fuente de calor que emite hasta 40°C según datos de campo realizados directamente. La herramienta de medición que se utilizó fue un termómetro de infrarrojos marca Edison modelo EIT800, con un error de precisión de $\pm 2\%$ tomando lectura a una distancia de entre 1 – 1.5m de la superficie de interés.

Conclusiones

En la revisión y monitorización realizada en los edificios F y G del Campus UEES, la ubicación y dirección de la estructura presenta una problemática en la eficiencia de la climatización por la exposición a la radiación solar, falta de ventilación natural para su enfriamiento y sombra de arborización por el tamaño de la misma. En este caso para reducir la temperatura en las áreas de trabajo, los sistemas de climatización deben operar durante más tiempo.

Con base en los estudios consultados sobre los diseños bioclimáticos y arquitectónico, estos influyen sobre el consumo de energía en las edificaciones y proporciona los antecedentes necesarios para presentar soluciones ecológicas con el fin de reducirlos además de mejorar su eficiencia y el confort de los usuarios.

Se fundamentan propuestas aplicables contextualizadas a la infraestructura para la mejora de la calidad ambiental de los edificios estudiados como: la ventilación natural y/o forzada, aspersión de agua y la malla sombra que podrían ser utilizadas para reducir la temperatura de las cubiertas con el fin de reducir el calor transferido al interior de las aulas y oficinas de los pisos con mayores inconvenientes.

Finalmente con estos sistemas se propone reducir la cantidad de energía consumida para reducir el calor que retienen las edificaciones y podrían ser aplicados a otros edificios dentro del Campus o edificaciones en la ciudad.

La administración de la energía medio-ambiental analizada y aplicada inicialmente en los proyectos arquitectónicos permitiría reducir los consumos de energía eléctrica e inversiones futuras para mermar los impactos negativos a sus usuarios o al entorno en que se desarrollan.

Bibliografía

- Alcantud, J., Pérez, D., Vilches, A., & González, E. (2011). *Papel de la energía en nuestras vidas Una ocasión privilegiada para el estudio de la situación del mundo. Revista de Enseñanza de la Física, 18(2), 53-91*. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de <http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/8115>
- Alkhedhair, A., Gurgenci, H., Jahn, I., Guan, Z., & He, S. (2013). *Numerical simulation of water spray for pre-cooling of inlet air in natural draft dry cooling towers. Applied Thermal Engineering, 61(2), 416-424*. Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135943111300584X>
- Arellano, M., Valera, D., Urrestarazu, M., Rosario, M., Murguía, J., & Zermeño, M. (2011). *VENTILACIÓN NATURAL Y FORZADA DE INVERNADEROS TIPO ALMERÍA Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO DE TOMAT*. Recuperado el 6 de marzo de 2015, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es|lang_en&id=iKLIWSCAKbIC&oi=fnd&pg=PR8&dq=ahorro+energetico&ots=9b65RUHDxN&sig=J-LkhKBgtb7XCC7yL4sTPOEr0Ws
- Ávila, L. C., & Sánchez, M. (2014). *La Educación para el Consumo en la etapa de Educación Primaria. International Journal of Educational Research and Innovation, (1), 70-86*. Recuperado el 1 de marzo de 2015, de <http://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1003>

- Bellerová, H. T. (2012). *Spray cooling by solid jet nozzles using alumina/water nanofluids*. *International Journal of Thermal Sciences*, 62, 127-137. Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1290072911003152>
- Beltrán, R., & Castillo, J. (15 de enero de 2015). *Optimización energética para el aprovechamiento de ventilación natural en edificaciones en climas cálidos de Ecuador*. Recuperado el 16 de mayo de 2015, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9086>
- Bourne, R. C. (2015). *U.S. Patent No. 20,150,033,783*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. Recuperado el 26 de febrero de 2015, de [.http://www.freepatentsonline.com/y2015/0033783.html](http://www.freepatentsonline.com/y2015/0033783.html)
- Carrasco, F. ., & Carrión, J. (2015). *SUPERVISIÓN ENERGÉTICA PARA MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE CONSUMO ELÉCTRICO. UN CASO PRÁCTICO*. *3C Tecnología*, 4(1), 19-31. Recuperado el 3 de marzo de 2015, de <http://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-tecnologia/article/view/248>
- Castrillon, R., González, A., & Quispe, E. (2013). *Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria del cemento por proceso húmedo a través de la implementación del sistema de gestión integral de la energía*. *J. Dyna*, 80, 115-123. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v80n177/v80n177a14.pdf>
- Cheng, C., Pouffary, S., Svenningsen, N., & Callaway, M. (2008). *The Kyoto Protocol, The Clean Development Mechanism and the Building and*

- Construction*. Recuperado el 27 de febrero de 2015, de <http://www.unep.org/sbci/pdfs/BuildingsandCDMreporte-version.pdf>
- Claros, C., & Strickler, L. (2011). *El diseño bioclimático y sustentable*. *POLIS*,1(13), 100-103. Recuperado el 11 de enero de 2015, de <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/POLIS/article/viewFile/434/528>
- Compte, M., & Gómez, J. (2011). *EVALUACIÓN ACADÉMICA DEL APORTE DE LAS ASIGNATURAS ELECTIVAS AL PERFIL PROFESIONAL DE LOS ARQUITECTOS DE LA UCSG DEL PERÍODO 2004-2010* AUC Facultad de Arquitectura y Diseño vol. 31 año 2011. Recuperado el 21 de abril de 2015, de <http://www2.ucsg.edu.ec/dmdocuments/AUC-31.pdf>
- CONELEC. (2015). *Demanda anual de energía eléctrica a nivel nacional por grupo de consumo*. Recuperado el 27 de febrero de 2015, de http://www.conelec.gob.ec/enlaces_externos.php?l=1&cd_menu=4227
- Corte, E., Flores, C., Jara, N., & Isaza, C. (2014). *Sistemas de refrigeración doméstica-Estado del arte de las mejoras en la eficiencia energética*. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (9). Recuperado el 4 de marzo de 2015, de <http://arquitectura.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/download/253/230>
- Cruz, P., & Navarro, E. (2012). *Soluciones bioclimáticas en edificación. Análisis y comparativa entre vivienda convencional y su adaptación con criterios bioclimáticos (Doctoral dissertation)*. Recuperado el 16 de mayo de 2015, de

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17227/PFG_Edu_Pedro_Junio_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Diego, M. (2010). *Respuestas arquitectónicas diferentes, ante circunstancias medioambientales y de sostenibilidad distintas*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ab1.html>

Diego, M. (2011). *Arquitectura integrada en el medio ambiente. Cuadernos de Investigación Urbanística*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/viewFile/1036/1055>

Farnham, C., Emura, K., & Mizuno, T. (2015). *Evaluation of cooling effects: outdoor water mist fan*. *Building Research & Information*, 43 (3), 334-345. Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09613218.2015.1004844#.V07Uo0kwC7M>

Frutos, B., Martín, F., Olaya, M., & Sainz, C. (2014). *Técnica de ventilación como medida de rehabilitación frente a la inmisión de gas radón en edificios y su repercusión en la eficiencia energética*. Recuperado el 6 de marzo de 2015, de <http://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/5748>

Gálvez, D. (2011). *EDIFICACIÓN SUSTENTABLE EN MÉXICO: RETOS Y OPORTUNIDADES*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/morillon/trabajo_final.pdf

Goluboff, M. (1997). *Arquitectura saludable*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de http://www.t3e.info/pdf/Publications/2011_CIER_Cuba_Aislamientos.pdf

Granero, A., & Alvarado, R. (2013). *EL DISEÑO DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA, LA REGLAMENTACIÓN Y SU INFLUENCIA EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA*. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013 Buenos Aires, Argentina - 25, 26 y 27 de Septiembre de 2013 GT 2 - E*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de http://eluree.org/wp-content/uploads/2013/09/actas/GT2%20pdf/3%20-%20GT2_granero_3016%20-%20final.pdf

Hortal, M., Banyeras, L., Barreras, A. M., & Marines, P. (2010). *El ahorro energético: estudios de viabilidad económica*. Ediciones Díaz de Santos. Recuperado el 6 de marzo de 2015, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es|lang_en&id=iKLIWSCAKbIC&oi=fnd&pg=PR8&dq=ahorro+energetico&ots=9b65RUHDxN&sig=J-LkhKBgtb7XCC7yL4sTPOEr0Ws

INAMHI. (2011). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI Anuario Meteorológico No. 51-2011 p 18, 103*. Recuperado el 10 de enero de 2014, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>

INAMHI. (2012). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Anuario Meteorológico No. 50-2010 p 102*. Recuperado el 10 de enero de 2015, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202010.pdf>

- INEN. (2009). *Eficiencia energética en edificios, NTE INEN 2506*. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2506.2009.pdf>
- INEN. (2011). *Norma ecuatoriana de la construcción capítulo 13 Eficiencia energética en construcción, p 14*. Recuperado el 4 de marzo de 2015, de Publicado en el Registro Oficial N°413. 10 de enero de 2015: <http://www.cimeg.org.ec/normasnec/NEC2011-CAP.13-EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EN%20LA%20CONSTRUCCION%20EN%20ECUADOR-021412.pdf>
- INEN. (2013). *NORMALIZACIÓN*. Recuperado el 22 de marzo de 2015, de http://www.copant.org/documents/223714/223723/Ecuador_Leon_INEN_sp.pdf
- INER. (2015). *INER: Instituto Nacional de eficiencia Energética y energía renovable*. Recuperado el 22 de marzo de 2015, de <http://www.iner.gob.ec/el-instituto/>
- INSHT. (2007). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo , ERGA , Confort térmico (99) 4*. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/FichasNotasPracticas/Ficheros/np_enot_99.pdf
- León, A., Muñoz, S., León, J., & Bustamante, P. (2010). *Monitorización de variables medioambientales y energéticas en la construcción de viviendas protegidas: Edificio Cros-Pirotecnia en Sevilla. Informes de la Construcción, 62(519), 67-82*. Recuperado el 11 de marzo de 2015, de

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewArticle/1038>

Luxán, M., Ignacio, G., Tendero, R., & Giaccardi, J. (2012). *Buenas prácticas de arquitectura bioclimática. Boletín CF+ S, (14)*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de <http://polired.upm.es/index.php/boletincfs/article/view/2268>

Mata, G. O., Robles, J. A., & Carranza, G. A. (s.f.). *IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO CLIMÁTICO EN LA CUBIERTA DE UNA VIVIENDA. Facultad del Hábitat, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de <http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/CAHS/SS%20Arq%20Arista/Publicaciones/Memorias/Ponencias/Identificación%20del%20impacto%20climático%20en%20la%20cubierta%20de%20una%20vivienda.%20ARJ.pdf>

McGraw-Hill. (s.f.). *Unidad 1, Conceptos eléctricos básicos p8*. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171578.pdf>

MEER. (2015). *Eficiencia energética en el sector industrial*. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <http://www.energia.gob.ec/eficiencia-energetica-sector-industrial/>

Mercader, P., Olivares, M., & Garrido, J. (2013). *EL IMPACTO AMBIENTAL EN EDIFICACIÓN Y SU RELACIÓN CON LAS TIPOLOGÍAS EDIFICATORIAS RESIDENCIALES: EL DISEÑO URBANO Y EL ESTUDIO DE LA CIUDAD COMO ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de

http://www.researchgate.net/profile/Julia_Garrido/publication/259757418_EL_IMPACTO_AMBIENTAL_EN_EDIFICACION_Y_SU_RELACION_CON_LAS_TIPOLOGIAS_EDIFICATORIAS_RESIDENCIALES_EL_DISEÑO_URBANO_Y_EL_ESTUDIO_DE_LA_CIUADAD_COMO ESTRATEGIA_DE_SOSTENIBILIDAD/links/0deec52

MIDUVI. (2015). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, objetivos*. Recuperado el 21 de marzo de 2015, de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/objetivos/>

Montazeri, H., Blocken, B., & Hensen, J. (2015). *Evaporative cooling by water spray systems: CFD simulation, experimental validation and sensitivity analysis. Building and Environment, 83, 129-141*. Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132314000821>

Moreno, S. (2011). *Aplicación de la información de la vida útil en la planeación y diseño de proyectos de edificación. Acta Universitaria, 21(2), 37-42*. Recuperado el 21 de abril de 2015, de <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/35/23>

Müller, E. (2012). *Manual de diseño para viviendas con climatización pasiva. Forschungslabor für Experimentelles Bauen, Universidad de Kassel, Alemania. Primera edición revisada: Junio 2002. P 11*. Recuperado el 11 de enero de 2015, de http://www.uni-kassel.de/fb05/fileadmin/datas/fb05/FG_Politikwissenschaften/FG_Didakt

ikderpolitischenBildung/AbsolventinnenInitiative/01_Manual_diseño_pasi
vo_2006.pdf

Navarro, J. (s.f.). *SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN, ECONOMÍA Y AMBIENTE*.

Recuperado el 11 de marzo de 2015, de
[http://www.academiapanamericanaingenieria.org/Organizacion/NB_2014/
Trabajos/Honduras-Jorge_Gallo_Navarro-Trabajo.pdf](http://www.academiapanamericanaingenieria.org/Organizacion/NB_2014/Trabajos/Honduras-Jorge_Gallo_Navarro-Trabajo.pdf)

Palacios, J. (11 de febrero de 2008). *Gaceta Ide@s CONCYTEG Año 3. Núm. 32*.

Recuperado el 11 de enero de 2015, de
[http://concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/32052008_IV_CONSTR
UCCION_ECOLOGICA_ENERGIAS.pdf](http://concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/32052008_IV_CONSTRUCCION_ECOLOGICA_ENERGIAS.pdf)

Ramírez, J. E. (2012). *Modelo Multicriterio: Arquitectura y Pedagogía*.

RevistArquis, 1(2). Recuperado el 11 de enero de 2015, de
<http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/revistarquis/article/view/1305>

Richeri, M., Cardoso, M., & Ladio, A. (2013). *Soluciones locales y flexibilidad en el conocimiento ecológico tradicional frente a procesos de cambio ambiental: estudios de caso en Patagonia*. *Ecología Austral, 23*, 184-193.

Recuperado el 11 de marzo de 2015, de
<http://www.ecologiaaustral.com.ar/files/23-3-7.pdf>

Rojas, S. (diciembre de 2013). Análisis de eficiencia energética Campus UEES – Biblioteca (Tesis inédita de Arquitectura). Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Samborondón. p 112-113, 263. Samborondón, Guayas, Ecuador.

Salazar, S. (2012). *Construcción y desarrollo sostenible “Arquitectura Bioclimática”*.

Recuperado el 11 de enero de 2015, de

[http://repositorio.ual.es:8080/jspui/bitstream/10835/800/1/Construcción%20y%20Desarrollo%20Sostenible%20\(Arquitectura%20Bioclimática\).pdf](http://repositorio.ual.es:8080/jspui/bitstream/10835/800/1/Construcción%20y%20Desarrollo%20Sostenible%20(Arquitectura%20Bioclimática).pdf)

Significados.com. (s.f.). Recuperado el 5 de marzo de 2015, de <http://www.definicionabc.com/ciencia/energia.php>

Sotomayor, M. (2010). *Bioarquitectura: Hostería en Yunguilla*. Recuperado el 11 de marzo de 2015, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/552>

Universidad de Carolina del Norte. (2015). *Oficina de Sustentabilidad*. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <http://www.sustainability.unc.edu/>

Universidad de Connecticut. (2015). *Oficina de política de medio ambiente*. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <http://ecohusky.uconn.edu/>

Universidad de Cork. (2015). *Green Campus*. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <http://www.ucc.ie/en/greencampus/>

Universidad de Nottingham. (2015). *Sustentabilidad*. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <http://www.nottingham.ac.uk/sustainability/index.aspx>

Uribe, N. A. (2013). *El calor de la tierra: Solución energética al servicio de una arquitectura sostenible*. *Universitas Científica*, 16(1), 22-25. Recuperado el 11 de enero de 2015, de <http://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/1961>

Vargas, O., & Molina, L. (2014). *Arborizaciones urbanas: estrategia para mitigar el calentamiento global*. *REVISTA NODO*, 8(16), 99-108. Recuperado el 3 de marzo de 2015, de <http://csifesvr.uan.edu.co/index.php/nodo/article/viewFile/352/256>

- Velásquez, L. (2010). *EL BIOMANIZALES Manual de Bioarquitectura y Biourbanismo Escuela de Arquitectura y Urbanismo*. Recuperado el 11 de marzo de 2015, de <http://core.ac.uk/download/pdf/11055069.pdf>
- Vilalta, N. (2013). *Casas ecológicas para combatir el cambio climático*. Recuperado el 11 de marzo de 2015, de <http://suite101.net/article/bioarquitectura-a9722#.VQED9uQwC7M>
- Villada, G. (2013). *Bioarquitectura y sostenibilidad urbana: Propuesta de una Metodología de Análisis y Evaluación de la Sostenibilidad de la Estructura Fisicoespacial en Campus Universitarios. Estudio de Caso Campus Universitarios de la Universid*. Recuperado el 11 de marzo de 2015, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9604/>
- Villamil, M., Estupiñán, J., & Pedraja, R. (enero de 2008). *Soluciones de bajo costo para elevar la eficiencia energética en los centrales Azucareros, Centro Azúcar. ene-mar2008, Vol. 35 Issue 1, p1-5. 5p. 4 Charts*. Recuperado el 20 de marzo de 2015, de <http://web.b.ebscohost.com/ehost/viewarticle?data=dGJyMPPp44rp2%2fdV0%2bnjisfk5Ie46a9Mt6axTrek63nn5Kx95uXxjL6prUqxpBIR6ueSa6wrki4qrI4v8OkjPDX7Ivf2fKB7eTnfLuntEiur69Rsa20PurX7H%2b72%2fE%2b4ti7ebfepIzf3btZzJzfhruss0m0rK5Ntpzkh%2fDj34y73POE6urjkPIA&hid=116>
- Xuan, Y., Xiao, F., Niu, X., Huang, X., & Wang, S. (2012). *Research and application of evaporative cooling in China: A review (I)–Research.Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(5), 3535-3546*.

- Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112001244i>
- Yang, Chan, K., Wu, X., Yu, F., & Yang, X. (2012 b). *An analysis on the energy efficiency of air-cooled chillers with water mist system. Energy and Buildings, 55, 273-284.* Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778812004689>
- Yang, J., Chan, K., Wu, X., Yang, X., & Zhang, H. (2012 a). *Performance enhancement of air-cooled chillers with water mist: Experimental and analytical investigation. Applied Thermal Engineering, 40, 114-120.* Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431112000968>
- Yarke, E., Fujol, M., Vitali, L., & Seoane, M. (2004). *Ventilación natural– Estimación de parámetros sobre modelos a escala utilizando equipamiento de bajo costo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 8, 8-1.* Recuperado el 23 de marzo de 2015, de <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2004/2004-t008-a001.pdf>
- Zhang, Z., Li, J., & Jiang, P. X. (2013). . *Experimental investigation of spray cooling on flat and enhanced surfaces. Applied Thermal Engineering, 51(1), 102-111.* Recuperado el 26 de febrero de 2015, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431112005893>

Apéndice



Figura 4 Imágenes de datos en grados Centígrados de temperatura de experimento de enfriamiento por aspersion de agua. Fecha 28/02/2015 al 02/03/2015

Fuente: el autor



Figura 5 Imágenes de datos en grados Centígrados de temperatura de experimento de enfriamiento por malla sombra. Fecha 28/02/2015 al 02/03/2015

Fuente: Marco González



Figura 6 Imágenes de datos en grados Centígrados de temperatura de ático y la cubierta de los edificios F y G. Fecha 20/03/2015

Fuente: Marco González



Figura 7 Imágenes de arborización de los edificios F y G. Fecha 20/03/2015

Fuente: Marco González



Figura 8 Imágenes de arborización de los edificios F y G. Fecha 20/03/2015

Fuente: Marco González

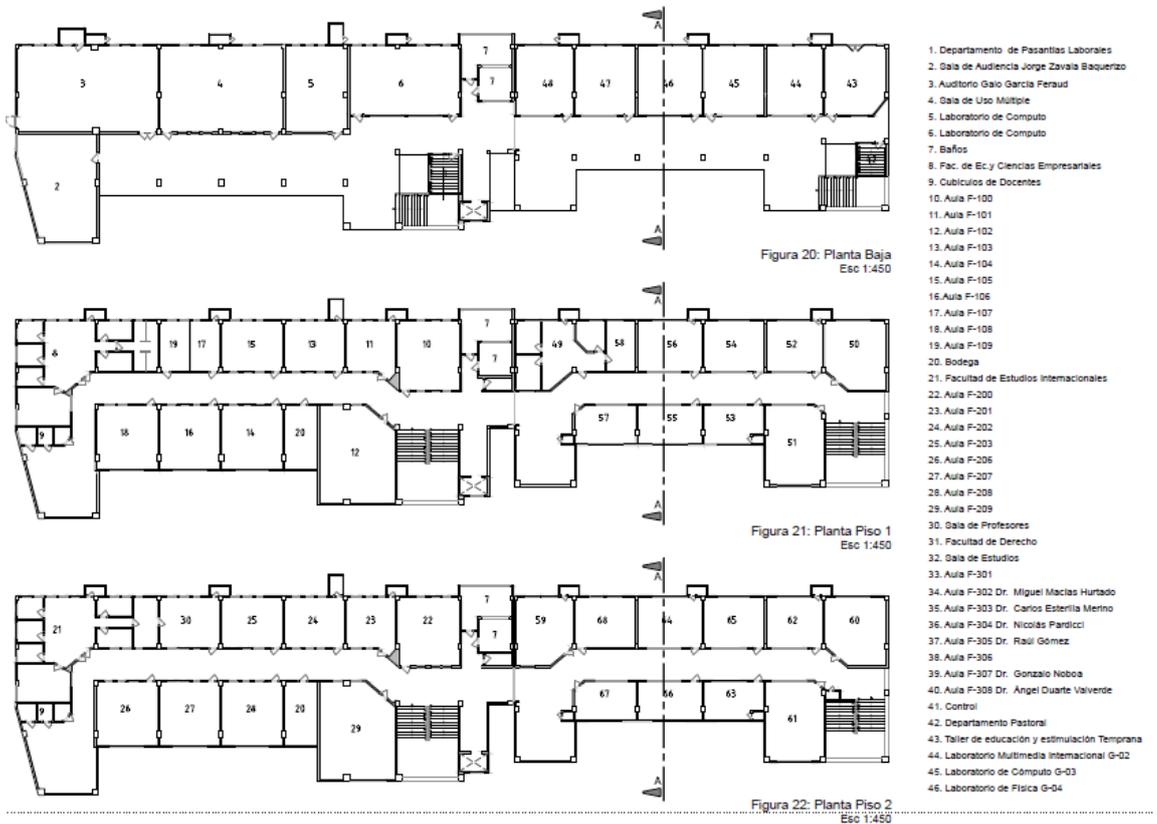


Figura 9. Gráfico 1 Vista arquitectónica edificios F y G, planta: baja, 1 y 2 (Rojas, 2013)

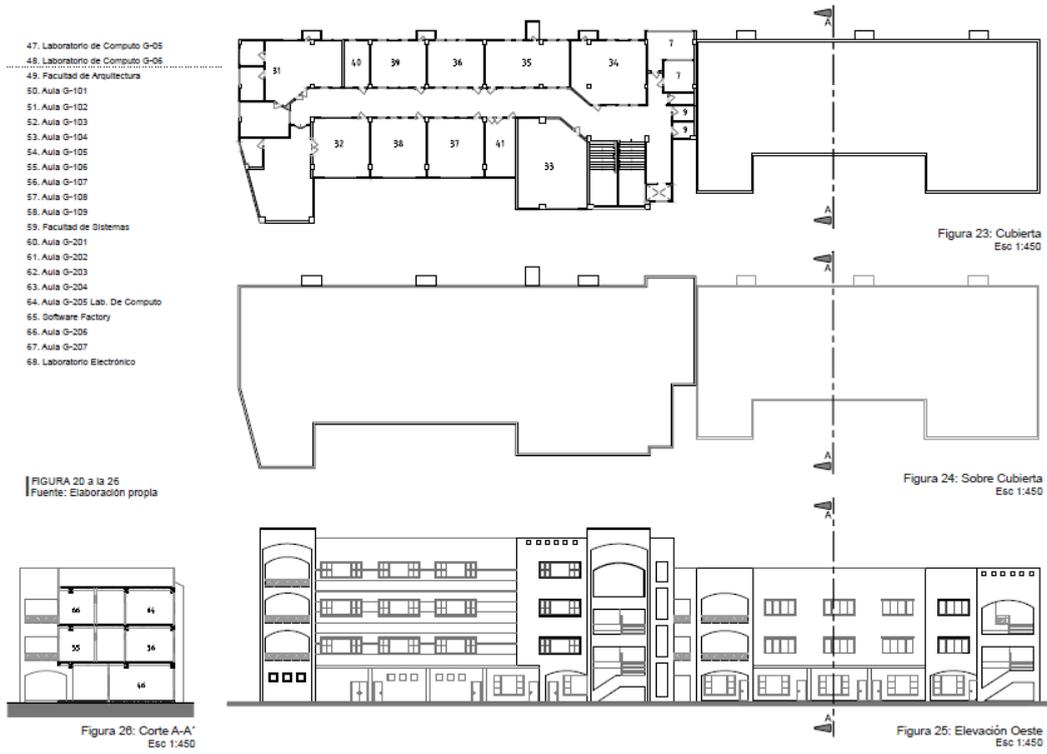


Figura 10. Gráfico 2Vista arquitectónica edificios: F planta 3 y cubierta y G, cubiertas (Rojas, 2013)