

ISSN 2531-2162

Volumen 2, Número 4 — Abril — Junio - 2018

Revista de
Arquitectura
y Diseño

ECORFAN®

ECORFAN- Spain

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Revista de Arquitectura y Diseño,

Volumen 2, Número 4, de Abril a Junio - 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morazarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María, Co-Editor: MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD. ISSN 2531-2162. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio del 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Revista de Arquitectura y Diseño

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Humanidades y Ciencias de la Conducta, en las Subdisciplinas Arquitectura internacional, Innovación tecnológica en la arquitectura, Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Arquitectura y Diseño es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de la Arquitectura internacional, Innovación tecnológica en la arquitectura, Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

MONTERO - PANTOJA, Carlos. PhD
Universidad de Valladolid

MARTINEZ - LICONA, José Francisco. PhD
University of Lehman College

MOLAR - OROZCO, María Eugenia. PhD
Universidad Politécnica de Catalunya

AZOR - HERNÁNDEZ, Ileana. PhD
Instituto Superior de Arte

GARCÍA - Y BARRAGÁN, Luis Felipe. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

ARELLANEZ - HERNÁNDEZ, Jorge Luis. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

BOJÓRQUEZ - MORALES, Gonzalo. PhD
Universidad de Colima

VILLALOBOS - ALONZO, María de los Ángeles. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ROMÁN - KALISCH, Manuel Arturo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Comité Arbitral

MERCADO - IBARRA, Santa Magdalena. PhD
Universidad Marista de México

CHAVEZ - GONZALEZ, Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Nuevo León

DE LA MORA - ESPINOSA, Rosa Imelda. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

GARCÍA - VILLANUEVA, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CORTÉS - DILLANES, Yolanda Emperatriz. PhD
Centro Eleia

FIGUEROA - DÍAZ, María Elena. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

DELGADO - CAMPOS, Genaro Javier. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Arquitectura y Diseño emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceania. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Arquitectura internacional, Innovación tecnológica en la arquitectura, Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

En el primer artículo presentamos *Análisis del comportamiento térmico en la basílica de la Soledad ubicada en la ciudad de Oaxaca*, por GARCÍA-VÁSQUEZ, Jaquelina, GÓMEZ-BARRANCO, Heidy, RUÍZ-TORRES, Raúl y LÓPEZ-CALVO, Herwing, con adscripción en la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca & Universidad Autónoma de Chiapas, como segundo artículo presentamos *Fundamentos para construcción de Instrumento Ambiental para la Industria Minero-metalúrgica*, por MARTÍNEZ-TORRES, Rosa Elia & BEDNAREK, Mariusz, con adscripción en el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí & Universidad de Lodz, como tercer artículo presentamos *El patrimonio edificado como alternativa de visita turística en la Huasteca Potosina*, por PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, NAPATA-PADILLA, Juan Néstor y HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Beatriz Gisela, con adscripción en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, como cuarto artículo presentamos *Análisis térmico de un edificio escolar durante el verano en condiciones de clima cálido húmedo*, por ANDAVERDE-ARREDONDO, Jorge, ALCALÁ-PÉREA, Gerardo, RAMÍREZ-DOLORES, César y AZCANIO-HERNÁNDEZ, Rurik, con adscripción en la Universidad Veracruzana.

Contenido

| Artículo | Página |
|---|--------|
| Análisis del comportamiento térmico en la basílica de la Soledad ubicada en la ciudad de Oaxaca GARCÍA-VÁSQUEZ, Jaquelina, GÓMEZ-BARRANCO, Heidy, RUÍZ-TORRES, Raúl y LÓPEZ-CALVO, Herwing <i>Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca</i> <i>Universidad Autónoma de Chiapas</i> | 1-9 |
| Fundamentos para construcción de Instrumento Ambiental para la Industria Minero-metalúrgica MARTÍNEZ-TORRES, Rosa Elia & BEDNAREK, Mariusz <i>Instituto Tecnológico de San Luis Potosí</i> <i>Universidad de Lodz</i> | 10-18 |
| El patrimonio edificado como alternativa de visita turística en la Huasteca Potosina PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, NAPATA-PADILLA, Juan Néstor y HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Beatriz Gisela <i>Universidad Autónoma de San Luis Potosí</i> | 19-29 |
| Análisis térmico de un edificio escolar durante el verano en condiciones de clima cálido húmedo ANDAVERDE-ARREDONDO, Jorge, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, RAMÍREZ-DOLORES, César y AZCANIO-HERNÁNDEZ, Rurik <i>Universidad Veracruzana</i> | 30-35 |

Análisis del comportamiento térmico en la basílica de la Soledad ubicada en la ciudad de Oaxaca

Analysis of thermal behavior in the Basilica de la Soledad located in the city of Oaxaca

GARCÍA-VÁSQUEZ, Jaquelina^{1*†}, GÓMEZ-BARRANCO, Heidy¹, RUÍZ-TORRES, Raúl² y LÓPEZ-CALVO, Herwing¹

¹Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Arquitectura "5 de Mayo". Cuerpo Académico en Consolidación "Tecnología y Sustentabilidad", 5 de Mayo No. 111, Centro Histórico, Oaxaca, Oax. México. 68000.

²Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Arquitectura. Cuerpo Académico "Condicionantes y condicionantes en la Vivienda", Boulevard Belisario Domínguez Km 1081, sin número, Terán. C.P.29050

ID 1^{er} Autor: Jaquelina, García-Vásquez

ID 1^{er} Coautor: Heidy, Gómez-Barranco / ORC ID: 0000-0001-7221-1438

ID 2^{do} Coautor: Raúl, Ruíz-Torres / ORC ID: 0000-0001-5707-0411, CVU CONACYT ID: 174295

ID 3^{er} Coautor: Herwing, López-Calvo / ORC ID: 0000-0001-6058-0981, Researcher ID Thomson: X-2136-2018, CVU CONACYT ID: 59541

Recibido 21 de Marzo, 2018; Aceptado 15 de Mayo, 2018

Resumen

El presente trabajo de investigación consiste en un análisis del comportamiento térmico de uno de los templos construidos con sillares de piedra cantera y las técnicas constructivas del siglo XVII en la ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, catalogado como monumento histórico. El estudio se llevó a cabo con el objetivo de determinar la respuesta térmica de la basílica de la Soledad, con la finalidad de verificar si existen daños ocasionados por los factores del clima local y, su efectividad para brindar condiciones de confort. El análisis se realizó con la medición de la temperatura del aire, de la superficie de los muros y de la nave del templo, así como la humedad relativa del aire, se utilizó una cámara termografía para detectar puentes de calor y humedades que deterioren a la cantera. Este documento servirá en el área de restauración y conservación para tomar en cuenta la información en el mantenimiento o mejoras del confort térmico del edificio.

Comportamiento térmico, Temperatura del aire, Temperatura superficial, Piedra cantera, Patrimonio

Abstract

The present research work consists of an analysis of the thermal behavior of one of the temples built with quarry stone and the construction techniques of the seventeenth century in the city of Oaxaca de Juárez, Oaxaca, cataloged as a historical monument. The study was carried out with the objective of determining the thermal response of the Basilica de la Soledad, in order to verify if there are damages caused by local climate factors and its effectiveness to provide comfort conditions. The analysis was performed with the measurement of the air temperature, of the surface of the walls and the temple nave, as well as the relative humidity of the air, a thermography camera was used to detect heat bridges and humidity that deteriorate the quarry. This document will serve in the area of restoration and conservation to take into account the information in the maintenance or improvements of the thermal comfort of the building.

Thermal behavior, Air temperature, Surface temperature, Quarry Stone, Heritage

Citación: GARCÍA-VÁSQUEZ, Jaquelina, GÓMEZ-BARRANCO, Heidy, RUÍZ-TORRES, Raúl y LÓPEZ-CALVO, Herwing. Análisis del comportamiento térmico en la basílica de la Soledad ubicada en la ciudad de Oaxaca. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018, 2-4: 1-9

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jaquelina.garcia.0104@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El confort térmico sucede cuando existe un equilibrio entre la temperatura corporal del ser humano y la temperatura del aire que percibe en un espacio en donde tenga que realizar actividades que le sean necesarias.

Fanger como lo citó M. Castilla en (Castilla, 2010) “según la mayoría de los estándares internacionales ISO7730, 1994; ASHRAE55, 1992, el confort térmico se puede definir como: Aquella condición de la mente que proporciona satisfacción con el ambiente térmico”.

La evaluación térmica es una tarea compleja debido a que conlleva una buena parte de información subjetiva en cuanto a las sensaciones y percepción del individuo con el medio ambiente; para lo cual influyen las siguientes variables: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física, la clase de vestido y la velocidad del aire.

Existen dos enfoques desde los cuales ha sido estudiado el confort térmico, que son el cualitativo y el cuantitativo.

El enfoque cuantitativo se ha desarrollado en su mayor parte con trabajo experimental realizado en una cámara climática. Estas cámaras son laboratorios donde se pueden ajustar las condiciones ambientales de temperatura del aire y de radiación, la humedad y la velocidad del aire. (Ruíz, 2017, pág. 7)

| Tipo de adaptación | Descripción | Estado |
|--------------------|---|------------------------------------|
| Física | Todas las acciones operadas por el individuo de forma consciente para regular su condición de confort térmico: aumentar o reducir el arropamiento, cambiar de posición o cambiar el propio metabolismo. | Voluntario y reactivo |
| Fisiológica | Se considera los mecanismos de aclimatación generados por el cuerpo y que se diferencian según las reacciones fisiológicas en: instantáneas, estacionales o genéticas. | No consciente o involuntario |
| Psicológica | El espacio confortable se define como aquel en el que las personas se sienten en condición de bienestar térmico. Los factores que influyen en la sensación de bienestar dependen de la percepción del espacio y de los fenómenos que se producen en él. | Perceptivo o no consciente |

Tabla 1 Tipo de adaptación térmica de las personas en su entorno.

Fuente: Pérez, 2015

Al ser realizado en laboratorios, los datos que se obtienen son establecidos de forma general, por lo que se considera que las personas van a elegir una misma temperatura en cualquier lugar del mundo sin importar las variaciones del clima de cada lugar por la zona geográfica en la que se encuentra, y las temperaturas a las que las personas están acostumbradas dependiendo del sitio.

En este enfoque se experimenta con modelos de predicción, que como su nombre lo indica sugieren hechos precisos y objetivos resultado del laboratorio. Se busca el equilibrio térmico entre las personas y el ambiente, en donde no exista pérdida ni ganancia de calor por parte del cuerpo humano, como lo indica el proceso físico al que constantemente estamos expuestos.

El enfoque cualitativo del confort térmico no parte de considerar el intercambio de calor entre el cuerpo y el entorno, sino de observar que existen una serie de acciones que el ser humano puede realizar para alcanzar el confort térmico. Nicol y Humphreys, como lo cita Raúl Pavel Ruíz Torres (Ruíz, 2007, pág. 12)

Los seres humanos tenemos la capacidad de adaptarnos a los cambios en nuestro entorno, algunos podemos asimilarlo de mejor manera que otros, o podemos realizar acciones que nos permitan alcanzar el confort térmico. En este enfoque se considera que la temperatura que perciba el cerebro puede controlar el equilibrio del organismo y el entorno, por lo que se centra en las sensaciones que tenemos cada ser humano, tomando en cuenta que cada temperatura corporal es determinada por factores biológicos y las actividades que cada uno esté realizando.

Se trata de un proceso de aclimatación por el cual una persona tendrá que pasar de forma distinta que otra, o con ciertas similitudes con alguien más. Por lo que se necesita actuar según los requerimientos personales para alcanzar el confort térmico. Se pueden clasificar tres tipos de adaptación térmica con los que reaccionan las personas adaptarse al entorno. (Ver tabla 1).

Es importante tomar en cuenta análisis de este tipo; en los proyectos de restauración y conservación, se requieren para el mantenimiento del edificio y mejorar el ambiente térmico para los usuarios de ser necesario.

El empleo de técnicas como la termografía infrarroja y HOBOS, son las más comunes para la evaluación de confort térmico y eficiencia energética, pues ninguna de las dos ocasiona daños en el edificio, el tiempo de monitoreo es de acuerdo con el trabajo que se quiera realizar y no implican un proceso difícil de colocación.

El escenario a evaluar se localiza en Oaxaca, ciudad que se encuentra al sur de México (17.05 latitud norte y 96.7167 longitud oeste), zona de ubicación geográfica que presenta un clima cálido seco, de acuerdo al resumen mensual y anual de la Comisión Nacional del Agua, presenta temperatura máxima promedio anual de 30.8° C, temperatura media promedio anual de 24.4°C, temperatura mínima promedio anual de 18°C. (CONAGUA, 2017). Según los datos obtenidos de la página weather underground para el año 2017: humedad relativa máxima promedio anual de 90%, vientos con velocidad promedio máxima de 230 km/h y mínimo de 6 km/h. (underground W. , 2017).

Planteamiento del problema

Las instituciones públicas y gubernamentales encargadas de proteger al patrimonio edificado con valor histórico, por la falta de información, no han llevado a cabo estudios de confort térmico necesarios para la conservación de los edificios.

Justificación

Es importante incluir análisis térmicos en los proyectos de conservación de edificios históricos para alcanzar el confort en el ambiente de los usuarios. Para realizarlos, el equipo que se utiliza permite hacer una evaluación sin producir daños en su estructura.

La basílica de la Soledad cuenta con dos fachadas, orientada hacia el este se encuentra la portada y acceso principal; hacia el sur, el acceso secundario (Ver figura 1).

Se consideró realizar el monitoreo en la fachada sur por ser una de las que recibe mayor incidencia solar, como lo demuestra la gráfica solar calculada para el mes de diciembre, la trayectoria del sol es de Este a Oeste con inclinación hacia el sur. (Ver figura 2). Y en la nave, que por su posición con respecto al sol es la zona en dónde los rayos inciden directamente.



Figura 1 Perspectiva de la basílica de la Soledad
Fuente: Los autores

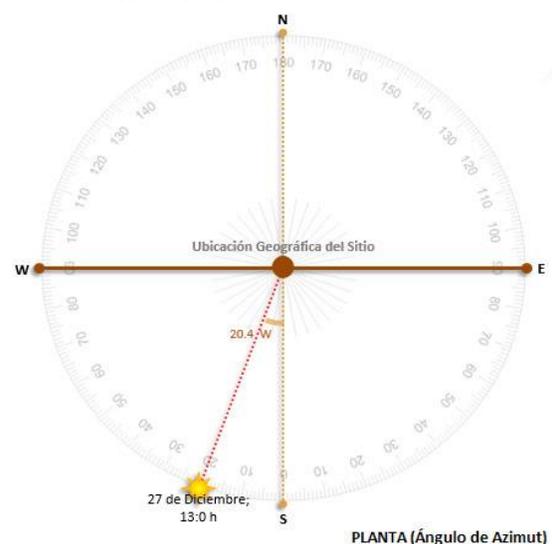


Figura 2 Planta del ángulo azimut, demuestra la inclinación de la trayectoria solar, indicando que la fachada sur es la que recibe más incidencia solar entre las 12:00 pm. Y las 6:00 pm
Fuente: Los autores

Hipótesis

La Basílica de la Soledad cuenta con un ambiente térmico confortable, adecuado para los usuarios; que se genera gracias a la piedra cantera que fue utilizado en los muros, que por la porosidad y espesor que presentan, no permiten que la temperatura proveniente de la radiación del sol ingrese al interior del inmueble; así como los materiales utilizados en la construcción de la nave, su forma de bóvedas y la altura del edificio.

Objetivos

Objetivo general

Analizar las condiciones térmicas del edificio, monitoreando las variaciones de temperatura superficial de la piedra cantera de los muros, así como del tabique rojo de la nave, dispuesto en plano con dos hojas conjuntas y un grueso intermedio de mortero, específicamente en una de las bóvedas y la cúpula gallonada, mediante el uso de HOBOS; y análisis con termografía infrarroja para obtener mapas térmicos del templo, con la finalidad de conocer si existe confort térmico en la Basílica y detectar daños que se estén generando en los muros de piedra cantera; de manera que la información sirva en proyectos de conservación.

Objetivos particulares

- Registrar los datos de temperatura y humedad relativa del aire, temperatura superficial de los muros y de la nave; monitoreando con HOBOS durante una semana, para conocer los parámetros de la piedra expuesta y el tabique rojo con recubrimientos a diferentes horas del día.
- Llevar a cabo un estudio termográfico, en la fachada sur, para conocer la temperatura de los muros en el interior, en el exterior y detectar puentes de humedad.
- Analizar los resultados y generar conclusiones de la muestra realizada, mediante la interpretación de los datos de la cámara termográfica y los HOBOS, para comprobar si los materiales, dimensiones y diseño del edificio, le permiten contar con confort térmico.

Materiales y métodos

La investigación se centra en un método adaptativo, en el que se consideran las relaciones que existen entre el medio ambiente térmico y las sensaciones fisiológicas y psicológicas que experimentan las personas ante las condiciones del ambiente.

Este método forma parte del enfoque cualitativo para el estudio del confort térmico.

Afirman (Gómez, 2007, pág. 50) “los modelos de adaptación son también conocidos como de neutralidad térmica, y se diferencian de los modelos de aproximación racional fundamentalmente por el hecho de que no tienen una base termofisiológica sustentada en resultados experimentales de laboratorio.” Se interpreta como un modelo subjetivo basado en la observación de las sensaciones del ser humano en un espacio, a diferencia del cuantitativo que pudiera reconocerse como un modelo de datos objetivos.

El equipo para obtener los datos y realizar el análisis, consiste en HOBOS, dispositivos de almacenamiento de temperatura y humedad relativa. Se utilizó una cámara termográfica como herramienta de diagnóstico y detección de problemas en el objeto de estudio.

Monitoreo de temperatura

Primero se realizó el monitoreo con los HOBOS para los muros, que se llevó a cabo en un periodo del 23 al 29 de diciembre de 2017, en la fachada lateral orientada hacia el sur; la configuración de los dispositivos para la medición se realizó en lapsos de 5 minutos para tener mayor precisión, que después se promedió para graficar a cada hora. (Ver figura 3).

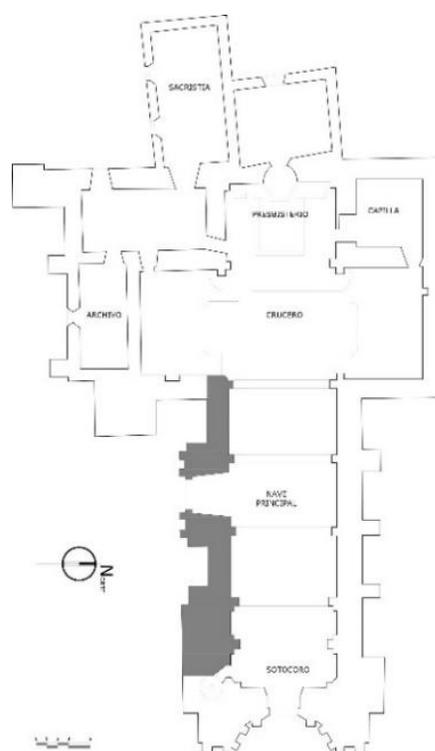


Figura 3 Planta arquitectónica de la basílica de la Soledad, en el muro sombreado se realizó el monitoreo
Fuente: Los autores

Uno de ellos se colocó en el interior del templo y el otro en el exterior, con la finalidad de obtener la temperatura del aire y la temperatura superficial de la piedra cantera, así como la humedad relativa en ambas posiciones. La altura a la que colocaron fue de aproximadamente tres metros en un muro de 1.00 m de ancho. En el exterior del muro se colocó sobre piedra cantera sin ningún recubrimiento, en el interior sobre un aplanado de cal.

Se utilizó una porción de pasta térmica para facilitar la conductividad entre la piedra y el metal conductor, después se protegió con cinta de aislar y unicel para evitar que se captara la temperatura del ambiente, por otro lado, el sensor del dispositivo estará captando directamente la temperatura del aire.

Tiempo después, se repitió éste procedimiento durante el mes de junio de 2018 para conocer el comportamiento térmico de la nave, empleando los HOBOS en secciones estratégicas, un dispositivo se colocó en la cúpula gallonada que se encuentra en el crucero y el otro en la bóveda próxima al coro y sotocoro, en un periodo del 02 de junio al 06 de junio. Se colocaron así para tener resultados en condiciones de distintas alturas, la que corresponde a la cúpula es de 25.20 m y en el caso de la bóveda a 15.70 m, medidos de piso al lecho bajo de la cubierta. (Ver figura 4).

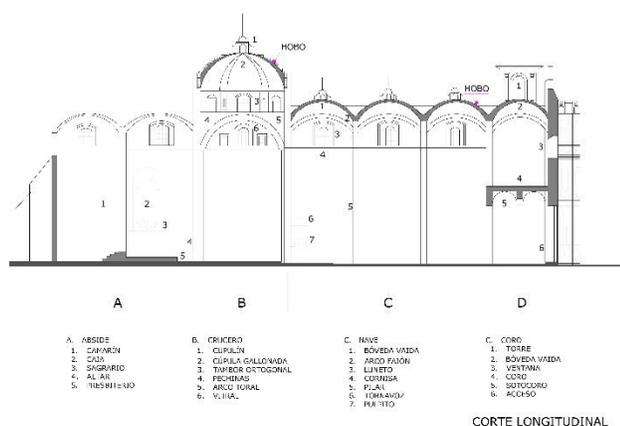


Figura 4 Corte longitudinal de la basílica de la Soledad, se indican la ubicación de los HOBOS

Fuente: los autores, adaptación del apunte de Eutiquio Pérez

Cámara termográfica

Con la cámara termográfica se tomaron imágenes de la fachada lateral el día 18 de abril del año 2018, entre las 4:00 y las 5:00 pm.

Se ajustó un valor de emisividad de 0.95, al no contar con un valor propiamente para la piedra cantera, se buscó una emisividad de materiales similares. Se consideró realizar la evaluación con termografía por infrarrojos durante el mes de abril, siendo uno de los más calurosos.

Resultados y discusión

Los resultados que se obtuvieron del programa HOBOWare se exportaron a Excel para elaborar las tablas de temperatura del aire y su reproducción en gráficas, una que contiene los valores del aire en el exterior (Ver gráfico 1) y otra del aire en el interior. (Ver gráfico 2).

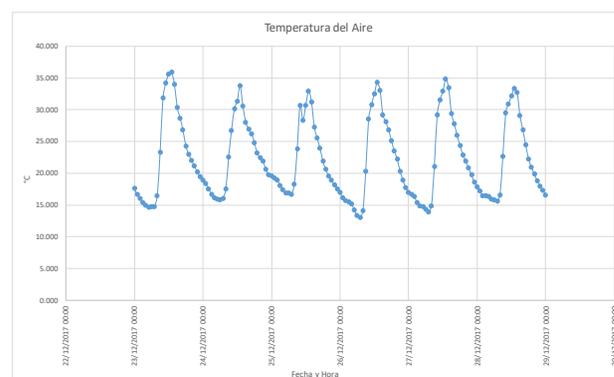


Gráfico 1 Temperatura del aire exterior, del 23 al 29 de diciembre de 2017

Fuente: Los autores

De las cifras que resultaron de los días del monitoreo, se realizó la selección de un día típico siendo el 27 de diciembre, a partir de las gráficas de temperatura del aire, que se caracteriza por tener las temperaturas más estables, es decir, que no hayan disminuido o incrementado bruscamente.

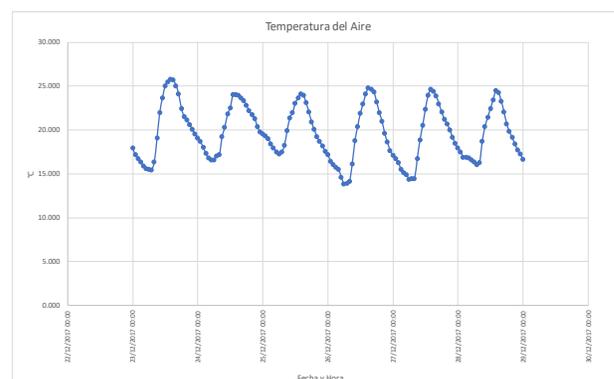


Gráfico 2 Temperatura del aire interior, del 23 al 29 de diciembre de 2017

Fuente: los autores

Por lo que se grafica la temperatura del aire (Ver gráfico 3) y la temperatura superficial del muro (Ver gráfico 4), del interior y el exterior para el día típico.

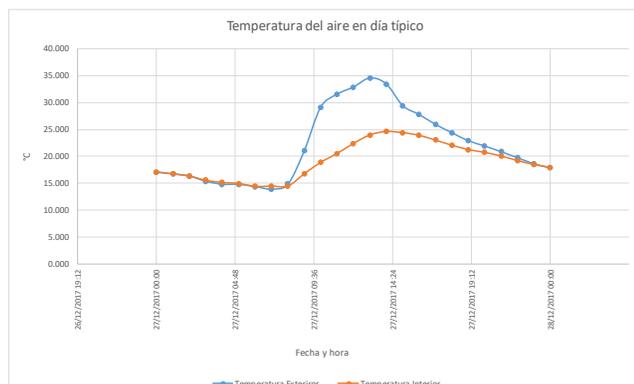


Gráfico 3 Temperatura del aire interior y exterior en un día típico, 27 de diciembre

Fuente: Los autores

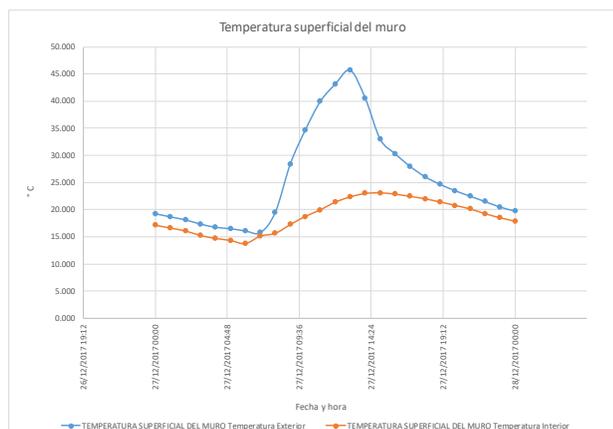


Gráfico 4 Temperatura superficial interior y exterior en un día típico, 27 de diciembre

Fuente: Los autores

A partir de la temperatura del aire, se aplica la fórmula del método adaptativo de Nicol y Roaf (1996). Chávez del Valle afirma, como lo citó Raúl Pavel Ruíz Torres (Ruíz R., 2007, pág. 15) “Con estudios en Pakistán, Nicol y Roaf (1996) encontraron $T_n = 17.0 + 0.38 * T_m$ ”. En donde T_n es igual a la Temperatura Neutral de Confort y T_m es igual a la Temperatura Media Anual.

Tomando en cuenta que la Temperatura Media Anual para el año 2017 fue de 21°C, de acuerdo al resumen del clima. (underground w., 2017) Al desarrollar la fórmula: $T_n = 17.0 + 0.38 * T_m$, el valor de la Temperatura Neutral de Confort resultó de 24.98°C.

$$T_n = 17.0 + 0.38 * 21 = 24.98^\circ\text{C} \quad (1)$$

A este valor se suman 2.5 y se restan 2.5 para encontrar el límite superior y límite inferior respectivamente. (Ver tabla 2).

| Temperatura Neutral de confort | Temp. Media anual | Límite superior | Límite inferior |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 24.89 | 21.00 | 27.48 | 22.48 |

Tabla 2 Valor de temperatura neutral de confort y sus límites superior e inferior

Fuente: Los autores

A continuación, se muestra la temperatura interior y temperatura exterior del aire en un día típico, en donde se representa la franja que indica el límite superior e inferior de la temperatura neutral de confort, que comprende desde los 22.48°C hasta los 27.48°C. Se puede apreciar que la temperatura interior cuando alcanza los niveles más altos durante un día típico en el mes de diciembre, entre las 10:00 am y las 7:00 pm, se confirma que existe un confort térmico dentro del edificio.

En el resto del día, durante la mañana y la noche desciende hasta los 15° °C, siendo un ambiente frío. (Ver gráfico 5).

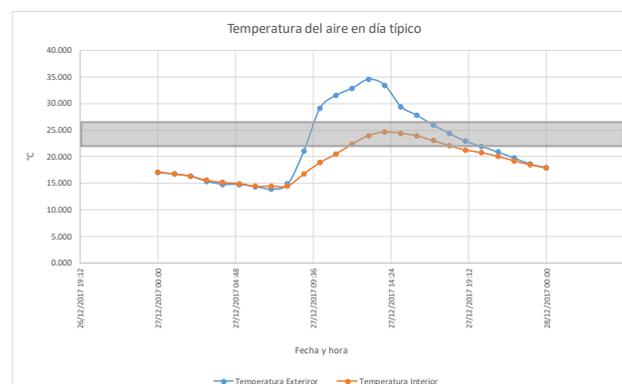


Gráfico 5 Temperatura de confort con sus límites inferior y superior en un día típico, en base a la gráfica de temperatura del aire

Fuente: Los autores

La humedad relativa es uno más de los parámetros que intervienen en la sensación de confort térmico. Además, que puede ser un factor ambiental que produce malestar en la salud de las personas cuando no se presenta de forma equilibrada. Como lo indica (Rodríguez L., Alonzo J., 2004, pág. 2) “Niveles de humedad relativa extremadamente bajas pueden causar resequeidad en los ojos, nariz y garganta, esto produce irritación, dolor e incremento a ser susceptibles a infecciones. Una humedad relativa alta promueve en el aire el crecimiento de hongos.”

GARCÍA-VÁSQUEZ, Jaquelina, GÓMEZ-BARRANCO, Heidy, RUÍZ-TORRES, Raúl y LÓPEZ-CALVO, Herwing. Análisis del comportamiento térmico en la basílica de la Soledad ubicada en la ciudad de Oaxaca. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018

Por lo tanto, es uno de los causantes de la aparición de colonizaciones biológicas en el edificio. Se observa el comportamiento de la humedad relativa captada en el exterior y el interior de la basílica. (Ver gráfico 6).

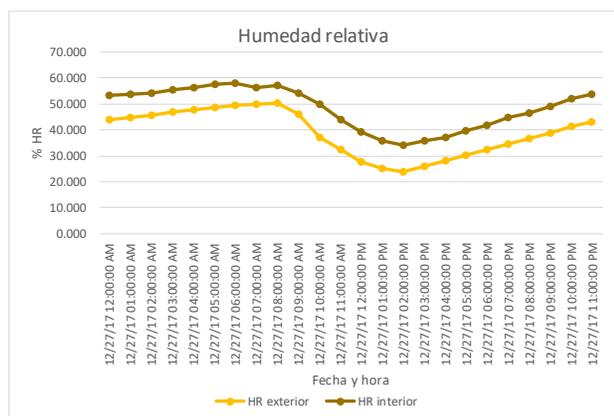


Gráfico 6 Humedad relativa en el interior y exterior de la basílica

Fuente: Los autores

Las condiciones externas oscilan entre el 23 y 50 % de humedad relativa, en tanto que al interior se mantiene variando entre 34 y 58%. En ambas mediciones los valores se establecen entre intervalos amplios en un solo día. Es notable que entre la 1:00 y las 3:00 pm el porcentaje de la humedad relativa desciende en respuesta al incremento de la temperatura, lo cual origina que el vapor de agua se encuentre en menor cantidad.

La norma ANSI/ASHRAE 62-2001, ventilación para calidad aceptable del aire en los recintos cerrados, especifica que (ASHRAE, 2001) “la humedad relativa en los espacios habitables deberá ser mantenida preferentemente entre 30% y 60% para cerrar el crecimiento de agentes alérgenos u organismos patógenos”

De acuerdo con los valores dispuestos por la ASHRAE se reconoce que la humedad relativa al interior del edificio se mantiene en los porcentajes propicios.

Al monitorear las temperaturas de la cúpula del crucero (ver gráfico 7) y la bóveda de la nave principal (ver gráfico 8), tomadas desde el exterior de la cubierta; se registraron los valores más altos regularmente a la 1:00 pm en los días que se consideraron, presentando más de los 50° C, mostrando los valores más bajos entre las 6:00 am y las 7:00 am con una cantidad de 18° C.

Se observa que es en la cubierta donde se registran las temperaturas más altas de los materiales que la conforman, a diferencia de las obtenidas en el caso de los muros, que están por arriba de los 45°C pero no sobrepasan de los 50° C.

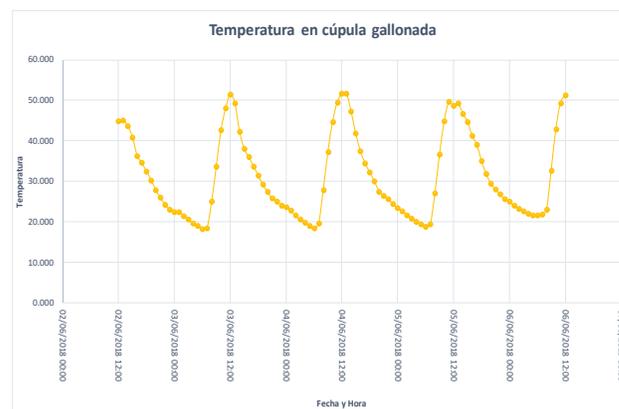


Gráfico 7 Temperatura superficial en la cúpula del crucero de la Basílica de la Soledad

Fuente: Los autores

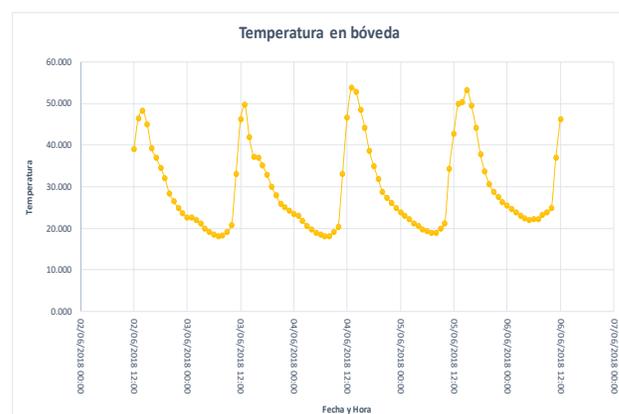


Gráfico 8 Temperatura superficial en la bóveda de la nave principal de la Basílica de la Soledad

Fuente: Los autores

Las temperaturas que se visualizaron a través del software SmartView se analizaron con relación a las temperaturas registradas por una unidad climatológica. De acuerdo con datos obtenidos de la página del clima (underground w. , 2018), la temperatura en este día fue de 32°C la más alta, la más baja de 15°C y la promedio de 23.4°C. Humedad relativa promedio de 41% y velocidad del viento promedio de 4 km/h, sin precipitación pluvial.

En el exterior del muro se detectaron temperaturas de entre 37.3°C a 30.5 °C (Ver figura 4), mientras que en el interior de 26.0°C a 27.6 °C (Ver figura 5).

Comparando con los rangos establecidos de temperatura ambiente, las temperaturas obtenidas de los muros indican que la piedra cantera es un material que impide el exceso de absorción de los rayos solares, además que por el ancho del muro no es posible el paso de la temperatura que se recibe en el exterior al interior.



Figura 5 Imagen térmica del exterior del muro evaluado
Fuente: Los autores



Figura 6 Imagen térmica del interior del muro evaluado
Fuente: Los autores

Conclusiones

El monitoreo con HOBOS se realizó en uno de los meses invernales, diciembre de 2017, mientras que la prueba de termografía infrarroja se llevó a cabo durante la estación de primavera, abril de 2018. Se comprueba que, en ambos casos la piedra cantera utilizada en la construcción de la basílica de la Soledad permite que el edificio sea un ambiente con temperaturas estables en el interior.

Las gráficas resultado de los HOBOS demostraron que la temperatura del aire en el exterior y el interior tienen diferencias importantes entre las 9:00 am. y las 7:00 pm. A la 1:00 pm.

La temperatura del aire exterior alcanza su valor más alto de 34.6 °C, mientras que en el interior del edificio se encuentra con 23.9 °C. Los límites de la temperatura neutral de confort indican que en el interior de la basílica se alcanza un confort térmico entre las 11:00 am. y las 6:00 pm., sin embargo, en el resto del día pueden descender hasta 15°C, convirtiéndose en un ambiente frío para la mayoría de los usuarios, se comprueba que el confort se alcanza en el horario de las celebraciones en el templo.

Los porcentajes de humedad relativa se observan con valores permitidos por la norma ASHRAE 2001, por lo que se puede considerar un factor que influye para que la temperatura superficial del muro sea estable.

Con las imágenes térmicas se comprobó que el muro no absorbe gran cantidad de calor y, por lo tanto, la temperatura transmitida al interior permite la existencia de ese confort térmico.

La humedad relativa en el aire del interior del edificio se encuentra entre los valores que corresponden a la norma, pero por la imagen termográfica se puede apreciar que existe humedad en la fachada exterior, a consecuencia de lluvias y el vapor de agua encontrado en el aire; pudiendo ser el agente causante de la decoloración, eflorescencias y aparición de agentes biológicos en la piedra.

En ambos meses de la evaluación la temperatura del muro manifiesta resultados homogéneos, que indican que los muros, que son construidos de piedra cantera y por su espesor, son propicios para crear un ambiente que se perciba frío en el interior del templo, por lo que se decidió analizar también la cubierta, en donde se tomó para el monitoreo la cúpula del crucero, que es el punto más alto y una de las bóvedas de la nave principal, de altura menor.

Los resultados arrojaron que las temperaturas son altas, de más de 50° C; por lo que se puede inferir que el confort térmico observado gracias a la temperatura del aire, surge del equilibrio existente entre las alturas con los que fue diseñado el templo y su ventilación cruzada, orientada de norte a sur.

Pues, si al incidir el sol directamente sobre la nave y la cúpula, la cantidad de calor va disminuyendo conforme a la altura, es por eso que al ingresar al templo se percibe una temperatura agradable.

Además, la cúpula gallonada se complementa con elementos como el cupulín, el tambor ortogonal y las nervaduras sobre las que se coloca la cúpula, está cubierta hacia los lados por escaleras y decoración que la protegen de la incidencia del sol. Dejando al descubierto solamente algunas secciones de su forma esférica, siendo una de estas secciones en dónde se midió la temperatura.

La hipótesis se comprueba, ya que el resultado del análisis indica que existe confort térmico en el edificio, sin embargo, se encontró también que la temperatura puede descender hasta 15°C. Lo importante es que el confort térmico se presenta entre las 10:00 am. y las 7:00 pm., en los horarios más frecuentes de celebración de misas.

Cuando las personas necesiten ocupar este espacio en las horas en que la temperatura desciende, se pueden adaptar mediante soluciones físicas que generen un equilibrio en la temperatura corporal, como es el uso de abrigo. Se obtiene que existe un equilibrio en la temperatura interior del templo gracias a su diseño, tomando en cuenta los materiales que fueron usados, las formas de la cubierta y las alturas, que además de cumplir con una función estructural bien planeada, permiten que sea un edificio comfortable.

La humedad relativa en el interior del inmueble es aceptable según la norma ASHRAE, pero la humedad existente en la piedra que constituye los muros, se reconoce como la causante de los daños que pudieran generarse en dicho material.

Agradecimiento

A la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO) y a la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

Referencias

ASHRAE, S. 6. (2001). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. TRANE.

Castilla, Á. B. (2010). Técnicas de Control del Confort en Edificios. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 5.

CONAGUA. (2017). *Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia*. Obtenido de <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>

Gómez, G. B. (2007). El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados. *Palapa, Revista de Investigación Científica en Arquitectura*, 45-52.

Rodríguez L., Alonzo J. (2004). Efecto de los factores ambientales, laborales y psicosociales, en el síndrome del edificio enfermo. *Ingeniería Revista Académica*, 2.

Ruíz, P. (2007). *Estándar local de confort térmico para la ciudad de Colima*. Colima, México: Tesis de maestría.

underground, w. (2017). *Pronóstico para San Agustín Yatareni*. Obtenido de https://www.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=ISANAGUS14&cm_ven=localwx_pwsdash

underground, w. (2018). https://www.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=ISANAGUS14&cm_ven=localwx_pwsdash#history/s20180418/e20180418/mdaily.

underground, w. (2018). *Pronóstico para San Agustín Yatareni*. Obtenido de https://www.wunderground.com/personal-weather-station/dashboard?ID=ISANAGUS14&cm_ven=localwx_pwsdash

underground,w. (2017). Obtenido de https://www.wunderground.com/history/airport/MMOX/2017/1/1/CustomHistory.html?dayend=31&monthend=12&yearend=2017&req_city=&req_state=&req_statename=&reqdb.zip=&reqdb.magic=&reqdb.wmo=

Fundamentos para construcción de Instrumento Ambiental para la Industria Minero-metalúrgica

Fundamentals for the construction of an Environmental Instrument for the Mining and Metallurgy Industry

MARTÍNEZ-TORRES, Rosa Elia*† & BEDNAREK, Mariusz

*Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Av. Tecnológico s/n, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. México.
Universidad de Lodz, Polonia. Facultad de Ciencias Sociales*

ID 1^{er} Autor: Rosa Elia, Martínez-Torres

ID 1^{er} Coautor: Mariusz, Bednarek

Recibido 13 de Marzo, 2018; Aceptado 22 de Mayo, 2018

Resumen

Se presentan las bases teóricas concentradas en una representación figurativa de elementos que fundamentarán la formalización de una propuesta para construir un instrumento de recogida de datos del tipo ambiental en la Industria Minero-Metalúrgica; con este, se propone realizar mediciones cuantitativas que además, estén alineadas con diversos organismos internacionales y nacionales, lo cuales se formalizan en la legislación del sistema vigente del país y foros internacionales de tratado del medio ambiente. Se utiliza una metodología descriptiva, de corte cuantitativo que permite detallar indicadores, factores y otros elementos, a partir de reflexiones que convergen entre la legislación y metas globales. La Gestión Ambiental, es la plataforma general del presente estudio, de la cual, se desprenden los diversos conceptos que se integran en formato de indicadores o elementos a describir para fundamentar teóricamente un instrumento de medición aplicable a la industria minero-metalúrgica.

Gestión ambiental, Instrumento de medición, industria minero-metalúrgica

Abstract

The theoretical bases are presented, concentrated in a figurative representation of elements that will base the formalization of a proposal to build an instrument of environmental data collection in the Mining-Metallurgical Industry; With this, it is proposed to perform quantitative measurements that are also aligned with various international and national organizations, which are formalized in the legislation of the country's current system and international environmental treaty forums. A descriptive methodology is used, of quantitative cut that allows to detail indicators, factors and other elements, from reflections that converge between the legislation and global goals. Environmental Management is the general platform of this study, from which the various concepts that are integrated in the format of indicators or elements to be described are derived to theoretically support a measurement instrument applicable to the mining-metallurgical industry.

Environmental management, measuring instrument, mining-metallurgical industry

Citación: MARTÍNEZ-TORRES, Rosa Elia & BEDNAREK, Mariusz. Fundamentos para construcción de Instrumento Ambiental para la Industria Minero-metalúrgica. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018, 2-4: 10-18

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: m.rosaelia@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La Minería es una actividad productiva determinante en la evolución de la historia mundial. Su importancia se expresa al igual que la industria de las telecomunicaciones, transporte y manufactura, ya que por generaciones ha representado transformaciones sociales y económicas trascendentales (Góngora, 2013). Se trata de una actividad integrada, dado que los recursos minerales extraídos, requieren una transformación industrial para ser utilizados, conociéndola entonces como Industria Minero-metalúrgica (Saavedra, 2007), que se concentra en la búsqueda de satisfacer necesidades cotidianas que han venido en aumento en el mundo.

La Industria Minero-metalúrgica representa un bastión económico importante para algunos países. En 2017, logra que 120 economías registren incrementos en inversión de capital extranjero, productividad, exportación y empleo; todos éstos, entendidos como factores fundamentales para el movimiento financiero continuo para los países involucrados en el sector minero (CAMIMEX, 2018).

Sin embargo, como en todos los sistemas complejos, la Industria Minero-metalúrgica también tiene claro-oscuros que no pueden soslayarse. Cuando se profundiza en cómo se ha movilizadado la industria en lo tecnológico surge el cuestionamiento sobre el impacto de este avance en el ámbito ambiental. Los efectos negativos del desarrollo industrial minero-metalúrgico se observan en la ecología y en las sociedades a las que su impacto afecta.

El daño ambiental que la Industria Minero-metalúrgica puede ocasionar, se refleja en contaminación de agua, suelo, aire, deterioro de recursos y ecosistemas, etc., ya que se liberan al medio ambiente volúmenes de residuos sólidos, líquidos y gases no tratados y que, además, no son considerados en los costos ambientales de producción (IIED/WBCSD, 2002).

Estos efectos negativos, varían según el tipo de mineral y de mina, ya que por su naturaleza implica explotación de recurso no renovable mediante procedimientos como trituración, molienda, lavado, lixiviado y clasificación de minerales, refinación y fundición (IIED/WBCSD, 2002).

Los problemas del tipo ambiental, debido a las malas prácticas que se han realizado, dentro del sector minero, son consecuencia de la inexistencia o falta de aplicación de lineamientos de regulación y legislación a través del tiempo, ya que se han identificado sitios contaminados con compuestos orgánicos e inorgánicos derivados de los procesos de explotación, extracción y el beneficio de minerales. (Volke, Velasco, 2002).

Se trata de espacios rurales, semi-urbanos y urbanos que han sido afectados, en suelo, aire y/o agua y, con ello el paulatino deterioro medio ambiental en el ecosistema, debido a prácticas carentes de sistemas de gestión que regulen el impacto que sus procesos industriales en materia minero-metalúrgica ocasionan.

Para poder obtener información sobre cómo las empresas del ramo industrial minero-metalúrgico dan cumplimiento operativo a la legislación vigente en materia de preservación ambiental, es necesario el diseño de un instrumento de valoración aplicable a empresas nacionales e internacionales sobre los acuerdos internacionales que hablan sobre ecología, conservación del medio ambiente y el desarrollo sustentable, procurando con ello, minimizar impactos de tipo social.

Por tanto, a partir de la medición de la efectividad de las actividades ambientales por parte de las empresas del sector, se puede obtener información importante para construir un modelo de Gestión Ambiental integral, que respete y cumpla con la legalidad de los países mineros y los señalamientos internacionales que operan a través de organismos que apuntan a la sustentabilidad y bienestar ambiental.

Este trabajo de investigación concentra los fundamentos teóricos para el diseño de indicadores, criterios y otros elementos necesarios, para la posterior construcción de un instrumento ambiental que mida la efectividad de las actividades de las empresas que pertenecen al sector Minero-metalúrgico; se delimita al considerar como objeto de estudio, la legislación de México, país históricamente minero y, que encabeza la lista de economías mundiales en este sector en particular.

Justificación

La construcción de un instrumento de medición bajo una línea de investigación ambiental, persigue una búsqueda de sincronía en la legalidad de los países mineros, considerando para ello, la similitud o coincidencia o bien, divergencia de los indicadores identificados, además de estimar cómo estos pueden ser medidos, de forma tal que la información que se obtenga, repercuta en la generación de acciones y/o propuestas para remediar, minimizar o anular el efecto negativo o impacto del evento cuestionado.

Con la información obtenida a partir de la aplicación de un instrumento con base en indicadores ambientales, será posible conformar un Modelo de Gestión Ambiental apropiado y aplicable a los procesos industriales minero-metalúrgicos, para evitar severos e irreversibles impactos a los ecosistemas en donde las empresas industriales estén localizadas.

Para lograr este constructo, es necesario una plataforma basada en la revisión de la literatura especializada en materia de legislación ambiental del país objeto de estudio, a fin de identificar y diseñar los indicadores, factores y elementos necesarios. Además de lo anterior, la revisión de la literatura se extendió hacia Foros Mundiales que promueven acciones en función de la ecología, sustentabilidad y en general a la conservación y recuperación del medio ambiente.

Por lo que se consideraron las disposiciones de Organismos Internacionales en materia de sostenibilidad (ONU), de los cuales, se extrajeron elementos que se integran a los anteriormente identificados. El resultado esperado de este estudio es la base que permitirá la creación de un instrumento de medición que se utilizará en la búsqueda de la formalización de un trabajo de tesis doctoral.

Enunciado formal del problema

Debido a la carencia de instrumentos de medición ambiental internacionales para el sector industrial minero-metalúrgico, los procesos industriales ocasionan efectos adversos al suelo, aire y agua en los ecosistemas en donde están localizadas las empresas.

Objetivo General

Diseñar indicadores ambientales con fundamento en la literatura especializada en materia de Gestión Ambiental, sustentabilidad, conservación y recuperación del medio ambiente.

En un segundo momento, este diseño servirá para la construcción de un instrumento de medición para la preservación del medio ambiente dentro de los procesos de las empresas de la Industria Minero-metalúrgica con base en lineamientos y regulaciones internacionales y nacionales.

Objetivos específicos

- Identificar los elementos teóricos en materia de Gestión Ambiental, sustentabilidad, conservación y preservación del medio ambiente.
- Diseñar indicadores ambientales vigentes en la legislación mexicana.
- Diseñar una matriz que contiene elementos identificados referentes a legislación ambiental de la Industria Minero-metalúrgica mexicana y acuerdos de foros internacionales.

Marco Teórico

Gestión Ambiental y programas internacionales.

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA (2010), define los procesos productivos orientados en la mejora del ambiente como “economía verde” y, al conjunto de estos procesos manejados sistémicamente al incluir desarrollo sustentable y mitigación de problemas ambientales, logrando calidad de vida y bienestar económico-social, lo define como “Gestión Ambiental”, consiguiendo que se interprete como un mecanismo para conseguir desarrollo económico y humano con el uso racional de recursos naturales y protección del medio ambiente.

Aquellos procesos productivos de bienes y servicios que orientan sus resultados en la mejora y bienestar de la vida, al reducir riesgos al exterior, son considerados como estructura de la Gestión Ambiental, traduciéndose en rentabilidad económica, social y ambiental (Bozinovic, Donoso, Novoa, Simonetti, 2013).

MARTÍNEZ-TORRES, Rosa Elia & BEDNAREK, Mariusz. Fundamentos para construcción de Instrumento Ambiental para la Industria Minero-metalúrgica. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018

La Gestión Ambiental promueve que los procesos productivos incluyan la realización de investigación básica y aplicada y desarrollo y, sean participativos, ya que se debe enfatizar en que es transversal a todos los sectores, y por lo tanto todos los procesos deben seguir el protocolo para generar beneficio económico produciendo limpiamente, con estrategias preventivas aplicadas a procesos, productos y servicios.

El desarrollo de Gestión Ambiental puede ser resumido en cinco niveles: (1)reacción ante el problema, (2)reglamentación, (3)optimización de procesos, (4)autoregulación y, (5)certificación ISO (Morales y Estrada, 2006).

En este marco conceptual, se encuentra el concepto de *Sustentabilidad*, cuya definición está propuesta por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (1987), entendida como el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias.

Sobre el fundamento del Desarrollo Sustentable, la *Responsabilidad Social y Ambiental*, promueve iniciativas empresariales que rebasan cumplimiento de leyes, normatividad y objetivos, procurando bienestar de trabajadores, respeto del medio ambiente y reducción de impactos; considera además, dimensiones sostenibles, sociales, económicas, tecnológicas y ambientales (Morales y Estrada, 2006).

Bajo este enfoque, gobiernos de todo el mundo se han unido para afrontar retos económicos, sociales y ambientales que proponen los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales surgen en el marco de un Congreso de la Naciones Unidas y son planteados en la “Agenda 2030”, en donde se encuentran al menos seis que directamente obligan a prácticas para beneficio del medio ambiente: (1)agua limpia y saneamiento, (2)industria innovación e infraestructura, (3) ciudades y comunidades sostenibles, (4)producción y consumo responsables, (5)acción por el clima y, (6)vida de ecosistemas terrestres (Martínez y Rivera, 2017).

Para llevar a la acción los ODS, se llevaron a cabo diversas iniciativas, una de las más importantes fue la Global Reporting Initiative (GRI). La Guía GRI es utilizada por las empresas para la elaboración de memorias de sostenibilidad (Martínez y Rivera, 2017).

El Pacto Mundial, pronuncia diez principios universales, de los cuales, tres se refieren al medio ambiente: (1) Las empresas deberán mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente. (2) Las empresas deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental y, (3)

Las empresas deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente (Martínez y Rivera, 2017).

Legislación Ambiental en México

Perez (2010), documenta que en México, el tema ambiental tiene sus orígenes en 1841, cuando se crea el Congreso de Salubridad del Departamento de México, además de un código sanitario; hacia 1917 se crea la Secretaría de Seguridad Pública y en 1943, la Secretaría y Asistencia, las cuales serían responsables de la Gestión Ambiental.

En 1971, nace la Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental, siendo el primer ordenamiento jurídico mexicano con disposiciones en materia de aire, agua y suelo; en 1972 surge la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente, como dependencia de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

La política ambiental adquiere enfoque integral: hacia 1982 es creada la Ley Federal de Protección al Ambiente, en 1983 se crea la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la cual entre sus alcances, consideraba la preservación de recursos contrarrestando efectos de concentraciones industriales, lo que generó una estructura que contaba con una Subsecretaría y cuatro Direcciones en 1985. Estos esfuerzos se fortalecen con la creación de la Comisión Nacional de Ecología, la cual desglosa además, la Subsecretaría de Ecología y el Programa Nacional de Ecología.

Hacia 1988, nace la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, considerada como la base de la política ambiental del país.

En 1989, nace la Comisión Nacional del Agua, en 1992 la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología se convierte en Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), se crea además, el Instituto Nacional de Ecología (INE), siendo este último, enfocado en información científica acerca de los problemas ambientales; se crea también la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), quien funge como responsable de la procuración de justicia ambiental.

A partir de la década de 1990, el enfoque de la política ambiental tiene un giro hacia el Desarrollo Sustentable, en el cual se gesta una integración de objetivos económicos, sociales y ambientales.

En 1995 se crea la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y el Programa de Medio Ambiente. A inicios del año 2000, cambia la Ley de la Administración Pública Federal y da origen a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y al Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales, los cuales adoptaron un diseño institucional y estructura en la que se establece la política ambiental como Política de Estado.

Impactos Ambientales de la Industria Minero-metalúrgica

La Ley Minera, por medio de sus organismos reguladores, evalúa los *impactos ambientales*, definidos como modificaciones ocasionadas por la intervención del hombre en la naturaleza, pudiendo ocasionar desequilibrio ecológico.

Para ello, se auxilia de aprobaciones que se requieren para llevar a cabo un proyecto minero-metalúrgico, tal es el caso del *Manifiesto de Impacto Ambiental* (MIA), el cual representa una guía para que se elabore un documento detallado, el cual deben presentar ante los organismos reguladores (SEMARNAT 2002, citado en Martínez y Rivera, 2018).

En este documento, se dan a conocer con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o minimizarlo en caso de que este sea negativo, garantizando que por operación económica, no generarán desequilibrio ecológico y por ende, daños ambientales permanentes o irreversibles (SEMARNAT 2002, citado en Martínez y Rivera, 2018).

Al MIA lo conforman ocho apartados, los cuales contienen según la etapa del proyecto (exploración, explotación, beneficio, remediación y cierre).

Criterios que habrán de ser descritos y valuados conforme han determinado los organismos encargados (SEMARNAT 2002, citado en Martínez y Rivera, 2018).

Metodología

Esta metodología tiene un enfoque cualitativo, utilizando como técnica de producción de datos el Análisis de Documentos (Sutu, Boniolo, Dalle y Elbert, 2005).

Se construye un reporte del tipo descriptivo, en el cual se pretende, detectar o identificar palabras clave, planteamiento, teorías, hipótesis, variables y definiciones que se relacionen con un planteamiento dado (Hernández, 2014).

La estrategia metodológica es bibliográfica (Sutu, Boniolo, Dalle y Elbert, 2005), iniciando el reporte con concepciones generales acerca de la Gestión Ambiental y la legislación de los países objetos de estudio, para concluir en la construcción de una representación figurativa de lo que se percibe de éstas y, que se utilizará como guía en el proceso de conocer los factores y demás elementos que intervienen al respecto de las prácticas ambientales (Sutu, Boniolo, Dalle y Elbert, 2005).

Esta representación, contiene la descripción de las principales categorías analíticas que permiten comparar, complementar o hacer énfasis de la falta de aquellos factores y otros elementos que se identifican y, son la base de estas descripciones.

Etapas para la construcción de la representación figurativa

Para lograr cumplir con el objetivo, se planearon etapas que sirvieron como guía. Estas etapas se resumen en tres para efectos prácticos de divulgación:

1. Conceptualización de Gestión Ambiental aplicado al sector minero-metalúrgico.
 - a. Identificación de elementos de Gestión Ambiental a evaluar en el sector minero-metalúrgico.
2. Descripción general de legislación ambiental en el ámbito minero de México
 - a. Identificación de criterios e indicadores de las prácticas ambientales de México a partir del estudio de la legislación.
3. Construcción de representación figurativa de elementos descriptivos para fundamentar bases para posterior investigación.

Resultados

Etapa 1. Conceptualización de Gestión Ambiental aplicado al sector minero-metalúrgico

A partir de la teoría de Gestión Ambiental, se considera para la Industria Minero-metalúrgica, una definición práctica, considerando a PNUMA como base; para efecto de la línea de investigación que se persigue, se considera la siguiente:

“Gestión Ambiental, mecanismo que orienta los resultados de los procesos productivos de bienes y servicios para conseguir desarrollo económico y humano con el uso racional de recursos naturales y protección del medio ambiente, consiguiendo además, que sus resultados estén orientados a la mejora y bienestar de la vida, reduciendo, minimizando o eliminando riesgos al exterior”.

En cuanto a la identificación de elementos importantes que influyen en la gestión y en su seguimiento y evaluación, se consideran seis puntos de 17 totales, que emanan de los ODS, considerando que las empresas del sector deben estar inmersas en la Responsabilidad Social y Sustentabilidad, y a los cuales, en lo sucesivo, se reconocerán como *criterios*:

1. Agua limpia y saneamiento
2. Industria innovación e infraestructura
3. Ciudades y comunidades sostenibles
4. Producción y consumo responsables
5. Acción por el clima
6. Vida de ecosistemas terrestres

Para considerarlos dentro del fundamento para construcción de un instrumento de medición, se describen metas de cada uno, con una orientación hacia el sector del estudio; este trabajo se ha concentrado en la tabla 1, expuesta a continuación:

| Criterios internacionales de Medio Ambiente Metas que aplican al sector minero-metalúrgico | |
|---|--|
| Agua Limpia y saneamiento | Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos. |
| | Reducir a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar. |
| | Aumentar el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial |
| | Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos |
| Industria, innovación e infraestructura | Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento |
| | Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano. |
| | Promover una industrialización inclusiva y sostenible |
| | Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales. |
| Ciudades y comunidades sostenibles | Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales. |
| | Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos. |
| | Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos. |
| | Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo. |
| | Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo. |
| | Proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles. |
| | Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional. |
| Aumentar el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a éste. | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Producción y consumo responsables | Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales. |
| | Lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida y reducir su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. |
| | Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. |
| | Alentar a las grandes empresas y transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes. |
| | Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales. |
| | Asegurar que las personas tengan la información y los conocimientos pertinentes para el desarrollo sostenible y los estilos de vida en armonía con la naturaleza. |
| | Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sostenible. |
| Acción por el clima | Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales. |
| | Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana. |
| | Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático. |
| Vida de ecosistemas terrestres | Asegurar la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y sus servicios, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas. |
| | Promover la puesta en práctica de la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, detener la deforestación, recuperar los bosques degradados y aumentar considerablemente la forestación y la reforestación. |
| | Luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación del suelo. |
| | Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de biodiversidad y proteger las especies amenazadas y evitar su extinción. |
| | Integrar los valores de los ecosistemas y la biodiversidad en la planificación, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad. |
| | Movilizar y aumentar significativamente los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la biodiversidad y los ecosistemas. |
| | Movilizar recursos considerables de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible. |
| | |

Tabla 1 Criterios de Gestión Ambiental seleccionados para la Industria Minero-metalúrgica

Fuente: *Elaboración propia con base en los ODS*

Etapa 2. Descripción general de legislación ambiental en el ámbito minero en México

Por su parte, el análisis de literatura referente a la legislación ambiental en los dos países objeto de estudio, canaliza el aspecto ambiental en la mitigación de impactos, siendo documentos del tipo informe, los que las empresas del sector están obligadas a presentar a los organismos adecuados, para su evaluación y seguimiento en la práctica o vida operativa. Para efectos de este estudio, dentro del marco legislativo de México, la base de identificación de indicadores son los Manifiestos de Impacto Ambiental (MIA).

Los MIA, involucran estudios técnicos, que dan origen al documento, el cual describe detalladamente las condiciones ambientales anteriores a la realización de cualquier proyecto minero, cubriendo las cuatro estaciones del año, con el fin de evaluar impactos potenciales en flora, fauna y medio ambiente, así mismo, se describen las propuestas de las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar dichas alteraciones (SEMARNAT 2013, citado en Martínez, 2018); este documento es regulado por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA). A manera de ejemplo, se muestran a continuación (tabla 2), un conjunto de indicadores emanados de un criterio considerado por el MIA: *Construcción de obras mineras*. Se elige exponer este criterio, ya que aborda tres fases básicas de la operatividad de las empresas del sector minero-metalúrgico: Explotación, Exploración y Beneficio de minerales.

| Construcción de Obras Mineras | |
|---|---|
| Exploración | Número de barrenaciones, tipo y dimensiones. |
| | Dimensiones, número de planillas de barrenación y volumen de material a remover. |
| | Dimensiones, números de zanjas y material a remover. |
| | Dimensiones, número de catas o pozos y material a remover. |
| Explotación | Número de sistemas de ventilación, número y tipo de obra (pozo, contrapozo) y volumen de material a remover. |
| | Número y tipo de obra (rampa, tiro, socavón) para acceso a niveles subterráneos, dimensiones y volumen a remover. |
| | Altura de cada nivel, subnivel, y volumen de material a remover. |
| | Número, dimensiones de rampas de acceso a bancos (minas de cielo abierto) y volumen de material a remover. |
| | Número de tajos, profundidad y área, ángulos de taludes, altura y volumen de material a remover. |
| | Polvorines: tipo de explosivo, cantidad a almacenar. |
| | Dimensiones de depósitos superficiales de tepetate, terreros y suelo fértil, volúmenes a almacenar, sistema de estabilización de taludes; perfil de los sitios de depósito. |
| | Tipo de transporte de mineral (banda, camiones de acarreo), capacidad, distancia, rutas. |
| | Sitios subterráneos de mantenimiento, abastecimiento y servicios. |
| | |
| Beneficio | Tipo de equipo de trituración y molienda, instalaciones, capacidad, superficie a ocupar. |
| | Tipo de equipo de beneficio de minerales, instalaciones, capacidad, superficie a ocupar. |
| | Tipo de equipo de laboratorio, instalaciones, insumos, superficie a ocupar. |
| | Patios de lixiviación, capacidad, sistema de impermeabilización, ingeniería, ubicación, recubrimiento. |
| | Piletas de solución pobre, dimensión, capacidad y sistema de impermeabilización. |
| | Piletas de solución rica (con valores), dimensión, capacidad y sistema de impermeabilización. |
| | Piletas de demasías, dimensión, capacidad y sistema de impermeabilización. |
| | Presas de jales, dimensión, actividades de preparación del sitio para disminuir infiltraciones. |
| Sistema de conducción de soluciones de proceso y jales, longitud de líneas de conducción, acequias de contingencia y sistema de bombeo de jales y agua. | |

Tabla 2 Esquema de indicadores identificados, para el criterio del MIA: Construcción de Obra Minera

Fuente: *Elaboración propia con base en MIA*

Etapa 3. Construcción de representación figurativa de elementos descriptivos

En la última etapa de este estudio, se concentra la información obtenida del análisis literario realizado, y se presenta en un esquema de relación (tabla 3), para su fácil uso y manejo en estudios posteriores y un esquema de relación que muestra los indicadores que impacta cada criterio (Tabla 4):

Criterios internacionales.

1. Agua limpia y saneamiento - ALS
2. Industria innovación e infraestructura - III
3. Ciudades y comunidades sostenibles - CCS
4. Producción y consumo responsables - PCR
5. Acción por el clima - AC
6. Vida de ecosistemas terrestres – VET

| | Exploración | Explotación | Beneficio |
|-----|-------------------------------|---|--|
| ALS | Pozos, zanjas, cauces de río. | Uso para procesos de obra minera. Localización de mineral en zona acuífera. | Uso en procesos. La cantidad y los insumos pueden ser abismales. |
| III | Paisaje. | Daño por uso de explosivo: erosión, desmoronamiento | Paisaje y cuidado de suelo (jales) |
| CCS | No aplica | Re-uso de tepetate, terreros, remediación de suelo. | Remediación de suelo, tratamiento de agua. |
| PCR | Cantidad | Diseño de minas. Uso de explosivos | Insumos, sistemas de impermeabilización ventilación. |
| AC | No aplica | Diseño de minas, uso de explosivos, diseño de jales | Remediación de suelo, tratamiento agua. |
| VET | Protección fauna y flora. | Diseño de minas: cielo abierto, subterráneas. Uso explosivo | Uso de insumos, remediaciones, tratamientos de agua. |

Tabla 3 Representación de criterios en relación con indicadores de MIA: Construcción de Obra Minera
Fuente: Elaboración propia

Indicadores extraídos del MIA.

| | | | |
|---------------|----|----------------------|----|
| Número - | N | Volumen – | V |
| Dimensión – | D | Capacidad - | C |
| Profundidad – | P | Actividades – | Ac |
| Área – | A | Insumos - | I |
| Ángulo – | An | Impermeabilización – | Im |

| | Exploración | Explotación | Beneficio |
|-----|-------------|---------------------------|---------------------------|
| ALS | N D P | N V P Ac C I | A C P Im I Ac |
| III | N V P | P I A V N D Ac An | N Im Ac D C P I V |
| CCS | No aplica | N I Ac P V | N An D Ac P Im |
| PCR | N I | N V C Ac D I | N Ac D I V Im |
| AC | N P D | N Ac D I V C | N V Ac D C Im P I A |
| VET | N P D | N Ac C D I A P V An | N Ac V D I A P C Im |

Tabla 4 Representación de indicadores de MIA: Construcción de Obra Minera
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Los esfuerzos para lograr efectuar el plan de sustentabilidad dentro de la industria minera se han expandido con base en balances entre los impactos generados por explotación y extracción de recursos y, la manera ardua en que se procura formar nuevas áreas naturales y bienestar social y económico. De esta manera, la industria minera, proporciona alternativas de solución no solo en la gestión económica, sino que prevé los elementos ambientales y sociales para distribuir las utilidades y, tener la capacidad financiera de invertirlo en programas que fomenten y construyan un bienestar para todos.

Se concluye de este estudio, que existen elementos fundamentales que deben influir directamente en los planes estratégicos de las empresas del sector minero-metalúrgico, con la finalidad de dar seguimiento y evaluar puntualmente especificaciones de la legislación y de los acuerdos mundiales.

La construcción de un instrumento de medición promueve una cultura para la adjudicación de elementos confiables, validados para realizar investigación y para avalar resultados cuantitativos derivados de observaciones cotidianas. El fundamento que este estudio brinda se convierte en un parámetro de información confiable para el objetivo.

Referencias

Bozinovic F., Donoso, E., Novoa, F., Simonetti, J., (2013). Innovación en la gestión ambiental: Innovación basada en conocimiento científico. Chile: Academia Chilena de Ciencias.

CAMIMEX, (2018). Situación de la Minería en México. Informe anual.

CEPAL (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. ONU.

Góngora, J., (2013). Evolución reciente de la minería en México. Com. Exterior: México.

SEMARNAT (2002). Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Minero. SEMARNAT: México.

Guia_ODS_ PM_20170215 (2017). Foro político de alto nivel naciones Unidas: http://www.pactomundial.org/wp-content/uploads/2017/02/Guia_ODS_PM_20170215_web.pdf.

Hernández, R., (2014). Metodología de la Investigación, 6ta Edición. McGrawHill: México.

IIED/WBCSD, (2002). Informe final del proyecto del Proyecto de Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible. IIED.

Martínez R.E., y Rivera, P., (2017). Articulación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Legislación Ambiental en la Industria Minera. REMINEO: México.

Martínez R.E., y Rivera, P., (2018). Firmy rodzinne-zarządzanie, rozwój, przedsiębiorczość. Tom XIX, Część III, ss 439-453. Wydawnictwo SAN: Polonia.

Morales, E., Estrada, R., (2006). Iniciativas voluntarias para la responsabilidad Ambiental Corporativa en la Industria química. Administración y Organizaciones. Recuperado el 15 de septiembre de 2017 de <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=ea572cbd-c648-4086-8e267d0d996f6c36%40sessionmgr4009>

Pérez, J., (2010). La política ambiental en México: Gestión e instrumentos económicos. El Cotidiano 162. Revista de la Realidad Mexicana. UAM: México.

PNUMA (2010). Avances y progresos científicos en nuestro cambiante medio ambiente. Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente. 80 pp.

Saavedra, E. y Sánchez, M., (2007). Minería y espacio en el Distrito minero Pachuca-Real del Monte en el siglo XIX.

Sutu, R., Boniolo, P., Dalle, P., y Elbert, R. (2005). Manual de Metodología. CLACSO: Argentina.

Volke, T., Velasco J., (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. México: INE-SEMARNAT

El patrimonio edificado como alternativa de visita turística en la Huasteca Potosina

The built heritage as an alternative to a tourist visit in the Huasteca Potosina

PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos*†, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, NAPATA-PADILLA, Juan Néstor y HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Beatriz Gisela

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca Nombre, calle Romualdo del Campo No. 501, Frac. Rafael Curiel C.P. 79060, Ciudad Valles, S.L.P., México

ID 1^{er} Autor: Carlos, Pedraza-Gómez / ORC ID: 0000-0003-2308-2857, CVU CONACYT ID: 334939

ID 1^{er} Coautor: Alma Rafaela, Bojórquez-Vargas / ORC ID: 0000-0001-9959-5320, CVU CONACYT ID: 162577

ID 2^{do} Coautor: Juan Néstor, Napata-Padilla / ORC ID: 0000-0003-3367-3589, CVU CONACYT ID: 898332

ID 3^{er} Coautor: Beatriz Gisela, Hernández-González / ORC ID: 0000-0002-7473-9583, CVU CONACYT ID: 816192

Recibido 23 de Marzo, 2018; Aceptado 12 de Mayo, 2018

Resumen

Objetivo general: Identificar y valorar elementos urbano-arquitectónicos de orden patrimonial en la huasteca potosina. Conocer procesos y características constructivas de la arquitectura vernácula, utilizando como unidad de análisis, el ejido La Lima, en el municipio de Ciudad Valles. Identificar y seleccionar ejemplos representativos de arquitectura religiosa en diversas poblaciones de la huasteca potosina, indagar antecedentes históricos y de uso contemporáneo. Involucrar dos disciplinas en un mismo estudio: la arquitectura y el turismo. Metodología: Enfoque descriptivo y cualitativo. Revisión de fuentes documentales, trabajo de campo con observación directa y participativa, registro fotográfico, análisis de datos y socialización. Contribución: incluir al patrimonio edificado en la discusión del turismo en la huasteca, añadiendo valores históricos y de uso como antecedente de una nueva alternativa de visita, encontrando que, tanto la arquitectura vernácula como la arquitectura religiosa son elementos primordiales para entender integralmente la huasteca potosina.

Huasteca potosina, Patrimonio edificado, Arquitectura vernácula, Arquitectura religiosa, Turismo cultural

Abstract

Objective: Identify and treasure up urban-architectural elements of patrimonial order in the Huasteca Potosina. know processes and constructive characteristics of the vernacular architecture, using as an analysis unit, el ejido La Lima, in the municipality of Ciudad Valles. Identify and select representative examples of religious architecture in diverse populations of the Huasteca potosina, investigate historical and contemporary use backgrounds. Methodology: Descriptive and qualitative approach. Review of documentary sources, fieldwork with direct and participatory observation, photographic record, data analysis and socialization. Contribution: Include heritage built in the discussion of tourism in the Huasteca, adding historical values and use as a precedent for a new alternative visit, finding that both: the vernacular architecture and religious architecture are essential elements to understand the Huasteca potosina in an integral way.

Huasteca potosina, Built heritage, Vernacular architecture, Religious architecture, Cultural tourism

Citación: PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, NAPATA-PADILLA, Juan Néstor y HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Beatriz Gisela. El patrimonio edificado como alternativa de visita turística en la Huasteca Potosina. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018, 2-4: 19-29

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: carlos.pedraza@uaslp.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La presente comunicación forma parte del proyecto de investigación intitulado *Identificación, valoración y clasificación del patrimonio en el paisaje cultural de la huasteca potosina*, desarrollado en el marco de las actividades del grupo de investigación Patrimonio, Turismo y Desarrollo de la Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca (UAMZH) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP).

Ante un escenario en el que la huasteca potosina se encuentra desde hace algunos años visitado por miles de turistas anuales que sobrepasan la capacidad de carga de los sitios naturales, se planteó una búsqueda de alternativas posibles para la diversificación de la visita turística, buscando en primera mano, lo relacionado con el turismo cultural, aclarando al lector que, si bien es cierto, la huasteca en general es rica en música, gastronomía, danza, artesanías, esta investigación tiene por objeto la valoración de los elementos relacionados con el patrimonio edificado y que posteriormente puedan vincularse con actividades del mencionado turismo cultural en la región.

También es importante señalar que la búsqueda de nuevas alternativas de visita turística denotó la ausencia de información relativa al patrimonio local, por lo cual fue necesario establecer una primera etapa encaminada a la identificación y valoración del patrimonio, y sólo después de ello, proponerlo como proyecto turístico.

Es en ese contexto que surge el cuestionamiento ¿Qué elementos del patrimonio edificado de la huasteca potosina pueden utilizarse en proyectos de diversificación turística?

Se parte de dos hipótesis principales:

La huasteca potosina contiene elementos arquitectónicos que pueden utilizarse para diversificar la visita turística: arquitectura religiosa con valor histórico, arquitectura vernácula.

En relación con lo anterior, el objetivo de esta comunicación es identificar y valorar elementos urbano-arquitectónicos de valor patrimonial en diferentes poblaciones de la huasteca potosina, particularmente en arquitectura vernácula y en arquitectura religiosa.

La metodología para lograrlo está basada en un enfoque descriptivo y cualitativo, en la que la revisión de fuentes documentales se apoya en observación directa y participativa.

Lo anterior surge a partir de entender que el carácter descriptivo se quedaría corto sino involucra a la sociedad que construye y habita dichos espacios, aludiendo con ello al involucramiento de la realidad objetiva –lo que se puede tocar-, en relación directa con la realidad subjetiva –lo inmaterial, lo que es a partir de la interpretación- (Hernández Sampieri, 2014. 537).

Tanto para la revisión de la arquitectura religiosa como para la vernácula, se inició con una lista de ejemplos sobresalientes en la huasteca potosina, posteriormente prospección en el sitio, construcción de antecedentes históricos y/o estilísticos, (investigación documental), análisis de usos y costumbres desarrollados, entrevistas y encuestas. (trabajo de campo)

En todo el proceso, se realizó un registro fotográfico, así como realización de croquis y dibujos cuando el encargado del sitio no permite la toma de fotografías.

Posteriormente, se realizó un análisis y socialización de los datos obtenidos. El documento está estructurado con un primer apartado en el que se ubica el contexto del sitio abordado, después dos apartados; el primero relacionado con la vivienda vernácula particularizando resultados parciales de lo encontrado en el ejido la Lima, del municipio de Ciudad Valles, el segundo apartado está relacionado con la identificación de la arquitectura religiosa de la huasteca potosina, describiendo de manera breve algunas características de cinco templos.

Dejando pendiente para otra comunicación el desarrollo de los otros templos. Finalmente se describen algunas conclusiones del trabajo presentado.

Ubicación y contexto

La huasteca potosina es una de las cuatro regiones en las que se divide el estado de San Luis Potosí, en este caso cargado al este, se compone de 20 municipios ubicados en las cercanías a la Sierra Madre Oriental y valles aledaños.

Extensa y variada vegetación, diferentes cuerpos de agua, así como paisajes emblemáticos han colocado la región huasteca del estado potosino como eje clave del desarrollo económico del estado, actividades como el turismo se han hecho presente en las últimas décadas de manera importante, focalizando al turismo como actividad económica primaria en distintos poblados.

De acuerdo con información de la Secretaría de Turismo (SECTUR), en el verano de 2018, “casi 250 mil personas eligieron San Luis Potosí como destino para divertirse, dejando una derrama económica de poco más de 182 millones de pesos” (Torres, 2018).

Del casi medio millón de visitantes, una cuarta parte eligió la huasteca como punto de visita, teniendo una ocupación hotelera del 86.7% (Torres, 2018) en diversas localidades de la huasteca potosina cercanas a sitios como las cascadas de Tamul, el Jardín escultórico surrealista de Sir Edward James, Puente de Dios, sótano de las golondrinas, sótano de las Huahuas, zona arqueológica de Tamtoc, cascadas de Tamasopo, entre muchos otros parajes naturales (Figura 1), siendo focalizada la visita en el turismo natural o de aventura.



Figura 1 Paraje Natural en municipio de Tamasopo
Fuente: Pedraza Gómez, C. Marzo 2016

Los ejemplos mencionados anteriormente si bien están adaptados para la visita turística, la realidad es que hay otros en los que no hay planes de manejo que permitan el cuidado del paraje al mismo tiempo que se cuida el disfrute de la visita, tal vez el caso más complejo es el del Jardín Surrealista de Sir Edward James, en el municipio de Xilitla, poblado con 51498 habitantes, un alto grado de marginación, y suelo no urbanizado (INEGI, 2010), situación que, según las autoridades municipales, contrasta con el brutal incremento de turistas del 326%, ya que por ejemplo en el año 2017, el municipio recibió cerca de 300 mil visitantes, (Aguilar Méndez, 2018), los cuales abarrotaron el sitio en Semana Santa, verano y fines de semana largos, cuestión que resulta un tanto alarmante al tratarse de un sitio en compuesto por distintas estructuras de concreto que al ser hechas solo para observación, están sometidas a presión constante por parte de los miles de turistas, coadyuvando al paulatino deterioro de algunas estructuras de concreto expuestas al intemperismo y ligadas con abundante vegetación y cuerpos de agua. (Figura 2).



Figura 2 Jardín escultórico de Sir Edward James, Xilitla
Fuente: Pedraza Gómez, C. Diciembre 2016

El caso anterior, es pretexto perfecto para entender que deben existir otros elementos que permitan diferir la visita turística, observando que los elementos “culturales” en la región son posibilitarían no solo el sentido de pertenencia de los locales respecto de sus elementos locales, sino que, a través de dichos elementos, se puede aprovechar la región e incluir estrategias desde el turismo cultural, en el que además del turismo *per se*, se añade el uso del patrimonio, el consumo de experiencias y productos, (McKerner & Du Cros, 2002).

Por otro lado, y de manera importante, el estudio de lo cultural, permitirá registrar, analizar y valorar el patrimonio edificado que la zona tiene a pesar de la laguna de información documentada en torno a el.

La vivienda vernácula

El primer elemento a valorar como contenedor de valores culturales es la vivienda tradicional, cinculada con los conocimientos constructivos tradicionales, algunos de origen indígena del pueblo *tenek*, *pame* o *nahuatl*, otros de de uso mestizo pero con clara evidencias de adaptaciones al medio ambiente natural.

La vivienda más que satisfactor de necesidades primarias, es “escenario y partícipe del desenlace de la vida y concreción de los anhelos y aspiraciones de sus habitantes se presenta como un ámbito privilegiado para aproximarnos a la comprensión de fenómenos sociales” (Ettinger, 2010.16)

Ante ello, esas construcciones tradicionales, representan:

...la sabiduría de las respuestas tecnológicas regionales y artesanales en relación con las características y propiedades de los materiales regionales; se subrayan las virtudes de los materiales tradicionales sobre los materiales modernos en su relación con las condiciones bioclimáticas. en este discurso, se resalta la adecuación de las construcciones a su medio natural y el uso de materiales no industriales, de fabricación artesanal, como representativos de lo que se pierde con la modernidad. (Ettinger, 2010.27)

En este proceso de ubicar el valor patrimonial y su posibilidad e visita turística a localidades cuya generalidad sea la existencia de vivienda vernácula, o sus derivados:

Arquitectura rural, arquitectura indígena, arquitectura popular, es necesario establecer como primer filtro de investigación aquella arquitectura que contenga por lo menos cinco condicionantes (Chico Ponce de León & Tello Peón , 1996.31):

- A. Dominio de técnicas y sistemas constructivos ancestrales que se mantienen como practica viva
- B. Utilización de materiales de la región
- C. Autoconstrucción (individual o comunitaria)
- D. El carácter dinámico (en relación con el mantenimiento)
- E. Capacidad de adaptación a las condiciones del medio ambiente

Resultados parciales sobre la arquitectura vernácula

Respecto a vivivienda tradicional en la huasteca potosina podrían existir alrededor de 400 cominidades cuya arquitectura vernácula se mantiene a lo largo de las décadas, Larraga Lara porpone en 2010, diez poblados:

1. La Lima, Cd. Valles,
2. Puhuitze, Aquismón
3. Tanjajec, San Antonio,
4. Lanim, Aquismón,
5. Atlamaxatl, Matlapa
6. Mayotla, Coxcatlan,
7. Tlacuapa, Xilitla
8. Chiconamel, San Martin Chauchicuautila
9. Atlajque, Tamanzunchale
10. Zohualo, Tancanhuitz

En tales comunidades, establece ciertos datos comparativos que permiten tener una idea generalizada de la arquitectura vernacula, (a la que él llama vivieda rural), sobresaliendo entre sus conclusiones las siguientes ideas:

Se encuentran en comunidades de menos de 400 habitantes, donde más del 75% de los habitantes hablan lengua indígena, estas localidades están distribuidas desde Cd. Valles al norte hasta Tamazunchale al sur, - en la Huasteca norte las comunidades indígenas son escasas y el porcentaje de habla indígena es menor. Otra característica común es la dispersión de las viviendas con lotes o parcelas mayores a 1000 m², además contienen una función polinuclear donde varios núcleos familiares comparten no solo el lote sino también servicios como la letrina, la cocina o bien el traspatio. La mayoría de las viviendas están en torno a la carretera o bien a caminos ejidales no muy distantes de ella. (Larraga Lara, 2014)

Para complementar lo anterior, en 2018 se realizó trabajo de campo en el ejido La Lima del municipio de Ciudad Valles¹, notando las siguientes particularidades:

La división de los predios que conforman cada vivienda no es a través de muros, por lo que no es visible al ojo externo.

El desarrollo de las actividades cotidianas se realiza en torno a espacios separados: dormitorio y cocina principalmente, y otros menores para letrina, bodega y otros servicios, generando con ello un módulo de construcciones y espacios abiertos.

Cuando los hijos de los propietarios inician una nueva familia, es común encontrar un nuevo módulo en el mismo predio.

Las construcciones son de forma circular o rectangular, en algunos casos, los materiales naturales han sido reemplazados con materiales industrializados. En la mayoría de los casos, el mobiliario es escaso: mesa, sillas, trastero, hornilla o chimenea en el área de la cocina, y en los dormitorios, cama o catre y alguna silla o mesa pequeña.

El **sistema constructivo** se basa principalmente en el uso de materiales de la región: madera, otate, palma y amarres de bejuco.

¹ Trabajo realizado en colaboración con Carlos Hernández Hernández, estudiante de la licenciatura en Arquitectura participante en el Verano de la Ciencia 2018 de la UASLP

Según entrevistas con algunos pobladores del ejido, el proceso de construcción parte de la colocación de ocho postes de madera, enterrados entre 0.7 a 1m generando un círculo. Tales postes tienen la función de servir como columnas y dar el soporte estructural a la vivienda. (Figura 3).

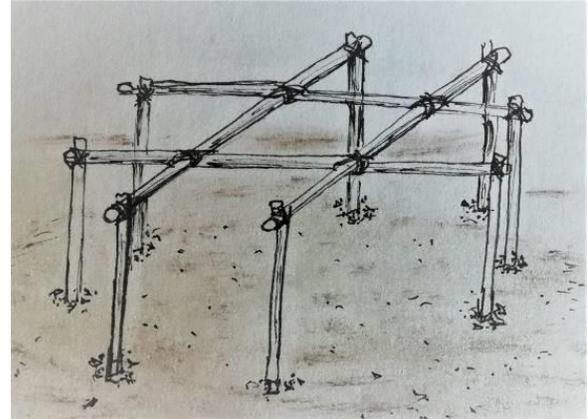


Figura 3 Postes de madera colocados de manera circular. Ejido la Lima

Fuente: Hernández Hernández, C. junio 2018

Sobre los soportes verticales se construye la estructura para la cubierta, hecha a partir de varas de otate apoyados entre sí y unidos para formar un cono.

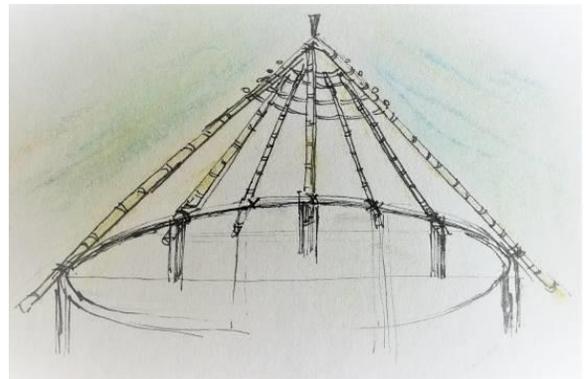


Figura 4 Estructura para la cubierta hecha con otate. Ejido la Lima

Fuente: Hernández Hernández, C. junio 2018

Los postes de madera se unen horizontalmente con otates, colocando la primera unión casi a ras de suelo, después una o dos más a media altura, (1.10m aproximadamente) y otra más en la parte alta. Estos elementos sirven de apoyo para otros otates colocados de manera vertical, amarrados con bejuco y que en conjunto forman el muro². La estructura de la cubierta se cubre con palma.

² En algunos poblados, se agrega un repellado con lodo y agregados naturales denominado bajareque.

En el punto mas alto, y para evitar filtraciones de agua, se coloca una olla de barro boca abajo. (Figura 5)



Figura 5 Muros de otate y cubierta de palma. Ejido la Lima

Fuente: Hernández Hernández, C. junio 2018

El sistema constructivo, así como formas elementales de la vida cotidiana han prevalecido a lo largo del tiempo, cierto es que en lustros recientes, ha habido campañas de gobierno que mediante aportaciones económicas o en especie han buscado “mejorar” la zona con pisos y techos de concreto y muros de blok de cemento.

La realidad es que en los espacios construidos con estos materiales, se convierten en espacios vacíos, sin uso cotidiano debido a las altas temperaturas que fluctúan entre los 40°, haciendo que los cuartos construidos con materiales industrializados, sean imposibles de habitar.

Una vez establecida la eficiencia de la arquitectura vernácula, es importante recalcar el valor patrimonial que tiene, al contener en si misma, valores intangibles referidos a los saberes constructivos tradicionales, al poder de adaptación de los pobladores locales al medio ambiente, y al heredarlos de generación en generación.

La arquitectura religiosa

Los espacios vinculados a la religión, particularmente la católica, prevalecen a lo largo del tiempo en la mayor parte del territorio mexicano, la huasteca potosina no es la excepción.

En este caso, al no tener en la región ninguna ciudad consolidada en el virreinato, se pensaría que solo San Luis Potosí capital del estado tienen inmuebles religiosos de valor histórico, lo cual no es del todo cierto si se detiene a indagar algunas poblaciones tanto de Ciudad Valles, como de municipios como Aquismón, Tamasopo, Tamuin o Xilitla.

El antecedente histórico proviene de haber sido construidos entre los siglos XVI al XIX, de hecho, se sabe que:

Las iglesias [en la huasteca] a fines del siglo XVI contuvieron espacios mayores y muros más delgados, excepto aquellas que se proyectaron para techarse con madera. Las fachadas más comunes en las iglesias del siglo XVI eran de pared plana, con contrafuertes diagonales en las esquinas como refuerzos. A veces, hacia finales del siglo, en la fachada plana hay ornamentos clásicos o platerescos; aparece una fachada guarnecida de torres laterales (Meade de Angulo, 1983. 153)

En la mayoría de los casos, incendios consumieron parte de los inmuebles, particularmente las cubiertas de palma o madera, dando paso a adaptaciones con materiales y sistemas constructivos que en su momento fueron retomados.

Al tener un antecedente remoto originado en muchas ocasiones al introducirse en nuestro país las misiones evangelizadoras, las edificaciones existentes en la huasteca potosina no tienen la exuberancia que alcanzaron los templos barrocos en otras zonas del país, sin embargo, eso no se contrapone en la valoración que tales edificios tienen al ser documentos reveladores de la historia regional.

Tal contexto ha permitido que la arquitectura religiosa en la región esté casi en el olvido, hay pocos documentos que hablen del proceso constructivo, de los cambios y adaptaciones que se han hecho, o de la relevancia histórica del sitio, situación que no ha impedido que los usos devocionales tradicionales continúen a lo largo del tiempo, manteniéndose como uno de los aportes inmateriales que conforman el patrimonio cultural de la región.



Figura 7 Templo de San Agustín, Xilitla
Fuente: Bertho María, G. julio 2018

En el caso del Templo de Santa Anna, en Tanlajás, a 40km de Ciudad Valles, se sabe que para 1788, el templo y el convento original habían sido quemados y reconstruidos según los modelos originales (Herrera Casasús, 1999.62) sobresaliendo en este caso una torre campanario exenta al cuerpo del templo.

El templo, al igual que la comunidad de Tanlajás, se encuentra ubicado en una topografía accidentada, en este caso, sobre una plataforma que da acceso a un atrio y al frente el templo, tanto la fachada principal como la torre están divididas en tres cuerpos diferenciados por cornisas expuestas en colores vivos, la ornamentación es poca, sobresaliendo un óculo sobre el acceso principal coronado con un frontispicio triangular. En la torre, además de las cornisas que dividen los niveles, sobresale los vanos con arco mixtilíneo (Figura 8).

En este caso, según el párroco del lugar, el fervor religioso contemporáneo es alto, celebrando en épocas actuales a la Santa Patrona en el mes de julio con aproximadamente diez días de peregrinaciones, misas y verbenas de los feligreses de todas las comunidades cercanas. (Martínez, 2018)



Figura 8 Templo de Santa Anna, en Tanlajás
Fuente: Pedraza Gómez, C. junio 2018

Por su parte, el Templo de San Antonio de Padua, construido en el siglo XVIII y en torno al cual se formó la comunidad de San Antonio, se encuentra en lo alto de una loma desde donde se observa el paisaje natural de la huasteca, consta de una nave central y dos laterales, muros de piedra y cubierta de dos aguas, actualmente de lámina, aunque es sus orígenes de madera y palma, tiene una torre adosada con dos cuerpos superiores delimitados con cornisas y vanos. (Figura 9)



Figura 9 Templo de San Antonio, en San Antonio
Fuente: Pedraza Gómez, C. junio 2018

En el caso del Templo de Santiago, Apóstol, en Tampamolón de Corona, (Figura 10) aunque no se observan cedulas informativas, dados los signos franciscanos visibles en la fachada, indican que tuvo sus inicios de construcción en el siglo XVII, incluso antes, cuando los frailes franciscanos tenían la encomienda de evangelizar esta región del a Nueva España.

El templo está compuesto por una nave central cubierta a dos aguas con estructura de madera, tiene una torre campanario adosada y en el conjunto se observa una intención de ornamentación geométrica a través de grecas, metopas y triglifos, así como y diversos símbolos franciscanos como lo es la corona de espinas o el corazón sangrante de Jesucristo.

A diferencia de los casos anteriores, se observa un acapilla lateral cubierta con media cúpula de piedra.

Al igual que en otros casos, existen trabajos de mantenimiento visibles, en algunos casos la inclusión de diversos elementos de acuerdo a la temporalidad en que se hacen, en este caso, la remarcación en color rojo de elementos que asemejan piedra en las esquinas de la fachada del templo y torre.



Figura 10 Templo de Santiago Apóstol, en Tampamolón
Fuente: Hernández Álvarez, O.J., junio 2018

De los templos de San Juan Bautista, en Coxcatlán, (Figura 11), San Diego de Alcalá, en Huehuetlán, San Miguel Arcángel, en Tancanhuitz, (Figuras 12 y 13), San Miguel Arcángel, en Aquismón y Santiago Apóstol, en Tamuín, se está en búsqueda de antecedentes históricos, existiendo apenas un trabajo de prospección de campo que sirvió para realizar un primer registro fotográfico y dar cuenta de que dichos inmuebles si bien requieren ser investigados a profundidad, también deben ser considerados parte del patrimonio edificado de la huasteca.



Figura 11 Fachada lateral del Templo de San Juan Bautista, en Coxcatlán.
Fuente: Hernández Álvarez, O.J., junio 2018



Figura 12 Fachada frontal del Templo de San Miguel Arcángel, en Tancanhuitz
Fuente: Pedraza Gómez, C. marzo 2018



Figura 13 Interior del Templo de San Miguel Arcángel, en Tancanhuitz
Fuente: Hernández Álvarez, O.J. marzo 2018

Conclusiones

Si bien los dos casos revisados tienen por objeto desarrollarse para ser incluidos en planes o programas de diversificación de la oferta turística en la huasteca potosina, en el trayecto, permite a las comunidades locales valorar elementos cotidianos al grado de patrimonio, del mismo modo, permite que estudios académicos indaguen, valoren y socialicen información relevante de sitios que están enfocados únicamente en el valor de la naturaleza.

En relación al estudio de la vivienda vernácula, se rescata el hecho que en la región estudiada aún existen saberes, costumbres y formas de vida característicos de la huasteca, cuestiones que al valorarse desde la perspectiva del patrimonio, podrían usarse en distintos programas o proyectos en la diversificación del turismo, incluyendo el turismo cultural o el rural, mostrándole al visitante que cuando observa una vivienda tradicional.

No solo esta frente a un monton de madera y palma, sino esta frente a un elemento que es la materialización del pensamiento de una sociedad determinada.

Por otra parte, lo relacionado con el patrimonio religioso en la huasteca potosina permite ampliar las cuestiones de identidad y pertenencia de los pobladores respecto a su pueblo. En algunos casos, si el templo en cuestión es de origen franciscano o agustino, tal vez no tenga relevancia para la población local, sin embargo puede utilizarse en la implementación de rutas temáticas, e incluso vincularse con ritos y costumbres que cada grupo religioso pueda tener.

Por otro lado, tanto los templos como en las construcciones de tipo vernáculo estan fuertemente viuculadas con cumunidades de origen indígena: tének, pame o nahuatl, lo cual matiza la arquitectura al darle las interpretaciones que cada grupo étnico tiene y que se manifiestan en la arquitectura de dsitintas maneras.

Finalmente, puede inferirse que al existir elementos arquitectónicos como los aquí descritos, la visita tursística enfocada en el turismo de naturaleza, sí puede encontrar en el turismo cultural una real alternativa en esa diversificación.

Evidentemente hacen falta planes, proyectos y procesos en distintos niveles de gobierno y de la iniciativa privada para que ello suceda, sin embargo, el aporte de esta comunicación tiene que ver con incluir en la discusión, al patrimonio edificado como alternativa de visita, particulafrmente la arquitectura vernácula y la arquitectura religiosa como elementos primordiales al entender la huasteca potosina.

Agradecimientos

A Mons. Roberto Octavio Balmori Cinta, Obispo de la Diócesis de Ciudad Valles por sus referencias a algunos de los templos aquí expuestos

Al arqueólogo Guillermo Ahuja, por la guía para encontrar datos, facilitar bibliografía, mapas e incluso ubicación de datos relacionados con el tema

A los estudiantes: Carlos Hernández, Orlando Jair Hernández, Alexandra Bertho, participantes en el Verano de la Ciencia de la UASLP, cuyo trabajo en registro fotográfico, entrevistas y trabajo en gabinete posibilitó abarcar mejor la zona estudiada.

Referencias

Aguilar Méndez, L. E. (31 de enero de 2018). Director de Turismo Municipal.

Campo, J. d. (1970). *EL valles vi nacer*. México : Diana .

Cardenas, M. d. (26 de 02 de 2018). Memorias sobre el padre Javier . (C. Pedraza. Gómez, Entrevistador)

Chico Ponce de León , P., & Tello Peón , L. (1996). La vivienda vernácula en la zona conurbada: su persistencia y deterioro. En L. Tello Peón, *Mérida: vivienda en la zona conurbada*. Mérida : Universidad Autónoma de Yucatán .

Ettinger, C. R. (2010). *La transformación de la vivienda vernácula en Michoacán. Materialidad, espacio y representación*. Morelia: CONACyT, UMSNH.

Hernández Sampieri, R. F. (2014). *Metodología de la investigación, Sexta edición* . México : McGraw Hill .

Herrera Casasús, M.L. (1999), *Misiones de la huasteca potosina, la custodia del salvador de Tampico, época colonial*, México, D.F.:CONACULTA

INEGI. (2010). Obtenido de <http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=zap&ent=24&mun=054>

Larraga Lara, R. (2014). *Componentes de sostenibilidad de la vivienda tradicional en el ambito rural de la región Huasteca de San Luis Potosí:Hacia una arquitectura rural sustentable*. Málaga: Eumed.

Meade de Angulo, M. (1983). *La huasteca potosina en la época colonial, siglo XVI*. México, D.F.: Velux

Martínez, V. (28 de 06 de 2018). Templo de Santa Anna, Tanlajas. (C. Pedraza Gomez, Entrevistador)

PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, NAPATA-PADILLA, Juan Néstor y HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Beatriz Gisela. El patrimonio edificado como alternativa de visita turística en la Huasteca Potosinat. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018

Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. México: UNAM.

McKerner, B., & Du Cros, H. (2002). *Coultural tourism. the partnership between tourism an cultural heritage managment*. New York: Routlege.

Torres, I. (08 de 04 de 2018). Dejan visitantes a la Huasteca Potosina más de 180 mdp <http://www.milenio.com/estados/dejan-visitantes-huasteca-potosina-180-mdp>. *Milenio*

Análisis térmico de un edificio escolar durante el verano en condiciones de clima cálido húmedo

Thermal analysis of a school building during the summer in hot humid weather conditions

ANDAVERDE-ARREDONDO, Jorge^{1*†}, ALCALÁ-PEREA, Gerardo², RAMÍREZ-DOLORES, César^{3,4} y AZCANIO-HERNÁNDEZ, Rurik³

¹Universidad Veracruzana. Facultad De Ciencias Químicas, Av. Universidad km. 7.5, Coatzacoalcos, Veracruz 96538, México.

²Centro de Investigación en Recursos Energéticos y Sustentables, Av. Universidad km. 7.5, Coatzacoalcos, Veracruz 96538, México.

³Universidad Veracruzana. Facultad De Ingeniería, Av. Universidad km. 7.5, Coatzacoalcos, Veracruz 96538, México.

⁴Universidad Veracruzana. Facultad De Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Programa de posgrado en Ingeniería, Circuito Universitario Gonzalo Aguirre Beltrán, Centro, Xalapa Enríquez, Veracruz 91000, México

ID 1^{er} Autor: Jorge, Andaverde-Arredondo

ID 1^{er} Coautor: Gerardo, Alcalá-Perea

ID 2^{do} Coautor: César, Ramírez-Dolores

ID 3^{er} Coautor: Rurik, Azcanio-Hernández

Recibido 28 de Marzo, 2018; Aceptado 10 de Mayo, 2018

Resumen

Coatzacoalcos, se encuentra ubicado en una zona económica especial, y aunque ha sido una región beneficiada por la industria petroquímica y el tráfico marítimo, se encuentra en condiciones climáticas que impactan negativamente en el consumo eléctrico y en el desarrollo de las actividades laborales. Por este motivo, es importante realizar acciones que aprovechen adecuadamente los recursos naturales existentes, como es el caso de las energías renovables y técnicas pasivas de arquitectura para poder brindar satisfacción de confort térmico a los usuarios de edificios ya construidos y en fase de planeación sin necesidad de hacer un uso irracional de la energía eléctrica. Con esta motivación, en este trabajo se presenta un análisis integral de las condiciones térmicas de una biblioteca que tiene la concurrencia más alta de estudiantes de la región, estimando las ganancias de calor por el método de ASHRAE para las cargas de mayor impacto, así como la detección de las secciones que captan las mayores ganancias de calor por medio de termografía. Se estima también la temperatura de confort térmico, y con los resultados obtenidos se plantean alternativas que permitan brindar confort térmico a los usuarios.

Carga térmica, Confort térmico, Coatzacoalcos

Citación: ANDAVERDE-ARREDONDO, Jorge, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, RAMÍREZ-DOLORES, César, AZCANIO-HERNÁNDEZ, Rurik. Análisis térmico de un edificio escolar durante el verano en condiciones de clima cálido húmedo. Revista de Arquitectura y Diseño. 2018, 2-4: 30-35

Abstract

Coatzacoalcos is located in a special economic zone, and although it has been a region benefited by the petrochemical industry and maritime traffic, its climatic conditions have a negative impact on electricity consumption and the development of work activities. For this reason, it is important to carry out actions that adequately take advantage of existing natural resources, such as renewable energy and passive architectural techniques to provide thermal comfort satisfaction to users of buildings that have already been built or in planning phase by not making irrational use of electric power. With this motivation, this paper presents a comprehensive analysis of the thermal conditions of a library that has the highest concurrence of students in the region, estimating heat gains by the ASHRAE method for the highest impact loads, as well as the detection of the sections that capture the highest heat gains by means of thermography. The thermal comfort temperature is also estimated, and with the results obtained there are alternatives that provide thermal comfort to users.

Thermal load, Thermal comfort, Coatzacoalcos

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: jandaverde@uv.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La energía eléctrica es uno de los elementos claves para el funcionamiento y desarrollo de la sociedad moderna, de hecho, de acuerdo con (Saghir, 2005), ningún país ha conseguido reducir sustancialmente la pobreza sin incrementar de manera significativa el uso de esta; aunque su limitada disponibilidad hace que en algunas ocasiones no siempre sea posible satisfacer la demanda energética por parte de los gobiernos en busca de un crecimiento económico irracional (Doolla y Bhatti, 2006).

Y es que, el hecho de que alrededor del 70% de la producción eléctrica provenga de combustibles fósiles (WEC, 2017), pone en evidencia la inviabilidad de mantener los ritmos de crecimiento actuales.

Pues esto no solamente genera una dependencia en función de la volatilidad y disponibilidad limitada de estas fuentes energéticas, sino que también genera enormes daños ambientales, los cuales en muchas ocasiones son irreversibles.

Es evidente que ante este panorama las energías renovables figuran como una alternativa a la actual producción eléctrica basada en combustibles fósiles. No obstante el desarrollo de estas aún es insuficiente; e.g. si se analiza su evolución en México, se puede apreciar que en el periodo que corresponde entre los años 2006 y 2016, estas pasaron a representar de un 23.64 a un 24.61% de la producción eléctrica nacional, del cual sino se considera la generación hidroeléctrica, solamente un 2.84% corresponde a la Geotermoeléctrica, Eoloeléctrica y Solar Fotovoltaica (SENER, 2017).

Para el contexto mundial se puede apreciar que de los 23,816 TWh producidos en el 2014, solamente el 11% corresponde a la Nuclear y un 22% a las Renovables; teniendo como prospectiva que para el 2060 el consumo eléctrico rondará los 45,000 TWh, en donde para tres distintos escenarios se estima que entre 40, 50 y 64% de esta producción podría ser suministrado por las energías renovables (WEC, 2017).

En este sentido, en la medida que no se consiga una fuente de energía inagotable y amigable con el ambiente, si queremos alcanzar un desarrollo sostenible no solamente debemos enfocarnos en la forma de producción de la energía, sino también en los patrones de consumo que hacemos de esta (Alcala et al., 2015); tomando así, como líneas de estrategia, tanto la reducción del consumo, como del uso eficiente de la energía.

Una de las áreas de oportunidad para reducir el consumo eléctrico se encuentra en el sector residencial, público y comercial, el cual representa arriba del 20% de la energía total mundial (IEA, 2017), cuyo fin está destinado principalmente en conseguir condiciones confort para sus ocupantes.

Con esta necesidad, en los últimos años muchos gobiernos han puesto importantes esfuerzos en mejorar la eficiencia de los edificios existentes, así como los que se planean construir. También algunos organismos como la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) ha lanzado un conjunto de iniciativas, poniendo a disposición del público en general recomendaciones y propuestas de edificaciones que pueden ser usadas como guías para nuevos desarrollos (Ma et al., 2012).

No obstante, si bien es cierto que este tipo de lineamientos nos pueden señalar las directrices para desarrollar edificaciones que proporcionen las condiciones óptimas de confort, es importante realizar estudios que se adecúen a las particularidades de cada región y que permitan implementar tanto las técnicas pasivas (Hassouneh et al., 2010; Hatamipour y Abedi, 2008), como las activas (Yew et al., 2018; Ma et al., 2012), ya sea para edificios construidos o en fase de planeación, y así aprovechar el potencial de ahorro energético.

El objetivo del presente trabajo es presentar un estudio térmico preliminar de un edificio público (biblioteca) ubicado en una zona cálida y húmeda, a partir de datos de temperaturas medidos en el interior y exterior del edificio, así como evaluaciones termográficas de las zonas de mayor temperatura del mismo.

Caso de Estudio

El edificio seleccionado como caso de estudio se encuentra en el municipio de Coatzacoalcos, en el estado de Veracruz, al sureste de México. Su ubicación geográfica es de 18° 08' de latitud norte y 94° 27' de longitud oeste. Coatzacoalcos es una región urbana y cuenta con un puerto que se ha beneficiado del tráfico interoceánico (SCT, 2012), el cual se encuentra ubicado en la zona estratégica del istmo de Tehuantepec. En esta región prevalece el clima cálido y húmedo, con temperaturas que alcanzan un máximo de hasta 55 °C en el verano (medida *in situ*) y abundantes lluvias, y se caracteriza por tener un cielo despejado con alta radiación solar la mayoría de los días del año.

Estos altos niveles de carga térmica dificultan mantener un nivel óptimo de confort térmico dentro de los edificios sin tener que recurrir a sistemas de enfriamiento artificial, siendo las envolventes exteriores de los edificios algunos de los elementos que contribuyen de manera más significativa en el consumo de energía para los climas cálidos como el imperante en Coatzacoalcos y gran parte del sureste de México (Fasi & Budaiwi, 2015).

La construcción del edificio de estudio, tiene un área de 4080 m² con una capacidad para albergar 3000 usuarios diariamente, consta de bloques de hormigón, cemento aplanado y arena, y pintura de vinil en el exterior y el interior de las paredes. El techo tiene láminas de acero en el exterior e interior.

Las ventanas del edificio son de vidrio deslizante horizontal de 6 mm de espesor con un valor U de 5.52 W/m²°C. El área acristalada (ventanas y puertas) es de 25.20 m² para el norte del edificio, 106.60 m² para el sur, 60.17 m² para el este y 59.74 m² para el oeste, y no cuentan con protecciones solares típicas en el interior, como persianas venecianas y cortinas de tela.

El estudio incluye la determinación de la contribución del calor que se obtiene a través de las ventanas y puertas acristaladas, así como un análisis termográfico del espacio físico y las estimaciones de temperatura y horas de confort por el método de De Dear y Braguer (De Dear y Braguer, 2002).

Se pone énfasis en las envolventes vidriadas dado que son una de las fuentes más importantes de ganancia de calor, así como un elemento decisivo de las edificaciones para proporcionar comodidad visual adecuada a los ocupantes; siendo por tanto muy importante que estas mantengan una relación estrecha entre la iluminación natural y artificial, así como los niveles de confort térmico de los ocupantes. No obstante, es importante señalar que estas ganancias de calor pueden considerarse un elemento positivo en las estaciones del año donde las temperaturas disminuyen o en aquellas localidades en donde los climas fríos prevalecen, y un elemento negativo en la estación de verano propiciando altos consumos energéticos derivados del uso excesivo de sistemas de acondicionamiento de aire y sensaciones térmicas no aptas para realizar actividades.

Metodología

En la fase inicial de este estudio, se efectuaron simulaciones para determinar la transferencia de calor por radiación y conducción en las áreas acristaladas del espacio físico, utilizando las ecuaciones de energía y tablas ASHRAE (ASHRAE, 2001) para el aumento de calor solar y el factor de carga de enfriamiento de vidrio (Hassouneh et al., 2010). Las ganancias de calor de los fenómenos de radiación y conducción solar a través de ventanas y puertas se estimaron empleando la ecuación (1) y ecuación (2), respectivamente.

$$Q_{rad} = (SC)(SHGC)(CLF)(A) \quad (1)$$

Para la ecuación (1), SC es el coeficiente de sombra, CLF es el factor de carga de enfriamiento, A es el área acristalada (m²) y SHGC el coeficiente de ganancia de calor solar (W/m²), el SHGC está en función de la orientación, latitud y mes de evaluación (Ramírez et al., 2018). Es relevante señalar que en las tablas de ASHRAE el SHGC no se incluye para la latitud 18 °N por lo tanto se estimó por medio de interpolaciones lineales como se observa en la Tabla (1).

En la ecuación (2) U representa el coeficiente global de transferencia de calor (W/m²°C), A indica el área de vidrio (m²) y ΔT es el gradiente de temperatura (°C) entre el exterior y el interior del espacio físico, para esta investigación se han considerado temperaturas medidas *in situ* en diversos días del verano.

$$Q = (U)(A) (\Delta T) \tag{2}$$

| SHGC (W/m ²) - Latitud 18°N | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Mes | Norte | Sur | Este | Oeste |
| Enero | 93.00 | 647.84 | 647.84 | 650.99 |
| Febrero | 100.88 | 720.35 | 720.35 | 517.01 |
| Marzo | 108.76 | 750.30 | 750.30 | 327.86 |
| Abril | 121.37 | 717.19 | 717.19 | 162.35 |
| Mayo | 156.05 | 680.94 | 680.94 | 130.83 |
| Junio | 197.03 | 657.30 | 657.30 | 130.83 |
| Julio | 162.35 | 665.18 | 665.18 | 133.98 |
| Agosto | 127.68 | 691.97 | 691.97 | 162.35 |
| Septiembre | 113.49 | 712.47 | 712.47 | 326.28 |
| Octubre | 102.46 | 693.55 | 693.55 | 504.40 |
| Noviembre | 93.00 | 635.23 | 635.23 | 641.53 |
| Diciembre | 88.27 | 606.86 | 606.86 | 690.40 |

Tabla 1 Estimación de SHGC (W/m²) para 18°N
Fuente: Ramírez et al., 2018

El análisis termográfico realizado al espacio físico se efectuó para determinar las secciones del edificio en donde se obtienen las mayores ganancias de calor, con base en las horas de mayor ganancia obtenidas por la carga térmica se realizaron los registros no invasivos para el diagnóstico integral de la condición térmica del espacio físico.

Con base en las temperaturas exteriores e interiores medidas in situ en diversos días de verano y las temperaturas registradas en las intervenciones termográficas (cámara EasIR 9 de GUIDE Infrared, detector de 384 x 288 píxeles de alto), se ha determinado la temperatura de confort térmico por el método de De Dear y Braguer empleando la ecuación (3), así como los límites de esta temperatura a la cual se debería mantener el interior del edificio, por medio de las ecuaciones (4) y (5) para los límites superiores e inferiores respectivamente.

$$T_C = 17.8 + 0.31 * T_{EXT} \tag{3}$$

Para la ecuación (3) T_{EXT} es la temperatura exterior instantánea

$$T_{C-H} = T_C + 2.5 \tag{4}$$

En el caso del límite superior se realiza una adición a la temperatura de confort térmico que se obtiene de la ecuación (3).

$$T_{C-L} = T_C - 2.5 \tag{5}$$

La ecuación (5) incluye la temperatura de confort sin embargo se realiza una sustracción para obtener el límite inferior de la temperatura obtenida en la ecuación (3).

Resultados

En la Tabla 2 se muestran los resultados de ganancia de calor por el fenómeno de radiación solar obtenidos de la ecuación (1) en horario diurno de verano, para el área vidriada en las cuatro orientaciones del edificio.

| Horas | Norte | Sur | Este | Oeste |
|-------|----------|----------|-----------|-----------|
| 7 | 2035.72 | 1534.09 | 13051.34 | 3534.01 |
| 8 | 2283.98 | 1952.48 | 17401.78 | 3926.68 |
| 9 | 2631.54 | 2928.73 | 19774.75 | 4319.35 |
| 10 | 2929.46 | 4323.36 | 20170.25 | 4712.02 |
| 11 | 3227.37 | 5857.46 | 18192.77 | 5104.69 |
| 12 | 3475.63 | 7252.09 | 15424.31 | 5497.36 |
| 13 | 3674.23 | 7949.41 | 13842.33 | 7460.70 |
| 14 | 3723.89 | 8088.87 | 12260.34 | 11387.39 |
| 15 | 3773.54 | 7391.56 | 11469.35 | 15706.75 |
| 16 | 3674.23 | 6554.78 | 10282.87 | 19633.43 |
| 17 | 3723.89 | 5718.00 | 9096.38 | 21989.45 |
| 18 | 3922.49 | 4881.22 | 8305.39 | 21596.78 |
| 19 | 3028.76 | 4044.43 | 6723.41 | 16099.42 |
| Σ | 42104.73 | 68476.48 | 175995.27 | 140968.03 |

Tabla 2 Ganancias de calor (W) por el fenómeno de radiación en las ventanas
Fuente: Elaboración propia

Para el caso de los datos (Gráfico 1) se observa que en la sección Oeste es donde se tiene la mayor ganancia de calor, posteriormente la sección Este, Sur y por último la Norte, respectivamente.

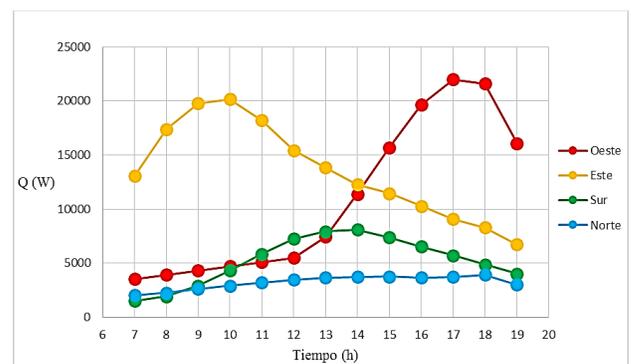


Gráfico 1 Ganancia de calor por radiación solar en áreas acristaladas del edificio
Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las ganancias de calor por la conducción de calor en las ventanas, se obtuvieron los resultados siguientes: para la sección norte 543.66 W, sección sur 2299.78 W, sección este 1298.10 W, sección oeste 1288.83 W, siendo un total de 5430.37 W, de ganancia de calor por conducción en ventanas y puertas del edificio.

El análisis termográfico fue implementado en las cuatro secciones del edificio, así como en su interior, sin embargo en las secciones en donde predominan las áreas vidriadas se observan temperaturas superiores a las del confort térmico (Gráfico 2).

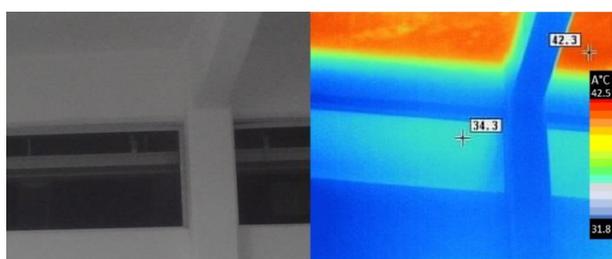


Gráfico 2 Termografía en ventanas, sección norte del edificio

Fuente: Elaboración propia

Al interior y exterior del edificio se efectuaron mediciones de temperatura. En el Gráfico 3 se presentan las temperaturas interiores del edificio medidas en un periodo de 24 horas, así como las temperaturas medidas en 3 puntos distintos del edificio con la cámara termográfica.

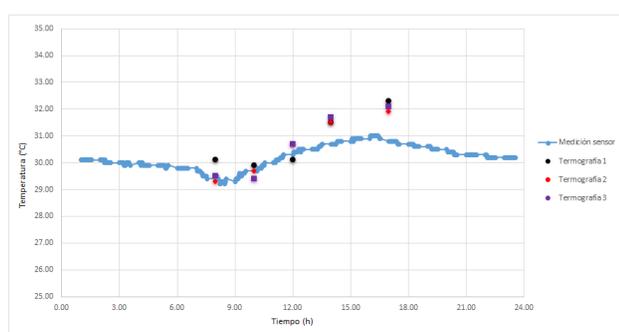


Gráfico 3 Temperatura interior del edificio

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que mientras estas mediciones fueron realizadas no operaba el sistema de aire acondicionado. En el Gráfico 4 se muestran las temperaturas exteriores características del verano para escenarios con valores bajos, moderados y altos con respecto a la temporada.

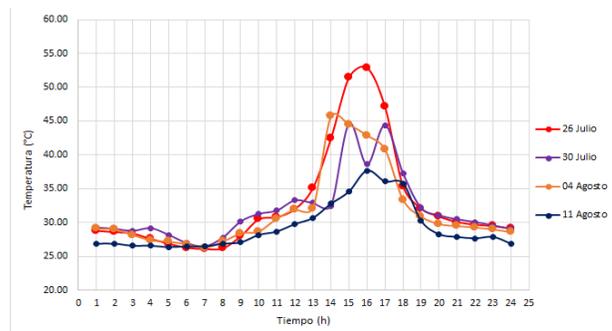


Gráfico 4 Temperaturas exteriores medidas in situ durante el verano del 2018

Fuente: Elaboración propia

Con base en las temperaturas exteriores se desarrolló el modelo para estimar la temperatura interior de confort propuesto por De Dear y Bragger (ecuaciones 3, 4 y 5). En el Gráfico 5 se presenta el comportamiento de la temperatura interior del espacio físico en condiciones de verano, así como su posicionamiento con respecto a la temperatura de confort y los límites superior e inferior, respectivamente.

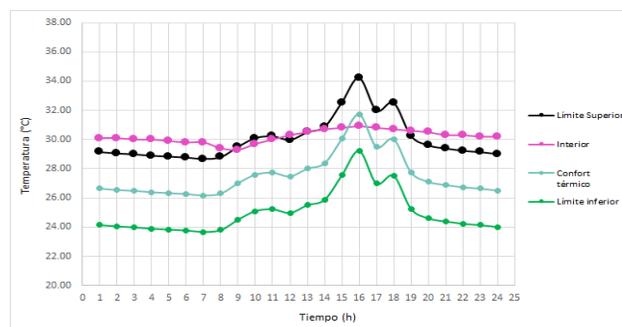


Gráfico 5 Comportamiento de la temperatura interior y la temperatura de confort térmico del espacio físico

Fuente: Elaboración propia

La temperatura de confort mantiene la tendencia de la temperatura exterior, debido a que esta última es empleada en el modelo de De Dear y Bragger, sin embargo en este caso de estudio es importante enfatizar que la temperatura interior se mantiene sobre la temperatura de confort térmico regularmente.

Conclusiones

Con base en este estudio se conocen las temperaturas externas e internas de una biblioteca ubicada en la latitud 18 °N en donde el clima cálido húmedo es imperante, permitiendo tener datos que sirvan como base para el planteamiento de técnicas pasivas de arquitectura y energías renovables que puedan propiciar confort térmico a los usuarios sin mermar en el consumo energético.

Como trabajo a futuro se espera diseñar, evaluar e implementar sistemas de acondicionamiento de aire alternativos como el caso de los intercambiadores de calor tierra aire (EAHE por sus siglas en inglés) que permiten enfriar aire sin recurrir al uso de refrigerantes y con un consumo eléctrico significativamente menor comparado con los sistemas convencionales (Ozgener y Ozgener, 2010) así como el uso de películas de control solar en ventanas para reducir las ganancias de calor por radiación solar (Hassouneh et al, 2010), se plantea efectuar mediciones in situ, en otros edificios y en más épocas del año para hacer un mejor diseño y selección de los sistemas alternativos de enfriamiento.

También se espera emplear los resultados obtenidos de esta investigación como herramientas para ampliar los estudios de tal manera que los aspectos económicos, sociales y ambientales puedan integrarse en el desarrollo de propuestas benéficas.

Referencias

- Alcalá, G., Rivero, M., & Cuevas, S. (2015). Effect of the magnetic field orientation on the damping of liquid metal free surface waves in the processing of materials. *Applied Thermal Engineering*, 75, 1296-1301.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers [ASHRAE]. (2001). *Fundamentals*. New York.
- De Dear, R. J., & Brager, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and buildings*, 34(6), 549-561.
- Doolla, S., & Bhatti, T. S. (2006). Automatic generation control of an isolated small-hydro power plant. *Electric Power Systems Research*, 76(9-10), 889-896.
- Fasi, M. A., & Budaiwi, I. M. (2015). Energy performance of windows in office buildings considering daylight integration and visual comfort in hot climates. *Energy and Buildings*, 108, 307-316.
- Hassouneh, K., Alshboul, A., & Al-Salaymeh, A. (2010). Influence of windows on the energy balance of apartment buildings in Amman. *Energy Conversion and Management*, 51(8), 1583-1591.
- Hatamipour, M. S., & Abedi, A. (2008). Passive cooling systems in buildings: some useful experiences from ancient architecture for natural cooling in a hot and humid region. *energy conversion and management*, 49(8), 2317-2323.
- International Energy Agency [IEA]. (2017) *World Energy Balances*.
- Ma, Z., Cooper, P., Daly, D., & Ledo, L. (2012). Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. *Energy and buildings*, 55, 889-902.
- Ozgener, O., & Ozgener, L. (2010). Exergetic assessment of EAHEs for building heating in Turkey: a greenhouse case study. *Energy Policy*, 38(9), 5141-5150.
- Ramirez, C.A, Alcalá, G., Andaverde, J.A., Cardona, M.D., & Colorado, D. (2018) Impact of the Thermal Load for a Library Model in a Rural Region of Tropical Climate in Mexico. *Chemical Engineering Transactions*, 70, 1843-1848.
- Saghir, J. (2005). *Energy and Poverty: Myths, Links, and Policy Issues*. Energy Working Notes, Energy and Mining Sector Board, Vol. 4. *The World Bank. Washington DC*.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2016). *Acerca del puerto*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018 de: <https://www.puertocoatzacoalcos.com.mx/acerca-del-puerto>
- Secretaría de Energía [SENER]. (2017). *Balance Nacional de Energía 2016*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018 de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288692/Balance_Nacional_de_Energ_a_2016__2_.pdf
- World Energy Council [WEC]. (2017). *World Energy Issues Monitor 2017*. Recuperado el 1 de Agosto de 2018 de: <https://www.worldenergy.org/publications/2017/world-energy-issues-monitor-2017/>
- Yew, M. C., Yew, M. K., Saw, L. H., Ng, T. C., Chen, K. P., Rajkumar, D., & Beh, J. H. (2018). Experimental analysis on the active and passive cool roof systems for industrial buildings in Malaysia. *Journal of Building Engineering*, 19, 134-141.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Arquitectura y Diseño. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

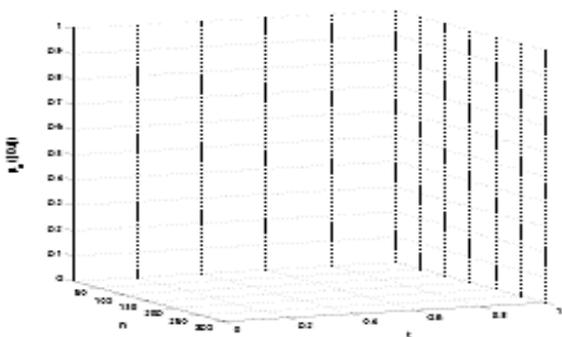


Gráfico 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

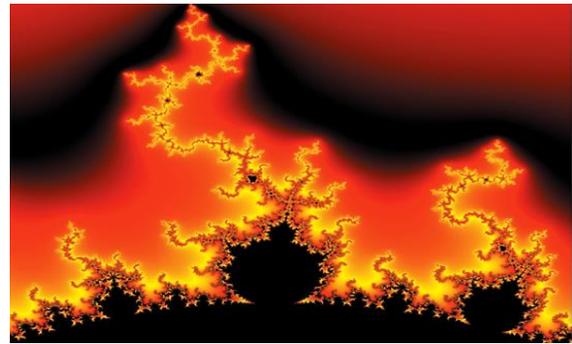


Figura 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Tabla 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción.*
2. *Descripción del método.*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda.*
4. *Resultados.*
5. *Agradecimiento.*
6. *Conclusiones.*
7. *Referencias.*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Arquitectura y Diseño se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Arquitectura y Diseño emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Spain considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Spain para su Revista de Arquitectura y Diseño, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

| Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores | Firma |
|---|-------|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

VALLE-CORNAVACA, Ana Lorena. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas 1 - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

Revista de Arquitectura y Diseño

“Análisis del comportamiento térmico en la basílica de la Soledad ubicada en la ciudad de Oaxaca”

GARCÍA-VÁSQUEZ, Jaquelina, GÓMEZ-BARRANCO, Heidy, RUÍZ-TORRES, Raúl y LÓPEZ-CALVO, Herwing

Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca

Universidad Autónoma de Chiapas

“Fundamentos para construcción de Instrumento Ambiental para la Industria Minero-metalúrgica”

MARTÍNEZ-TORRES, Rosa Elia & BEDNAREK, Mariusz

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí

Universidad de Lodz

“El patrimonio edificado como alternativa de visita turística en la Huasteca Potosina”

PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, NAPATA-PADILLA, Juan Néstor y HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Beatriz Gisela

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

“Análisis térmico de un edificio escolar durante el verano en condiciones de clima cálido húmedo”

ANDAVERDE-ARREDONDO, Jorge, ALCALÁ-PEREA, Gerardo, RAMÍREZ-DOLORES, César y AZCANIO-HERNÁNDEZ, Rurik

Universidad Veracruzana

