



**Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo**



**facultad de  
arquitectura**

Facultad de Arquitectura  
División de Estudios de Posgrado  
Maestría en Arquitectura Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos

**P**ROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL  
DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Tres Casos de estudio en el Centro Histórico de Morelia, Michoacán, México.

Tesis para obtener el grado de  
Maestro en Arquitectura Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos

Presenta:

JOSUÉ JACOB TELLO RODRÍGUEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. HÉCTOR JAVIER GONZÁLEZ LICÓN

Morelia, Michoacán Octubre de 2015



DIRECTOR DE TESIS:

**Doctor Héctor Javier González Licón**

COTUTORA

**Doctora Elia Mercedes Alonso Guzmán**

**Sinodales**

**Dra. Eugenia María Azevedo Salomao**

**Dra. Ma. Del Carmen López Núñez**

**Dr. Luis Alberto Torres Garibay**



# **P**ROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Tres Casos de estudio en el Centro Histórico de Morelia, Michoacán,  
México

Tesis para obtener el grado de  
Maestro en Arquitectura Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos

Presenta:  
JOSUÉ JACOB TELLO RODRÍGUEZ

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

División de Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura

Maestría en Arquitectura Investigación y Restauración de Sitios y  
Monumentos



# Agradecimiento

Terminar el trabajo de tesis no fue una tarea fácil, sin embargo puedo asegurar que el camino recorrido fue viaje interesante; subir ese gran peldaño permite ver las cosas de diferente manera, y no es que nos hagamos más grandes, sino que nos damos cuenta lo inmenso que es el conocimiento y lo poco que conocemos de la naturaleza de nuestro mundo.

Podría decirse que para terminar el presente trabajo solo era cuestión de poner voluntad o quizás un poco de orden a mi mente dispersa para lograrlo. Desde el inicio del curso y hasta finalizar la tesis hubo personas e instituciones que permitieron e hicieron posible el trabajo y que gracias a su contribución se pudieron lograr, resultando lo que ahora tenemos.

Primeramente quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Posgrado en Arquitectura de la Universidad Michoacana, quienes brindaron las posibilidades para desarrollar estos estudios. Agradezco a esta institución y al cuerpo académico con quienes pude convivir y aprender no solo de los módulos temáticos del curso, sino grandes lecciones y experiencias de vida, que entre profesores y compañeros hicieron de este curso un viaje agradable.

A mis padres por siempre inculcar la preparación académica y el desarrollo personal su apoyo, amor y paciencia. Alabo su persistencia y el amor incondicional que me han brindado.

A quienes me alentaron a emprender este curso, mi asesor y amigo Dr. Héctor, a los Doctores Eugenia y Luis quienes brindaron apoyo y su gran amistad. A la Dra. Carmen por su paciencia y confianza. A la Dra. Elia por sus conocimientos y el trato siempre amable. Al Dr. Alberto Bedolla, Dr. Carlos Hiriart, Dra. Claudia Rodríguez, y profesores del posgrado quienes brindaron apoyo, confianza, amistad y sus conocimientos.

A los responsables de los edificios donde se pudieron realizar los análisis ambientales, Secretaria de Educación en el Estado; Hotel Casa Limonchelo, Raúl Duarte; y Alelí quien hizo posible el permiso en el proyecto la Abadía (vivienda del centro histórico en Av. Madero Pte.)

A mis compañeros del curso con quien pudimos formar buena amistad, grandes personas con muchas cualidades y espíritu de compañerismo, confianza y apoyo. Agradezco en especial a Mauricio quien ayudo a revisar este trabajo y fue un gran apoyo para seguir adelante. Anyul, Elda, Katya, Alejandrina, Eder, Hugo, Ricardo, Toño, muchas gracias por compartir este viaje juntos, su apoyo y su amistad.

A mi familia y amigos, quienes apoyaron al menos con algunas palabras para recuperar el aliento cuando las horas de estudio ya no alcanzaban para poder convivir con ustedes. A Zury por su paciencia en este proceso, a Esmé por su apoyo cuando y revisión de mi texto. Al Licenciado Pérez Mejía, pues fueron los puntos a las “i” en donde ya no podía ver los errores de dedo en el documento. A Gus y mis hermanos, por ayudarme a encontrar siempre paz en cualquier lugar y en cualquier circunstancia, “a pesar de toda la vida sigue siendo hermosa”.

Agradezco a la vida por haberme permitido esta experiencia y poner a las personas adecuadas para que se lograra.

# PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

---

*Tres Casos de estudio en el Centro Histórico de Morelia,  
Michoacán, México*



## **Resumen**

Dentro de los análisis de edificios histórico-patrimoniales no existe una metodología que aborde adecuadamente el estudio de los factores ambientales, sin embargo en otros campos de estudio utilizan algunas herramientas y métodos que son útiles para tal fin. Un análisis ambiental adecuado para ser aplicado en edificios patrimoniales debe incluir el análisis de los factores físicos imperantes en los exteriores y el monitoreo en el interior, éstos deben incluir el comportamiento de la iluminación, el calor, la humedad, la ventilación y el ruido. El análisis se debe realizar durante períodos que puedan ser representativos de las condiciones extremas de un año y dentro del diagnóstico se deben considerar los parámetros de confort que se relacionarán con la actividad dentro de los espacios.

El presente trabajo de investigación pretende estudiar las metodologías de análisis ambiental para edificios históricos con valor patrimonial, así como conocer los métodos de análisis ambiental que se han desarrollado para edificios de nueva planta; éstos proveen métodos y técnicas más actuales que contribuyen al conocimiento del estado de los edificios en su aspecto ambiental. De éstos se extraen conocimientos importantes que serán reordenados y adecuados en una propuesta metodológica para que se incluyan aspectos, herramientas y los tiempos más adecuados para la evaluación del ambiente dentro de los edificios patrimoniales.

Ante la revisión de diversas fuentes, se ha constatado que dentro de la actividad de restauración de edificios histórico-patrimoniales, la evaluación de los aspectos ambientales se han estudiado de manera somera o parcialmente, sin un estudio preciso que determine puntualmente las condiciones en las que se encuentran los edificios y las posibilidades de intervención más adecuadas para su conservación, tanto desde su intervención arquitectónica como de la operatividad del mismo considerando los parámetros de confort más adecuados para las actividades desarrolladas dentro del edificio.

El presente trabajo presenta una propuesta metodológica que aborda los elementos ambientales antes mencionados, los tiempos y las herramientas que pueden ser utilizadas así como algunas herramientas de análisis y de interpretación de los aspectos ambientales en cuestión dentro, y en el entorno de los edificios. El trabajo presenta también la aplicación de la metodología en tres casos de estudio y los resultados que el ejercicio proporciona, con los cual se puede probar el funcionamiento y la aplicación del método en los edificios histórico-patrimoniales.

Palabras clave: Patrimonio, Metodología, ambiente, confort.

Abstract

Within the analysis of historical and heritage buildings there's no methodology that adequately addresses the study of environmental factors, but in other fields of study use there are some tools and methods that are useful for this purpose. A proper environmental analysis to be applied to heritage buildings should include analysis of physical factors prevailing outside the building and the monitoring of inside conditions; they should include the behavior of lighting, heat, humidity, ventilation and noise. The analysis should be performed during periods that may be representative of the extreme conditions of a year and the diagnosis should be considered in terms of comfort related to the activity inside the spaces.

This research aims to study the methodologies of environmental analysis for historical buildings with heritage value, the same as to meet environmental analysis methods that have been developed for new buildings; they provide updated methods and techniques that contribute to the knowledge of the environmental conditions in the building. From these knowledge we can draw important aspects that will be rearranged and ordered to propose a new methodology that includes the tools and the most appropriate time to evaluate the environment within the heritage buildings.

In the review of various sources, it has been found that within the activity of restoration of historical heritage buildings, the assessment of the environmental aspects have been shallow or partially studied, without an accurate study to promptly determine the conditions under which are the buildings and the most appropriate intervention possibilities for conservation, both architectural intervention and the operative situation most consider the parameters that suit better comfort conditions for the activities inside the building.

This paper presents a proposed methodology that addresses the environmental elements, time and tools that can be used as well as some analysis and interpretation tools for the environmental aspects in question within and in the surrounding of buildings. The paper also presents the application of the methodology in three case studies and the findings that the exercise provides, with which can be tested the operation and implementation of the method in the historical heritage buildings.

Keywords: Heritage, Methodology, environmental analysis

# Índice

Resumen.....	3
Introducción .....	7
Preguntas de investigación: .....	26
OBJETIVOS .....	27
Hipótesis del trabajo .....	28
Alcance y profundidad.....	29
I.    Antecedentes metodológicos, análisis ambiental en edificios históricos y metodologías aplicadas en edificios contemporáneos y de nueva planta .....	35
Metodologías aplicadas.....	42
Métodos contemporáneos aislados en edificios y contextos patrimoniales.....	47
Análisis del medio ambiente urbano.....	57
Las metodologías de análisis ambiental para edificios contemporáneos.....	62
El papel de la arquitectura bioclimática en el análisis ambiental .....	63
Sistemas de certificación ambiental.....	74
Normatividad nacional .....	81
II.   Propuesta metodológica para el análisis ambiental de edificios patrimoniales.....	91
Fundamentos .....	93
Conocimiento del entorno y del clima local.....	99
Definición de conceptos del ambiente del edificio .....	106
El método aplicado de análisis .....	123
III.   Aplicación de la metodología. ....	131
Hotel Casa Limonchelo.....	143
ExCasa del Conde de Sierra Gorda. ....	179
La Abadía, vivienda del centro histórico de Morelia (Av. Madero poniente). ....	215
.....	215

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

La Abadía, vivienda del centro histórico de Morelia (Av. Madero poniente)..... 217

Consideraciones finales..... 244

Índice de tablas ..... 248

Índice de figuras ..... 250

Fuentes..... 253

Anexos..... 259

## **Introducción**

Los edificios históricos en contextos patrimoniales, poseen valores extraordinarios que le son conferidos y reconocidos de manera cada vez más general por las distintas sociedades como parte de un legado común y trascendente, pero además de estos valores subjetivos e intangibles, tienen características materiales propias muy particulares de cada edificio; éstos son protegidos por medio de su identificación, registro y declaratorias, procurando su conservación a través de cartas y organismos internacionales, leyes y reglamentos, así como instituciones que promueven su protección.

La labor de quienes protegen dichos inmuebles, es buscar y desarrollar las herramientas necesarias para contribuir a su conservación, específicamente de su conocimiento e investigación; es aquí donde hemos encontrado algunas omisiones que deben ser tomadas en cuenta para el conocimiento de las condiciones ambientales existentes en los edificios históricos, haciendo evidente la necesidad de proponer una metodología de análisis ambiental adecuada a las necesidades de dichos inmuebles.

Con el paso del tiempo el espectro de edificios identificados como parte del patrimonio histórico de nuestras ciudades se ha ido ampliando, ya sea por su valor histórico, por ser un edificio representativo de una cultura antecedente a la nuestra, por representar la forma de vida de una sociedad en particular, o bien por sus características materiales y sistemas constructivos o ser un ejemplo excepcional o representativo de un género o estilo arquitectónico.

A partir del análisis de todas estas diferentes visiones, es posible conocer aspectos tales como detalles de la vida de las generaciones pasadas, ciertos significados que reflejan la identidad de un grupo social, etc. La conservación de tales edificios en un estado digno es de suma importancia tanto para su estudio como para respetar el carácter simbólico que le ha otorgado la sociedad.

La importancia de la conservación radica en su valor patrimonial, principalmente que, a su vez éste evoca las características de la autenticidad del objeto. Como bien recalca Rita Eder “conservar y restaurar son tareas vinculadas al proceso de dar vida a una memoria colectiva que conoce y ubica

su mundo a partir de los monumentos; huellas del quehacer de los hombre a través de la historia..., ...y que organizan la vida cotidiana.”<sup>1</sup>

El esfuerzo de conservar el patrimonio sólo se realiza de manera integral cuando se conoce ampliamente el objeto, desde su producción, contexto, materialidad y significado, lo cual implica el trabajo de múltiples disciplinas que aborden el objeto en cuestión aportando conocimientos desde su perspectiva particular. Esto lleva a una tarea multiple interdisciplinaria donde no sólo el trabajo de arquitectos y restauradores es necesario.

Sin hacer mención de otras tantas definiciones que pueden ayudar a entender el concepto de patrimonio nos valdremos de lo que Choay menciona y que valida el referido concepto para su uso en este trabajo de investigación. Lo considera como un término nómada, pues es recalificado con diversos adjetivos que lo transforman según su contexto y “estaba inicialmente enlazada a las estructuras familiares, económicas y jurídicas de una sociedad estable, arraigada en el espacio y el tiempo.”<sup>2</sup>

Este puede ser considerado como un bien, un valor o un recurso del cual tiene posesión una persona o grupo de personas. De lo cual podemos advertir que existe una inquietud por conservarlo para poder tenerlo.<sup>3</sup> Tiene la particularidad de provenir del pasado, ya sea próximo o lejano y se aloja en el presente, de tal manera que el patrimonio histórico como lo define Choay de esta manera:

“Expresión que designa un fondo destinado al disfrute de una comunidad planetaria y construido por la acumulación continua de una diversidad de objetos agrupados por su común pertenencia al pasado: obras maestras de las bellas artes y de las artes aplicadas, trabajos y productos de todos los saberes y habilidades humanas.”<sup>4</sup>

Es concerniente a un proceso de acumulación no sólo de objetos materiales sino también de habilidades y conocimientos humanos que se van transmitiendo de generación en generación por distintos medios y que prevalecen o existe el conocimiento de su existencia en la actualidad. Estos objetos materiales, producto de las artes aplicadas y de las bellas artes así como de otras habilidades

---

<sup>1</sup> Rita Eder, en Armando Torres y Enrique X. de Anda ed., *Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Investigaciones Estéticas, 1997, p. 9.

<sup>2</sup> François Choay, *Alegoría del Patrimonio*, ed. Gustavo Gili, Barcelona 2007, p. 7

<sup>3</sup> Dentro del marco jurídico, patrimonio proviene del latín *patrimonium* e “indica los bienes que el hijo tiene, heredados de su padre y abuelos” de tal suerte que tenemos una constante de bienes y propiedad que pueden ser acumulados durante un determinado tiempo o heredados de antepasados.

“Diccionario Jurídico Mexicano”, México, Porrúa-UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, t.IV, 1998, citado por Gabriela Lima Paúl, “Patrimonio Cultural Regional: estudio comparativo sobre la legislación protectora en las 32 entidades federativas mexicana”, *Derecho y cultura*, Núm. 9, marzo-agosto de 2003 p.45

<sup>4</sup> François Choay, *Op. cit.*, p. 7

del ser humano, en México, se han conservado y forman parte de nuestro entorno día con día y es nuestra tarea valorarlos y conservarlos.

No hay que perder de vista que el acto de conservar queda determinado por el valor que se le otorga al objeto; para esto algunas instituciones tanto nacionales como internacionales han creado instrumentos para que éste se lleve a cabo a partir de criterios que aspiran a ser suficientemente claros y flexibles, y que resultan adecuados para dicha tarea.

La arquitectura patrimonial hoy en día es protegida tanto por organismos internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) o el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) que se dan a la tarea de identificarlos, entre otros, aquellos bienes que por sus valores pueden ascender a la categoría de patrimonio mundial — cultural y natural—, por el hecho de ser inestimables e irremplazables.<sup>5</sup>

En México la UNESCO está representada por el Comité Nacional de ICOMOS así como por medio del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes a través del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) que en su facultad normativa y rectora se encarga de la protección y conservación del patrimonio cultural tangible e intangible.<sup>6</sup>

Al hablar de conservación, en México, no es posible datar con exactitud cual sería su comienzo, sin embargo existen aproximaciones, pues aunque la variedad y singularidad de los monumentos prehispánicos por todas las características particulares de sí mismos y de la cultura que los produjo, no existió preocupación alguna que le confiriera valor, ni la intención de conservarlos<sup>7</sup>; solamente se puede identificar un punto cronológico importante donde surgen acciones que persiguen tal objetivo.

Actualmente, la *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas*<sup>8</sup> es el instrumento que rige la conservación del patrimonio cultural en nuestro país. Dentro de esa ley se consideran tres categorías de lo que son los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos. La

---

<sup>5</sup>United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organization, consultado en: [www.unesco.org/new/es/mexico/work-areas/culture/world-heritage/](http://www.unesco.org/new/es/mexico/work-areas/culture/world-heritage/) consultado [26/11/2013 11:15hrs]

<sup>6</sup> Instituto Nacional de Antropología e Historia, “Quiénes Somos” consultado en: [www.inah.gob.mx/quienes-somos](http://www.inah.gob.mx/quienes-somos) [26/11/2013 11:15hrs]

<sup>7</sup> Julio Cesar Olive Negrete “El valor estético en la protección del patrimonio cultural mexicano”, en Armando Torres y Enrique X. de Anda ed., 1er Coloquio del seminario de estudio del patrimonio artístico. Conservación, restauración y defensa, *Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1997, p. 21.

<sup>8</sup> Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

metodología propuesta en este documento, se concentra en ciertos monumentos históricos y artísticos sin descartar la posibilidad que la metodología sea aplicable a los monumentos arqueológicos.

Otros instrumentos doctrinarios, como las cartas internacionales, se han encargado de promover a nivel mundial la conservación del patrimonio cultural y natural, es decir, proteger el patrimonio legado a nuestra generación para el aprovechamiento de las generaciones futuras. Las convenciones llevadas a cabo por la UNESCO han ido particularizando y dando mayor énfasis a algunos aspectos del patrimonio, procurando así promover la investigación, difusión e implementación de instrumentos para la conservación del patrimonio.

Entre ellas es importante mencionar algunos aspectos que dan sustento al presente trabajo; ya que en la Carta de Washington<sup>9</sup> se expresa la importancia que tiene el hecho de mantener los edificios en buen estado y en uso, siendo éste el más adecuado para su conservación y puesta en valor ante la sociedad. En dicha Carta se definen estas medidas respecto a la conservación de las poblaciones y áreas urbanas históricas, como “el elenco de medidas necesarias para su protección, conservación y restauración, así como para su desarrollo coherente y adaptación armónica a la vida contemporánea”.<sup>10</sup>

Siendo que la puesta en uso y la adaptación de los edificios de acuerdo a las exigencias de la vida actual son vitales para la preservación de nuestros edificios históricos, como parte del conocimiento y del análisis general del edificio, es un aspecto importante tener un adecuado diagnóstico de las condiciones ambientales prevalecientes en los mismos ya que éstos son elementos que contribuyen en la determinación de los nuevos usos y estrategias para el mejoramiento del ambiente y la conservación. Tales puntos serán parte incluyente en el desarrollo de la metodología propuesta.

Las cuestiones de habitabilidad en lo que respecta a las características ambientales de los edificios históricos poco se han contemplado, ya que, como veremos más adelante, los métodos que se han utilizado para estudiar las cuestiones ambientales han considerado pocos aspectos o simplemente no han alcanzado la formalidad que pudiéramos considerar pertinente, sin descartar que existen

---

<sup>9</sup> *Carta Internacional para la conservación de Ciudades Históricas y Áreas Urbanas Históricas – Carta de Washington*, Asamblea general del ICOMOS en Washington D. C. , Octubre de 1987

<sup>10</sup> *Ibidem*

algunos casos, que han abierto brecha en estudios que hasta hace algunos años no eran tomadas en cuenta.

Otro de los objetivos de la conservación que menciona la Carta de Washington es la “mejora del *hábitat*”<sup>11</sup> pues como se ha mencionado anteriormente debe adaptarse armónicamente a la vida contemporánea, ligado al nuevo uso y a las exigencias que esto conlleva. Es preciso trazar nuevas líneas de acción y adoptar nuevas herramientas que permitan mejorar cada día el trabajo de la conservación, en este caso, lo pertinente a la calidad del ambiente del edificio. Se deben prevenir también ante la contaminación y vibraciones<sup>12</sup> como se menciona en la Carta.

Otros autores concuerdan en la importancia del uso para la conservación como: “la mejor forma de preservar un edificio antiguo o un sitio histórico, es encontrar un nuevo uso más adecuado que le permita disminuir los efectos de factores que tienden a reducir su vida.”<sup>13</sup>

Pablo Chico<sup>14</sup> menciona la importancia que tiene la conservación del patrimonio en la mejora de la calidad de vida de los habitantes. La justificación de la preservación del patrimonio debe ser considerada como un satisfactor para necesidades sociales concretas y perfectamente identificadas. Otras necesidades que satisface la preservación del patrimonio cultural son las de “mantener y mejorar la calidad ambiental y la del mejoramiento permanente de la calidad de vida de los ciudadanos. Se considera que en los ambientes conformados por edificios patrimoniales, existe de manera implícita una cierta “calidad ambiental”, la cual, puede o debe ser mantenida, o mejorada.”<sup>15</sup> En nuestro caso nos enfocamos a las cualidades físicas-del ambiente pero no hemos de desconocer que la calidad ambiental puede contener otros aspectos como la estética, la imagen urbana u otros referentes culturales como así lo menciona Pablo Chico.

---

<sup>11</sup> *Ibidem*

<sup>12</sup> En las poblaciones y áreas urbanas históricas se han de adoptar medidas preventivas contra las catástrofes naturales y las diversas perturbaciones (especialmente la contaminación y las vibraciones), tanto para la conservación de su patrimonio como para la seguridad y bienestar de sus habitantes. En *Carta Internacional para la conservación de Ciudades Históricas y Áreas Urbanas Históricas – Carta de Washington*, Asamblea general del ICOMOS en Washington D. C. octubre de 1987

<sup>13</sup> Eugenia María Azevedo Salomao, “Reutilización del Patrimonio Urbano Arquitectónico en México”, en Carlos Alberto Hiriart Pardo, *Patrimonio edificado- turismo y gestión de poblaciones históricas ante el siglo XXI*, Morelia, Michoacán, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2009, p. 315

<sup>14</sup> Pablo Chico Ponce de León, “La responsabilidad social de la preservación del patrimonio cultural”, en: *Cuadernos de Yucatán No. 8- Cuadernos*, Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán, otoño de 1995, p.36-45.

<sup>15</sup> *Ibidem*, p.38

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

De esta manera podemos mencionar la importancia que tiene el desarrollar una metodología que mejore el conocimiento y las herramientas pertinentes para el desarrollo de un proyecto de intervención en el patrimonio construido.

En la actualidad existen métodos que se han aplicado en el patrimonio, que sustentan los proyectos de intervención tanto en edificios como en conjuntos históricos, pero que en algunos casos no están conformados con un método formal de análisis ambiental que sea parte de la formalidad y guía para el uso y toma de decisiones dentro del proyecto en la intervención del edificio.

En base a lo observado durante la investigación, es posible afirmar que las metodologías de análisis ambiental que prevalecen en la actualidad aún no son lo suficientemente adecuadas para su aplicación en edificios histórico-patrimoniales. Actualmente investigación es mas demandante, y la capacidad técnica permiten el desarrollo de una metodología que abarque más allá de un análisis descriptivo como se ha realizado hasta ahora.

El estudio de la relación entre arquitectura y los fenómenos naturales no es nuevo, sin embargo en la restauración estos fenómenos no han sido estudiados de una manera formal dirigiendo todos los esfuerzos en resolver otros aspectos del proyecto.

La dedicación al estudio de los aspectos ambientales y la arquitectura no sólo son producto de la preocupación por alcanzar las condiciones de confort ambiental adecuadas para el desarrollo de las diversas actividades del ser humano, considerando la existencia de instrumentos mecánicos, así como el desarrollo tecnológico en materiales que mejoran tales condiciones; estos estudios son una herramienta para eficientar el uso y aprovechamiento de la energía, pasiva o mecánica, renovable o no renovable, en los edificios.

La atención en los estudios enfocados a la relación ambiente-edificio también provienen de la preocupación por el medio ambiente, el cual ha sido deteriorado en gran medida por la forma en que los grupos humanos han desarrollado sus actividades económicas con procedimientos inadecuados que impiden el equilibrio entre el desarrollo de las sociedades, la conservación y cuidado de los recursos de los cuales depende dicho desarrollo.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

A lo largo de la historia de la humanidad se han suscitado varias crisis energéticas<sup>16</sup>, o de escasez de los recursos; y para contrarrestarlas se han desarrollado estrategias para mejorar el aprovechamiento de la energía presente en el ambiente. La relación que esto tiene con el tema es que tanto la madera, el carbón como los combustibles fósiles, no sólo son necesarios para la producción de productos, alimentos o el funcionamiento de servicios para el desarrollo de las actividades del hombre, también se usan para minimizar las condiciones ambientales que pueden ser nocivas para el ser humano; es decir, que afectan las condiciones de su confort.

Ahora, para poder mejorar las condiciones ambientales dentro de los espacios arquitectónicos se puede realizar por medios de climatización pasiva o por medios mecánicos; los primeros hacen uso y aprovechamiento del medio ambiente, por medio de materiales, sistemas constructivos y los fenómenos climatológicos; la segunda se refiere a los aparatos mecánicos que funcionan con combustibles o energía eléctrica para su operación. La desventaja de estos últimos es su contribución contaminante y el deterioro del medio ambiente, además de los costos que genera en su propia operación, contrario al funcionamiento de los pasivos.

Dentro de los edificios, el uso de las técnicas de climatización pasiva requiere de un método específico; para los edificios históricos o ya existentes, es necesario primeramente conocer los aspectos ambientales que envuelven y que prevalecen tanto al interior como en torno al edificio y de esta manera proponer el uso más adecuado y las capacidades que éste tendrá para brindar condiciones de confort a los usuarios del espacio sin tener que forzar el sistema al uso de elementos de climatización mecánica que impliquen un gasto innecesario de energía y contaminantes ambientales.

El problema que se plantea en este trabajo es el de proponer un método de análisis ambiental que permita conocer las condiciones ambientales de los edificios histórico-patrimoniales que incluya los elementos ambientales de iluminación, calor, humedad, ventilación y ruido y que considere los aspectos de confort para los mismos, de manera que se puedan determinar los usos más adecuados para su reutilización y la capacidad de los mismos. En función de sus condiciones ambientales, de los criterios de confort, debe ser posible conocer sus necesidades de climatización y proponer estrategias que coadyuven en alcanzar los parámetros de confort de acuerdo al uso propuesto.

---

<sup>16</sup> Las crisis de los productos energéticos, como la madera, las minas de carbón y las reservas petroleras. Todas han pasado por una crisis de escasez en diferentes momentos de la historia del ser humano.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

La propuesta debe considerar que los edificios histórico-patrimoniales también tienen importancia simbólica, por lo cual es necesario impedir la destrucción o transformación sustancial de sus elementos, así como el establecimiento de criterios de intervención que tengan especial cuidado en preservar su carácter auténtico.

Las metodologías actuales para el análisis ambiental de los edificios histórico-patrimoniales han sido rebasadas por los análisis realizados en edificios contemporáneos. Estos se realizan en parte, en su fase de proyecto, y en edificios construidos con análisis de mediciones puntuales. Las metodologías que se han implementado para el análisis de edificios histórico-patrimoniales se encontraron realizados de manera aislada, contemplando sólo algunos aspectos del ambiente físico y dejando a un lado otros, o incluyendo los aspectos pero llegando a estudiarlos de manera superficial.

Dentro de los estudios que se aplican en edificios contemporáneos se han realizado por medio de análisis puntuales de los parámetros ambientales antes mencionados, se realizan durante periodos específicos para determinar las condiciones ambientales durante un día, un período o para conocer su comportamiento durante un año. Esto permite proponer estrategias y sistemas de climatización para mejorar sus condiciones ambientales durante las horas del día, o un periodo específico del año y que puedan funcionar durante todo el año. Los métodos por los cuales se llegan a conocer los aspectos ambientales pueden ser por medio del monitoreo de cada uno de los aspectos o por medio de la simulación virtual de los mismos, mediante programas computacionales específicos.

Sin embargo los métodos utilizados en las edificaciones contemporáneas no incluyen aspectos importantes que en el patrimonio edificado deben ser tomados en cuenta, tanto para la realización de los estudios como para la intervención en la fase de mejoramiento de las condiciones ambientales de dichos edificios en busca de condiciones de confort.

Podemos entender, como método, al procedimiento que se sigue para encontrar o llegar a un objetivo; éste puede ser definido como: “Del Lat. Methodu... Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.”<sup>17</sup> Es apreciable su relación con el carácter de la investigación, pues para poder hallar “algo” es preciso realizar una búsqueda; por medio de este procedimiento el hecho u objeto podrá ser comprobado y entonces tomado como verdadero. Nicola Abbagnano menciona que el término “método” tiene dos significados fundamentales: “1) toda

---

<sup>17</sup> Real Academia Española, “Método”, Consultado en: URL:<http://lema.rae.es/drae/?val=metodo> consultado [10/10/2013 11:30]

investigación u orientación de la investigación; 2) una particular técnica de investigación... El segundo significado es más restringido e indica un procedimiento de investigación ordenado, repetible y autocorregible, que garantiza la obtención de resultados válidos.”<sup>18</sup>

En el documento podremos encontrar una revisión y propuesta de varios métodos que en conjunto podrán servir para obtener e interpretar varios factores ambientales. Este conjunto de métodos persigue la producción de un conocimiento, y en estos términos, se asemeja más a la definición de metodología.

Metodología, el vocablo es definido por la Real Academia Española como: “1. Ciencia del Método. 2. Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.”<sup>19</sup>

Nicola Abbagnano señala al respecto que “con este término se pueden entender cuatro cosas diferentes: 1) La lógica o la parte de la Lógica que estudia los métodos; 2) la Lógica trascendental aplicada; 3) el conjunto de los procedimientos metódicos de una ciencia o de varias ciencias 4) el análisis filosófico de tales procedimientos.”<sup>20</sup>

Descartaremos de esta definición múltiple, lo concerniente a la lógica trascendental<sup>21</sup> por la poca congruencia con el tema del trabajo, así como el análisis filosófico de los procedimientos, pues tampoco se busca en este trabajo profundizar en el análisis filosófico de las metodologías. Así pues tomando en cuenta a la Lógica como “la ciencia de dirigir la facultad cognitiva hacia el conocimiento de la verdad”<sup>22</sup> y a la Metodología como “el conjunto de los procedimientos de comprobación o de control en posesión de una determinada disciplina o grupo de disciplinas”<sup>23</sup>, podemos señalar con Luis F. Ocampo, que la metodología es “... asunto propio de la Lógica, que no sólo estudia la actividad intelectual, sino su relación con el fin al que ha de dirigirse (formación del conocimiento) y los

---

<sup>18</sup> Nicola Abbagnano, *Diccionario de filosofía*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982, pp. 63-64

<sup>19</sup> Real Academia Española, “Metodología” Consultado en: URL:<http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=metodolog%EDas> consultado [10/10/2013 11:15]

<sup>20</sup> Nicola Abbagnano, *op. cit*, p. 802

<sup>21</sup> La lógica trascendental se ocupa del origen de los conceptos y específicamente de los que provienen del intelecto y que se refiere a los objetos mismos.

<sup>22</sup> Nicola Abbagnano, *op. cit*, p. 802

<sup>23</sup> *Ibidem*

medios con los cuales ha de ejercitarse (método)... sirve de guía y brújula a nuestra inteligencia, en cuanto estudia el método<sup>24</sup>

En Ocampo y Abbagnano, la metodología es la estructura de la investigación para llegar al conocimiento por medio de un procedimiento para su ejecución, que sería el método. En la propuesta de esta tesis se parte de la revisión de los métodos que se han utilizado para conocer el ambiente y se propone, bajo una metodología, la búsqueda del conocimiento del ambiente por medio de métodos particulares, que servirán de medio para obtener dicho conocimiento.

La metodología está compuesta de un conjunto de métodos que permitirán el conocimiento de algunos aspectos del ambiente, considerando que el ambiente no está compuesto sólo de elementos físicos, sino también de factores que requieren de otro tipo de tratamiento para su medición y evaluación, y que en esta ocasión no serán tomados en cuenta.

## **Ambiente**

En términos generales el ambiente puede ser entendido como aquello que rodea al ser viviente, en este caso particular, lo que rodea y tiene relación con al ser humano, de lo que podríamos destacar aspectos físicos, aspectos culturales, sociales, entre otros. En el Diccionario de Filosofía de Abbagnano se define al “ambiente” con el significado corriente del término que es: “el conjunto de relaciones entre el mundo natural y los seres vivientes, que influye sobre la vida y el comportamiento del propio ser viviente”.<sup>25</sup> En el texto también se hace referencia a otros tratados donde se presumía la influencia de las condiciones físicas y especialmente las del clima sobre la vida de los animales y vida de los seres humanos, así como la vida política del hombre.<sup>26</sup>

“La arquitectura y el medio ambiente están intrínsecamente unidos, su relación es compleja y posee muchas facetas.”<sup>27</sup> David Lloyd Jones identifica algunas de las fases bajo las cuales podemos seguir esta relación a lo largo de la historia de la arquitectura. “...Hay que considerar las formas de enfrentarse al clima: al sol, al viento, a la lluvia y a la nieve. En segundo lugar, los recursos con los que se han construido las casas en las diferentes épocas. Y por último, y esto en mayor profundidad,

---

<sup>24</sup> Luis F. Ocampo, “Apuntes sobre los conceptos de Método y Metodología” consultado en: URL:[http://www1.educ.usherbrooke.ca/cours/maestria/doc/metodo\\_metodologia.PDF](http://www1.educ.usherbrooke.ca/cours/maestria/doc/metodo_metodologia.PDF) consultado [21/10/2013 11:00p.m.]

<sup>25</sup> Nicola Abbagnano, op. Cit, pp. 43-44

<sup>26</sup> ibídem, pp. 43-44

<sup>27</sup> David Lloyd Jones y Jeniffer Hudson, *Arquitectura y entorno. El diseño de la construcción bioclimática*, Barcelona, Ed. Blume, 2002, P.15

la relación que a lo largo de la historia ha existido entre arquitectura y medio ambiente, y los significados que se han atribuido en cada época a la naturaleza, al cosmos y a lo primitivo.”<sup>28</sup>

Dentro del documento nos referiremos al ambiente o al análisis ambiental, considerando solamente los aspectos físicos de este, en particular los aspectos de iluminación, ventilación, humedad, temperatura del aire y ruido. Esto sin descalificar la existencia o menospreciar la importancia que otros aspectos del ambiente juegan en relación e influencia con el ser humano.

Dichos aspectos del ambiente, como la iluminación, la ventilación, humedad, temperatura y ruido, son perceptibles por el ser humano y éstos, en sus variaciones, pueden provocar molestia, (e incluso distintos niveles de estrés). El cuerpo humano puede tolerar variaciones en el ambiente pero los cambios bruscos de éste pueden resultar molestos o llegar a lastimar; el cambio gradual suele ser más tolerable pero existe cierto límite donde deja de serlo y puede resultar perjudicial a los órganos sensoriales o provocar daños físicos al cuerpo. Estos límites de la capacidad humana para soportar el ambiente han sido definidos en base a estudios en torno a la salud y el confort del ser humano ante los agentes ambientales.

Antes de abordar lo relacionado al confort es preciso mencionar que una parte importante de la relación del ambiente con el ser humano, tiene que ver con la búsqueda de las mejores condiciones o las transformaciones del ambiente para mejorar las condiciones en las que el ser humano habita el espacio, es decir la habitabilidad.

### **Habitabilidad**

Es importante entender que en la definición más elemental de la habitabilidad se considera que se debe partir de las necesidades de una sociedad para establecer los criterios que conforman a ésta; es decir, la sociedad es la que establece dichos criterios o satisfactores a ser cubiertos como necesidades; éstas se identifican bajo los criterios culturales, sociales y psicológicos propios de una sociedad en general y del individuo en particular y son privativos para dicha sociedad de acuerdo al tiempo y espacio en que habitan.

Sin embargo, es posible decir que existen aspectos comunes a la habitabilidad y al confort que son medibles debido a su carácter físico y tangible, y la relación que éstos tienen entre el medio ambiente, el objeto arquitectónico, y con el ser humano. Estos aspectos: la iluminación, la

---

<sup>28</sup> Ibídem, p.15

ventilación, la temperatura y la humedad son percibidos por el cuerpo humano y sus variaciones pueden provocar estrés o confort en él.

La habitabilidad y el confort son dos conceptos que cuesta trabajo definir y cuya aplicación no es idéntica. La habitabilidad es considerada como una cualidad del espacio que comprende aspectos físicos, y tangibles, y aspectos subjetivos e intangibles; buscando evaluar la capacidad de un espacio de ser habitado. El confort, también está comprendido por aspectos subjetivos y aspectos objetivos que pueden evaluarse físicamente: pretende conocer los límites sensitivos del cuerpo humano para mantenerse en un estado de reposo o dicho de otra manera, los límites entre la tolerancia y el estrés en el ser humano.

Al hablar de habitabilidad se puede hacer referencia a nociones tan amplias como la capacidad de un cuerpo astronómico para sustentar la vida: habitabilidad planetaria; o la capacidad de un territorio para ser habitado por el ser humano, o las características específicas con las que debe contar un edificio para poder considerarlo habitable. Sin embargo y considerando lo complejo que puede ser el definir al concepto general de habitabilidad trataremos de ser breves explicando la parte concerniente al objetivo de este proyecto.

Por su definición, la habitabilidad se considera como la “cualidad de lo habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda”<sup>29</sup>; o : “... un conjunto de condiciones, físicas y no físicas, que permiten la permanencia humana en un lugar, su supervivencia y, a un grado u otro, la gratificación de la existencia.”<sup>30</sup>; si bien las características que pueda ser percibida por el ser humano como un factor determinante para poder habitar no es necesariamente una norma legal pero si debe cumplir con condiciones físicas y no físicas para permanecer y desarrollar actividades dentro del mismo. Sin embargo siendo las normas legales ergonómicas, creadas para el hombre, éstas se normalizan en función de brindar condiciones adecuadas y seguras para permitir la permanencia del ser humano en un espacio determinado.

Las primeras consideraciones hacia la habitabilidad como una necesidad, de acuerdo a Moreno Olmos<sup>31</sup>, surgen de una proliferación de pestes en Europa que se presentaron desde la Edad Media

---

<sup>29</sup> Real Academia Española, “Habitabilidad” consultado en: <http://lemarae.es/drae/?val=habitabilidad> consultado [22/10/2013]

<sup>30</sup> Alberto Saldarriaga Roa, “Habitabilidad”, Ed. Escala LTDA, Bogotá, 1981, p. 57

<sup>31</sup> Silvia Haydeé Moreno Olmos, “La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida” en *Palapa*, Vol. III, Núm. II, Universidad de Colima, Colima, Julio-Diciembre 2008. pp. 47-54

hasta entrado el siglo XIX con la presencia de enfermedades debido al descontrol de aguas residuales, a la poca ventilación en las viviendas, la suciedad y el hacinamiento, "... filántropos y administradores públicos procuraron mejorar las condiciones de vida de los pobres.<sup>32</sup> Podría decirse que en sus comienzos, la habitabilidad quedó definida por los estándares mínimos de salubridad en las viviendas y en el medio urbano que estableció Lord Shaftesbury en Inglaterra precisando condiciones mínimas de espacio, ventilación, luz, etc. además de dotar a las viviendas con agua corriente y un inodoro por familia, lo que también generó la necesidad de colocar drenaje y red de agua potable.<sup>33</sup> Las mejoras en la vivienda y en la ciudad buscaban mejorar las condiciones de habitabilidad en dos escalas: el ámbito familiar y el urbano.

Pero no podemos dejar de pensar en que antes de que existiera la población que fue agraviada por las pestes tubo que transformar una porción de terreno para poder alojarse y refugiarse de potenciales agravantes de su existencia. Sin embargo aunque por un período pudo permanecer, o habitar en tal lugar, las situaciones lo llevaron a determinar otras características para definir el espacio como adecuado para su permanencia.

Mantener buenas condiciones en el entorno del ser humano para habitar el espacio es una necesidad elemental de supervivencia de éste. A lo largo de la historia, desde los vestigios más antiguos a los que hemos podido tener acceso hasta la actualidad se evidencia la intención, así como la capacidad y la huella de la transformación del entorno natural para mejorar las cualidades del espacio para ser habitado.

La transformación del entorno natural que rodea al ser humano, es en su acción más elemental una necesidad, menciona Saldarriaga Roa<sup>34</sup>, esta comienza desde la búsqueda de alimento y la producción del mismo, lo que ocasiona cambios en el entorno natural, por lo tanto la transformación puede considerarse una necesidad innata y de supervivencia para el ser. La transformación no sólo se realiza para satisfacer una necesidad física, también surge de una parte más profunda del ser como una necesidad psicológica tanto a nivel social como a nivel individual que tiene que ver con el sentido de apropiación del entorno.

---

<sup>32</sup> *Ibidem*, p.48

<sup>33</sup> Juan Manuel Naredo, "Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla" en *Gaceta Ecológica*, núm. 55, 2000, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México, Consultado en URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53905502> consultado [30/10/2013]

<sup>34</sup> Alberto Saldarriaga Roa, op. Cit., p. 17

Esto también tiene sentido para lo que mencionan Maya y Guzmán<sup>35</sup> refiriéndose a la habitabilidad como una noción imprecisa que puede ser imaginada en los términos de disfrute de beneficios como la dignidad, el agrado y la satisfacción, que pueden ser considerados parámetros objetivos de los anhelos de ser felices.<sup>36</sup> Sin embargo esto sigue siendo un tanto subjetivo debido a la perspectiva que la idea de habitar adquiere a través de la historia de acuerdo al contexto físico y social, por medio de estándares perceptivos. Dichos estándares son histórica, social, cultural y mentalmente cambiantes, como también recalca Ayala Alonso<sup>37</sup>, quien argumenta que la habitabilidad tiene que ver con la acción de habitar, y ésta es una acción irrepetible en el tiempo y en el espacio, aún dentro de la misma ciudad, la forma en que se habita con características específicas y diferencias, pero también comparte valores que permiten las maneras de habitar que son comunes a un grupo social.<sup>38</sup> Es de esta manera que las expresiones culturales van cambiando a través de la historia, y éstas se ven reflejadas en la manera de habitar del ser humano.

Por lo tanto, y resumiendo estas ideas, la transformación es una necesidad del hombre, ésta cambia de acuerdo a la manera de habitar, y la manera de habitar depende de estándares sociales, culturales y psicológicos. Ahora para hacer coincidir estas ideas con la práctica arquitectónica nos referiremos nuevamente a Saldarriaga Roa quien dice:

La arquitectura es el resultado de la transformación humana, de las condiciones y características del espacio físico. Su necesidad proviene inicialmente del problema de permanencia espacio temporal del ser humano en su albergue geográfico, por su periodo de vida... Como transformación, la arquitectura es mente y materia combinadas de tal forma que sus productos no son sólo objetos de consumo, sino expresiones humanas a través de un lenguaje especial. En ellos se habita y mediante ellos se comunican las personas de una sociedad, entre sí, con la naturaleza como conjunto de elementos propicios o nocivos para la habitabilidad y con la naturaleza como paisaje, la experiencia gratificante del albergue geográfico.<sup>39</sup>

En la cita se menciona la importancia que tienen los elementos de la naturaleza para ser aptos o no para las condiciones propicias para el desenvolvimiento del ser humano. Esther Maya y Vicente Guzmán apoyan esta idea al mencionar que el objeto central de la habitabilidad “es el de la relación de las personas y su ambiente, físico y social que las envuelve y su espacio construido de residencia

---

<sup>35</sup> Esther Maya, Vicente Guzmán Ríos, “¿De qué habitabilidad hablamos? Una ausencia en la vivienda popular.” en Anuar Kasisi Ariceaga, *Ponencias y apuntes de la V cátedra Nacional de Arquitectura. Carlos Chanfón Olmos*, Primera sesión, Facultad del Hábitat, 2010, San Luis Potosí, p.88

<sup>36</sup> *Ibidem* p.88

<sup>37</sup> Enrique Ayala Alonso, *La idea de Habitar, la ciudad de México y sus casas, 1750-1900*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 2009, pp. 320

<sup>38</sup> *Ibidem*.

<sup>39</sup> Alberto Saldarriaga Roa, *Op cit.* P. 16

en particular.<sup>40</sup> Dicha relación se puede apreciar bajo dos perspectivas que identifican estos autores, la macro y la microsistémica.

Habitabilidad	-	Macrosistémica:	Exterior, abierto, social y público.
	-	Microsistémica:	Interior, cerrado, mental y privado.

Para Alberto Saldarriaga la transformación física se divide en tres aspectos importantes: el primero incluye todo cambio de la estructura natural del espacio en busca de recursos naturales para alimento e implementación del ser humano; el segundo ve por la distribución de sistemas de servicios e intercomunicación de estructuras físicas que ellos demandan; el tercero se refiere exclusivamente a la construcción y ordenamiento de objetos aptos para albergar personas e instituciones sociales.<sup>41</sup> Menciona que la transformación arquitectónica se encuentra en el último de ellos y en el proceso global abarca aspectos significativos de los otros y depende de ellos para su realización cada vez en mayor medida.

Podemos, entonces, identificar el hecho de que la habitabilidad en la arquitectura tiene un carácter microsistémico cuyo objetivo es el de albergar a personas e instituciones y se caracteriza por ser interior, cerrado, mental y privado.

Salvador Rueda asocia la habitabilidad a la calidad de vida en el sentido que la sostenibilidad depende de los sistemas urbanos y de la habitabilidad, porque se pretende mantener la calidad de vida de los sistemas y recalca que “la pérdida de las condiciones de habitabilidad, corre paralela a la insostenibilidad de los sistemas urbanos, considerando estos en un sentido amplio.”<sup>42</sup> Dentro de esta relación entre habitabilidad y calidad de vida existen cuatro grandes ámbitos de interés:

1. Aspectos que se consideran decisivos para el bienestar del ciudadano: trabajo, educación, sanidad, vivienda y equipamientos.
2. La contribución que tiene el medio, la calidad ambiental, en la calidad de vida y que viene representada por la calidad del ambiente atmosférico, el ruido, la calidad del agua etc.

---

<sup>40</sup> Esther Maya, Vicente Guzmán Ríos, Op cit. p. 89

<sup>41</sup> Alberto Saldarriaga Roa, Op cit. P. 57

<sup>42</sup> Salvador Rueda, “Habitabilidad y calidad de vida”, consultad en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a005.html>, en *Primer Catálogo español de buenas prácticas*, Madrid: Ministro de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996, Comité Habitat II España. Consultado [10/04/2013 12:30]

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

3. De naturaleza psicosocial, que está vinculado al ámbito interactivo del sujeto: relaciones familiares, relaciones interpersonales, ocio, tiempo libre, etc.
4. Cuestiones de orden socio-político, tales como la participación social, la seguridad personal y jurídica, etc.<sup>43</sup>

En la actualidad la sostenibilidad forma parte importante de la habitabilidad, componiendo una de las necesidades sociales que permiten la permanencia de los habitantes en los espacios de una sociedad. Arcas Abella, Pagès Ramón y Casals-Tres, en su artículo “El futuro del hábitat: repensando la habitabilidad desde la sostenibilidad”<sup>44</sup> apoyan esta idea pues al referirse a los edificios para la vivienda en particular, mencionan que la habitabilidad se ha manejado como un producto donde los instrumentos legales para la producción de vivienda no se centran en la atención a las necesidades ni a otros espacios que no sean la vivienda dejando a un lado la atención a las necesidades de la población que, como vimos antes, son cambiantes y dependen de la sociedad en su sentido social, cultural y mental.

Dentro de ésta, el confort es un elemento de importancia para la habitabilidad y que tiene relación con la sostenibilidad pues como menciona Alberto Saldarriaga, “A nivel individual el espacio arquitectónico satisface generalmente necesidades básicas e inmediatas: abrigo, protección, seguridad, intimidad, sociabilidad, mantenimiento biológico, etc.”<sup>45</sup> En este sentido el confort sería un satisfactor de las necesidades de abrigo y de la misma manera no sólo a nivel individual pues “a todos los niveles, la transformación arquitectónica, aún en sus manifestaciones más elementales satisface la necesidad de adecuar un espacio para las actividades o el reposo de los seres humanos”<sup>46</sup> determinando su transitoriedad o permanencia. La adecuación de un espacio depende de los factores, nuevamente, social, cultural y mental. Ante esto Saldarriaga menciona:

Se requieren condiciones particulares de dimensionamiento de elementos, intercomunicación, control de la comunicación, aprovechamiento de las fuentes naturales de iluminación, ventilación y paisaje, articulación de los espacios y forma. En la definición precisa de estas condiciones intervienen factores de tipo cultural, y natural, simultáneamente. Cada grupo humano define sus condiciones en base a la experiencia previa o a la capacidad de intervención e innovación; en base a sus hábitos y a su creatividad individual o colectiva.<sup>47</sup>

---

<sup>43</sup> *Ibidem*

<sup>44</sup> Joaquim Arcas-Abella, Anna Pagès-Ramon, Marina Casals-Tres, “El futuro del hábitat: repensando la habitabilidad desde la sostenibilidad. El caso español” en *Revista INVI* [en línea] 2011, 26 (Agosto) : [Fecha de consulta: 24 /10/2013] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25819959003>> ISSN 0718-1299

<sup>45</sup> Alberto Saldarriaga, *op cit.* p. 58

<sup>46</sup> *Ibidem.* P. 59

<sup>47</sup> *Ibidem.* P 59

El confort, entonces, juega un papel de adecuación del espacio para las actividades y el reposo del ser humano, en un afán de transformar el espacio para satisfacer una necesidad de cobijo, control y aprovechamiento de las fuentes naturales como parte integradora de las condiciones de habitabilidad en la arquitectura.

Entonces podemos decir que para nuestro estudio será pertinente abordar la habitabilidad desde una perspectiva en que la transformación del espacio es un factor determinante para el uso y el aprovechamiento de los recursos por el ser humano y que puede identificarse en la construcción y ordenamiento de objetos aptos para albergar personas e instituciones sociales, pero bajo la óptica, y refiriéndonos a la aplicabilidad de la metodología, de una evaluación de la habitabilidad en un objeto ya existente.

Nos enfocaremos en la microsistémica más que en la macrosistémica, sin descartar la injerencia que la segunda tiene sobre la primera; y nos enfocaremos a la parte de la habitabilidad que le concierne en cuanto a calidad ambiental, en los aspectos específicos de iluminación, ventilación, calor, humedad y ruido.

### **Confort**

Para entender este concepto, el cual en su acepción más general se refiere a “todo aquello que constituye el bienestar material”<sup>48</sup>, se acotará a los elementos del ambiente físico a los que nos hemos referido y se acudirá a autores que vinculan el ámbito del confort con la práctica arquitectónica. Partiendo de la noción más general, confort es definido por la RAE como “aquello que produce bienestar y comodidades”.<sup>49</sup> Para nuestro estudio, resulta particularmente importante considerar al confort como lo que produce bienestar físico y psicológico, y que no altere la salud.

Actualmente hemos podido encontrar otra definición de confort como, un estado de satisfacción, una sensación de intimidad, o un estado de salud física y mental, en suma, bienestar. Los estudios en torno al confort se relacionan, en buena medida, con un control de equilibrio físico y mental para propiciar la salud y la conservación de la vida humana. Son, entonces, condiciones de equilibrio con que las personas deben contar. Condiciones adecuadas para sentirse bien tanto física como

---

<sup>48</sup> Ramón García Pelayo y Grosso, Pequeño Larousse Ilustrado, Ediciones Larousse México 3ra Edición segunda reimpresión, p. 260

<sup>49</sup> Real Academia Española. “Confort” consultado en <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=confort> consultado [22/02/2013]

mentalmente, y pueden ser afectadas por distintos aspectos que rodean la vida de cualquier ser, como son los físicos, sociales, políticos, ambientales, etc., en la vida cotidiana de la persona.

Estudios realizados en torno al confort, pueden ser divididos en dos grupos como mencionan Chappells y Shove<sup>50</sup>. El primero relacionado con la historia, basado en la ingeniería, que dan cuenta de la búsqueda del confort y el papel de las innovaciones y tecnologías clave para este proceso. Mientras que por otra parte los historiadores sociales sugieren que el confort es tanto una innovación técnica como un fenómeno cultural.<sup>51</sup>

La Organización Mundial de la Salud menciona que el confort no sólo se limita a la ausencia de enfermedad: "... definiéndolo no sólo como la ausencia de enfermedad, sino en términos de un sentido total de bienestar físico, mental y social"<sup>52</sup> Estudios epidemiológicos advierten los riesgos a la salud que pueden ser el constante contacto con tecnologías para proveer confort como lo son el aire acondicionado o los efectos que ocasionan las ondas de calor o frío sobre algunos grupos sociales.

En casos más específicos, la arquitectura aborda las condiciones de confort en aspectos como los acústicos, sonoros, de iluminación, de temperatura y de la calidad del aire, dentro de la comodidad sensorial que, según Manuel Martín Monroy, es uno de los grandes aspectos contenidos en las condicionantes del hábitat para el bienestar.<sup>53</sup>

Para que un individuo pueda alcanzar esta condición, considerándolo como el ocupante de un espacio, algunos autores consideran que los factores que pueden afectar esta condición son diversos: la actividad, la ropa, la edad, y el sexo del individuo, además de los aspectos del ambiente interior, como la temperatura del aire y de las superficies, la humedad, el movimiento del aire, el ruido, la luz y los olores, ...<sup>54</sup>.

---

<sup>50</sup> Heather Chappells y Elizabeth Shove, "Comfort: A review of philosophies and paradigms", consultado en [http://www.lancaster.ac.uk/fass/projects/futcom/fc\\_litfinal1.pdf](http://www.lancaster.ac.uk/fass/projects/futcom/fc_litfinal1.pdf) consultado [22/02/2013]

<sup>51</sup> *Ibidem*

<sup>52</sup> *World Health Organization* 1946, en Chappells y Shove, *op. cit.*, p.5

<sup>53</sup> Manuel Martín Monroy, "Guía de aplicación", en *Calidad Ambiental en la Edificación para Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias Manual de diseño ICARO*, Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, 2006. ISBN: 84-690-0658-4 (obra completa en CD-Rom 6 volúmenes) p.35

<sup>54</sup> Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco, *Un Vitruvio Ecológico Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*, GG, 2008, p. 37

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Sin duda la determinación del confort dentro de un edificio tiene que ver con la relación que existe entre el medio ambiente y el edificio y como éste trasfiere la energía del exterior al interior y el aislamiento que este posee ante los agentes ambientales.

El confort dentro de este documento estará considerado como el estado del cuerpo humano en que no sienta estrés por ningún agente físico del ambiente, externo a éste; es decir, que la relación entre el cuerpo y el ambiente que lo rodea mantienen un intercambio energético en equilibrio. Donde los procesos de aclimatación del cuerpo humano no requieren de un esfuerzo mayor o de elementos auxiliares para modificar el ambiente en favor de alcanzar un estado de confort. Para determinar los límites del confort nos apoyaremos en estudios que se han realizado en torno a éste y a parámetros que ya se han establecido para determinar sus límites e identificar donde comienza el estrés en el ser humano.

Habitabilidad y confort, ambos conformados por características objetivas y subjetivas, con objetos tangibles e intangibles que se observan ante distintas perspectivas y que convergen en aspectos físicos dentro de su composición tangible; éstos pueden ser observados y medidos así como caracterizar su comportamiento. Específicamente nos centraremos en las condiciones de habitabilidad y confort, conformadas sólo por los aspectos físicos de iluminación, ventilación temperatura, humedad y comportamiento acústico en los edificios; serán los factores que bajo la óptica del confort tomaremos en cuenta en el presente trabajo.

Aunado a las condiciones de confort y habitabilidad antes mencionadas, el carácter patrimonial e histórico de los edificios será un aspecto. Es importante resaltar que en el presente trabajo se han tomado en cuenta tanto el carácter patrimonial de los edificios y las características de confort enfocados a proponer una metodología de análisis para conocer de manera más amplia uno de los aspectos que conforman la compleja realidad del edificio patrimonial que en la actualidad no existen y pocos aspectos de éste se han analizado.

Para determinar tal metodología se han planteado las siguientes preguntas:

**Preguntas de investigación:**

¿Qué aspectos deben ser considerados, cómo deben ser medidos y de qué manera se interpretan los resultados de los mismos en una metodología para realizar un análisis ambiental adecuado para los edificios histórico-patrimoniales?

¿Qué metodologías de análisis ambiental existen para los edificios histórico patrimoniales?

¿Cuál sería la manera más adecuada de analizar el ambiente en un edificio histórico y como se desarrollaría?

¿Qué producto se puede obtener de la metodología propuesta?

¿Qué función puede desempeñar una metodología de análisis ambiental en la rehabilitación de edificios histórico-patrimoniales?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Diseñar y poner en práctica una metodología adecuada para el análisis del ambiente de los edificios histórico-patrimoniales que incluya los parámetros de Iluminación, calor y humedad, ventilación y ruido, y que ofrezca como resultado un diagnóstico del ambiente interno del edificio; así mismo determinar si la propuesta es pertinente para su uso.

### **Objetivos específicos**

Identificar las metodologías que se utilizan para evaluar las condiciones ambientales del edificio, las metodologías actuales para el análisis de edificios históricos y la normatividad que determina las condiciones adecuadas en cuanto a iluminación, ventilación, calor y ruido para las edificaciones contemporáneas e históricas.

Proponer una metodología adecuada para las edificaciones históricas.

Poner en práctica la metodología propuesta y determinar la importancia que tiene su aplicación en los proyectos de restauración y adaptación a nuevos usos.

Evaluar la metodología de acuerdo a los resultados obtenidos en el ejercicio realizado sobre las unidades de análisis

### **Hipótesis del trabajo**

Una metodología para el análisis ambiental de los edificios histórico-patrimoniales debe considerar el análisis de la iluminación, temperatura, humedad, ventilación y el ruido; así como las condiciones ambientales que rodean al edificio, las propias del edificio y los parámetros de confort que requiere. También debe tenerse en cuenta el carácter patrimonial del edificio, su materialidad y el valor patrimonial incluyendo el respeto por la originalidad del mismo.

Y la función de la metodología es el de brindar un conocimiento del edificio en los aspectos ambientales por medio de un diagnóstico, permitiendo que los nuevos usos consideren las condiciones de iluminación, ventilación, calor, humedad y ruido como elementos favorables para el confort de acuerdo a las actividades que se desarrollen en su nuevo uso.

La propuesta metodológica deberá enunciar los aspectos a considerar en la metodología; el periodo en el que se debe realizar el análisis, como se proponen al presentar los resultados. Cuál o cuáles serían los métodos que permitan conocer los aspectos ambientales del edificio. De qué manera se puede emitir un diagnóstico de las condiciones ambientales, las necesidades de climatización y las posibilidades de uso del espacio de un edificio.

### **Importancia del estudio**

La propuesta metodológica que se presenta en éste trabajo es una herramienta importante para el análisis de edificios histórico-patrimoniales; permite conocer sus aspectos ambientales de manera cuantitativa con mediciones puntuales de cada variable. La metodología considera la correspondencia del uso del espacio con las características ambientales evaluadas, haciendo posible que los usuarios puedan sentirse en confort con el uso menor, o nulo de sistemas de climatización mecánicos.

El estudio de los edificios histórico-patrimoniales requiere de un análisis pormenorizado de los aspectos ambientales y de su comportamiento, en aras de proponer un uso adecuado y estrategias de climatización que contribuyan a conservarlo y brindar condiciones de confort a quienes lo habitan.

Las mediciones puntuales con aparatos especializados muestran de manera clara y objetiva las variaciones de cada aspecto y que en relación con las características que envuelven al edificio, tanto ambientales como de su uso, determinan los parámetros y oscilación de los aspectos ambientales para brindar condiciones de confort al usuario.

Los resultados del análisis permitirán, establecer el uso más adecuado para que el inmueble funcione correctamente ofreciendo un ambiente confortable para quienes lo utilizan, estableciendo la capacidad que tendrá para que se desarrollen cierto tipo de actividades o de ofrecer alternativas viables para mejorar su comportamiento ambiental.

La presente propuesta metodológica coadyuva en el conocimiento del ambiente de los edificios para evitar en lo posible el uso de la climatización mecánica, reduciendo así el costo por mantenimiento y funcionamiento del edificio, disminuyendo emisión de contaminantes y gastos de operación. Además contribuye al control ambiental y a las condiciones de habitabilidad de los edificios

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

históricos, factor que impactará en la promoción de su uso responsable y sustentable y por consiguiente en su conservación.

### Limitaciones del estudio

La propuesta fue realizada a partir de la revisión de estudios análogos tanto en patrimonio como en edificios contemporáneos, desde casos de estudio urbanos a los estudios puntuales de espacios dentro de los edificios patrimoniales. Dichos estudios, utilizan instrumentos específicos y de dominio especializado.

Esto resulta ser una limitante para la aplicación de la propuesta, ya que, al no contar con todos los instrumentos necesarios para esos análisis nos limitaremos a mencionar cuales son y de que manera se realizan o sugerir la aplicación en los edificios histórico-patrimoniales.

En el presente documento se analizaron diversas metodologías de análisis, las cuales fueron útiles para fundamentar una propuesta metodológica adecuada para el análisis ambiental de edificios históricopatrimoniales, que por sus características propias, requieren de un tratamiento particular diferente al de los edificios de nueva planta.

En el primer capítulo se parte de las metodologías de análisis de edificios históricos enfocándonos en los aspectos relacionados con el medio ambiente y la profundidad del análisis, así como algunos trabajos profesionales como tesinas, tesis o relatos de experiencia en el quehacer del restaurador de inmuebles que se realizan en edificios históricos donde también hemos enfatizado las debilidades en cuanto al análisis ambiental. Con esto es posible identificar las principales necesidades para proponer una metodología que pueda abordar adecuadamente dicho estudio

Metodologías revisadas dentro del ámbito del análisis de edificios históricos con valor patrimonial. Podemos resumir que consideran el análisis ambiental de la siguiente manera:

Tabla 1 Revisión de métodos de análisis ambiental para edificios históricos.

AUTOR	TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN	CÓMO ABORDA EL ANÁLISIS AMBIENTAL
Antoni González Moreno-Navarro	Por una metodología de la intervención en el patrimonio arquitectónico como documento y como objeto arquitectónico	Como un aspecto general que debe ser tomado en cuenta
Alberto Yáñez Salazar	Análisis metodológico de los monumentos	Análisis general de los monumentos históricos

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Jaime Font Fransi y Manuel Torres Hurtado	Proyecto de conservación y restauración para un sitio y un monumento en la ciudad de Querétaro, México.	Análisis de manera general y poco abundante en materia ambiental
Alejandro Villalobos Pérez INAH	Restauración y rehabilitación: Metodologías conjugadas de diagnóstico e intervención.	Metodología que aborda el tema de manera general
Eugenia María Azevedo, Fernando Ferrera	Estación de Ferrocarril San Lázaro: investigación, análisis y proyecto de restauración	Se puntualizan algunos de los aspectos siendo más concreto pero sin precisar detalles técnicos de cada aspecto ambiental
Luciana Milazzo	Indicaciones previas para la integración de sistemas de ventilación natural horizontal en los edificios escolares existentes	Es más preciso en algunos aspectos ambientales pero omite otros de los aspectos que pueden ser valorados
Ruggiero Zepeda Maldonado	Proyecto de Restauración del Palacio Episcopal de Valladolid	Sólo aborda el análisis higrotérmico y confort del mismo.
Aída Ceballos Reséndiz y Noemí Bravo Reyna	Comportamiento térmico de un edificio en el centro histórico de la ciudad de México	Sólo aborda el a análisis de las condiciones térmicas de un espacio.

Fuente: Autores mencionados en tabla

En el capítulo dos se revisan métodos aplicados en la arquitectura bioclimática, los sistemas de certificación ambiental y las normas aplicables a este rubro, que en su mayoría son para edificios de nueva planta; éstas dan la pauta para mejorar los análisis ambientales ya que algunos de estos abordan los temas de manera extensiva, sin embargo son métodos desarrollados para el análisis de edificios de nueva planta que desprecian algunos aspectos importantes del valor patrimonial. Al ser métodos que no fueron desarrollados para el análisis de los edificios con esta característica, deben ser adaptados como se propone en este documento.

La revisión esta enfocada en el método y los elementos que lo componen, con la finalidad de poder integrarlas en el siguiente capítulo en una propuesta metodológica para el análisis de edificios histórico patrimoniales.

De manera resumida podemos mencionar en la siguiente tabla los autores revisados, y el texto donde desarrollan el análisis ambiental:

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Tabla 2 Bibliografía relacionada al análisis ambiental

AUTOR(ES)	TITULO DE LA PUBLICACIÓN
Víctor Armando Fuentes Freixanet	Metodología de diseño
Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco	Un Vitrubio Ecológico
U.S. Green Building Council	Leadership in Energy & Environmental Design
Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión	Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo
Javier Lozano Alarcón, Secretaría del Trabajo y Previsión Social,	Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad
Odón de Buen Rodríguez, Comité Consultivo Nacional para la Preservación y uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE)	Norma Oficial Mexicana NOM-008-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales
Emiliano Pedraza Hinojosa	NORMA Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltente de edificios para uso habitacional
Carlos María Abascal Carranza,	Norma Oficial Mexicana NOM_011_STPS_2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido
Comisión Nacional para el Ahorro de Energía	NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales

Fuente: Autores mencionados en tabla

Que de igual manera su análisis lo abordamos de manera formal en el capítulo correspondiente

En el capítulo tercero ésta el desarrollo de la propuesta metodológica de análisis ambiental que primeramente definimos con los elementos ambientales de iluminación, ventilación, ruido, calor y humedad; sus características de unidades de medida, parámetros de confort y método de análisis.

Finalmente se desarrollan los casos de estudio donde se lleva a la práctica la metodología propuesta, evaluando sus aspectos y los resultados obtenidos en cada uno; dentro de ellos se analizan **también**

## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

los parámetros ambientales de iluminación, ventilación, calor y humedad y ruido. Dentro de cada uno se refieren parámetros de confort que han sido tomados de otros autores y que pueden determinar la pertinencia de las condiciones para ser aspectos confortables de acuerdo a su uso.



**I. Antecedentes metodológicos, análisis ambiental en edificios históricos y metodologías aplicadas en edificios contemporáneos y de nueva planta**



La intervención de edificios históricos se caracteriza por la complejidad en el desarrollo de su metodología, que supera a la de la concepción de un proyecto de nueva planta de un edificio contemporáneo. Esto es, en principio, por el carácter que los edificios pre-existentes pueden tener de patrimonio, los cuales, además de ser parte del patrimonio urbano, pueden estar resguardados bajo algún esquema municipal, estatal, nacional e incluso internacional, por lo que para su intervención, es necesaria la consulta de los criterios e instrumentos normativos que regulan esta práctica.

De tal manera que los procesos de intervención requieren de una metodología particular que debe poder adaptarse también a aquellos inmuebles considerados de valor patrimonial que cuenten con algún esquema de protección. Hoy en día, las metodologías de intervención se han ido enriqueciendo y reformulando caracterizándose por su carácter multidisciplinario.

Los planteamientos que realiza González-Moreno<sup>55</sup> ante la intervención de un edificio histórico parten de la doble consideración de un monumento: el de documento histórico: “El monumento como el testimonio histórico de la actividad humana (productiva, técnica y cultural) lo cual nos obliga a tratarlo con el máximo rigor, para poder extraer la máxima información posible respecto al mismo monumento y al país, en las mejores condiciones de exactitud y fiabilidad.”<sup>56</sup>; y el de objeto arquitectónico: “El monumento como objeto arquitectónico con una función social (como portadores de aquellos significados colectivos, y por su uso), obras de arquitectura, con una especificidad dentro del patrimonio histórico que exigirá una metodología propia y diferenciada”<sup>57</sup>

Propone que en la metodología de intervención se contemplen los siguientes rasgos:

La exigencia del rigor científico en el conocimiento y análisis del edificio.

Una diagnosis exacta de la problemática (técnica, social, cultural) que hay que resolver.

Planteamiento de una respuesta eficaz a esta problemática

Libertad creativa en el diseño de las soluciones formales<sup>58</sup>

En base a esto se plantea una metodología que desarrolla en 7 fases:

- Lectura previa. Para extraer información y para permitir diagnosticar las situaciones desde las ópticas arquitectónica (compositiva, morfológica, estructural, funcional), patológica, social y cultural, urbana y topográfica, histórica, etc.
- Exploración física en sus diversas vertientes: arquitectónica (análisis de resistencia de materiales, reconocimiento de las superposiciones, de la

---

<sup>55</sup> Antoni González Moreno-Navarro, “Por una metodología de la intervención en el patrimonio arquitectónico como documento y como objeto arquitectónico”, en *Fragments*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1985, pp. 72-79.

<sup>56</sup> *Ibidem*, p. 75

<sup>57</sup> *Ibidem*

<sup>58</sup> *Ibidem*, p. 78

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

- evolución del elemento, etc.); arqueológica (excavación y los correspondientes análisis, numismática, antropológica, física, biología, etc.).
- Diagnóstico y definición de objetivos suministrada por la acumulación de información de las dos fases anteriores. Y su correspondiente condicionamiento político implicado en la actuación.
  - Diseño y definición de los mecanismos de la intervención en cuanto al elemento, su contenido y su entorno, fase en la que el arquitecto asume el papel primordial.
  - La obra. El curso de los trabajos puede suponer una revisión continua de los mecanismos previstos y en ocasiones hasta los objetivos en función de los resultados. El diseño puede ir variando pues se deben garantizar la coherencia entre los objetivos y los mecanismos de diseño definitivos.
  - La participación de los usuarios. Consiste, fundamentalmente, en una explicación del proceso por parte de los usuarios del monumento renovado.
  - La difusión y la comunicación. Consiste en la señalización exterior e interior del monumento y la difusión de los trabajos mediante la prensa, folletos y la publicación científica.

Esta fue la propuesta que alrededor de 1985 propone Antoni González, mencionando que el esquema metodológico era apenas en los trazos básicos que no debían ser universales pero pretendían garantizar una mejor eficacia y validez social y cultural de la actuación del restaurador.

Al revisar las particularidades de cada uno de los aspectos hemos encontrado que no se toma en cuenta un análisis propio para evaluar las condiciones ambientales del edificio o del sitio patrimonial. Sin embargo recordemos que se menciona una propuesta abierta de nuevas aportaciones y cambios. Así también comenta la importancia que debe tomarse con *rigor científico en el conocimiento y análisis del edificio*; hay que resaltar que éste es un asunto que depende de las capacidades técnicas y científicas para desarrollar las herramientas en el conocimiento del edificio.

### **Análisis metodológico de los monumentos**

Alberto Yáñez Salazar<sup>59</sup>

Este autor hace un análisis de la metodología de análisis de los monumentos; cabe señalar que éste fue desarrollado para poder tener un método de carácter universal que pudiera normar los criterios de análisis del monumento y fue publicado en 1988 para el Consejo Consultivo Internacional de las

---

<sup>59</sup> Alberto Yáñez Salazar, *Análisis metodológico de los monumentos*, México, Consejo Consultivo internacional de las Américas, 1988, 35-94.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Américas y para ejemplificar se utilizan como caso de estudio los palacios gubernamentales del siglo XIX.

Dentro de éste nos enfocaremos, sin ahondar en el tema, en mencionar las partes en las que se divide el análisis propuesto y mencionaremos más puntualmente lo relacionado al análisis correspondiente a lo ambiental.

Para el análisis arquitectónico se desglosan los siguientes aspectos:

- I. El análisis arquitectónico
  - Programa de partes
  - Diseño arquitectónico
    - El patio, portales, escaleras, circulaciones
    - El funcionamiento
    - El espacio
    - La luz
    - La orientación
    - La morfología
- II. El análisis tecnológico
- III. El análisis cualitativo
  - Los valores culturales
  - Valor estético
  - Expresión formal-conceptual
  - Plástica ornamental
  - Unidad formal
  - Armonía formal
  - Integración plástica
  - Juicio formal
  - Valor simbólico
  - Valor histórico (valor testimonial)
  - Valor de autenticidad cultural
  - Valor arquitectónico
  - Valor estructural
  - Valor de expresión suprema
  - Valor de antigüedad
  - Valor original
    - Valor original arquitectónico
    - Valor original de diseño
    - Valor original material
- IV. El análisis histórico

Dentro de este análisis se alude a los aspectos en los que se hace referencia al análisis arquitectónico y particularmente al diseño arquitectónico y menciona tres aspectos que debemos resaltar pues éstos se relacionan con la percepción y el análisis del ambiente del edificio.

- El espacio
- La luz
- La orientación

En cuanto al espacio, menciona que éste tiene que ver con la experiencia que “conforme al modo de organizar el recinto se van dando diversas sensaciones, impresiones y percepciones en el individuo”<sup>60</sup>; en éste se puede caracterizar como un espacio unitario o un espacio donde es posible apreciar la totalidad de un recinto desde un punto del espacio. Se caracteriza por la fluidez de las circulaciones, o por la existencia de espacios a cubierto, a descubierto o la transición entre ambos (portales o corredores)<sup>61</sup>. Estas apreciaciones y la percepción del espacio como tal, entre espacio abierto y cerrado y la relación entre ellos podrá tener relación con el ambiente interior del edificio en los aspectos que nos hemos referido anteriormente: la iluminación, la ventilación, la temperatura, la humedad y el ruido que su percepción en ellos dependerá de algunos de estos aspectos.

Por otra parte también se puede caracterizar por el dominio del recinto que corresponde el propósito práctico acertado por el cual fue diseñado el edificio además de poder complementarse con producir una sensación complementaria a ésta.

Así también menciona la existencia de un espacio emocional como un escenario donde se desarrolla una actividad o función dada, como es el caso de grandeza que produce una catedral: este es “un efecto emocional que complementa al espacio funcional”.<sup>62</sup>

El siguiente aspecto es la luz, en donde el autor refiere que antes los claros y los vanos se diseñaban conforme a las proporciones tradicionales; hoy la incidencia de luz en el edificio se calcula con procedimientos técnicos científicos. Aquí menciona que las variaciones en la iluminación pueden cambiar la impresión que se tiene del espacio dentro del edificio. Como ejemplo nos menciona la existencia de los patios en los palacios y como éstos pueden cambiar cuando los patios sufren transformaciones. Menciona que la importancia de este estudio es la transformación que se puede

---

<sup>60</sup> *Ibidem*, p. 43

<sup>61</sup> *Ibidem*, p. 44

<sup>62</sup> *Ibidem*, p.46

obtener en cuanto a la plástica y la percepción del espacio al cambiar las condiciones originales de captación de luz.

Sin embargo debemos considerar que en la actualidad, con la tecnología que se cuenta, podemos no sólo apreciar las condiciones de iluminación sino también medir las condiciones de iluminación como las variaciones que pueden tener en un día o en diferentes temporadas del año de acuerdo a su orientación y como éstas pueden ser consideradas para proponer el uso o actividad más adecuada a desarrollarse en determinado espacio.

Otro aspecto, es la orientación; dentro de éste el autor menciona que es de gran importancia para iluminar, para el control natural de la temperatura y para el asoleamiento de los edificios y menciona que se deben analizar las orientaciones de las dependencias originales y evaluar la compatibilidad con las funciones nuevas que se pretenden asignar a éstas o si es necesario abrir otros vanos para conseguir mejor iluminación o asoleamiento de los locales.<sup>63</sup>

En este caso lo antes mencionado en cuanto a la orientación puede ser complementado con el efecto que tendría ésta con respecto a los vientos dominantes y cómo se comporta la ventilación en el interior del edificio. Ésta puede variar de acuerdo a los vanos y sus dimensiones así como la comunicación entre los espacios y su relación con el exterior. Al conocer estos aspectos se puede determinar qué tanto éstos pueden ser aprovechables o si es necesario controlarlos en aras de mejorar el ambiente. Así también sería conveniente establecer cuáles son las necesidades de adecuación del ambiente en cuanto a los aspectos de iluminación, temperatura o ventilación para proponer estrategias que, en lo posible, no sean destructivas para alcanzar mejores condiciones de confort.

Esta metodología menciona algunos aspectos elementales pero carece de profundidad y de actualidad en cuestiones técnicas. Sin embargo toma en consideración para el análisis tecnológico y cualitativo, aspectos importantes para la intervención de los edificios históricos sobre todo para enfocar las actividades de intervención a prácticas no destructivas que a su vez permitan rehabilitar un edificio con un uso adecuado a las necesidades de la actualidad.

---

<sup>63</sup> *Ibidem*, pp. 48,49

## Metodologías aplicadas

Cuando se proponen las metodologías para el análisis de edificios históricos, éstas pueden establecer criterios generales, los cuales deben ser aplicados de manera particular de acuerdo a las características propias de los monumentos y del proyecto en general; sin embargo la aplicación de estos criterios puede ser en ocasiones poco rigurosa o superficial. Para conocer un poco acerca de las metodologías que se han aplicado es necesario hacer una revisión de algunos casos de estudio que pueden ser representativos y que a continuación desarrollaremos.

### **Proyecto de conservación y restauración para un sitio y un monumento en la ciudad de Querétaro, México.**

El trabajo se presentó en marzo de 1993 en Guanajuato por Jaime Font Fransi y Manuel Torres Hurtado<sup>64</sup>. La tesis presenta como estudio del caso el edificio conocido como “D. Francisco León de la Barra.” Recibió este nombre en base a la relevancia del personaje íntimamente relacionado con el edificio. En el interior se encuentra una placa que indica:

FRANCISCO LEÓN DE LA BARRA: PRESIDENTE DE LA REPUBLICA MEXICANA, LAZO DE UNIÓN ENTRE EL GOBIERNO CONSTITUIDO Y LA REVOLUCIÓN TRIUNFANTE, NACIÓ EN ESTA CASA EL 16 DE JUNIO DE 1863. EL LIC. DOMINGO BARRIOS GÓMEZ, HIJO DE ESTA CIUDAD, CONSAGRA ESTE RECUERDO CON MOTIVO DE LA VISITA EFECTUADA A QUERÉTARO POR EL MISMO SEÑOR DE LA BARRA. 2 DE JULIO DE 1911<sup>65</sup>

Tanto el edificio mismo como el entorno urbano en el que está ubicado, tienen importancia patrimonial. El conjunto alcanzó su máximo esplendor en el último tercio del siglo XVIII.

Dentro del análisis arquitectónico desarrollado para el proyecto de dicho edificio se contemplan los siguientes aspectos:

- 1) Funcional.
- 2) Formal.
- 3) Ambiental.

---

<sup>64</sup> Jaime Font Fransi y Manuel Torres Hurtado, *Proyecto de conservación y restauración para un sitio y un monumento en la ciudad de Querétaro*, tesis de maestría, Guanajuato, Universidad de Guanajuato, 1993.

<sup>65</sup> Valentín F. Frías, “Epigrafía queretana: colección de inscripciones antiguas y modernas, tomadas de monumentos, templos, fuentes, pinturas, sepulcros, etc., etc. en la ciudad de Santiago de Querétaro”, en Jaime Font Fransi y Manuel Torres Hurtado, *Op Cit* p.146

4) Estructural.

Dentro del análisis ambiental se menciona que en él “se proporcionan los datos necesarios para poder diagnosticar la forma más conveniente de regresarle al edificio su estabilidad ambiental”.<sup>66</sup>

Dentro de éste se consideraron los aspectos de:

- Orientación,
- Iluminación
- Ventilación
- Temperaturas

En el documento se hace una revisión de los aspectos ambientales de manera general componiendo un análisis superficial que permite conocer algunos fenómenos propios del ambiente local. Sin duda son datos importantes que impactan en la percepción del medio ambiente pero no nos permite conocer de manera puntual cómo se comportan estos aspectos o su relación con el edificio y sus sistemas.

En cuanto a la orientación permite conocer el asoleamiento al que estará expuesto el edificio y cómo los rayos solares inciden en los espacios que tienen relación directa con el exterior y/o espacios abiertos y cómo aprovechar ésta. De igual manera se aprecia la iluminación que proporcionan los vanos que tienen relación directa con los espacios abiertos y que permiten iluminar los espacios.

La ventilación es un aspecto abordado de manera superficial pero que da cuentas del efecto que ésta puede tener en la percepción de la calidad del aire. Así mismo se mencionan tanto la temperatura del ambiente exterior como la que se percibe en el interior del edificio.

Puede decirse en síntesis que en este trabajo, el análisis realizado en cuanto a las condiciones ambientales del edificio es de carácter superficial pero se considera la necesidad de tomar en cuenta estos aspectos como elementos fundamentales para el proyecto de intervención.

**Restauración y rehabilitación: Metodologías conjugadas de diagnóstico e intervención.**

Otra metodología que nos ha parecido importante es la que presenta Alejandro Villalobos Pérez<sup>67</sup> del Instituto Nacional de Antropología e Historia en el proyecto para el Museo Nacional de Historia

---

<sup>66</sup> Jaime Font Fransi y Manuel Torres Hurtado, *op. cit.* p.149

<sup>67</sup> Alejandro Villalobos Pérez, “Restauración y rehabilitación: Metodologías conjugadas de diagnóstico e intervención”, en Armando Torres y Enrique X. de Anda Alanís ed., *1er Coloquio del seminario de estudio del patrimonio artístico.*

en el Castillo de Chapultepec; dicho proyecto lo mencionamos tanto por la importancia del edificio como por las dimensiones del proyecto, el cual requirió la participación de un equipo multidisciplinario y la convergencia de muchos actores. Dentro del equipo participaron:

Veintidós elementos de la Asociación de Amigos del Museo Nacional de Historia, A. C. que actuaron coordinadamente, entre departamentos, jefaturas, asociaciones y personas; la Secretaría de Educación Pública (SEP) con dos direcciones y tres subdirecciones; la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) con dos direcciones y un departamento; el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) con 9 oficinas del instituto. Menciona que el proyecto se desarrolló bajo una estrategia muy cuidadosa y pormenorizada, y se presume de una metodología que permitía un diagnóstico progresivo e intervenciones permanentes.

En este proyecto se contó con la participación de un equipo amplio y multidisciplinario que permitió desarrollar un proyecto de grandes dimensiones y con muchos elementos que lo complementan para producir un proyecto integral. La metodología que se explica parece completa y de una amplitud bastante convincente para desarrollar el proyecto, sin embargo no se contemplan los análisis ni un dictamen de las condiciones ambientales del interior lo cual pudiera pensarse que haya sido realizado pero no documentado en el artículo o que quizás no se haya realizado.

A pesar de ser un proyecto de gran importancia, por la cantidad de trabajos y la complejidad de los mismos que representa un edificio de tal magnitud como lo es el castillo de Chapultepec, y lo concerniente a las necesidades con las que debe cumplir un museo, existen elementos que no fueron considerados en el proyecto, que pudieron mejorar algunas de las fases del proyecto como sería la implementación del aire acondicionado, la iluminación y sus consecuencias en la reducción del consumo energético, todo ello asequible por medio de un análisis ambiental.

### **Estación de ferrocarril San Lázaro: investigación, análisis y proyecto de restauración**

Otro ejemplo que podemos mencionar donde encontramos presente una metodología de intervención y que integró un análisis ambiental, es la que desarrollan Eugenia María Azevedo, Fernando Ferrera *et al*<sup>68</sup> en su tesis “Estación de Ferrocarril San Lázaro- Investigación, análisis y

---

*Conservación, restauración y defensa, Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1997, pp. 97-106.

<sup>68</sup> Eugenia Azevedo Salomao *et al*, *Estación de Ferrocarril San Lázaro, Investigación, Análisis y Proyecto de Restauración*, tesis de maestría, México, Escuela Nacional de Conservación y Restauración, 1981, p. 470 Cap. (Reconstrucción histórica, p. 236-241).

proyecto de restauración”. En su capitulo se encuentra el apartado *Análisis Arquitectónico* dentro del que se desarrollan subtemas como el análisis funcional, análisis ambiental, análisis expresivo, análisis estructural y análisis constructivo; enfocados al análisis ambiental encontramos los siguientes:

## 2.4 Análisis ambiental

### 2.4.1 Iluminación

### 2.4.2 Orientación

### 2.4.3 Ventilación

### 2.4.4 Asoleamiento

### 2.4.5 Protección sonora

En el análisis ambiental se describen diferentes aspectos que sin duda presentan una mayor atención que en el ejemplo anterior. En éste se enuncia en primer lugar la iluminación donde se describe que ésta es buena durante el día gracias al gran número de ventanas y a sus dimensiones<sup>69</sup>; sin embargo el análisis parece ser realizado por un método de inspección u observación visual únicamente sin determinar los parámetros que caracterizan la iluminación de los espacios lo cual ayudaría a determinar de acuerdo a normativas o recomendaciones, el uso más adecuado o las necesidades de iluminación que estos pueden tener, así como establecer las necesidades de climatización en este aspecto.

En segundo lugar se presentan los aspectos de orientación donde se expresa la ubicación, de acuerdo a los meridianos dentro de la composición del edificio.

Otro aspecto que se aborda es el de la ventilación. En este apartado se expresan los vientos dominantes del año 1981, (año en que se realiza la tesis del proyecto de intervención), bajo los datos que presenta el servicio meteorológico de la estación más próxima al proyecto. Se describen la dirección y velocidad del viento que se registró durante cada mes y las características de sus sistemas de ventilación, ventanas y puertas.

Estos datos deberían complementarse con un registro y monitoreo de los espacios con los sistemas de ventilación (ventanas y puertas) en funcionamiento de tal manera que se pueda identificar su eficacia para ventilar o reciclar el aire, cómo funcionan de acuerdo a periodos de tiempo dentro de un día y en qué direcciones, así como su comportamiento en diferentes temporadas del año, pues

---

<sup>69</sup> *Ibidem*, p. 127

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

para poder aprovechar o controlar la ventilación dentro del edificio es necesario conocer no sólo las direcciones y velocidades del viento en el exterior, sino también saber cómo se reciben y transmiten estas corrientes al interior del edificio.

El asoleamiento es el siguiente aspecto que se trata; en éste, acertadamente se utiliza la gráfica solar y se proyectan en las plantas y cortes las sombras y la incidencia de los rayos solares al interior; ésto también se puede complementar con el análisis de materiales y sistemas constructivos de la envolvente y cómo estos aspectos influyen en el comportamiento ambiental del interior del edificio, es decir de qué manera se transmite el calor del exterior al interior por la radiación solar recibida en las superficies de la envolvente.

En el análisis de la iluminación se explica que las ventanas fueron una solución acertada ya que se requería de mucha iluminación por los espacios tan amplios. Y en los planos se presentan las proyecciones de incidencia del sol durante los meses de diciembre, junio, marzo y septiembre y durante tres diferentes horas, lo que permite tener una noción más clara de las condiciones de iluminación que podría presentar el inmueble en distintas temporadas y en diferentes horas del día.

Finalmente se presenta el análisis de la protección sonora: en éste sólo se menciona la ubicación de algunos locales y qué efecto, bajo la observación auditiva, pudieron tener el uso de materiales y la ubicación, en el aislamiento acústico.

En la actualidad se comienzan a realizar análisis de las condiciones acústicas en el patrimonio desde el nivel urbano y como estos efectos pueden contribuir al deterioro de los monumentos debido a las vibraciones que se producen. Pero el enfoque del aislamiento acústico también debe considerar la evaluación de las condiciones de aislamiento enfocándolas al confort. El considerar este criterio tiene por objetivo establecer parámetros recomendables de aislamiento de acuerdo al uso del espacio, pues es obvio que no será lo mismo permitir un nivel de ruido en un espacio destinado al comercio que en un espacio de trabajo, de estudio o de algún rubro industrial. El aislamiento acústico puede estar enfocado tanto a controlar la permeabilidad de ruidos al interior del edificio como controlarlos del interior al exterior. Por medio del conocimiento del aislamiento acústico del edificio o de los locales en particular se pueden establecer recomendaciones para determinar las funciones más aptas que puede desempeñar cada uno en el funcionamiento del edificio, establecer las necesidades de intervención para mejorar estas características de acuerdo al uso que se le pretenda designar y las condiciones de confort que el espacio requiera.

Métodos contemporáneos aislados en edificios y contextos patrimoniales

En cuanto a las metodologías que se han aplicado actualmente en edificios o contextos patrimoniales hemos encontrado algunos ejemplos donde el enfoque del estudio ha sido conocer el comportamiento higrotérmico en función al uso que se le pretende dar a los inmuebles, como es el caso de una propuesta para un museo, así como otro que se realizó para mejorar el ambiente interior de un edificio en el aspecto particular de la ventilación en un edificio que sería utilizado como espacio educativo. Otros estudios que se han realizado en contextos patrimoniales se han realizado a nivel urbano y su objetivo es el de conocer las variaciones de temperatura dentro de un centro histórico, y en otro caso el de conocer los efectos de las vibraciones producidas por el ruido en el deterioro de los edificios.

Comenzaremos con un análisis que se relizo respecto a la ventilación:

**Indicaciones previas para la integración de sistemas de ventilación natural horizontal en los edificios escolares existentes<sup>70</sup>**

El estudio realizado forma parte de la tesis de maestría titulada: Directrices preliminares de diseño para la aplicación de la ventilación natural de manera horizontal en la construcción de la escuela. Estudio de caso: Escuela Secundaria Leonardo da Vinci en Reggio Calabria<sup>71</sup>.

Menciona que la metodología se aplicaría a los edificios en función de su tipo, tamaño y uso (residencial, oficinas, escuelas, etc.) y que la medición de la eficiencia energética debía tomar en cuenta varios factores, entre ellos la ventilación natural, y monitorear el desempeño de instalaciones técnicas del edificio.

La investigación hace énfasis en la existencia de una directiva que recientemente ha modificado un decreto donde establece que a partir del 31 de diciembre del 2020 los edificios serán de casi cero energía, es decir que utilizarán energía renovable.

La atención al efecto de la ventilación sobre la eficiencia energética de los edificios parte de dos observaciones clave; la primera, son las normativas de eficiencia energética de los edificios, la necesidad de renovar el aire, así como de las condiciones de aislamiento térmico. La segunda parte

---

<sup>70</sup> Luciana Milazzo, "Indicazioni preliminari per l'integrazione di sistemi di ventilazione naturale passante orizzontale negli edifici scolastici esistenti" en Luciana Milazzo, *Indicazioni Preliminari per l'integrazione di Sistemi di Ventilazione Naturele Passante Orizzontale negli Edifici Scolastic Esistenti*, Università Mediterranea di Reggio Calabria, en Esampi di Architettura on line, Noviembre del 2012, ISSN 2035-7982 pp. 1-14

<sup>71</sup> *Ibidem*, p. 14

es la creciente demanda de aire acondicionado en verano. Estos van encaminados al uso racional de la energía, pues es un factor importante para la limitación o reducción de la contaminación del aire.

Para poder adecuarse a las modificaciones legislativas para las edificaciones primero es necesario conocer las condiciones en que se encuentra, las condiciones ambientales y los objetivos a los que se quiere llegar para así poder implementarlas.

El objetivo del estudio es la elaboración de una metodología para el diseño de sistemas de ventilación natural que se adapte a las instrucciones reglamentarias en edificios escolares.

En este caso la unidad de análisis es un edificio de la postguerra, que también son la tipología de edificios posibles para intervención, ya que la mayoría de estas edificaciones fueron construidas entre la Segunda Guerra Mundial y los años noventa del siglo XX, y un 40% de ellas requiere de mantenimiento urgente.

Recordemos que este caso se refiere al plantel *Leonardo da Vinci High School*, y que en vista de ser parte del patrimonio construido en la provincia de Reggio Calabria fue apoyado por el Ministerio de Educación quien donó 680 millones de euros para la reconstrucción de la propiedad escolar de esta zona.

Se presentan entonces los análisis del ambiente y de las condiciones climáticas y cómo éstas se relacionan con el edificio y cuáles serían sus posibles soluciones para el aprovechamiento de los vientos y poder propiciar la ventilación horizontal.

En el documento, se hace un análisis del flujo del aire y se recomienda la ocupación de los espacios en función de estos flujos del viento. Esto se ve ejemplificado en el caso de la ubicación de los sanitarios; se deben ubicar estratégicamente procurando que los aromas que se generan no fluyan a otros espacios sino ventilarse a espacios abiertos o al exterior del edificio de manera que no afecten el confort de los habitantes.

Así también se menciona la importancia que tienen las aberturas de los vanos y las sombras proyectadas para generar cambios de presión y control de la ventilación. Otro aspecto es la ventilación de las masas durante la noche, punto que también es abordado en la normativa.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Para el estudio realizado, también se tomaron en cuenta otros elementos tales como la presencia de techos, la presencia y ubicación de cableado y tuberías de instalaciones, así como el material de alta capacidad térmica; condiciones específicas de uso y microclima del edificio en cuestión. También se examinó la masa térmica expuesta requerida para absorber y disipar el calor.

Se analizó además el confort visual y acústico ya que el edificio se encuentra en una zona de mucho tráfico donde se debe considerar la utilización de barreras naturales o artificiales para disminuir los efectos sonoros de acuerdo a la normatividad. En cuanto al confort visual éste contempla las condiciones adecuadas de iluminación ya sea con protección de vanos o con la implementación de iluminación adecuada.

Finalmente, otro aspecto que aborda es la contaminación ambiental ya que por ser una zona de tráfico vehicular alto, se hizo necesario comprobar los efectos de la presencia de contaminantes en el aire exterior y la posibilidad de proporcionar una acción correctiva. Para ello, proponen la introducción de especies vegetales compatibles con el tráfico, que permitan la retención o absorción de agentes contaminantes, así mismo como la definición de los procedimientos para el cuidado y mantenimiento del área verde. A esto también agregan que debe considerarse el que la reproducción y el mantenimiento no produzcan mayor contaminación de la que se pretende captar.

Se presenta una tabla de los elementos técnicos involucrados, con las intervenciones que se realizarían en el edificio patrimonial: “se trata esencialmente de una serie de obras que se llevarán a cabo en el edificio, destinado a reducir el consumo de energía durante el funcionamiento, mejorar el impacto económico y medioambiental del sistema constructivo.”<sup>72</sup>

En el artículo se recalca la importancia que tiene el uso de sistemas pasivos para la climatización y búsqueda de las condiciones de confort ambiental en las edificaciones. Dichos sistemas pasivos permiten la reducción de gastos energéticos y gastos de operación y mantenimiento.

La metodología que se presenta contempla los siguientes elementos:

---

<sup>72</sup> “Si tratta sostanzialmente di una serie di opere da eseguire sull’edificio, rivolte a ridurre i consumi energetici in fase di esercizio, migliorando le condizioni economiche e l’impatto ambientale del sistema edilizio.” en Luciana Milazzo, *op. cit.* p. 13. (Traducción del autor)

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

### Calidad del microclima interno

- Confort higró -térmico
- Calidad del aire interior
- Confort acústico y visual

### Protección ambiental

- Contaminación atmosférica: controlar las fuentes de contaminación en el interior del sitio.
- Reducción en el consumo de recursos no renovables: materiales de construcción.
- Reducción de residuos
- Reducciones de emisiones nocivas como los materiales de construcción: efectos ambientales por la producción del elemento técnico.

### Calidad de uso:

- Control del sistema técnico
- Mantenimiento constructivo del sistema técnico
- Protección de la envolvente del edificio

Como ya se ha mencionado, el objetivo general de la investigación es la creación de una metodología para diseñar sistemas de ventilación naturales en el campo de aplicación de los edificios escolares. Los objetivos particulares que se buscaron por medio del análisis ambiental son los de encontrar parámetros de diseño para la calidad del microclima interno en confort acústico y visual, la protección del medio ambiente y la calidad en su uso y el mantenimiento de la temperatura dentro de los parámetros de confort durante el verano por medio de la ventilación.

En este análisis se presenta una metodología que incluye el comportamiento de la ventilación y los efectos que ésta puede tener para generar condiciones de confort tanto en la ventilación, calidad del aire, reciclaje del mismo; como en la cuestión térmica, y no deja de mencionar que se deben considerar los aspectos visuales y de confort sonoro. Este es un ejemplo adecuado para retomar la metodología utilizada en el aspecto de la ventilación y los efectos que ésta puede tener para crear condiciones de confort.

### **Proyecto de Restauración del Palacio Episcopal de Valladolid<sup>73</sup>**

Construido para albergar a los obispos de Michoacán alrededor del siglo XVIII en la ciudad de Morelia, es un edificio histórico que representa un estilo característico de edificios habitacionales conformados en torno a patios. Este edificio actualmente cuenta con dos patios y es utilizado como la sede de las oficinas de la Secretaría de Salud Estatal. El proyecto de restauración contiene un apartado de análisis ambiental que se desarrolla de la siguiente manera:

Menciona que se realizó un análisis de las iluminaciones, natural y artificial, la orientación, ventilación, asoleamiento y protección sonora.<sup>74</sup>

#### Análisis ambiental

- Iluminación
- Orientación
- Ventilación
- Asoleamiento
- Privacidad sonora
- Planimetría de análisis ambiental

El primer análisis, el de la iluminación, describe los sistemas de iluminación natural como ventanas y puertas, su ubicación en el edificio y con respecto a los espacios contiguos, así como su orientación. De este análisis sólo se evalúa visualmente y se determina como “bien” o “mal” iluminado. De acuerdo a lo observado aunque no se presenta un fundamento de la deliberación ya que éste debería ser determinado de acuerdo a su uso.

El segundo punto, cómo es la orientación, en éste se expresan la orientación de los cuerpos del edificio y la colindancia de los elementos de la envolvente del edificio.

La ventilación, en este punto se menciona la relación que tiene con los espacios abiertos y cómo en ellos se genera la ventilación, pero no especifica en que sentidos ni la intensidad de ésta o las veces que puede reciclarse el aire de los locales de manera natural, incluso menciona que es debido a la ventilación que se originan condiciones de confort pero éstas no están especificadas bajo ningún parámetro.

---

<sup>73</sup> Ruggiero Zepeda Maldonado, Tesina de Especialidad: *Proyecto de restauración del palacio Episcopal de Valladolid*, Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, Morelia, 2011

<sup>74</sup> *Ibidem* pp. 55-56

En el punto que describe el asoleamiento se menciona que principalmente los efectos que pudiera tener en el estado de conservación el efecto del asoleamiento sobre la envolvente y se anexan los planos del solsticio de invierno y de verano. Quizás estos datos pudieran complementarse con la descripción de lo observado en los planos proveyendo una interpretación y de lo que se aprecia en los planos y en el edificio mismo. O incluso se puede determinar si el asoleamiento que se recibe en las azoteas o en los muros expuestos representa un medio por el cual se transmite calor al interior del edificio.

En la privacidad sonora se realiza también un análisis superficial de las condiciones ya que por medio de la observación se determina que el edificio cuenta con protección acústica debido al espesor de los muros aunque “la protección sonora no existió en la construcción ya que en el tiempo de su edificación no era necesaria”.<sup>75</sup>

Sin embargo es hasta el capítulo de *Potencialidad del Inmueble* es que se incluye un apartado de medición de temperatura y humedad relativa<sup>76</sup>; este análisis se justifica debido a la propuesta que se realiza de un museo de arte sacro como propuesta de nuevo uso. En el análisis se expresan los niveles de humedad relativa recomendados de acuerdo al tipo de materiales de las obras. Se presenta en gráficas el comportamiento térmico de algunos locales, se menciona la temperatura de confort y se comparan los datos monitoreados con lo recomendado por la UNESCO y el ICOM.

El análisis ambiental así como el estudio de la temperatura y la humedad no representan un estudio formal del que se puedan determinar aspectos más puntuales del comportamiento térmico, de las condiciones reales de iluminación, de las circulaciones de la ventilación y de sus capacidades dentro del edificio o de los niveles de ruido a los que está expuesto el edificio y cómo éstos inciden en los espacios del interior. Así mismo tampoco se pueden determinar necesidades puntuales de climatización en cualquiera de los aspectos para ser tomados en cuenta dentro del proyecto de intervención.

---

<sup>75</sup> Ibidem p.56

<sup>76</sup> Idem. pp. 96-103

### **Comportamiento térmico de un edificio en el centro histórico de la ciudad de México**<sup>77</sup>

El estudio desarrollado por Aída Ceballos Reséndiz y Noemí Bravo Reyna, presenta un análisis de un local dentro de un edificio histórico ubicado en el centro de la ciudad de México. En él desarrollan el monitoreo de temperaturas en el exterior e interior y en los elementos constructivos de dos caras de la envolvente, en un muro y en la cubierta.

El estudio realizado forma parte de un estudio más extenso cuyo objetivo general es “remodelar un espacio obteniendo un confort térmico al interior, basándose en datos científicos”<sup>78</sup> y los objetivos particulares son: evaluar el comportamiento térmico de un espacio por medio del monitoreo de los rangos de temperatura en un espacio del edificio; evaluar el comportamiento térmico de la fachada y la azotea del mismo espacio; y modificar las condiciones originales del salón mediante el sombreado de la azotea para estudiar los cambios en la temperatura.

El edificio originalmente construido en el siglo XVIII era de muros de mampostería de cal y canto, entrepisos y cubierta de terrado y fue intervenido en el siglo XX, momento en que se realizaron ampliaciones donde se incluyeron materiales como el concreto y el ladrillo para su fabricación. El local que se monitoreó está compuesto por cubierta de terrado de 16.5 cm de espesor y muros de mampostería de tezontle y ladrillo.<sup>79</sup>

### **Metodología aplicada**

Se monitoreó la temperatura tanto en el interior como en el exterior, así como las temperaturas en diferentes profundidades del muro y la cubierta. El experimento se realizó sin haber colocado el sombreado sobre la cubierta y posteriormente colocando el sombreado de la misma.

De esta manera el estudio permitió obtener datos que dieron a conocer el comportamiento térmico del local, de qué manera se transmitían las temperaturas por medio de la cubierta y la fachada y determinaron cuáles serían las estrategias más adecuadas para mejorar la temperatura del local. En los resultados se menciona que la mayor cantidad de calor se gana por medio de la cubierta y por la

---

<sup>77</sup> Aída Ceballos Reséndiz y Noemí Bravo Reyna, “Comportamiento térmico de un edificio en el centro histórico de la ciudad de México”, en Ernestina Torres Reyes (coord.), *XXXIII Seminario Nacional de Energía Solar*, Guadalajara, México, Asociación Nacional de Energía solar, A. C., 2009, pp-29-34.

<sup>78</sup> *Ibidem*, p. 29

<sup>79</sup> *Ibidem*, p. 30

radiación que permea por la ventana; así mismo se recomienda que al realizar el proyecto de intervención se deba considerar el aislamiento térmico de la cubierta y evitar la radiación directa que permite la ventana.<sup>80</sup>

Es deseable que los proyectos de intervención en edificios históricos realicen un estudio ambiental que pueda llegar a estos niveles de análisis pues al definir un uso y conocer los parámetros de confort humano, de acuerdo a éste es posible establecer criterios de intervención que procuren soluciones para mejorar el confort no sólo del ambiente térmico sino incluir el lumínico, acústico, de humedad y de ventilación de acuerdo a las necesidades de cada espacio.

### **Resumen**

Dentro de las metodologías mencionadas en esta revisión, podemos apreciar que se consideran varios de los aspectos que hemos identificado para el análisis ambiental, sin embargo los estudios que se realizan no abordan formalmente el estudio en todos sus componentes o con el detalle adecuado para determinar condiciones de confort o necesidades de climatización.

Luciana Milazzo aborda casi en su totalidad los aspectos ambientales que hemos identificado, pero el desarrollo de su estudio posee un enfoque destinado a conocer y proponer soluciones para la ventilación natural, llevando el estudio detallado de las condiciones de ventilación dentro del edificio a una propuesta de ubicación y orientación de los espacios, así como propuestas de elementos de climatización pasiva para mejorar la calidad del aire de acuerdo a las condiciones ambientales interiores y del entorno del edificio.

---

<sup>80</sup> Ibidem. p. 33

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

**Tabla 3 Metodologías de análisis ambiental**

Autor	Título	Aspectos ambientales analizados	Profundidad del análisis
Jaime Font Fransi y Manuel Torres Hurtado	Análisis metodológico de los monumentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación,</li> <li>• Iluminación</li> <li>• Ventilación</li> <li>• Temperaturas</li> </ul>	Superficial
Alejandro Villalobos Pérez	Restauración y rehabilitación: Metodologías conjugadas de diagnóstico e intervención. (Museo Nacional de Historia en el Castillo de Chapultepec)	No hay	
Eugenia María Azevedo y Fernando Ferrera	Estación de Ferrocarril San Lázaro, Investigación, Análisis y Proyecto de Restauración	Iluminación Orientación Ventilación Asoleamiento Protección sonora	Superficial
Luciana Milazzo	Indicazioni Preliminari per l'integrazione di Sistemi di Ventilazione Naturele Passante Orizzontale negli Edifici Scolastici Esistenti, Università Mediterranea di Reggio Calabria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort higro-termico</li> <li>• Calidad del aire interior</li> <li>• Confort acústico y visual</li> </ul>	Parcialmente detallado
Ruggiero Zepeda Maldonado	Proyecto de Restauración del Palacio Episcopal de Valladolid	Iluminación Orientación Ventilación Asoleamiento Privacidad sonora Análisis Higrotérmico*	Superficial *detallado
Aída Ceballos Reséndiz y Noemí Bravo Reyna	Comportamiento térmico de un edificio en el centro histórico de la ciudad de México	Temperatura	Detallado

Fuente: autores mencionados en la tabla

### Otros trabajos revisados

Existen otros proyectos de tesis que han desarrollado análisis dentro del campo del estudio del patrimonio edificado que consideramos de especial interés, pese a que, por su enfoque, no realizan análisis puntuales de las condiciones ambientales dentro del edificio. En ellos, como es común, se realiza la investigación de las condiciones ambientales para generar proyectos tomando en cuenta la orientación al considerar los vientos dominantes y la precipitación pluvial de la localidad para la que se diseña el proyecto, fungiendo como recomendaciones para tal diseño pero no un análisis de lo que tal orientación puede representar para el edificio o para el espacio que recibirá o carecerá del soleamiento del exterior.

En el caso particular de los proyectos que se han desarrollado en los programas de Posgrado de Arquitectura de la Universidad Michoacana, provistos con un enfoque destinado a la restauración y

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

otros tipos de intervención en edificios de interés patrimonial, encontramos algunos trabajos que implementan un análisis ambiental que llega a distintos grados de amplitud y profundidad.

**Tabla 4 Resumen de metodologías de análisis ambiental 2**

Autor	Título de tesis /año	Análisis ambiental (si/no)	Profundidad del estudio		Aspectos que lo integran
Blanca Alejandra Fernandez Barriga UMSNH Especialidad	Proyecto de restauración del templo de San Francisco Morelia Michoacán	si	Superficial	x	Vientos dominantes, precipitación pluvial, orientación y asoleamiento.
	2006		Detallada		
Mario Barrera Barrera UMSNH Especialidad	Proyecto de restauración casa del estudiante nicolita de la UMSNH Morelia Michoacán	si	Superficial	x	Iluminación, orientación, ventilación, asoleamiento, privacidad sonora , localización y orientación.
	2007		Detallada		
Alejandra Murillo García UMSNH Especialidad	Proyecto de restauración del claustro en el exconvento del Carmen en Morelia, Michoacán, México	si	Superficial	x	Orientación, ventilación y privacidad sonora
	2011		Detallada		
Eduardo Leonardo Torres Pérez Coeto UMSNH Especialidad	Restauración del claustro del exconvento de San Agustín, Morelia, Michoacán	si	Superficial	x	Iluminación y ventilación.
	2011		Detallada		
Andoni Quezada Morales UMSNH Especialidad	Proyecto de rehabilitación de una vivienda tradicional en Chucándiro, Mich	Diferente	Superficial		Aspectos del entorno
	2013		Detallada		
José Villagrán García UMSNH Maestría	Las haciendas de Maravatio, Un caso específico de restauración y reciclaje "El Salto" de Tziritzícuaro	si	Superficial	x	Orientación; iluminación, ventilación, temperatura.
	1999		Detallada		

Fuente: Autores mencionados en la tabla

Dentro de los aspectos que estos trabajos consideran es posible apreciar que la mayoría enfatiza la importancia de la realización de un análisis ambiental, sin embargo al hacer la revisión de la metodología para evaluar dichas condiciones se carece de un aparato metodológico formal, pues éstas no se analizan a profundidad. El aspecto que más se toma en cuenta es el del asoleamiento, donde se presentan cortes, plantas arquitectónicas y gráficas solares en las que se representan las distintas formas en las que pueden proyectarse los rayos solares en el edificio, de acuerdo a la temporada del año.

Por otra parte, la iluminación es generalmente cotejada mediante una apreciación visual de la calidad de la misma en los locales y en el hecho de si existen suficientes vanos en los muros para

proporcionarla. La ventilación se desarrolla asociando igualmente los vanos y mencionando los vientos dominantes; este aspecto no es desarrollado por muchos de los autores pero hay quienes infieren cómo se puede comportar el viento de acuerdo a su dirección en base a los datos del servicio meteorológico.

Las temperaturas son datos que también se integran en los proyectos pero sólo se consideran las temperaturas del servicio meteorológico y sólo en un caso de los mencionados se incluye un análisis de las temperaturas y humedades relativas en el interior del edificio.

El análisis acústico es poco abordado, la constante es encontrar referencias a él de ciertos aspectos cuando se requiere tener un buen aislamiento acústico, pero no se brindan datos precisos de las condiciones de cada local del edificio, ya que éstas por sus ubicaciones particulares deberían variar.

Es entonces válido señalar que se requiera de un análisis más preciso en que puedan presentarse los rasgos particulares de cada local y del conjunto en general. Los usos dados al diagnóstico proporcionado por este tipo de análisis pueden ser diversos, pero sobresale el hecho de poder determinar el uso más adecuado de acuerdo a las características ambientales, las necesidades de climatización que el local y el edificio en general requieren para cumplir una función propuesta.

### **Análisis del medio ambiente urbano**

Para redondear el objetivo de este capítulo, hemos considerado no dejar de lado algunas notas sobre la forma en que es abordado el estudio de las condiciones ambientales que presenta una ciudad, análisis presente en el estudio de las condiciones ambientales en todos los ejemplos anteriores y cuya importancia es implícita a todo proyecto de nueva planta, así como de intervención en inmuebles pre-existentes.

Al revisar algunos de los proyectos de intervención en el patrimonio<sup>81</sup>, en ellos es constante encontrar los datos de la normal climatológica para Morelia los cuales incluyen temperaturas, precipitación pluvial, entre otros; se incluyen datos que provee el servicio meteorológico de los vientos dominantes, humedad relativa, etc. Sin embargo no existen muchos trabajos que tomen en cuenta el análisis de los factores ambientales a los que nos referimos anteriormente: calor, humedad, iluminación o radiación solar, ruido y ventilación en un nivel urbano.

---

<sup>81</sup> Nos referimos a los trabajos que se realizan en el Programa de Especialidad en Restauración de Sitios y Monumentos de la Universidad Michoacana donde la metodología de análisis es muy similar generación tras generación.

Así como no se incluyen los aspectos de iluminación, calor, ventilación, humedad y ruido, tampoco se toman en cuenta los estudios realizados en torno a la contaminación del aire, el índice de contaminación en la atmósfera de la ciudad y cómo ésta puede afectar, tanto a los habitantes, como a la conservación de los edificios, pues este es un factor que ha ido en aumento en los centros urbanos.

Se han hecho estudios particulares enfocados a conocer, de manera aislada algunos de estos factores, como es el caso de Raúl Ernesto Canto Cetina<sup>82</sup> quien evalúa las diferencias que presentan algunas zonas de la ciudad de Mérida, tanto en las ubicadas en el centro de la mancha urbana como en las ubicadas en la periferia, en base a su comportamiento térmico, determinando como éste es afectado principalmente por:

- a. La estructura urbana; esto es, dimensiones de los edificios, los espacios entre ellos y el ancho y espaciamiento de las calles.
- b. El tipo y porcentaje de las coberturas urbanas como: el pavimento, la vegetación, el terreno descubierto, el agua, etc.
- c. La fábrica urbana, que incluye materiales artificiales y naturales;
- d. El calor generado por las actividades humanas.<sup>83</sup>

Otro aspecto que comienza a tomar importancia en la valoración del ambiente de los centros urbanos, así como de los centros históricos, es el estudio de la isla de calor urbana, conocida por sus siglas como "ICU".

Las islas térmicas se generan en las zonas más densas de las ciudades. Se caracterizan porque durante las primeras horas del día las superficies sólidas de la ciudad se presentan más frías que las del campo circundante o llamémoslo entorno, por esto emite menos calor y la sensación será generalmente de frío para los habitantes.

Esther Higuera nos explica que:

...se trata de un ritmo de calentamiento y almacenamiento de calor diferencial: en la ciudad, la respuesta a la insolación del sol es más lenta que en el campo y, asimismo, su configuración y composición conducen a una absorción y almacenamiento de calor solar más importante. Durante la noche las situaciones se invierten: las zonas de la periferia se enfrían más rápidamente que las de la

---

<sup>82</sup> Raúl Ernesto Canto Cetina, Tesis doctoral: *Evaluación de las diferencias, Características y alteraciones por factores urbanos de las condiciones térmicas de una ciudad de clima cálido y húmedo. La ciudad de Mérida como caso de estudio*, Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Colima, Universidad de Guanajuato, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. agosto de 2008, pp.170

<sup>83</sup> *Ibidem*, p. 121

ciudad; en su interior, la liberación de calor es más lenta (asociada a una inercia térmica más elevada).<sup>84</sup>

Menciona que son tres los factores básicos: primero, que la recepción solar es variable según la orientación por los efectos de las sombras proyectadas por los edificios y éste es visible en las calles; el segundo, el tipo de acabado superficial, pues debido a la inercia térmica y la emisividad, distintos los del entorno; esta situación también influye en el conjunto de la ciudad por los mecanismos de transferencia térmica que concurren en sus distintas parte y con relación al campo: “La isla térmica genera mayores temperaturas y menor grado de humedad en las zonas centrales de la ciudad, comparadas con el espacio circundante.”<sup>85</sup>

Es en estos términos que es necesario un análisis térmico del casco histórico, donde podamos conocer las condiciones ambientales, no sólo de la isla de calor sino en cuestiones de vientos, ruido como ya se comienzan a realizar algunos estudios en torno a estas cuestiones, que permiten mejorar las condiciones de acciones para la preservación de nuestro patrimonio.

#### **Espacio patrimonial y confort climático urbano. El caso de la ciudad de Valparaíso, Chile <sup>86</sup>**

En este trabajo de investigación se estudia la conformación de diversas calles en cuanto a su morfología y los materiales; con el estudio le da valor a la influencia del comportamiento micro climático en la sensación de confort en una ciudad construida en un clima templado.

Este estudio señala que factores como el emplazamiento, contexto, morfología urbana y los materiales utilizados determinan el comportamiento térmico del espacio público en la zona patrimonial, lo cual favorece un mayor o menor confort, habitabilidad y/o valoración social de las calles de la zona.

El estudio se realiza en la ciudad de Valparaíso en su zona patrimonial, conocida como “Zona Bancaria”; ésta presenta las siguientes características:

Emplazamiento y topografía: Mínima pendiente. Orientación nororiente

---

<sup>84</sup> Esther Higuera, *Urbanismo Bioclimático*, Barcelona Gustavo Gilli, 2006, p. 116

<sup>85</sup> *Ibidem*

<sup>86</sup> Claudio Carrasco Aldunate, “Espacio patrimonial y confort climático urbano. El caso de Valparaíso, Chile”, en Joaquín Ibáñez Montoya, Leonardo Barci Castriota, *1° Colóquio Ibero- Americano. Paisagem Cultural, Patrimônio e projeto*, Minas Gerais, Brasil, Escola de Arquitetura da UFMG, 9 al 12 de agosto de 2010, PP. 12

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Característica morfológica general: geométrico. Irregular en sección a lo largo de sus cañones urbanos.

Orientación trama urbana: Calles orientadas paralelas y perpendiculares a la línea de costa.  
Paralelas: 128° respecto al norte. Perpendicular: 37° respecto al norte.

Uso Principal: Oficinas – comercio – habitacional

Para realizar el estudio se utilizaron tres descriptores morfológicos para caracterizar los casos de estudio particular.

1. Factor de cielo visible (FCV ó SVF)
2. Factor de altura relativa (FHR)
3. Relación alto/ancho de calle (H/W)

En los resultados se pudo encontrar la relación que tienen las variaciones de los aspectos anteriores con el comportamiento del microclima y cómo éstos pueden afectar en la percepción del confort de los habitantes en las calles de las zonas estudiadas. Aunque en este caso no se puede establecer totalmente que las características morfológicas determinen el comportamiento micro-climático es posible definir tendencias. Eso permite establecer la influencia del cañón urbano en el comportamiento del microclima y en la sensación de confort y la influencia que esto puede tener en el consumo energético.

### **Comentarios capitulares**

Hace más de 32 años que las metodologías de análisis de edificios históricos ya consideraban el análisis ambiental como un aspecto a considerar y dentro de éste se contemplaban los aspectos de iluminación, del calor, ventilación y ruido. Sin embargo su estudio carecía de formalidad en cuanto al método, siendo éste de menor importancia con respecto de otros aspectos como la conservación de sus elementos materiales, el tratamiento y estudio de los elementos plásticos y de aspectos como los vestigios arqueológicos, etc.

Es evidente que se han presentado avances en cuanto a este aspecto, gracias a las nuevas tecnologías, cuya aplicación ha enriquecido el trabajo del restaurador y su conocimiento de los edificios históricos.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Las ciencias que estudian la relación de la vida del ser humano con su entorno, la ecología, y la arquitectura han contribuido con conocimientos importantes al respecto pues como veremos más adelante la importancia de lo que hoy conocemos como arquitectura bioclimática ha ganado terreno en cuanto al estudio de dicha relación; sin embargo muchos de los estudios e investigaciones se han desarrollado con la finalidad de evaluar el comportamiento ambiental de los edificios contemporáneos así como del diseño de los mismos.

Un aspecto determinante para que esto llegara a pasar es, sin duda, el deterioro del medio ambiente del planeta producido principalmente por la actividad humana por medio de los desechos. La contaminación del ambiente se ha propagado en las aguas del planeta, la atmósfera, e incluso en las ciudades con el ruido. Los efectos que esto ha comenzado a producir se asocian a las catástrofes ambientales que se han ido generando a lo largo de algunas décadas pasadas.

Ha sido debido a esto que la preocupación por mejorar la calidad ambiental en los edificios, el aprovechamiento de los recursos y la concientización por disminuir las emisiones contaminantes han contribuido al desarrollo de métodos para el análisis de los fenómenos ambientales, así como métodos de diseño que permitan el aprovechamiento de los recursos y la disminución de contaminantes.

Estos conocimientos han ido permeando lentamente en el estudio de los edificios históricos, el método de análisis de edificios históricos comienza a incluir análisis ambiental integrando métodos que habían sido utilizados para el diseño y evaluación de distintas condiciones ambientales en los edificios, en su mayoría contemporáneos y de carácter habitacional.

Sin embargo no se han tomado en cuenta todos estos factores con la formalidad con la que se han abordado otros elementos vinculados con la intervención arquitectónica, pues en la mayoría de los casos la metodología no contempla las características particulares que ostentan los edificios considerados de interés patrimonial.

## Las metodologías de análisis ambiental para edificios contemporáneos

Actualmente, los avances en tecnología y las nuevas tendencias sociales y académicas han desembocado en un mayor aprecio en el aprovechamiento de la energía y los recursos naturales y económicos, por lo cual se ha invertido en la mejora de materiales y sistemas constructivos que buscan incrementar la calidad de vida de las personas. Para determinar tales mejorías es necesario evaluar el comportamiento ambiental de los espacios bajo las variantes que puede ofrecer el empleo de distintos materiales y sistemas constructivos aplicándolos a edificios contemporáneos.

La realización de dichos estudios es característica de algunas disciplinas del conocimiento. Dentro de la arquitectura la denominada arquitectura bioclimática cuenta con una metodología amplia en relación al análisis del comportamiento ambiental en los edificios; pues ésta desde sus inicios reconoce en la historia las soluciones de *climatización pasiva* que las civilizaciones antiguas llegaron a utilizar para mejorar la protección del ambiente exterior en sus diferentes aspectos, tanto energéticos, sociales, físicos etc.

Por otra parte existen sistemas de certificación ambiental que evalúan la sustentabilidad<sup>87</sup> de los edificios; abarcan desde proyectos hasta edificios construidos y dentro de sus criterios integran la valoración del ambiente interior. En estas certificaciones se busca, entre otros aspectos, reducir la emisión de contaminantes al ambiente, reducir los gastos energéticos y económicos y buscar el confort y salud para los usuarios de los edificios.

Así también existen normas ambientales que deben ser aplicadas como criterios en los edificios dentro de la República Mexicana con el objetivo de brindar ambientes seguros e higiénicos a los trabajadores y usuarios de los espacios. Estas marcan procedimientos y recomendaciones que contribuyen al mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y confort.

Bajo esta premisa nos es posible exponer, primeramente y debido a la importancia que ha tenido, la relación de la arquitectura bioclimática con este estudio; tras ello se expondrá el análisis de una de las metodologías que se aplica en México diseñada por uno de los principales expositores de esta disciplina; en tercera instancia se revisará el análisis de algunas certificaciones ambientales y su relación con los aspectos del ambiente físico en el interior de los edificios; finalmente las normas

---

<sup>87</sup> Sustentabilidad. Esta se evalúa de acuerdo a lo que las mismas empresas evaluadoras determinan como sustentabilidad y los aspectos que consideran que la componen.

aplicables en nuestro país que conciernen al ambiente interior de los edificios para mejorar su condición de habitabilidad y confort .

### **El papel de la arquitectura bioclimática en el análisis ambiental**

Una de las tendencias que ha prevalecido en la actualidad en el diseño arquitectónico es la denominada arquitectura bioclimática la cual puede definirse como: "...aquella que busca el bienestar y confort de los usuarios, un uso eficiente de la energía y la integración armónica al medio ambiente; se requiere manejar un sinnúmero de variables de tipo ambiental, climático, social, científico, económico, y técnico, donde convergen varias disciplinas.”<sup>88</sup>

Esta tendencia ha generado una serie de manuales o criterios de diseño cuya revisión y estudio es recomendable para considerar las nuevas perspectivas; que son más amplias, no sólo en lo que se refiere al confort, sino también a la sustentabilidad, ya que son estudios que con el paso del tiempo han integrado otros aspectos de la vida actual del ser humano y que también deben incluir a la arquitectura de carácter histórico-patrimonial.

Dentro de la metodología de diseño bioclimático podemos encontrar un importante conocimiento en torno a la relación del medio ambiente con el objeto arquitectónico pues la relación ambiente-arquitectura y la evaluación de dicha relación, permite la obtención de conocimiento que resulta ser de metodología cíclica, ya que evalúa, crea y vuelve a evaluar para mejorar. Esto debe brindar, como resultado, espacios confortables, adecuados al clima y que al mismo tiempo sean de bajo consumo energético y con una reducida cantidad de desechos de diferente índole.

El método usado por la arquitectura bioclimática permite conocer el comportamiento ambiental del sitio donde se contruye un edificio, el comportamiento ambiental del mismo edificio y la relación del ser humano con el ambiente que se genera en el mismo. Conocer ésto permite realizar el diseño de espacios adecuados para habitar, aprovechando en mayor medida recursos y energía naturales para la construcción y operación de los edificios.

La arquitectura bioclimática, como es conocida en la actualidad, siendo éste un neologismo, no fue conocida como tal sino hasta hace algunas décadas; sin embargo los fundamentos en los que se sustenta han estado presentes desde hace muchos siglos. Su presencia puede observarse en

---

<sup>88</sup> Víctor Armando Fuentes Freixanet, "Metodología de diseño" archivo obtenido en: [http://arqu-bioclimatica.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47:metodologia&catid=34:general&Itemid=63](http://arqu-bioclimatica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=47:metodologia&catid=34:general&Itemid=63) [26/02/2014, 12:11a.m.] p.9

tradiciones constructivas que han buscado un mejor aprovechamiento en el uso de energía, así como de recursos.

Puede considerarse que la arquitectura que se realizaba con miras al aprovechamiento de la energía solar es una de las bases a partir de la cual se desarrolla la arquitectura bioclimática, pues se diseñaba a partir de la observación de los fenómenos que se relacionaban con el movimiento del sol y el aprovechamiento de su luz y calor; dicho uso no sólo fue enfocado a la arquitectura pues el desarrollo de tecnologías con aprovechamiento del sol produjo máquinas y artefactos con usos diversos. Mariano Vázquez Espí<sup>89</sup> coincidía en gran medida con las crisis energéticas, ya fuera producto de la escasez de la madera, del carbón o de los petroquímicos que fueron marcando momentos cumbre en el desarrollo de la tecnología solar.

A partir de los años setentas se desarrolló una crisis de energía, provocando el alza del precio del petróleo, la cual fue promovida en 1973 por la Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Los precios siguieron subiendo durante esta década<sup>90</sup> y la crisis propició nuevas dinámicas en la producción industrial.

La sociedad occidental se dio cuenta que las energías artificiales no son un bien ilimitado del que se podía disponer de manera desmedida y una buena parte del mundo de la arquitectura comenzó a tomar conciencia de la situación que los envolvía, se comenzó a investigar sobre esta relación entre arquitectura y lugar, forma y clima, urbanismo y regionalismo.

Sin embargo veinte años atrás las investigaciones formales que relacionaban la arquitectura con el medio ambiente se habían comenzado a realizar, pues los hermanos Víctor y Aladar Olgay ya planteaban una perspectiva de la arquitectura con una visión muy distinta a la que convencionalmente se conocía por artículos y libros que culminaron con la obra *Arquitectura y Clima*, en 1962, siendo ésta una compilación de los estudios anteriores y que se apoya en otras disciplinas como la Biología Humana, la Meteorología y la Ingeniería. Una de las aportaciones más significativas de la publicación antes mencionada es el gráfico de confort, también conocido como gráfica bioclimática, ábaco bioclimático o carta bioclimática.

---

<sup>89</sup> Mariano Vázquez Espí, *Una brevísima historia de la arquitectura solar*, Instituto Juan de Herrera, Lima(Perú), 1995

<sup>90</sup> Los precios del barril de crudo evolucionaron hacia el alza tomando como el inicio de este US \$5.8 el barril a hasta US \$35.2 el barril en 1980. En: Virgilio Roel Pineda, "La Tercera revolución industrial y la era del conocimiento", Fondo Editorial UNMSM, ISBN: 1998 9972-46-043-6, Lima, p. 25

Los estudios teóricos y formulaciones que se fueron desarrollando en torno a esta nueva perspectiva de la arquitectura crecían bajo la referencia de los estudios que los hermanos Olgay ya habían desarrollado, de los que buena parte eran retomados, buscando perfeccionarlos o adecuarlos a las condiciones climáticas de otras regiones, agregando o definiendo variables que podían considerarse para ser más precisos en el análisis y diseño. Posteriormente estos estudios tomaron varios nombres como **arquitectura solar**, **arquitectura pasiva** y **arquitectura bioclimática**. Hay quienes pueden asegurar que el término “arquitectura bioclimática” es procedente del mismo Olgay y se refiere a la relación del “clima” con la vida del hombre. Este autor nos habla de la “interpretación bioclimática” de la arquitectura refiriéndose a ésta en general y no a un “determinado tipo de edificios que necesiten llevar un adjetivo calificador detrás”<sup>91</sup>

Aunque con diferentes nombres la arquitectura solar, y la pasiva pretendían los mismos principios que la arquitectura bioclimática, éstas dos proponían una manera de construir fuertemente relacionada con el sitio, el clima, los materiales de construcción locales y el sol como lo menciona Edward Mazria en “The passive solar energy book”<sup>92</sup>. Esta pretende proporcionar una temperatura agradable en la vivienda durante todo el año por medio de tecnología pasiva; Mazria ayuda a consolidar el término arquitectura pasiva en la obra ya mencionada de 1978.

La arquitectura pasiva pretende promover el uso de las técnicas naturales e innovadoras para calefacción, enfriamiento e iluminación. Actualmente existe la asociación internacional *Passive Low Energy Architecture* (PLEA) compuesta mayormente por arquitectos especializados en el área del bioclimatismo, o que han tenido esta formación.

Es por eso que la arquitectura bioclimática ha prevalecido ya que implica términos más amplios, buscando proporcionar mejores condiciones de habitabilidad, calidad de vida y confort a los habitantes de la edificación, promoviendo así los “edificios sustentables” como también son denominados actualmente.

Podemos decir que la arquitectura bioclimática no era una cuestión de estilo o una tendencia de moda para la arquitectura sino un enfoque de análisis de ésta, que sin embargo hoy en día es considerada dentro de estos términos. A juicio del autor del presente trabajo es una designación

---

<sup>91</sup> Victor Olgay, “Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas”, Ed. Gustavo Gili, Princeton University Press, 1963, 1998, p.VI

<sup>92</sup> Edward Mazria, “The Passive Solar Energy Book”, Rodale Press, Emaus, 1979. p.1

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

que deberían tener los edificios por defecto y no por especialización. El conocimiento que se aplica a los denominados edificios “sustentables, bioclimáticos, ecológicos,” deben ser criterios que se apliquen a cualquier edificación pues deben considerar tanto el ambiente, como los materiales y sistemas constructivos del entorno para integrarlos al mismo.

De aquí partimos para la elaboración de una metodología para el análisis y diagnóstico de las condiciones ambientales de los edificios. Los resultados obtenidos del análisis ambiental deben servir para proponer estrategias de climatización acordes al carácter de los edificios histórico-patrimoniales, fortaleciendo el aprovechamiento de los elementos ambientales para proveer condiciones de confort físico y aprovechamiento energético.

El análisis del ambiente debe proporcionar conocimientos suficientes para la toma de decisiones en la intervención de dichos edificios lo que redundara en protección, conservación del patrimonio y reducción en gastos energéticos al usar medios pasivos de climatización.

Es de considerarse que tanto los edificios ya construidos como los que se proyectan en la actualidad son susceptibles a un análisis ambiental, pero refiriéndonos a los edificios que se diseñan hoy en día existen diversas metodologías que abordan el tema de la arquitectura bioclimática para su diseño, sin embargo los ya construidos pueden adoptar algunas adecuaciones para su aclimatación y mejorar las condiciones de confort, las cuales pueden llevar a las edificaciones a sufrir algunos cambios desde detalles mínimos hasta adecuaciones que deban considerarse mayores como demoliciones o construcciones de nuevos espacios y ésta no es una decisión tan fácil de tomar en el caso de los edificios históricos.

Hay que resaltar que la mayor parte de las metodologías que se han desarrollado para la evaluación del desempeño ambiental de los edificios en la arquitectura bioclimática, se ha aplicado principalmente a la vivienda edificada con materiales contemporáneos, pero cada vez se generaliza más su implementación a otros géneros y tipologías arquitectónicas, siendo incluso extendidas a la valoración de la arquitectura vernácula.

Se han evaluado materiales y sistemas constructivos tanto antiguos como de nueva fábrica con el objeto de crear elementos que contribuyan a la mejora en el aprovechamiento energético y a la poca o nula producción de desperdicios y contaminantes, así como a la creación de espacios habitables con características de confort por utilizar materiales y sistemas constructivos que tanto

en lo particular como en el conjunto conformen un sistema de bajo impacto ambiental en su manufactura y funcionamiento.

Tomaremos los aspectos más importantes del análisis ambiental para enriquecer los conocimientos que nos han aportado los análisis ambientales para edificios históricos.

Dentro de la dificultad que presente una intervención de este tipo para un edificio histórico, tal intervención se puede predecir más compleja puesto que la intervención de éstos debe ser mucho más cuidadosa en las decisiones que deben ser tomadas para promover su conservación, mejorar sus condiciones de habitabilidad y cumplir con una función. Como acertadamente menciona Arturo de la Cerna:

El restaurador tiene la conciencia de que debe conservar simultáneamente la historia, la identidad y la cultura, además de mantener en función el objeto, lo que sólo podrá realizarse cuando la formación del restaurador y su trabajo tienen el nivel profesional, pues debe encontrar un equilibrio perfecto entre una gran habilidad manual, un profundo conocimiento químico de los materiales antiguos y contemporáneos, como también de las técnicas empleadas por el artista, el manejo adecuado de la metodología de trabajo, una intervención adecuada y una conciencia ética en el ejercicio de la profesión.<sup>93</sup>

Entonces para poder determinar una metodología que se adecúe a las necesidades actuales que propone la arquitectura bioclimática en simbiosis con lo que exige el tratamiento de un edificio histórico-patrimonial se deben conciliar algunos aspectos de permanencia y respeto así como de concientización e integración con el entorno y la vida. Así los estudios de la arquitectura bioclimática proponen criterios que deben ser tomados en cuenta para la materialización de los ideales de aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos en la edificación.

### **La metodología bioclimática**

Entre los principales factores, en la arquitectura bioclimática, podemos encontrar en común la metodología que parte del análisis del clima y culmina en el proyecto, (aspecto que también es encontrado en obras antiguas como *Los Diez Libros de la Arquitectura* de Vitruvio). Tales bases son de gran ayuda para la formulación de una nueva metodología, con la diferencia de que debe partir del edificio histórico-patrimonial ya construido y culminar en una definición de estrategias de climatización que no afecten su materialidad respetando su valor patrimonial.

---

<sup>93</sup> Arturo de la Serna, "El restaurador y su intervención profesional sobre el patrimonio cultural", en Armando Torres y Enrique X. de Anda ed., *Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Investigaciones Estéticas, 1997, p. 93

Los autores que han marcado la historia de la arquitectura bioclimática son: Víctor y Aladar Olgay<sup>94</sup>, Steven Szokolay<sup>95</sup>, Ken Yeang<sup>96</sup>, David Morillon Gálvez, Víctor Armando Fuentes Freixanet, Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco, entre muchos otros.

En México uno de los autores que ha aportado un importante conocimiento a estos estudios es Víctor Armando Fuentes Freixanet de quien podemos citar la metodología de diseño ambiental para destacar los aspectos que son tomados en cuenta para el conocimiento del medio ambiente y la importancia que tiene al relacionarlos con los elementos del edificio.

Fuentes menciona que el objetivo de la metodología de arquitectura bioclimática es facilitar tanto en el análisis de la información como en el proceso de diseño donde se enfatiza en las etapas de conceptualización arquitectónica global y de detalle, así como en las etapas de evaluación de propuestas, sin dejar a un lado los procesos creativos.

En la metodología propuesta por Víctor Armando Fuentes Freixanet<sup>97</sup> destacan:

Análisis del sitio y del entorno. Los objetivos que aquí menciona son:

- a. Analizar y evaluar las variables ambientales, naturales y artificiales para lograr una adecuada integración de la obra arquitectónica.
- b. Aprovechar los beneficios y aptitudes que provee el entorno
- c. Evitar al máximo posible la alteración o impacto que se pudieran provocar controlando los elementos desfavorables.

### 2.1. El medio natural

En cuanto al sitio, menciona que para determinar la vocación del suelo y encontrar “el espíritu del lugar” se deben estudiar:

- a. Las condiciones geomorfológicas, geológicas, edáficas, hidrológicas, de vegetación, de fauna, etc.
- b. Los ecosistemas naturales y urbanos.
- c. Climatología: es una condicionante de la arquitectura, es indispensable conocer, analizar y evaluar los factores determinantes del clima.

---

<sup>94</sup> Víctor y Aladar Olgay, “Design with Climate”, Princeton University, Press. USA, 1963

<sup>95</sup> Steven Szokolay, “Energetics in Design- Passive and low Design for thermal and visual comfort”. The University of Queensland, Australia. Cf. PLEA-84 México. Proceedings of the international Conference on Passive and Low Energy Ecotechniques Applied to Housing. Pergamon Press, New York, 1984.

<sup>96</sup> Ken Yeang, *Proyectar con la Naturaleza*, GG, Barcelona, España, 1999.

<sup>97</sup> Víctor Armando Fuentes Freixanet, “Metodología de diseño” [“http://arq-bioclimatica.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47:metodologia&catid=34:general&Itemid=63](http://arq-bioclimatica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=47:metodologia&catid=34:general&Itemid=63) [26/02/2014, 12:11a.m.] pp. 8-21

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

- d. Geometría solar: factor determinante del clima y fundamental para el desarrollo de la vida en general.

### 2.2. El medio artificial

- a. Conocer la tipología, que es característica de la arquitectura propia de cada localidad y región.
- b. Infraestructura y equipamiento: conocerlos para poder proponer sistemas tecnológicos alternativos más eficientes y con menor consumo energético.
- c. Estudio de tecnología local y apropiada:
  - a) Materiales de la región
  - b) Sistemas y procedimientos constructivos.
  - c) Estudio de materiales: reciclados, reciclables y ciclos de vida
  - d) Ecotecnología

### 2.3 El medio sociocultural

Determina la factibilidad del proyecto evaluando las condiciones políticas, económicas, sociales y culturales de la localidad así como sus aspectos legales, normativos y reglamentarios.

Hace un análisis de la arquitectura respecto al usuario, refiriéndose a la relación del hombre con el medio ambiente en tres áreas:

- a. La relación física entre el hombre y el medio ambiente permitiendo su existencia.
- b. La conciencia de la existencia y su significado, se presenta en la relación del hombre con la percepción del medio ambiente a través de los sentidos
- c. El área sociocultural que se conforma por la existencia de una identidad tanto individual como colectiva constituyendo un hábitat único.

### 2.4 Bienestar y confort.

Comprende el conocimiento de las condiciones de bienestar del ser humano en los aspectos:

- Confort higrotérmico
- Confort lumínico
- Confort acústico
- Confort olfativo
- Confort bienestar electromagnético

### 2.5 Necesidades y requerimientos

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Se analizan y evalúan requerimientos de confort que se establecen de acuerdo a la función y espacios del proyecto arquitectónico. Estas se deben establecer de acuerdo al programa arquitectónico, horarios y usos del espacio y la relación de éstos con el clima horario.<sup>98</sup>

Plantea la definición de estrategias de diseño de distinta naturaleza:

De climatización

- De calentamiento o enfriamiento
- De humidificación o enfriamiento
- De inercia o masividad
- De ventilación

De iluminación

- Natural
- Artificial

De acústica

- Acústica
- Control de ruidos

De control de contaminantes

- Del aire
- Del suelo
- Del agua
- Electromagnética

### 2.6 Definición de conceptos de diseño bioclimático

Sistemas pasivos: crean una relación eficaz entre el medio y la arquitectura por medio del conocimiento y aplicación de principios físicos y sistemas basados en estos últimos. Los sistemas pasivos permiten captar, controlar, almacenar, distribuir o emitir los aportes de la energía natural sin intervención de otra fuente de energía generada por el hombre. Se clasifican en tres sistemas básicos:

- Sistemas pasivos de climatización,
- Sistemas pasivos de iluminación natural,
- Sistemas pasivos para el control de ruidos

Sistemas activos e híbridos: son aquellos que están compuestos por algún elemento mecánico o eléctrico funcionando con el aporte de alguna energía convencional. Estos sistemas son empleados cuando las condiciones naturales no permiten que sea suficiente el uso de sistemas pasivos. Para esto es necesario conocer y estudiar sistemas activos y tecnologías apropiadas:

- De climatización
- Generación y control de la energía (uso eficiente)

---

<sup>98</sup> Nos referimos a Clima Horario a las variaciones del clima en los aspectos que se han mencionado, en lapsos de tiempo de una hora durante un día, ya sea un día muestra, o un día típico de un determinado mes.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

- Manejo y control del agua (captación pluvial, de reutilización, calentamiento, etc.), (uso eficiente)
- Manejo de desechos (líquidos y sólidos), etc.

### 2.7 Anteproyecto

Una vez que se definen las estrategias y los conceptos bioclimáticos a utilizarse se plantea un anteproyecto arquitectónico. En éste son tomados en cuenta los aspectos de: función, espacialidad, estética y de integración de tecnologías, estructurales y constructivos, bioclimáticos, diseño de exteriores, etc.

### 2.8 Evaluación

Ésta se divide en seis aspectos:

- i. Arquitectónica. En este se realiza una revisión de los conceptos del diseño, del funcionamiento de cada uno y la relación entre locales; y de aspectos estéticos.
- ii. De confort.
  - Térmico. Realizado éste por medio de modelos matemáticos de simulación,
  - De asoleamiento y control solar con medios matemáticos, gráficos o físicos como el heliodón.
  - De ventilación. Por medio de túnel de vientos o cámara de humos
  - Lumínico. Por medio de modelos gráficos y en cielo artificial
  - Acústico y control de ruidos. Realizado por medio de cálculos matemáticos
- iii. Energética. Realizando una evaluación del uso de la energía en climatización e iluminación artificial, y de las tecnologías que puedan ser aplicables apropiadamente para mejorar la eficiencia en el uso de energía y recursos.
- iv. Ambiental. En este se implementa un estudio de impacto ambiental y un estudio de la integración del edificio al ecosistema natural y urbano, tanto de su vida útil como de su reincorporación al final de su vida útil.
- v. Normativa. El cual debe responder a todos los aspectos legales, normativos y reglamentarios vigentes.
- vi. Económica
  - Económica: donde se incluyen aspectos de presupuesto de proyecto y obra; de operación y mantenimiento; análisis comparativo tradicional Vs. Bioclimático.
  - Financiera: de inversión y de amortización

## 2.9 Proyecto arquitectónico

En este se deben hacer los ajustes pertinentes arrojados por las evaluaciones realizadas.

Es posible apreciar como la metodología parte del conocimiento del sitio y del entorno, en todos sus componentes para poder identificar los que pueden ser vulnerables y los que pueden ser aprovechables; el entorno puede clasificarse en medio natural, medio artificial y medio socio cultural para poder estudiarlo mejor. Conocer el entorno permite tener una relación armoniosa entre lo que se pretende construir y el ambiente mismo, aprovechar los recursos y evitar el impacto y alteraciones controlando los elementos desfavorables.

Esta metodología hace mención de la importancia que tienen los recursos y la energía. El aprovechamiento de éstos es vital para el desarrollo y operación del edificio. Ello se ve reflejado en el estudio y la toma de decisiones en las estrategias de climatización, generación y control de la energía, manejo de desechos y el control del agua.

La metodología que presentan Vesa y Marucco en el libro *Un Vitrubio Ecológico*<sup>99</sup> menciona la importancia que tiene el hecho de rehabilitar edificios existentes pues menciona que

En general, resulta más sostenible rehabilitar y reutilizar edificios existentes que demolerlos y volver a construir. Rehabilitar significa utilizar menos materiales y consumir menos energía en conceptos como demolición y transporte. Normalmente, también requiere menos mano de obra que construir de nuevo. Además, debe tenerse en cuenta el beneficio cultural si se preservan edificios conocidos y emblemáticos, así como las oportunidades de aprender cómo se trabajaban los edificios antiguos, muchos de los cuales fueron construidos con técnicas y materiales sostenibles y han durado muchos años.<sup>100</sup>

Las partes a las que se refieren el análisis ambiental son:

Tabla 5 Consideraciones durante la fase de rehabilitación	
Consideraciones durante la fase de rehabilitación	
Antes de abordar el proyecto	Realizar una auditoria energética del edificio
Identificar el potencial de mejora medioambiental del edificio, incluyendo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento de la luz natural mediante lucernarios.</li><li>• Reducción del sobrecalentamiento mediante lamas externas o persianas.</li><li>• Reducción de la demanda de calefacción mediante la instalación de sistemas de doble puerta y por medio de añadir aislamiento a los muros exteriores y a la cubierta.</li><li>• Mejora del rendimiento del cerramiento con ventanas y puertas de calidad.</li></ul>

<sup>99</sup> Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco, op cit 2008

<sup>100</sup>ibídem, p. 34

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitar la ventilación natural añadiendo paños practicables en ventanas y lucernarios</li> <li>• Controlar la ventilación y las posibles infiltraciones.</li> <li>• Aumentar el rendimiento de los sistemas activos mediante mejores controles (temporizadores, termostatos, sistemas integrados de control de edificios) y accesorios más eficientes (lámparas, calefactores).</li> <li>• Mejorar la calidad del aire interior sustituyendo los acabados sintéticos por acabados naturales: linóleo, pinturas acuosas.</li> </ul>
<p>A tener en cuenta en las rehabilitaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejores controles de los sistemas activos Los siguientes suelen ser rentables:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ controladores programables de estado sólido para calefacción y ventilación;</li> <li>○ interruptores de luz automáticos;</li> <li>○ termostatos individuales para cada espacio radiador;</li> <li>○ controles de compensación climática</li> </ul> </li> <li>• Cerramiento exterior más hermético</li> <li>• Mejora del aislamiento térmico: no siempre es fácil, pero, si se cambia la cubierta, podría ser posible mejorar el aislamiento térmico por poco más. El aislamiento de los muros exteriores puede mejorar muchísimo el rendimiento térmico y aumentar el confort interior.</li> <li>• Si se van a cambiar las ventanas o las puertas exteriores, normalmente merece la pena instalar mejores calidades.</li> <li>• La instalación de dobles ventanas interiores crea mini galerías, precalienta el aire de la ventilación y reduce la transmisión de ruido exterior.</li> <li>• Los acabados de alta calidad para suelos y paredes son más duraderos y compensan el costo adicional.</li> <li>• Al mismo tiempo que se restaura la fachada, pueden introducirse mecanismos de control climático pasivo, cortavientos de doble puerta en las entradas exteriores, dispositivos para proporcionar sombra con lamas fijas o móviles, e invernaderos.</li> <li>• Introducir componentes sostenibles que no existían previamente, como colectores solares en cubierta, células fotovoltaicas y ascensores de bajo consumo.</li> </ul>

Fuente: Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco, Un Vitruvio Ecológico Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible, GG , 2008, p. 35

Es de resaltar que la rehabilitación como la consideran los autores antes mencionados, es un trabajo que requiere un análisis previo para poder determinar las acciones que deben ejecutarse en la intervención; éstos tienen que ver con el mejoramiento general del edificio en aras de tener mejoras en la calidad del servicio que brinda el edificio a los usuarios. Las causas principales por las que se realiza la rehabilitación son principalmente tres que podemos identificar como las principales. La primera es por el deterioro que ha sufrido el edificio y la calidad de los materiales e instalaciones no son adecuadas para el uso que se le da al inmueble. El segundo es que el edificio no tuvo en su

momento un control de la calidad como lo concebimos ahora, ya sea por desconocimiento o por falta de equipo o la tecnología adecuados para la realización. Y finalmente sería el criterio estético, que generalmente se presenta como un fenómeno generacional. Como se puede apreciar en edificios que han sufrido diferentes cambios a través de los años y que corresponden sólo a cambios en proporcionamiento u ornamentación que son producidos por una moda que se modifica a través de los años.

Así los aspectos que mencionan los autores de *Un Vitruvio Ecológico* para la rehabilitación de un edificio contemplan aspectos de mejoramiento de materiales y aprovechamiento de la energía que no se habían tomado en cuenta en épocas anteriores cuando se construyeron los edificios y que hoy en día pueden ser contemplados bajo la intervención adecuada y el cuidado de las condiciones del mismo; el aprovechamiento de la energía y el uso de nuevos materiales, tecnologías o la aplicación de criterios que pueden mejorar la calidad del servicio y funcionamiento del edificio.

### **Sistemas de certificación ambiental**

Existen sistemas de certificación ambiental que se aplican tanto internacionalmente como a nivel nacional en diferentes países, entre ellos Francia, Estados Unidos, Canadá, entre otros, y que pretenden evaluar el impacto ambiental que tienen las edificaciones. Estas certificaciones consideran aspectos para la evaluación de los parámetros ambientales a los que nos hemos referido anteriormente para en análisis ambiental en edificios históricos. Sin embargo, aunque las certificaciones ambientales no han sido creadas para evaluar edificios históricos, sino edificios contemporáneos o el diseño de nuevos edificios, los criterios para evaluar nos servirán para identificar las variables y algunos aspectos técnicos de la evaluación ambiental.

Las herramientas del Consejo Mundial de la Edificación Verde GBC (*Green Building Council*) es una red de consejos a nivel mundial donde actualmente participan noventa países, posicionándose como el organismo de mayor alcance a nivel mundial que promueve la edificación sustentable.

La organización fomenta el desarrollo de organizaciones en cada país brindando herramientas y capacitación, así como asesoría para promover las construcciones ecológicas locales y promover temas afines, como lo es el cambio climático.

Su participación en México es por medio de su representante, el Consejo Mexicano de la Edificación Sustentable, sin embargo no toda la información que concierne a los programas de certificación son de dominio público a menos de que se presente la solicitud formal a los programas o de las

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

inscripciones para la certificación que sin embargo se basan en las certificaciones LEED de las U.S. *Green Building Council* GBC.

En Estados Unidos de Norteamérica, el representante es LEED por sus siglas en inglés (*Leadership in Energy & Environmental Design*) y en España la evaluación VERDE del GBCe (*Green Building Council* España).

En México la certificación la lleva a cabo la empresa Revitaliza Consultores<sup>101</sup> quienes ofrecen diversos servicios:

Tabla 6 viabilidad de certificación LEED

A. Consultoría LEED
1. Estudios de factibilidad para certificaciones LEED
2. Selección de tipo de certificación conveniente
3. Consultoría en proceso de certificación LEED (para todo tipo de certificación LEED)
4. Revisión de la documentación de diseño
5. Revisión de la documentación de construcción
6. Asesoría y entrenamiento de equipos de trabajo
7. Documentación y registro de LEED ONLINE
8. Revisión del Modelado Energético (Energy Modeling)
9. Asesoría de Fundamental Commissioning
10. Otras posibles certificaciones
11. Certificaciones mexicanas
B. Modelado energético, eficiencia energética de edificios
• La demanda energética
• Los flujos energéticos
• El confort interno
C. Servicios profesionales de Commissioning
D. Asesoría en Sustentabilidad Corporativa

Fuente: Revitaliza consultores

La Consultoría LEED se enfoca en la viabilidad de la certificación, la selección del estudio de certificación más conveniente de acuerdo al tipo de edificación, se revisa el proyecto y se brinda asesoría, además de considerar la posibilidad de obtener otras certificaciones.

<sup>101</sup> Revitaliza Consultores, Revitaliza S.A.de C. V. Domicilio: Vallarte 55col. Villa Coyoacán México, DF, CP. 04000, Tel. 5998-7008, 5554-0501, correo Electrónico [Info@revitalizaconsultores.com](mailto:Info@revitalizaconsultores.com), en [www.revitalizaconsultores.com/revitalizaconsultores/REVITALIZA.html](http://www.revitalizaconsultores.com/revitalizaconsultores/REVITALIZA.html), consultado [15/12/2013 2:55pm]

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

El Modelado Energético, es desarrollado por medio de una simulación virtual, es posible ahorrar hasta un 80 % del consumo energético anual de un edificio. El modelado está encaminado a la eficiencia energética, en cuanto al modelado energético se crea un modelo computacional que permite determinar:

Los servicios profesionales de *Commissioning* en el apartado C, se determinan como un proceso continuo de calidad donde se asesora durante el desarrollo de la obra, en coordinación con el dueño, los contratistas, subcontratistas y los que desarrollan el proyecto.

Finalmente, la Asesoría en Sustentabilidad Corporativa se refiere a promover los productos de la empresa hacia un portafolio verde, logrando que los productos generen el menor impacto ambiental, contaminación y residuos; vincularse con empresas y servicios que favorezcan la certificación LEED.

El apartado que en este estudio nos interesa analizar es el de Modelado Energético, que compete a la eficiencia energética de los edificios, pues en éste se pretende realizar un modelado virtual, como ya lo mencionamos que permite obtener la demanda y flujos energéticos y el confort interno principalmente al confort térmico interior.

Aunque la información de Revitaliza Consultores no presenta los aspectos detallados, la U.S. GBC permite conocer los criterios de clasificación; dentro de estos existen diversos rubros, entre ellos, el *Sistema de clasificación de edificios verdes para edificios existentes, operación y mantenimiento*<sup>102</sup>; dentro de dicho documento se menciona que “La flexibilidad que ofrece el Sistema de Clasificación LEED permite la aplicación a los edificios históricos”<sup>103</sup> pues se recalca que el departamento de los Estados Unidos de las Normas Interiores para el tratamiento de Propiedades Históricas (*U.S. Department of the Interior's Standards for Treatment of Historic Properties*), no encontró conflicto en su aplicación.

---

<sup>102</sup> LEED for existing buildings v2.0 rating system en <http://www.usgbc.org/resources/leed-existing-buildings-v20-rating-system> [15/12/2013 5:35pm]

<sup>103</sup> U.S. Green Building Council LEED, Green Building Rating System For Existing Buildings. Upgrades. Operations and Maintenance, version 2, Julio 2005, disponible en <http://www.usgbc.org/resources/leed-existing-buildings-v20-rating-system>, [15/12/2013 11:30pm]p.5

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

El documento contempla varios capítulos, todos relacionados con la sustentabilidad,<sup>104</sup> tanto del edificio mismo y su funcionamiento, como con el funcionamiento e interacción con el exterior en múltiples aspectos. Uno de ellos está dedicado a la calidad ambiental interior (*Indoor Enviromental Quality IEQ*), y está dividido en cuatro prerequisites y créditos. El objetivo de esta calidad ambiental es el de “actuar para mejorar la calidad del aire interior y contribuir a la salud y bienestar de los ocupantes”<sup>105</sup>. El apartado de calidad del ambiente interior se divide de la siguiente manera:

**Prerequisite 1** Outside Air Introduction and Exhaust Systems

**Prerequisite 2** Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control

**Prerequisite 3** Asbestos Removal or Encapsulation

**Prerequisite 4** PCB Removal

**Credit 1** Outdoor Air Delivery Monitoring

**Credit 2** Increased Ventilation

**Credit 3** Construction IAQ Management Plan

**Credit 4** Documenting Productivity Impacts

**Credit 5** Indoor Chemical and Pollutant Source Control

**Credit 6** Controllability of Systems

**Credit 7** Thermal Comfort

**Credit 8** Daylighting and Views

**Credit 9** Contemporary IAQ Practice

**Credit 10** Green Cleaning

En el Prerequisito 1 de “Inducción de aire exterior y sistemas de escape, sólo se asegura que los sistemas que permiten la renovación de aire, inducción de aire exterior y escape del aire del interior funcionen correctamente, bajo las normas de ASRAE 62.1-2004. Para mantener o mejorar estas capacidades dentro del edificio, se dictan algunos requerimientos, como dar mantenimiento a los sistemas de ventilación y aire acondicionado, y evaluar los sistemas de escape, así como quitar cualquier obstrucción que pueda mermar su eficiencia.

El Prerequisito 2, “Requisito del control del humo de tabaco en el ambiente”, se determina por opciones, A, B y C, los cuales proponen prohibir o regular el uso del tabaco, como puede ser: prohibir fumar dentro del edificio o localizar un área para fumar que se ubique a 25 pies alejado de las entradas del edificio, de ventanas y ductos de ventilación. Proveer uno o dos cuartos para

---

<sup>104</sup> En este sentido la sustentabilidad la entenderemos como lo que está encaminado a mejorar el ambiente para los habitantes, hacer uso de los recursos sin pérdida de energía y con una baja emisión de desechos, un bajo impacto ambiental.

<sup>105</sup> U.S. Green Building Council LEED, Op. Cit p.86

fumadores, diseñados aquellos para contener, capturar y remover efectivamente el humo del tabaco.

El Prerequisito 3, “Remoción o encapsulamiento de asbesto”, va encaminado a la remoción y encapsulamiento del asbesto en el ambiente. Los requerimientos que se piden son: un plan y manejo del asbesto; identificación de la reglamentación aplicable; identificar la ubicación del asbesto dentro del edificio para tenerlo presente en el plan de manejo.

El Prerequisito 4 se refiere a la “Remoción de los policlorobifenilos” (en inglés: polychlorinated biphenyls)<sup>106</sup>. Al igual que el anterior, se refiere principalmente a la identificación de la existencia de dicho material y de un programa de manejo para el mismo, así como a la identificación de la normatividad aplicable para su uso o manejo, en caso de estar presente en el edificio.

#### Crédito 1: “Monitoreo de suministro de aire exterior”

El propósito de éste es proveer la capacidad de monitoreo del sistema de ventilación para mantener por lapsos prolongados, confort y bienestar. Los requerimientos que se determinan son los de instalar sistemas de monitoreo que proporcionen el sustento del rendimiento del sistema de ventilación para asegurar que los sistemas se mantengan sobre el mínimo. Para esto se propone la colocación de sensores de CO<sub>2</sub> en los locales y en el exterior que permitan conocer los niveles de dicho gas determinando las condiciones permisibles. La implementación de los sensores se realiza tanto si existen sistemas de ventilación mecánicos como para los naturales.

#### Crédito 2: “Incremento de la ventilación”

El propósito de éste es el de mejorar las condiciones de ventilación para proveer mejoras en el confort, bienestar y productividad. Los requerimientos señalan que la ventilación producida mecánicamente debe incrementarse 30% arriba del rango mínimo, para la ventilación natural se debe regir por el Manual CIBSE (*Chartered Institution of Building Services Engineers*), se deberán crear diagramas que puedan determinar si el diseño de la ventilación natural se adapta a lo que dicta el mencionado manual.

#### Crédito 3: “Construcción del plan de manejo de la calidad en el aire interior”

---

<sup>106</sup> El policlorobifenilos es altamente toxico y actualmente se ha prohibida y restringida su fabricación en casi todo el mundo. Este era usado principalmente en intercambiadores de calor y fluidos eléctricos en sistemas eléctricos como transformadores o estaciones de rectificadoras.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

El objetivo de éste es el de prevenir problemas en la calidad del aire interior producidos por proyectos de construcción o renovación de espacios manteniendo así el confort y el bienestar de los ocupantes. Los requerimientos señalan el desarrollo de un plan de manejo para las fases de construcción y ocupación del edificio en base a alcanzar exceder lo recomendado por la asociación nacional de contratos de aire acondicionado; proteger los materiales del daño por humedad; recolocar los medios de filtración al iniciar la ocupación del edificios; remover cualquier contaminante que haya quedado como producto de la intervención; entre otros.

### Crédito 4: “Documentación de impacto a la productividad”

Dentro de este punto también se toma en cuenta la documentación de la que acredita el impacto en la productividad con el documento de absentismo y costo de impacto a la salud y otro aspecto menciona lo relacionado con el impacto de la productividad.

### Crédito 5: “Control de químicos y contaminantes en el interior”

Tiene por objetivo reducir la exposición de usuarios y personal de mantenimiento a contaminantes y partículas potencialmente peligrosas.

### Crédito 6: “Control de sistemas: iluminación, temperatura y ventilación”

Tiene por objetivo proporcionar el control al menos al 50% de los ocupantes para regular la iluminación de acuerdo a gusto y necesidad de acuerdo a su trabajo o preferencias en lo individual o en áreas de grupos de trabajo. Busca además proveer un alto nivel de control de temperatura y ventilación por ocupantes individualmente o por un grupo específico en espacios de múltiple ocupación (salones de clases o áreas de conferencias) para promover la productividad, el confort y el bienestar de los ocupantes del edificio. Este criterio está basado en lo establecido por las normas ASHRAE.

### Crédito 7: “Confort térmico”

El objetivo es proveer el confort térmico para favorecer la productividad y el bienestar de los ocupantes del edificio. Incluye un sistema permanente de monitoreo para mantener las temperaturas de confort como lo estipulan las normas ASHRAE.

### Crédito 8: “Iluminación natural y vistas”

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Tiene el objetivo de proveer relación directa con espacios abiertos y vistas que favorezcan a los espacios. Para el caso de la iluminación se recomienda que ésta sea del 50 % de los espacios al 75 % de los espacios donde se logre un factor de iluminación del 2% en donde se realicen tareas visuales críticas. En cuanto a las vistas éstas tienen que generarse de manera directa por medio de ventanas que permitan la visión del interior con el ambiente exterior.

### Crédito 9: “Práctica contemporánea de la calidad del aire interior”

Tiene como objetivo realizar en la práctica, las mejoras en el rendimiento mediante la optimización de la Calidad del Aire Interior (IAQ) desarrollando prácticas para prevenir los problemas en el aire de los edificios corrigiendo los problemas de calidad cuando éstos se presenten y, manteniendo el bienestar de los ocupantes. Los requerimientos se basan en promover un plan de manejo siguiendo la normatividad de la Agencia de Protección al Ambiente (*Environmental Protection Agency EPA*)

### Crédito 10: “Limpieza Verde”

El objetivo de éste es el de mantener a los usuarios y al personal de mantenimiento alejado de cualquier material o químico contaminante o que sea dañino para su salud. También busca reducir la exposición de ocupantes y personal de mantenimiento ante partículas biológicas o químicas contaminantes que puedan afectar tanto la calidad del aire como la salud, acabados del edificio, sistemas del edificio o al ambiente. Busca promover el uso de productos de limpieza que no afecten al medio ambiente o al buen manejo de los productos que se utilicen para reducir el impacto ambiental. Establece políticas de manejo de pesticidas de bajo impacto ambiental. Se refiere a maximizar la eficiencia en reducción de contaminantes con un mínimo impacto ambiental.

Como se puede apreciar en lo establecido en la certificación LEED para la calidad del ambiente interior se refiere a diferentes puntos relacionados con la salud, el confort y el bienestar de los ocupantes del edificio, así como algunas consideraciones que toman en cuenta el cuidado y conservación en buen estado de los materiales del edificio.

En cuanto al ambiente interior se tocan los aspectos de iluminación, aire, aspectos visuales, temperatura y confort y un poco el aspecto de la humedad del ambiente, pero no se toma en cuenta el aspecto del ruido como un aspecto de gran importancia para el confort ambiental de los ocupantes.

## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Para el caso de la ventilación considera varios aspectos que debemos destacar, pues considera la inducción de aire del exterior, el monitoreo del aire interior y exterior, la calidad del aire interior y se procura su limpieza por medio de políticas que deben ser aplicadas en el funcionamiento del edificio. El incremento de la ventilación con miras a mejorar el confort, bienestar de los ocupantes y la productividad. También se procura evitar cualquier tipo de contaminación por medio de químicos, partículas biológicas o humo de tabaco.

En cuanto a la iluminación menciona que se deben integrar reguladores de la iluminación que puedan ser controlables, lo cual es asertivo ya que de acuerdo a la referencia y condiciones existentes de iluminación natural se pudieran llegar a niveles lumínicos de confort aceptables por medio de la regulación del sistema. Sin embargo éste debe ser posterior a un análisis lumínico que permita establecer criterios para la colocación de luminarias y personal asignado para la regulación del sistema.

En el caso de la temperatura se considera el monitoreo permanente de las condiciones de temperatura y las instalaciones necesarias para mantenerla en confort ya sea por medios mecánicos o naturales.

De los 80 puntos posibles que integran la certificación, 22 puntos están relacionados con lo antes mencionado, calidad del ambiente interior los cuales acreditarían a un edificio como sustentable; como podemos apreciar éstos tienen gran importancia dentro de la certificación y deben ser considerados en cualquier edificio.

Para el caso de los edificios históricos, el poder evaluar y brindar opciones viables que protejan el edificio y brinden condiciones de seguridad, confort y bienestar. Son características que ayudarían a mejorar la conservación y minimizar los gastos energéticos y económicos en la operación del edificio.

### **Normatividad nacional**

En México existen normas y reglamentos que promueven la atención en las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de la sociedad; para esto se han creado normas ambientales que regulan los límites de ruido, contaminación del aire, del agua, la iluminación y los residuos sólidos, entre otros; tanto a un nivel urbano como a niveles específicos en los lugares de trabajo. Mencionaremos sólo algunos de ellos haciendo mayor énfasis en los que se refieren al tema que nos concierne, es decir, los del ambiente en el interior de los edificios.

**REGLAMENTO FEDERAL DE SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO<sup>107</sup>**

Dentro del reglamento se resalta en su primer artículo la competencia del referido en toda la nación además de precisar que su objetivo es “...establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendientes a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores”<sup>108</sup> que para los efectos de esta ley en el artículo segundo se define como ambiente de trabajo, así “Es el conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre, que interactúan en el centro de trabajo”<sup>109</sup>. Es decir que no sólo los elementos del ambiente son los provenientes de la naturaleza, sino que estos pueden ser generados por el ser humano, como pueden ser el ruido, el propio calor y humedad que genera nuestro cuerpo o la energía o los residuos que se emiten en las diferentes actividades que se realicen.

En el artículo 17, inciso IV, dice que es obligación del patrón: “Determinar y conservar dentro de los niveles permisibles las condiciones ambientales del centro de trabajo, empleando los procedimientos que para cada agente contaminante se establezcan en las normas correspondientes, y presentar a la Secretaría los estudios respectivos cuando ésta así lo requiera.”<sup>110</sup>

El título segundo de este reglamento, en su capítulo primero que se refiere a edificios y locales, recalca en el artículo 20 el adecuado diseño y construcción de acuerdo a la normatividad aplicable: “Los elementos arquitectónicos de los edificios y locales, requeridos para los servicios, acondicionamiento ambiental, comunicación, instalaciones a desnivel, circulación, salidas de uso normal y de emergencia y zonas de reunión en emergencias, deberán estar diseñados y construidos conforme a las normas aplicables.”<sup>111</sup>

Estas y otras consideraciones son de la obligación de los patrones, y deben mantenerse en un nivel permisible las condiciones ambientales de trabajo, empleando procedimientos adecuados para

---

<sup>107</sup> Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, *Reglamento Federal de Seguridad, Higiene, y Medio Ambiente de Trabajo*, Secretaría de Servicios Parlamentarios, Dirección General de Bibliotecas, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1997 Aclaración DOF 28-01-1997 pp.27

<sup>108</sup> *Ibíd.* p.01

<sup>109</sup> *Ibíd.* p. 02

<sup>110</sup> *Ibíd.* p. 06

<sup>111</sup> *Ibíd.*

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

cada agente contaminante, así como presentar los estudios a la Secretaría cuando ésta lo requiera<sup>112</sup>, como lo menciona el artículo 17 en capítulo segundo de la misma ley.

Adentrándonos un poco más en esta ley, su título tercero intitulado “Condiciones de Higiene” se divide en 12 capítulos:

CAPITULO PRIMERO	RUIDO Y VIBRACIONES
CAPITULO SEGUNDO	RADIACIONES IONIZANTES Y ELECTROMAGNETICAS NO IONIZANTES
CAPITULO TERCERO	SUSTANCIAS QUIMICAS CONTAMINANTES SOLIDAS, LIQUIDAS O GASEOSAS.
CAPITULO CUARTO	AGENTES CONTAMINANTES BIOLOGICOS
CAPITULO QUINTO	PRESIONES AMBIENTALES ANORMALES
CAPITULO SEXTO	CONDICIONES TERMICAS DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO
CAPITULO SEPTIMO	ILUMINACION
CAPITULO OCTAVO	VENTILACION
CAPITULO NOVENO	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL
CAPITULO DECIMO	ERGONOMIA
CAPITULO DECIMOPRIMERO	DE LOS SERVICIOS PARA EL PERSONAL
CAPITULO DECIMOSEGUNDO	DEL ORDEN Y LA LIMPIEZA

Sin restar importancia a los otros aspectos hemos de comentar los que corresponden a los que hemos llamado aspectos físicos del ambiente que se pretenden evaluar en nuestra propuesta de análisis ambiental.

Dentro de los artículos 76, 77 y 78 se menciona la responsabilidad del patrón cuando éste sea necesario, cuando los niveles de ruido pueden llegar a poner en riesgo la salud, proporcionar el control e instrumentos necesarios para mantener los niveles sonoros continuo y equivalente y de vibración dentro de los niveles permisibles de acuerdo a las normas respectivas.<sup>113</sup>

En el capítulo sexto se hace referencia a las *Condiciones Térmicas del medio ambiente de trabajo* donde se contempla lo prescrito por los artículos 93 y 94 que se refieren a la responsabilidad del patrón para elaborar programas de seguridad e higiene en los espacios de trabajo donde se generen condiciones térmicas que puedan alterar la salud del trabajador. Y practicar exámenes médicos a

---

<sup>112</sup> *Ibíd.*, p. 27

<sup>113</sup> *Ibíd.*, p.27

los que estén laborando en lugares de trabajo donde las condiciones térmicas puedan afectar su salud.

El capítulo séptimo que se refiere a la *Iluminación*, contiene los artículos 95 al 98 se menciona:

*ARTICULO 95. Las áreas, planos y lugares de trabajo, deberán contar con las condiciones y niveles de iluminación adecuadas al tipo de actividad que se realice, de acuerdo a la norma correspondiente.*<sup>114</sup>

*ARTICULO 96. El patrón deberá realizar y registrar el reconocimiento, evaluación y control de las condiciones y niveles de iluminación de las áreas, planos y lugares de trabajo, tomando en cuenta el tipo e intensidad de la fuente lumínica, de acuerdo a la norma correspondiente.*<sup>115</sup>

Y dentro de los artículos 97 y 98 se prescribe la importancia y la responsabilidad que tiene el patrón para realizar exámenes a los trabajadores que sean expuestos a iluminación especial. Y para el caso de que la iluminación artificial sea imprescindible para la seguridad de los trabajadores se debe contar con sistemas de iluminación de emergencia.

El capítulo octavo se refiere a la *Ventilación* y dentro de los artículos 99 y 100 se establecen que los centros de trabajo deben contar con ventilación natural o artificial adecuada según las normas correspondientes y donde se requiera la ventilación artificial, el patrón debe mantener un programa de verificación y mantenimiento conforme a las normas.

En el capítulo séptimo de la sección III del Reglamento titulada *Comisión de seguridad e higiene en los centros de trabajo*, se menciona la responsabilidad de la Secretaría, los patrones y los trabajadores para promover los servicios preventivos de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde también se alude a las actividades que se deben desarrollar; de entre ellas es de vital importancia para nuestro estudio que dice: “Promoción del mejoramiento de las condiciones ambientales en los centros de trabajo”<sup>116</sup>

---

<sup>114</sup> *Ibíd.* p.16

<sup>115</sup> *Ibíd.* p.16

<sup>116</sup> *Ibíd.* p.23

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008<sup>117</sup>, se indica que las condiciones de seguridad, son de aplicación en todos los centros de trabajo<sup>118</sup>; no determina de manera profunda o específica las condiciones ambientales que deben ser aceptadas como condiciones seguras o higiénicas del trabajo, pues menciona: que “Los techos del centro de trabajo deben: a) Ser de materiales que protejan de las condiciones ambientales externas; [...] c) Permitir la salida de líquidos...”<sup>119</sup>

En cuanto a la ventilación artificial y su funcionamiento menciona en sus puntos 8.1 y 8.2 que: “El aire que se extrae no debe contaminar otras áreas en donde se encuentren laborando; el sistema debe iniciar su operación antes de que ingresen los trabajadores”<sup>120</sup> aunque señala una constante evaluación de las condiciones del funcionamiento y la reparación de las mismas pero no contempla la evaluación de la ventilación natural ni la mejoría en su funcionamiento o aprovechamiento. Sin embargo en la *Guía de referencia* de la misma norma se alude a la *ventilación de confort*. En este se explica la importancia de la ventilación para mejorar la calidad del aire oxigenado y bajo en gas carbónico así como la repercusión de la ventilación en la disminución de la humedad relativa y se puntualiza que para:

...centros de trabajo, tales como oficinas, cuartos de control, centros de cómputo y laboratorios, entre otros, en los que se disponga de ventilación artificial para confort de los trabajadores o por requerimientos de la actividad en el centro de trabajo, se recomienda tomar en consideración la humedad relativa, la temperatura y la velocidad del aire, de preferencia en los términos siguientes:<sup>121</sup>

- Humedad relativa entre el 20% y 60%;
- Temperatura del aire de  $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  para épocas de ambiente frío, y  $24.5^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$  para épocas calurosas;
- Velocidad media del aire que no exceda de 0.15 m/s, en épocas de ambiente frío, y de 0.25 m/s en épocas calurosas, y
- Se recomienda que la renovación del aire no sea inferior a 5 veces por hora.

Sería conveniente que en los programas de revisión y mantenimiento de los sistemas de ventilación se revisaran parámetros como:

---

<sup>117</sup> Javier Lozano Alarcón, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, *Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad*, Diario Oficial Lunes 24 de noviembre de 2008

<sup>118</sup> Dentro de la misma norma se define centro de trabajo a: todos aquellos lugares tales como edificios, locales, instalaciones y áreas en los que se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios, o en los que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo. Javier Lozano Alarcón Op. cit.

<sup>119</sup> Javier Lozano Op. cit. p.4

<sup>120</sup> Javier Lozano Op. cit. p.8

<sup>121</sup> Javier Lozano Op. cit. p. 27

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

- La regulación del aire;
- El control de los caudales de ventilación;
- El aislamiento acústico;
- La limitación de la propagación de ruido;
- Las no condensaciones de la humedad, y
- La instalación eléctrica.

En cuestión de iluminación natural señala que deben: “Mantenerse con colores tales que eviten la reflexión de la luz, cuando se trate de las caras interiores, para no afectar la visión del trabajador...”<sup>122</sup>

Por otra parte la *Norma Oficial Mexicana NOM-008-Ener-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales*,<sup>123</sup> tiene por objetivo limitar la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente racionalizando el uso energético de los sistemas de enfriamiento.<sup>124</sup> La norma explica cómo calcular la ganancia de calor a través de la envolvente. Este cálculo se basa en la suma de la ganancia de calor por conducción más la ganancia de calor por radiación solar, es decir:

$$\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$$

Donde

$\Phi_p$  Es la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, en W

$\Phi_{pc}$  Es la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas y transparentes de la envolvente del edificio proyectado... en W

$\Phi_{ps}$  Es la ganancia de calor por la radiación solar de las partes transparentes de la envolvente del edificio proyectado... en W

El método establece que se deben sumar la ganancia de calor que se genera e todas las partes de la envolvente, las diferentes orientaciones, es decir la del techo, las de las paredes norte, sur, este,

---

<sup>122</sup> Javier Lozano Op. cit. p.4

<sup>123</sup> Odón de Buen Rodríguez, Comité Consultivo Nacional para la Preservación y uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), *Norma Oficial Mexicana NOM-008-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales*, Diario Oficial, 25 de abril de 2001, segunda sección, pp. 59-100

<sup>124</sup> *Ibíd.*, p. 62

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

etc., y si existiera ganancia de calor por el piso este también debe considerarse, sin embargo cuando está en contacto con el suelo se considera como cero.<sup>125</sup>

Los datos se comparan con un edificio de referencia que es un resultado que se debe calcular por medio de datos establecidos para generar el resultado aceptable para la norma.

En el inciso 9 y 10 de la norma establece que se debe realizar un informe de los datos obtenidos del edificio proyectado comparado con los datos del edificio de referencia dichos datos de ganancia de calor solar deben darse a conocer a los usuarios del edificio. Así mismo se debe mostrar una etiqueta en el edificio, con los datos de ubicación del edificio así como la información generada de la ganancia de calor con respecto al edificio de referencia y mencionar su eficiencia energética en porcentaje.<sup>126</sup>

Para determinar si existe mayor eficiencia energética se toma como base los datos del edificio de referencia, cuando la ganancia es igual que el edificio de referencia el ahorro será de cero % pero cumple con la norma.



Figura 1. Ejemplo de Etiqueta que debe presentarse en un edificio que ha sido evaluado bajo la norma, *Norma Oficial Mexicana NOM-008-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales.*<sup>127</sup>

Fuente: CCNNPURRE

<sup>125</sup> *Ibidem.*, p. 66

<sup>126</sup> *Ibidem.*, pp. 67-68

<sup>127</sup> *Ibidem.*, p. 71

Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, *Eficiencia energética en edificaciones.-Envoltente de edificios para uso habitacional*<sup>128</sup>. A diferencia de la anterior su campo de aplicación es para edificios nuevos y ampliaciones de edificios de uso habitacional y se presentan igualmente los cálculos que se realizan para determinar la ganancia de calor por medio de la envoltente.

La herramienta puede ser útil para los nuevos diseños donde se pueden predecir las ganancias térmicas que podrán existir antes de construir el edificio y poder tomar decisiones para el uso de materiales y sistemas constructivos que permitan mejorar la eficiencia energética de un edificio.

Para el caso del parámetro de ruido la Norma Oficial Mexicana NOM\_011\_STPS\_2001, *Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*,<sup>129</sup> se establecen los límites de exposición a ruido en lugares de trabajo; éste proporciona los niveles y el tiempo que pueden estar expuestos los trabajadores a condiciones de ruido altas y en periodos prolongados, los cuales se regulan para evitar el daño a la persona, sin embargo en ésta no se contempla la evaluación en función del uso de los espacios.

Pero en ésta se menciona el método que se debe seguir para evaluar las condiciones de exposición sonora a las que se encuentra un espacio en el que laboran o habitan las personas. Se establecen los aparatos recomendables para realizar el experimento, la duración de los muestreos, la altura a la que se deben realizar, así como la manera en que se pueden registrar, ordenarse y graficarse los datos.

Así también muestra hojas de registro y cómo deben ser utilizadas; esta información es de gran ayuda para poder realizar el registro de las condiciones sonoras de los espacios y determinar sus necesidades de climatización, es decir de aislamiento acústico que puedan requerir de acuerdo a su función actual o al nuevo uso adaptativo de un edificio determinado.

---

<sup>128</sup> Emiliano Pedraza Hinojosa, *NORMA Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltente de edificios para uso habitacional.*, Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), Secretaría de Energía, Diario Oficial, Agosto de 2011, (Primera Sección) pp. 1-47

<sup>129</sup> Carlos María Abascal Carranza, *Norma Oficial Mexicana NOM\_011\_STPS\_2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Diario Oficial, Abril de 2002, segunda sección pp.101-128

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, *Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*.<sup>130</sup> El campo de aplicación de esta norma es principalmente en edificios donde se desarrollen actividades de: oficinas, escuelas y de uso docente, establecimientos comerciales, hospitales, hoteles, restaurantes, bodegas, recreación y cultura, talleres de servicio y centrales de pasajero.

Esta norma establece los límites recomendables, de acuerdo al uso de los espacios y el área a iluminar, la densidad de la potencia eléctrica para alumbrado. Dentro de la norma se presentan tablas que indican los parámetros máximos y como se calculan además de explicar la metodología para llevar a cabo el análisis. La norma menciona una metodología que debe seguirse para la evaluación:

- Identificar si es necesaria la iluminación artificial o si se toma en cuenta (cuando es mayor) la iluminación natural. Para ésta menciona que deben tomarse para los turnos diurnos haciendo lecturas, en la primera hora del turno, otra lectura a la mitad del turno y una última en la última hora del turno.
- Ubicación de los puntos de medición, los puntos de medición deben ser seleccionados en función de las actividades de los centros de trabajo, sus necesidades y características

En esta norma se presenta un índice de relaciones entre el área y el número de zonas de medición; de acuerdo a éste se determina el número de zonas a evaluar. Así mismo se realiza un estudio de la reflexión de las superficies con el mismo luxómetro.

Esta es una buena contribución para mejorar las condiciones ambientales para el uso de los espacios y el confort de los que lo habitan. Sin embargo no es de uso obligatorio pero ésta puede aplicarse a edificios históricos y patrimoniales para conocer sus características ambientales en cuanto a la iluminación y poder determinar si sus condiciones son adecuadas para determinado uso o pueden requerir elementos que la mejoren.

### Consideraciones

---

<sup>130</sup>Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, *NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*, Secretaría de Energía, Diario Oficial de la Federación, Abril del 2005, (Primera sección) pp. 30-40

## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Dentro de las normas y reglamentos encontramos recomendaciones y parámetros que, aunque no son de carácter obligatorio, buscan preservar la vida de los ciudadanos con políticas de higiene y seguridad, y mejorar la calidad del ambiente en los lugares de trabajo y del habitar en los edificios.

Se puede apreciar la diferencia de los parámetros ambientales que cambian a función y uso de los espacios. En ellos se presentan algunos elementos metodológicos que pretenden mejorar el ambiente de los edificios y procurar el confort y la salud de los habitantes de los mismos. Pero hay que recalcar que los instrumentos que presentan son generalmente de diseño por lo que no consideran la evaluación de los materiales. Aunque se presenta una lista de materiales para calcular la ganancia de calor no se presentan todos los materiales que se pueden encontrar en los edificios históricos y patrimoniales lo que lo hace más complicado ya que se requiere conocer para calcular la ganancia supuesta.

Las certificaciones ambientales funcionan como una herramienta para la mejoría del ambiente, la eficiencia energética y el control y manejo de los residuos producto de la operatividad dentro de los edificios.

Los aspectos ambientales que se evalúan buscan hacer más eficiente el uso de los edificios por medio del aprovechamiento de los recursos materiales y energéticos tanto en su construcción como en el funcionamiento del inmueble. Un factor que no favorece mucho a la aplicación en los inmuebles históricos es que el enfoque de estas certificaciones está dirigido principalmente a la evaluación de edificios de nueva planta y de materiales convencionales.

## **II. Propuesta metodológica para el análisis ambiental de edificios patrimoniales.**



*Los métodos adecuados para comprender un sistema o estructura dinámica deben ser tales que permitan captar su naturaleza peculiar, lo cual significa algo así como ver el bosque y los árboles al mismo tiempo, es decir, la totalidad y las partes que la forman en su dinámica propia.<sup>131</sup>*

Una metodología puede ser considerada como un conjunto de procedimientos racionales para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos. Y puede alternativamente definirse, la metodología, como el estudio o elección de un método pertinente para un determinado objetivo.

Ya hemos mencionado la importancia de la conservación de los sitios y monumentos históricos en nuestra sociedad, la complejidad que envuelve la intervención en ellos y trabajo que representa preservar su valor cultural; nos hemos aproximado al origen de los análisis de la arquitectura y su relación con el medio ambiente y de la importancia que éstos tiene para el funcionamiento óptimo de los edificios en cuestión de energía lo que está relacionado con la sensación de confort. Como también se ha tocado el tema de los métodos de diseño que aborda la arquitectura bioclimática y sus métodos para evaluar el desempeño ambiental de los edificios y su reciente inclusión en el análisis en edificios históricos.

El análisis en este tipo de edificaciones ha sido en casos aislados y en la mayoría sólo se abordan alguno o algunos de los fenómenos que envuelven la sensación de confort y que hemos considerado deben ser tomados en cuenta en conjunto, de tal manera que permitan obtener un diagnóstico de las condiciones ambientales del edificio que permitan desarrollar una intervención y nuevos usos más adecuados para su conservación y buen funcionamiento.

### **Fundamentos**

La propuesta de esta metodología se fundamenta en la relación del medio ambiente con los edificios y el habitante de los espacios. Definiendo para esta metodología el ambiente físico de un edificio el que se conforma de la iluminación, calor, humedad, aire y ruido, los cuales pueden, debido a las

---

<sup>131</sup> Miguel Martínez Miguélez, *El Método Etnográfico de Investigación*, <http://investigacionpostgrado.uneg.edu.ve/intranetgip/documentos/225000/225000archivo00002.pdf> [26-07-2013-23:15] p.9

variaciones de los mencionados aspectos, generar confort o no confort en los habitantes de los edificios.

Para realizar el análisis ambiental de un edificio se puede partir de dos métodos que son susceptibles de elegirse entre ambos, pueden también combinarse y comparar los resultados; el primero podemos llamarlo **in situ**, que se desarrolla por medio del análisis de cada componente, el clima lumínico, el ambiente higrotérmico, la ventilación y el clima sonoro; con aparatos especializados que pueden proporcionar la variación de las condiciones y analizarlas por medio de instrumentos de recolección y análisis de datos para proporcionar un diagnóstico de las necesidades de los espacios de acuerdo a su uso; el segundo se realiza por medio de la simulación por computadora, lo que algunos llaman **simulación energética** de la cual existen varios software que se utilizan para realizarlas, en general se han desarrollado con la intención de poder diseñar los espacios y los elementos del edificio simulando las condiciones climáticas locales y como se comportara ó como incidirán dichas condiciones ante lo propuesto, sin embargo bien pueden funcionar para simular las condiciones de los edificios históricos.

Existen algunos software que sólo sirven para evaluar alguno de nuestros elementos de análisis, como lo es el Solea-2 cuya función es proporcionar datos sobre la incidencia de la iluminación por medio de la carta solar evaluándola por cada ventana, y otros que pueden evaluar varios de ellos como el Energy Plus desarrollados en conjunto por la Universidad de Illinois y el Laboratorio Nacional Lawrence Berkely. El concepto básicamente es el de crear un modelo virtual, o en el caso de la restauración el de recrear un modelo virtual del edificio, no sólo de la geometría del edificio sino también de los materiales y de sus características, de los sistemas mecánicos y de iluminación, así como de otros que puedan consumir energía. El patrón de ocupación y los modelos de actividad que desarrollan y finalmente los datos del clima para poder generar una simulación hora por hora del edificio en cuestión en un año típico.<sup>132</sup>

Otro software que se oferta en el mercado es el Design Builder que como parte de su promoción es un producto para quienes desarrollan “arquitectura bioclimática”, les es posible:

*Llevar a cabo simulaciones dinámicas del desempeño térmico de los edificios, ya sea que operen sólo con recursos pasivos o que funcionen con sistemas de climatización artificial.*

---

<sup>132</sup> John H. Cluver, Brand Randall, “Saving Energy in Historic Buildings Balancing Efficiency and Value” en APT Bulletin Association for Preservation Technology International, Vol 41, No. 1, 2010, p. 5-6

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

*Evaluar el impacto de la ventilación natural para conseguir adecuados niveles de confort.*

*Calcular la capacidad de los sistemas de calefacción y refrigeración, cuando estos sean necesarios para mantener temperaturas de confort, de acuerdo al nivel de eficiencia térmica del edificio.*

*Calcular el consumo energético y la emisión de CO2 derivados de los sistemas de climatización empleados, así como del uso de luminarias, aparatos y equipos.*

*Llevar a cabo análisis comparativos de distintas alternativas de configuración arquitectónica, incluyendo la implantación en el sitio, la distribución espacial, la orientación y la solución de las fachadas, entre otros aspectos.*

*Comparar diferentes alternativas de materiales y sistemas constructivos, en lo que respecta a su impacto en el desempeño térmico y energético del edificio.*

*Evaluar el nivel de aprovechamiento de la luz natural y explorar alternativas para reducir el uso de la iluminación artificial.*

*Medir el impacto que tiene la aplicación de sistemas aislantes y dispositivos de protección solar en las superficies acristaladas de la edificación.*

*Estudiar el impacto de las obstrucciones solares producidas por otros elementos construídos en el sitio.*

*Evaluar estrategias para mejorar el desempeño térmico de los edificios existentes, con el objeto de disminuir su consumo energético.*

EL uso de esta herramienta parece muy prometedor si se pretenden obtener datos del comportamiento energético de un edificio y que actualmente se utilizan para el diseño y hay quienes los usan, como el caso del Energy Plus, para los edificios históricos como sucede en el Swift Hall en Vassar College en Poughkeepsie, Nueva York, donde el estudio provee soluciones para la reducción en el consumo energético reduciendo gastos de operación y mejorando las condiciones de confort de los ocupantes.

Si bien dichos programas consideran las condiciones climáticas locales alimentándose de la información de las normales climatológicas y de la ubicación del lugar donde se encuentra el edificio

existen muchas variaciones que pueden tener en particular cada edificio las cuales son el producto de sombras proyectadas de edificios vecinos, obstrucciones para la circulación del aire, y edificios contiguos o locales del mismo edificio que generen ruido y que provoquen discomfort en los usuarios de otros locales, entre otros; son aspectos que solo viviendo la experiencia de estar en el edificio pueden conocerse y ser apreciables al evaluarse in situ.

### **El Método In situ**

El método que hemos desarrollado busca conocer las variaciones del ambiente físico dentro del edificio con respecto a las condiciones ambientales naturales del entorno. Se procuró diseñar éste con la finalidad de obtener la información del ambiente de manera directa en el edificio buscando tener los datos que más se acerquen a la realidad, obteniendo como producto, un diagnóstico que permita proponer estrategias de climatización más asertivas y eficientes para mejorar el ambiente.

Se pretende conocer el sistema desde una perspectiva general y analizarlo en sus elementos particulares, es decir, estar ávidos de información del clima del lugar y sus variaciones; conocer el lugar y sus características más representativas y que pueden intervenir en las variaciones del ambiente interior, como es la localización, el relieve, la altitud, la orientación y los elementos colindantes al edificio; al analizar los elementos particulares es necesario informarse de los aspectos materiales que conforman el edificio, éstos serán los que determinen mayormente las variaciones del clima en el interior del edificio; entre ellos están: los materiales y sistemas constructivos, la escala del edificio, la proporción, su volumetría y los elementos complementarios que afecten directamente el ambiente; finalmente, es necesario conocer los aspectos funcionales y de ocupación de los espacios pues serán determinantes para definir los objetivos de climatización indispensables para concebir un espacio adecuado para habitar y trabajar.

La metodología se divide en tres fases principales: 1) primeramente una **investigación** de las condiciones existente, lo que debe contemplar tanto los aspectos materiales y formales del edificio, como funcionales, y los aspectos del ambiente en general; 2) fase **práctica**, donde en base al estudio previo del sitio, del entorno y de las condiciones ambientales, se planea un monitoreo del comportamiento de los factores físicos ambientales en el edificio la cual concluye con la recopilación y análisis e interpretación de los datos obtenidos y; 3) finalmente un **diagnóstico** de los resultados que se determina de acuerdo a las funciones de cada espacio y necesidades ambientales que éstos requieren para brindar confort y evitar o disminuir el uso de elementos de climatización mecánicos.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Tabla 7 Fases del análisis.

Investigación	
Condiciones existentes Características materiales del edificio Uso de los espacios Condiciones ambientales	Objetivos de climatización • Confort
Práctica	
Conocimiento del ambiente del edificio • Iluminación • Calor • Humedad • Aire (ventilación) • Ruido	Recopilación Análisis Interpretación
Diagnostico	
Climatización • Pasiva • Activa	Necesidades de climatización

Fuente: Elaboración del autor

El desarrollo del método no tendrá que ser precisamente de manera lineal pues habrá puntos del análisis que puedan intercambiar el orden para hacer más eficiente el análisis, según las necesidades y el tiempo programado del estudio dentro del proyecto de intervención. Es recomendable que el estudio se realice cuando el edificio esté en uso ya que eso permite conocer las actividades, las necesidades de los usuarios y los sistemas de climatización en funcionamiento. Para llevar a cabo las tres fases del método de análisis ambiental es necesario establecer las actividades que lo harán llegar a la fase de diagnóstico de manera adecuada.

Tabla 8 Desarrollo general de la metodología

1) Conocimiento del entorno y el clima local a) Macro localización b) Micro localización c) Emplazamiento y colindancias d) Clima regional e) Clima local f) Clima del entorno
2) Conocimiento del edificio a) Materiales y sistemas constructivos b) Orientación y colindancias c) Proporción, volumen y aspectos formales. d) Sistemas de climatización

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

e) Uso y ocupación de los espacios
3) El ambiente del edificio
a) Planeación de la recopilación de datos
i) Tiempo
ii) Espacio
b) Sistemas de climatización
c) Uso y ocupación de los espacios
d) Recopilación de información
i) Iluminación
ii) Calor
iii) Humedad
iv) Aire
v) Ruido
4) Análisis del ambiente interior
a) Diagnóstico
i) Iluminación
ii) Calor
iii) Humedad
iv) Aire
v) Ruido

Fuente: Elaboración del autor

Por medio de éste buscaremos conocer las condiciones ambientales del edificio; primeramente trazando un plan para el análisis que podremos hacer en oficina, trabajos de gabinete, teniendo este claro podremos proponer o si se tienen los aparatos necesarios proceder a colocarlos o desarrollar el análisis; dependiendo del tipo de análisis que estemos desarrollando, posteriormente se procede a recabar la información obtenida, procesarla para que ésta sea entendible y poder analizarla para poder emitir un diagnóstico de las condiciones, los resultados podrán servir para proponer las soluciones más adecuadas para el uso que se le pretende dar al edificio, mejorando las condiciones de confort de acuerdo a las necesidades y capacidades del edificio.

Debemos recalcar que en este apartado es necesario conocer los aspectos materiales del edificio, sin embargo es parte importante del método de análisis de edificios históricos en la recopilación de la información; de aquí es de donde se deberán tomar; por esta razón no abordaremos este aspecto ya que está definido por otros autores de manera más concreta.

El análisis ambiental, como es de esperarse debe comenzar de lo general a lo particular, conociendo tanto el clima de una región macro como de las características particulares de su emplazamiento

local, para posteriormente llegar a un nivel de microlocalización donde podamos conocer las características del entorno.

### **Conocimiento del entorno y del clima local.**

Al referirnos al entorno y al clima local, podemos considerar que nos estamos refiriendo a una misma cosa, ya que el primero tiene de facto un clima propio, que es característico del lugar por su ubicación, geográfica, por el tipo de relieve, el tipo de vegetación, su proximidad o distancia a cuerpos de agua, o incluso el tamaño de la mancha urbana y la cantidad de vegetación de la misma, etc. que le generan un clima propio a determinado lugar.

El entorno próximo puede generar diferentes variantes al ambiente del propio edificio por lo que también es necesario reconocer los aspectos que intervienen en el comportamiento ambiental del edificio o incluso limitar los sistemas de climatización, como pueden ser ventanas que se abren a calles muy transitadas donde el humo de los vehículos es un factor a evitar y se deben mantener cerradas, o el excesivo ruido impide que en determinado espacio se puedan impartir clases, entre otros.

Para esto es necesario tomar nota de los siguientes aspectos en el análisis:

- 1) Conocimiento del entorno y el clima local
  - a) Macro localización
  - b) Micro localización
  - c) Emplazamiento y colindancias
  - d) Clima regional
  - e) Clima local
  - f) Clima del entorno
  - g) Confort

En primer lugar es necesario hacer referencia a la localización del emplazamiento; será el comienzo de conocer las condiciones ambientales ya que como lo dijo Manuel Rodríguez:

“El clima caracteriza e identifica a una región por el comportamiento de sus componentes y sus variables atmosféricas; esto da lugar a un estilo de vida con características físicas y psicológicas muy particulares en el hombre...”<sup>133</sup> es entonces necesario conocer el clima del lugar donde se ubica el edificio o población que se está analizando. Para ésto nos podemos apoyar de las estaciones

---

<sup>133</sup> Manuel Rodríguez Viqueira, Figueroa Castrejón, Fuentes Freixanet, Castorena Espinosa, Huerta Velázquez, García Chávez, Rodríguez Manzo, Guerrero Baca, *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México, 2011

meteorológicas, la cuales proporcionan datos como el tiempo y el clima de un lugar, así como las normales climatológicas que nos servirán para conocer a grandes rasgos el comportamiento de las variables climatológicas.<sup>134</sup>

Rodríguez Viqueira menciona que la importancia del conocimiento del clima es imprescindible para el funcionamiento de un edificio: “La recopilación de información sobre el clima forma parte de cualquier estrategia para crear un edificio saludable. Permite que los proyectistas evalúen un emplazamiento para prevenir las condiciones meteorológicas adversas o los riesgos naturales que podrían afectar al edificio.”<sup>135</sup> En este caso un edificio existente el cual debió ser diseñado de acuerdo al ambiente que prevalece en un momento dado, sin embargo las condiciones ambientales han cambiado y será tarea del análisis ambiental conocer si su adecuación al medio ambiente es la más próxima a brindar las mejores condiciones para habitar o permitir realizar las tareas que en su interior se desempeñan.

Los factores que recomendamos, y que también menciona Rodríguez Viqueira y otros<sup>136</sup>, que deben ser tomados en cuenta para ser considerados en el análisis ambiental con respecto al clima local son:

#### **Latitud**

Es la distancia angular medida desde la línea ecuatorial hacia algún punto en el planeta, ésta se mide a lo largo del meridiano en que se encuentra. La distancia se mide hacia el norte o el sur del ecuador se expresa en medidas angulares desde los 0° a los 90° ya sea del polo norte o los 90° del polo sur.

El efecto que tiene este factor en la diferencia climática radica en la incidencia de los rayos solares, ya que si considerásemos la teoría de que los rayos solares viajan en una trayectoria paralela unos con otros, la distancia entre ellos es menor “estos últimos inciden en una distancia menor uno de otro en el ecuador, y llegan perpendiculares al plano, mientras que en los polos la distancia existente entre un rayo y otro se incrementa por la curvatura de la tierra hasta ser tangencial en el punto norte y sur de los polos”. Este efecto propicia las diferencias climáticas por radiación.

---

<sup>134</sup> Las normales climatológicas se logran estudiando la temperatura, humedad, presión, vientos y precipitación son los valores que deben recopilarse de forma sistemática y homogénea durante un periodo entre los 10 y 30 años. y es por medio de un constante análisis del tiempo durante este periodo. El tiempo meteorológico debe ser entendido como: los elementos climáticos entendidos como las condiciones variables o propiedades físicas de la atmosfera utilizadas para medir y describir el clima en un momento dado.

<sup>135</sup> Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco, *Op. Cit*, p. 43

<sup>136</sup> Manuel Rodríguez Viqueira, Et. Al. *Op cit*. Al. P.14

De esta manera la tierra se divide en tres zonas; la primera se considera desde el trópico de cáncer al trópico de capricornio y se le denomina zona cálida, tórrida o tropical; la segunda va de 23°27' a los 66°33' al norte y al sur y se denomina zona templada, y finalmente la zona fría que se ubica desde los 66°33' a los 90°.

El efecto que tiene este factor sobre un sitio en particular depende entonces de la radiación que incide sobre él:

La incidencia de los rayos solares determina la temperatura, y depende de las condiciones del cielo la cantidad de radiación que recibe un sitio en particular. Por tanto, se definen los factores térmicos que condicionan la forma, color, textura, proporción y relación de vanos y muros ciegos en la arquitectura.<sup>137</sup>

### **Altitud**

La altitud es la distancia de vertical del nivel del mar al plano horizontal en cuestión, y la temperatura de la atmósfera es más fría a mayor altura, por ello los podemos comparar lugares que se encuentran en la misma latitud con diferente altitud y el de mayor altitud será más frío; “en términos generales, la temperatura disminuye a razón de 0.56 grados centígrados por cada 100.6 metros de altitud en verano y 122 metros de altitud en invierno”<sup>138</sup>

### **Relieve**

El relieve se le denomina a la configuración de la superficie de la tierra, y también es un factor importante para el clima. Esta determina las corrientes de aire, la insolación de un lugar, la vegetación, el contenido de humedad del aire, etc. Pues teniendo una superficie plana se tendrá una máxima exposición al asoleamiento y a los vientos. Y una superficie montañosa propiciará diferentes microclimas de acuerdo a su orientación, teniendo así un lado con mayor asoleamiento, expuesto también a diferentes condiciones de viento, variación en la humedad del sitio y con distinta vegetación de acuerdo a la orientación de la montaña.

### **Distribución de la tierra y agua**

---

<sup>137</sup> Ibídem

<sup>138</sup> Victor Olgay, en Rodríguez Viqueira Op. Cit. P. 15

Esta es la relación entre los cuerpos de agua y la tierra firme de un lugar. “el agua, debido a su gran capacidad de almacenamiento de energía, es un elemento regulador del clima de importancia.”<sup>139</sup>

Los cuerpos de agua naturales como los océanos, los golfos, lagos y lagunas, producen fenómenos climatológicos como la disminución de la brisa y la disminución de la oscilación térmica. “cualquier cuerpo de agua incrementará la humedad del aire, lo que ocasionará una reducción de temperatura”<sup>140</sup>

Dentro de esto también podemos mencionar las corrientes marinas, ya que éstas originadas por el movimiento y la insolación sobre la superficie de la tierra nacen en distintos lugares, pueden ser cálidas o frías y producen fenómenos como el “Niño” pudiendo provocar inundaciones o sequías.

### Temperatura

“La temperatura de un cuerpo indica su nivel de energía calorífica con referencia de un nivel mínimo que sería el cero absoluto, a partir del cual se desarrollan las distintas escalas de temperaturas.”<sup>141</sup>

El calor es la forma más elemental de energía y ésta puede ser transmitida, siempre y cuando exista alguna conexión entre dos cuerpos mediante mecanismos de transmisión de calor. “los mecanismos fundamentales de transmisión entre cuerpos son la conducción, la convección y la radiación, aunque también existe el mecanismo de acumulación y disipación de calor en la masa de un cuerpo cuando varía su temperatura.”<sup>142</sup>

La temperatura podemos también entenderlo como el parámetro que determina la transmisión de calor de un cuerpo a otro en forma comparativa y por medio de una escala. Para lo cual se usan tres tipos de escala: los grados centígrados, los grados Kelvin y los Fahrenheit.

Escala	°C	°K	°F
Ebullición del agua	100	373	212
Fusión o congelamiento del agua	0	273	32

Y para la conversión entre las diferentes escalas se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

$$^{\circ}\text{F} = 9/5 (^{\circ}\text{C} + 32)$$

$$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$$

<sup>139</sup> Manuel Rodríguez Viqueira, Et. Al. Op cit. Al. P.15

<sup>140</sup> Ibídem p. 15 y 16

<sup>141</sup> Manuel Martín Monroy, “Manual del Calor”, en *Calidad Ambiental en la Edificación para Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias Manual de diseño ICARO*, Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, 2006. ISBN: 84-690-0658-4 (obra completa en CD-Rom 6 volúmenes) P.20

<sup>142</sup> Ibídem. P.20

Dentro de los parámetros atmosféricos la temperatura está condicionada a otros factores como la radiación solar, el viento, la composición y naturaleza de las superficies, la situación geográfica, la altura sobre el nivel del mar, el factor de continentalidad, el relieve, la vegetación, la topografía y algunas condiciones meteorológicas. Así mismo este factor influye “...en la evaporación, radiación y movimientos del aire a través de sus variaciones diarias y estacionales.”<sup>143</sup>

La temperatura podrá expresarse en una tabla donde se pueda apreciar las temperaturas promedio, máximas y mínimas mensuales. Estas también pueden expresarse en gráficas que pueden manifestar con mayor claridad la variación estacional.

Ejemplo:

**Tabla 9 Temperaturas máximas, mínimas y media de Morelia**

Temperatura Máxima											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
24.7	26.4	29	30.7	31.5	29.6	27	26.8	26.4	26.5	26.2	25.4
Temperatura Media											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
15.1	16.3	18.6	20.6	21.8	21.2	19.7	19.7	19.4	18.5	17.1	15.9
Temperatura Mínima											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
5.5	6.3	8.3	10.5	12.1	12.8	12.4	12.7	12.3	10.4	8	6.3

Fuente: Elaboración del autor con datos de la normal climatológica de Morelia.

## Humedad

Esta es la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el aire, y existen varias escalas para medirla, los cuales pueden ser humedad relativo o humedad absoluta. La humedad relativa se expresa en porcentaje, “es la relación de humedad que contiene el aire y la cantidad de agua necesaria para saturar a éste a una misma temperatura”<sup>144</sup>

La humedad se genera principalmente por la evaporación de las masas de agua al calentarse por efecto de la radiación solar y por la evapotranspiración animal, vegetal y humana. Y aunque es de tipo macroclimático ésta puede modificarse debido a las variaciones del entorno microclimático.

<sup>143</sup> Simancas Yovane, Katia Carlina, *Tesis Doctoral, Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, 2003, P.36

<sup>144</sup> Manuel Rodríguez Viqueira, Et. Al. Op cit. Al. P.19



Recordemos que las flechas indican de donde proviene el viento con respecto al norte y las velocidades será común encontrarlas en m/s.

### **Precipitación**

Medida por medio de un pluviómetro esta se calcula por milímetros de agua por metro cuadrado, siendo así la equivalente a un litro por metro cuadrado. La precipitación es agua contenida en la atmosfera que se condensa en forma sólida o líquida, y puede ser perceptible o imperceptible, ya que esta puede ser de varias formas: lluvia, granizo, nieve o rocío, bruma o niebla.

En la arquitectura la precipitación incide en la forma y extensión de las cubiertas, su grado de inclinación y materiales. El conocimiento de la cantidad anual y de las precipitaciones mensuales determina de qué manera pueden ser un recurso aprovechable o la capacidad de desalojo que necesita el edificio y las temporadas que los sistemas funcionan en su mayor y menor capacidad.

El ambiente dentro del edificio también se ve afectado con las lluvias ya que estas, como cualquier cambio que realicen cualquiera de los otros fenómenos naturales tienen efecto sobre los otros, alteran el sistema ambiental, producen cambios en la temperatura, la humedad, la ventilación, la iluminación e incluso en el clima sonoro.

Para esto es recomendable ordenar esta información en una tabla donde se incluyan los datos del mes y la cantidad de líquido que se precipita (en mm) por mes.

Ejemplo:

**Tabla 11 Precipitación Pluvial en mm**

Precipitación pluvial											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
16.20	6.10	9.10	11.20	42.90	138.30	184.40	162.40	132.20	53.60	11.00	5.60

Fuente: elaboración del autor

### **Confort**

Considerado como: aquello que produce bienestar y comodidades,<sup>148</sup> en este caso lo que produce bienestar físico y psicológico, y que no altere la salud.

---

<sup>148</sup> Real Academia Española.

Para que un individuo pueda alcanzar esta condición, considerándolo como el ocupante de un espacio, los factores son diversos, algunos autores consideran que los factores que pueden afectar esta condición son: la actividad, la ropa, la edad, y el sexo del individuo, además de los aspectos del ambiente interior, como la temperatura del aire y de las superficies, la humedad, el movimiento del aire, el ruido, la luz y los olores,<sup>149</sup>

Para ésto el confort se abordara en particular con cada elemento del ambiente para determinar los niveles más adecuados para habitar y realizar determinadas actividades dentro de un local en particular o del edificio en general.

### **Definición de conceptos del ambiente del edificio**

El ambiente del edificio lo dividimos en cinco elementos: iluminación, calor, humedad, aire y ruido; los que componen el ambiente del interior de un edificio. A continuación definimos:

#### **Iluminación**

La iluminación de los espacios de un edificio debe ser adecuada para su utilización y ésta puede provenir de fuentes artificiales o naturales. Pero es de considerarse que la iluminación natural es la mejor manera de iluminar los espacios habitados. El alumbrado artificial es un recurso del que podemos disponer con mucha accesibilidad, porque es de fácil regulación y que podemos controlar.

La iluminación juega un papel importante en el diseño y acondicionamiento de los espacios, siendo ésta natural, es de excelente calidad, es gratuita y no contaminante, aunque está sujeta a grandes variaciones de disponibilidad, pudiendo ser por exceso de ésta o por la falta de la misma como sucede al anochecer, para lo cual es imprescindible el alumbrado artificial.

La principal limitación a las que nos podemos enfrentar con la iluminación natural es la manera en la que podemos transportar esa energía luminosa desde el exterior, a lo que podríamos llamar fuente, al interior de los espacios. El objetivo del análisis de la iluminación es conocer las características de la iluminación para poder proponer en el proyecto la iluminación adecuada para el habitante del espacio de acuerdo a las actividades que en él se pretenden desarrollar o se están desarrollando.

#### **Objetivo**

---

<sup>149</sup> Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco, *Op. Cit*, p. 37

La iluminación requiere de un cuidadoso estudio que garantice la seguridad del uso de los espacios y facilitar la comodidad visual de los ocupantes al realizar sus tareas habituales. “Cada zona del edificio requerirá de un estudio detallado en razón de la función, características especiales...”<sup>150</sup> que deberán ser considerados en el proyecto para mejorar las condiciones del clima lumínico del espacio.

El nivel de iluminación tendrá que ser de acuerdo a la actividad que en el espacio se desarrolle, lo que garantizará que no existan riesgos para las personas, como lo menciona Manuel Martín.

Lo que se pretende obtener después de realizar el análisis y emitir un diagnóstico de las condiciones y necesidades lumínicas del espacio es poder diseñar en el proyecto las soluciones pues como ya menciona Manuel Rodríguez que “el diseño adecuado de la iluminación intramuros es a menudo un compromiso entre la eficiencia visual, el confort visual y el grado de satisfacción estética, ...”<sup>151</sup>, entonces procederá primeramente de obtener la calidad de la iluminación de los locales de un edificio lo cual nos permite, de acuerdo al uso que se le dé al espacio, conocer las necesidades de iluminación del mismo lo que debe ser considerado para el proyecto de nuevo uso.

### El clima luminoso

Primeramente será conocer las condiciones lumínicas del exterior, es decir el Clima Luminoso “El clima luminoso de un lugar se define como el conjunto de valores estadísticos de la luminosidad del cielo a diferentes horas del día, considerando el recorrido solar según la latitud y la estación del año, teniendo en cuenta también la influencia de la nubosidad.”<sup>152</sup>

El clima luminoso de un lugar se puede conocer, de manera resumida, como condiciones típicas mediante modelos simplificados del cielo del edificio.

Así también es necesario conocer el ambiente luminoso dentro del edificio.

- Para conocer el clima luminoso, es necesario saber cuales son las condiciones lumínicas que prevalecen en fachadas, patios, claustro, jardines etc., los que rodean el espacio o edificio en cuestión.

---

<sup>150</sup> Manuel Martín Monroy, “Manual del Iluminación”, en *Calidad Ambiental en la Edificación para Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias Manual de diseño ICARO*, Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, 2006. ISBN: 84-690-0658-4 (obra completa en CD-Rom 6 volúmenes)

<sup>151</sup> Manuel Rodríguez Viqueira Coord., Figueroa Castrejón, Fuentes Freixanet, ET AL. *Op. Cit*, p. 121

<sup>152</sup> Manuel Martín Monroy, “Manual del Iluminación”, *Op. Cit* p.30

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

- Y conoceremos el ambiente lumínico al interior de los locales.

El resultado de la iluminación de un local será lo que resulte de la incidencia directa, de la difusión y de la reflexión que penetre.

Tiempo y espacio del registro lumínico

Para realizar el registro del ambiente lumínico es importante recordar que a causa del movimiento de la tierra con respecto al sol, provoca cambios en la inclinación de los rayos solares durante un año y los extremos de esta inclinación son conocidos como los solsticios de invierno (20 o 21 de diciembre en el hemisferio norte) y de verano (20 o 21 de junio en el hemisferio norte) los cuales se caracterizan por llegar a la máxima inclinación, o máxima altura. El solsticio de verano se caracteriza por ser el día más largo del año y el de invierno por ser la noche más larga.

Es debido a estas características que existen diversos cambios en el ambiente y en este caso en el lumínico, de los cuales podemos, entonces, encontrar que son dos condiciones extremas, tanto de la inclinación de los rayos solares, repercutiendo en la incidencia de los rayos en el edificio, como de las horas de luz natural que sería deseable conocer. Por lo tanto el registro de la iluminación debería realizarse durante los solsticios o lo más próximo a éstos.

Ahora bien, las condiciones climáticas también afectarán el clima lumínico, éste tendrá que ver con la claridad del cielo. Por tanto será necesario tomar lectura al mismo tiempo, del clima lumínico como del ambiente lumínico de los locales.

La orientación, la proporción, la composición y el entorno de un edificio serán factores que modifiquen el ambiente lumínico. En un espacio encontraremos zonas donde la iluminación natural proveniente de los vanos es mayor que en otras áreas del mismo espacio por lo que será recomendable tomar varios registros en cada espacio dentro del edificio.

Una propuesta para este análisis es la división del espacio en cuadrantes de acuerdo a sus dimensiones; si el espacio semeja a una planta cuadrada podría dividirse en cuatro cuadrantes y tomar lectura al centro de cada uno de ellos y puede complementarse con una lectura al centro del espacio y de preferencia orientando el aparato luxómetro hacia el centro del espacio con el ojo del mismo horizontal (paralelo al piso).

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

La manera de hacer la medición del clima lumínico de un espacio determinado dependerá en mayor medida del uso del espacio puesto que dependiendo de la actividad serán los niveles de iluminación, por ejemplo para un puesto de trabajo de oficina éstas se pueden tomar a una altura aproximada de 80 cm y deben ser de 300 a 1000 luxes dependiendo de su nivel de detalle y lo que es lo más común para los puestos de trabajo donde se requiere la iluminación, aunque si la nueva propuesta de uso adaptativo del edificio propone actividades que requieran la iluminación a niveles diferentes se deberá tomar en cuenta el registro de tales.

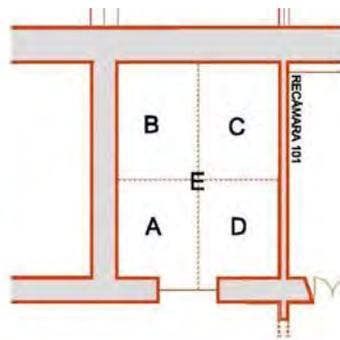


Figura 2 Local de un edificio en planta con división en cuadrantes.  
Fuente: Elaboración del autor

Cabe mencionar que aunque existen métodos que se pueden simular por computadora, tales varían de acuerdo a las sombras y obstrucciones del entorno; o por medio de imágenes producidas con una cámara fotográfica, sin embargo éstas sólo nos permiten apreciar los diferentes niveles de iluminación por contraste de colores sin poder saber los niveles de iluminación medidos en Luxes o candelas exactos para poder calificarlos de manera más precisa.

Para esto se recomienda el uso de un luxómetro que nos permita el registro en luxes o candelas del clima luminoso.

La otra propuesta es tomar lectura en las superficies del piso cerca del vano, a la mitad del espacio y al fondo y tomar lectura en las paredes con el aparato paralelo a la superficie de ésta para poder determinar la incidencia de iluminación y la iluminación que se podría reflejar en ella para iluminar el espacio y seleccionar los materiales y colores adecuados para que esto sea óptimo.

Comodidad lumínica

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Para realizar determinadas actividades es necesario tener la iluminación adecuada para desempeñarlas de manera cómoda, es decir, sin sentir molestias o riesgos de salud. Dependiendo del nivel de iluminación podremos considerar para que es apto determinado espacio o de acuerdo a la actividad podremos determinar las necesidades de iluminación en cualquier espacio ya sea de trabajo o de descanso. Manuel Martín Monroy nos presenta un resumen de las recomendaciones para el manejo de la iluminación en busca de la comodidad luminosa:

- Prever niveles de iluminación adecuados para las actividades diurnas y nocturnas de los ocupantes, considerando la precisión del detalle, o del color, de la concentración, de la edad, y del riesgo.
- Evitar cambios bruscos del nivel de iluminación medio entre el triple y un tercio.
- Limitar la diferencia de iluminación entre locales a menos del triple.
- Evitar diferencias de iluminación en el campo visual entre el triple y un tercio del nivel de iluminación medio.
- Evitar deslumbramientos de fuentes de luz 10 veces más brillantes que el brillo medio.
- Evitar zonas en sombra con menos de 1/4 del nivel de iluminación a la luz.
- Gestión sostenible de la luz natural como recurso renovable y como alternativa al alumbrado artificial.

Martín Monroy nos presenta una tabla de recomendación para los niveles de iluminación de acuerdo a las actividades, ya sean residenciales o laborales, donde también indica la conveniencia de control de luminosidad, oscurecimiento o intimidad visual.

Tabla 12 Resumen de parámetros de comodidad lumínica

Actividad característica	Factor de iluminación Natural FIN (%)	Alumbrado artificial(lux) [día] y noche	Control de luz	Oscuridad	Intimidad
Muy detallada	>8	>900	X		
Cocinar	6 - 8	600			
Aseo	5 - 7	[500] – 250			X
Leer	4 - 6	400	X		
Comer	3 – 4	300	X		
Estancia /TV	2 - 3	200	X	X	X
Descanso /Dormir	1.5 – 2.0	150	X	X	X
Circulación Interior	1.0 – 1.5	[100] – 50			
Tránsito dentro fuera	10 – 20	[500] – 50			

Fuente: Manuel Martín Monroy<sup>153</sup>

<sup>153</sup> Manuel Martín Monroy, "Guía de aplicación", en *Calidad Ambiental en la Edificación para Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias Manual de diseño ICARO*, Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, 2006. ISBN: 84-690-0658-4 (obra completa en CD-Rom 6 volúmenes) p.33

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Para considerarlos cómodos podemos referirnos a lo que menciona Martin Monroy en la siguiente tabla de niveles de iluminación (lux) de diferentes ambientes y actividades que se pueden desarrollar con comodidad.<sup>154</sup>

**Tabla 13 Luminancia y comodidad en actividades**

<b>Lux</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Actividad cómoda</b>
100000	Mediodía pleno sol	Umbral máximo, empieza el dolor por exceso de luz
30000	Día semidescubierto	Circulación exterior diurna, paseo
10000	Día cubierto	Actividad excepcional (quirófanos)
3000	Zona de transición	Actividad muy detallada, iluminación puntual
1000	Interior luminoso	Actividad detallada (cocina, aseo), iluminación zonal
300	Interior medio	Estancia, actividad media, iluminación general diurna
100	Interior bajo	Reposo, actividad baja, iluminación general, nocturna
30	Calle iluminación alta	Circulación interior, calle de noche con mucho tráfico
10	Calle media	Calle con tráfico medio, densidad urbana media
3	Calle baja	Calle con tráfico bajo, densidad urbana baja
1	Calle mínima	Aparcamientos, o muelles, sólo orientación
0.1	Luz de luna	Necesita período de adaptación para orientarse
0.01	Luz de estrellas	Umbral mínimo, oscuridad prácticamente absoluta

**Fuente: Manuel Martín Monro**

Posteriormente al registro de las condiciones lumínicas es necesario interpretar la información que se ha obtenido.

Podemos graficar los datos y determinar las horas de mayor y menor iluminación

---

<sup>154</sup> Manuel Martín Monroy et . Al Op. cit. p.23

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

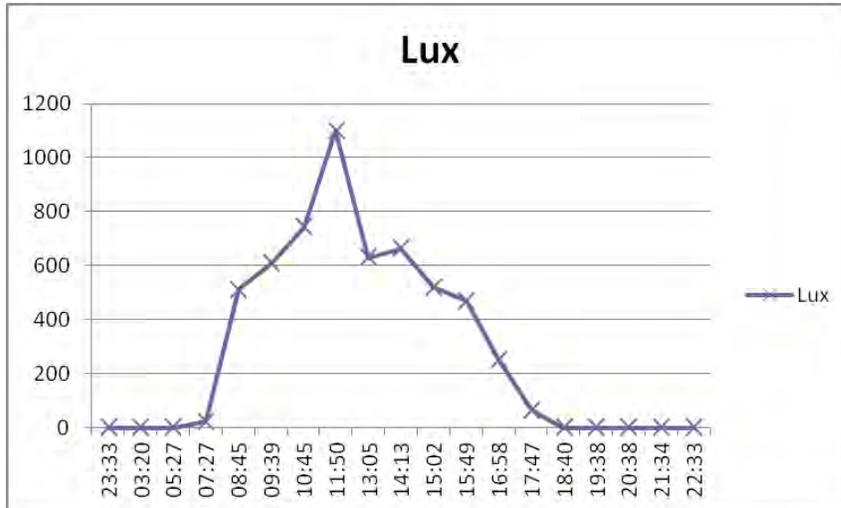


Figura 3 Gráfica muestra de variaciones de iluminación dentro del edificio.

Fuente: Tello Rodríguez

Hacer referencia a las necesidades de iluminación de acuerdo al uso del espacio.

De acuerdo a las anteriores se pueden determinar:

- El uso más adecuado de acuerdo al ambiente lumínico existente
- Los horarios más adecuados para su uso
- Las necesidades lumínicas para un uso determinado y los horarios en que estas deben ser activarse para compensar el déficit de iluminación.

Tabla 14 Deslumbramiento

Actividad interior	Día	Noche
(Exceso de luz)	3000 lux	1000 lux
Primer plano, actividad detallada	1000 lux	300 lux
Plano medio, actividad media	300 lux	100 lux
Plano general, actividad baja	100 lux	30 lux
(Falta de luz)	30 lux	10 lux

Fuente: Manuel Martin Monroy

**Calor y humedad**

El objetivo de este apartado es el de conocer el comportamiento térmico de los espacios y de un edificio con la finalidad de proponer un uso de acuerdo a sus capacidades de alojamiento. Esto se logra conociendo tanto su oscilación térmica como el aislamiento que proporciona el edificio mismo. La edificación proporciona una protección más completa pero para lograr una óptima protección es necesario conocer diferentes aspectos de esta para tener un buen control de estos.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

- En aras de conseguir condiciones de confort higrotérmico será necesario en primer lugar buscar un parámetro adecuado para definir el confort higrotérmico de un lugar. Para lo cual es necesario conocer las condiciones climatológicas locales, lo cual se puede conocer por medio de las normales climatológicas y los estudios realizados del clima del lugar.
- Es de mencionarse que la sensación térmica es la combinación de factores personales y factores ambientales:

Tabla 15 Factores del equilibrio térmico

<b>Factores personales</b>	<b>Factores ambientales</b>
Actividad física (Met)	Temperatura del aire (Ta) Temperatura radiante media (Trm)
Vestimenta (Clo)	Velocidad del aire (V) Humedad relativa del aire (HR)

Fuente: Manuel Martin Monroy

Dicho esto será necesario conocer primeramente la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad del aire y la humedad relativa. Posteriormente se puede complementar con el proyecto de los factores humanos de acuerdo al uso que se le dará al espacio conociendo así la actividad física que se desarrollará y entonces se puede inferir el tipo de vestimenta para valorar si el uso es adecuado.

La metodología que seguiremos entonces será:

- Realizar un monitoreo de temperatura y humedad del aire en las temporadas extremas del clima del lugar. Para lo cual es recomendable efectuar un monitoreo en un periodo prolongado que nos dé una muestra considerable de un día típico para conocer el clima del local.
- Conocer la temperatura radiante media de los locales en las dos temporadas lo cual podrá realizarse en días muestra de la misma temporada.
- La velocidad del aire que permea dentro de los locales en las mismas temporadas con muestras de días de las temporadas en cuestión.

Utilizar un método que nos permita conocer los parámetros de confort adecuados para la localidad sobre los que podamos determinar un diagnóstico para el nuevo uso del espacio.

## Confort Térmico

Este puede ser definido como “una sensación de bienestar en lo que se refiere a la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente.”<sup>155</sup>

Por otro lado la Norma ASHRAE Standard 55p lo define como “El confort térmico es la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Pero se identifica que hay grandes variaciones, tanto fisiológicas como psicológicas, de persona a persona, lo que hace que sea difícil satisfacer a todos en un espacio”<sup>156</sup>

El confort térmico, es un estudio del que se tienen indicios desde los años 400 a. C. con algunos pensamientos acerca de la condiciones idóneas del clima de las casa; de igual manera, Vitruvio (siglo I a. C.) mencionaba la necesidad de considerar el clima en el diseño de los edificios principalmente por razones de salud y de confortabilidad. Aunque se considera que estas consideraciones tenían muy poca influencia en la práctica de la arquitectura, en los tiempos de la “revolución industrial” Auliciems y Szokolay mencionan que no era una cuestión muy práctica por la falta de herramientas para influir en el<sup>157</sup>. Hasta principios del siglo XX con la llegada del aire acondicionado y los sistemas de calefacción es que se encuentra una manera de cambiar las condiciones térmicas de un ambiente particular, aunque Heberden en los primeros años del siglo XIX reconoce que la temperatura del aire no era la única causa de la sensación térmica, sino que también la humedad es un factor que contribuye de manera significativa. En Inglaterra ya en 1905 Halden realiza el primer estudio sobre confort térmico, especialmente el de temperaturas altas. La iniciativa para desarrollar este tipo de investigaciones vino de los ingenieros: era posible sobrecalentar o enfriar demasiado un edificio para lo que fue necesario establecer temperaturas de diseño.<sup>158</sup>

Alrededor de los años 20's Houghton y Yagloglu, (1923) en los laboratorios de la ASHVE (American Society of Heating and Ventilating Engineers) intentaron definir al zona de confort. En Inglaterra la

---

<sup>155</sup> Lewis, Vesa Peltonen, Antonella Marucco, *Op. Cit*, p. 38

<sup>156</sup> American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, INC., *Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy*, Atlanta, USA, february 2003

<sup>157</sup> Auliciems, Andris y Szokolay, Steven V., *Thermal Comfort*, PLEA : Passive and Low Energy Architecture International y Department of Architecture, The University of Queensland, Australia 2007, p. 5

<sup>158</sup> *Ibídem*.

motivación provino de la higiene industrial, para lo cual el objeto era el de conocer los límites de las condiciones ambientales para el trabajo Verón y Warner (1932) y Bedford posteriormente (1936) realizaron estudios empíricos en obreros. El trabajo analítico comenzó en E.E.U.U. a mediados de los años treinta, en donde Winslow, Herrington y Gagge (1937) hicieron una contribución significativa. Durante y posterior a la segunda guerra mundial la actividad de investigación aumento, y muchas disciplinas llegaron a estar implicadas, además de la ingeniería, de la fisiología y de la medicina, de la geografía, y de la climatología. En Arquitectura Victor Olgyay (1963) era el primero en reunir resultados de varias disciplinas e interpretar éstos para los propósitos arquitectónicos prácticos. El primer obstáculo que tuvo el diseño térmico fue el establecer las condiciones requeridas: el límite de confort térmico.<sup>159</sup>

Algunos autores han desarrollado cartas bioclimáticas donde establecen los rangos de confort térmico y de humedades, entre los más importantes se encuentra Olgyay (1963), Szokolay (1968) y Givoni (1998).<sup>160</sup>

Existen dos enfoques teóricos distintos que se han ido desarrollando conforme avanzaron los estudios de confort térmico, uno sugiere que las personas de cualquier parte del mundo tienen la misma preferencia térmica, lo que deja claro que los rangos de confort térmico son universales. Este ha sido trabajado por algunos autores poniendo a punto modelos de las condiciones físicas y fisiológicas que afectan el confort térmico, basándose en ese enfoque. El más conocido es el de Fanger (1970), llamado “voto medio previsto” (Predicted Mean vote: PMV), a este enfoque se le califica como predictivo, analítico o determinista. El otro enfoque es el adaptativo; éste no parte del principio de considerar el intercambio de calor entre el cuerpo humano y el entorno, sino de observar que existe una serie de acciones que el ser humano puede realizar para alcanzar el confort térmico.<sup>161</sup>

En cuanto al enfoque cualitativo, la perspectiva del confort térmico que experimentan las personas en determinadas situaciones, es un ente objetivo y singular que mantiene sus características independientemente de lo que haga el investigador, quien permanece al margen del fenómeno estudiado. Esta forma de ver la realidad implica procesos unívocos y deductivos, que abordan de forma separada los diferentes factores que componen el fenómeno estudiado.

---

<sup>159</sup> *Ibíd*em

<sup>160</sup> *Ibíd*em

<sup>161</sup> Raúl Pavel Ruiz Torres, Tesis Doctoral: Confort Térmico horario en clima cálido sub húmedo. Programa interinstitucional de doctorado en arquitectura, 2011 p. 10

“El propósito metodológico que implica este enfoque busca fundamentalmente encontrar las relaciones de causa y efecto entre las variables involucradas con el objeto de estudio, por eso se considera determinista y tiende a ser fenomenológico,”<sup>162</sup> este enfoque, el cuantitativo resulta altamente exitoso en estudios simples con pocos componentes y procura demostrar principios universalmente aceptados. Cabe resaltar que el enfoque prevalece sobre todo en las ciencias físicas y biológicas, que es el ámbito donde se inserta la bioclimatología<sup>163</sup>

Givoni (1969) definió la sensación térmica como la percepción de calor o frío del ambiente, a partir de la actividad neurálgica originada en los nervios de la piel que actúan como receptores térmicos. A su vez la percepción de las condiciones atmosféricas se ve afectada por los procesos fisiológicos, el vestuario y la actividad de los individuos. La explicación operativa del confort térmico se reduce en consecuencia a un estado de equilibrio resultante del balance de las cargas térmicas que se intercambian entre el cuerpo humano y su ambiente inmediato, debido al proceso químico del metabolismo y al proceso fisiológico de termoregulación en respuesta a los elementos externos del clima: radiación temperatura, humedad y movimiento del aire, como elementos principales.<sup>164</sup>

Cuando el valor del balance térmico arroja un valor de cero, significa que no gana ni cede calor, lo cual significa que según lo dado por este enfoque es que la persona experimenta objetivamente una sensación de confort. La sensación mental de este enfoque de incomodidad térmica se establece como la fase de termoregulación del cuerpo humano que inicia en la percepción del ambiente térmico a través de la piel y concluye con un proceso deliberativo por parte del cerebro, el que determina si el ambiente está confortable.

El problema de este enfoque es que considera a todos los seres humanos iguales, tanto desde el punto de vista biológico hasta el físicoquímico. El enfoque ha sido llamado de “aproximación racional” y ha sido utilizado por los ingenieros especialistas en la climatización artificial.

Muchos autores han trabajado sobre esta línea, iniciando con Houghton y Miller(1925), con la escala de Temperatura Efectiva (*Effective temperatura*, ET) quienes determinan una óptima de 18.9° C y con oscilación entre 17.2 y los 21.7°C; Bedford (1950) que determina para Gran Bretaña la

---

<sup>162</sup> Gómez Azpeitia, Gabriel, Bojórquez Morales, Gonzalo, Ruiz Torres, Raúl, *El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados*, Palapa, año/vol. 2, número 001, Universidad de Colima, Colima México, pp.46

<sup>163</sup> “Ciencia multidisciplinaria cuyo propósito es el estudio de la relación entre las condiciones de clima y el desempeño de los seres vivos” en Luis Gabriel Gómez Azpeitia, et Al. P.46

<sup>164</sup> Gómez Azpeitia, Gabriel, Bojórquez Morales, et Al. Op. cit, pp.46

temperatura ideal en interiores era de 18°C, Mientras que Brooks declaraba que debía oscilar entre los 15.6 y los 24.4°C; el estándar alemán era de 20.8°C, Estados Unidos entre los 20.56 y los 26.7°C y el de los trópico de entre los 23.3 y los 26,7°C.<sup>165</sup> Sin embargo el estándar de mayor influencia es el de Fanger (1970)

En cuanto al segundo enfoque, donde se establece que para caracterizar el confort térmico no podía entenderse considerando únicamente intercambio de calor entre el cuerpo y el entorno, sino además, de una serie de acciones que el ser humano puede realizar para alcanzarlo, tanto internamente, mediante procesos fisiológicos y psicológicos, como externamente, con adecuaciones a su ambiente circundante. Nicol y Humphreys (1972) fueron los primeros en sugerir que estas acciones pudieran ser el resultado de una regeneración iterativa entre la sensación de los sujetos y su comportamiento, debido a que se adaptaron a las condiciones climáticas variables del medio en que se efectuó su estudio de campo. De ahí se derivó el nombre de adaptación.

Para determinar el grado de confort de los locales dentro del edificio en análisis nos valdremos de instrumentos de evaluación del enfoque adaptativo. Para desarrollarlo se realizarán mediciones de humedad y temperatura durante dos temporadas: la más cálida y la más fría, ésto nos brindará resultados de las temporadas extremas y podremos conocer el comportamiento ambiental del edificio en ambas situaciones.

Al terminar el registro de cada mes se podrá obtener un día típico resumiendo los datos horarios de un día y comparándolo con los datos del exterior, así como refiriéndonos a los datos de la normal climatológica para determinar su grado de confort o desconfort por deficit o superavit de temperaturas.

#### Método

Primeramente se determinarán los meses extremos para realizar el análisis, es decir, los de mayor temperatura y los de menor temperatura durante el año. Esto nos permitirá identificar las horas de supervit o deficit dentro de los espacios utilizados. Al conocer éstos, será posible determinar las estrategias de adecuación ambiental necesarias para mejorar el ambiente higrotérmico del edificio.

Se realiza un plan de colocación de instrumentos; éstos deberán colocarse en los espacios necesarios para conocer el ambiente del edificio, los cuales pueden ser determinados por la similitud de los espacios o mismas orientaciones y los materiales y sistemas constructivos de los

---

<sup>165</sup> Ibídem p. 47

mismos, conociendo estas variables será posible descartar los espacios que cumplan con las mismas características.

Se colocan los aparatos durante los períodos necesarios para el análisis, programándolos para **tomar** lecturas de la temperatura y humedad en lapsos de una hora.

Posterior a los períodos determinados se recabarán los datos de los aparatos de medición, y se compararán con los de la estación meteorológica colocada ex profeso para el estudio, si ésta no se tiene es posible descargar los datos de la estación meteorológica más cercana; se calcula un día típico para la temporada en cuestión, y se calcula la temperatura de confort.

Los datos que arrojará el estudio serán las horas de confort y las horas de discomfort, ya sea por deficit o por superavit.

### **Aire**

El objetivo de este apartado será el de conocer el clima interior referido al aire. Este variará de acuerdo a las aperturas de cerramientos y la disposición de los espacios conjugado con los espacios abiertos con los que cuente el edificio. El objetivo que debe preceder a éste es el de proporcionar a los espacios la calidad del aire y reducir los riesgos de enfermedades.

“El aire contenido en los edificios deberá tener una calidad adecuada para la comodidad y salud de sus ocupantes de manera que se perciba como aire fresco en lugar de viciado o irritante, y para poder garantizar que la respiración de dicho aire no supone ningún riesgo para la salud”<sup>166</sup>

Se considera que la pureza del aire es de una gran fragilidad y se pueden plantear conflictos con la estanqueidad del aire para lograr aislamiento acústico y con la disipación de calor.

Generalmente, sólo se considera la contaminación producida por la respiración y los efluentes olorosos generados por los propios ocupantes, como es el caso de locales de reposo o estancia en las viviendas; ahora bien, si en el local se realizan otras actividades o existen productos emisores de contaminantes, también habrá que comprobar que los índices de concentración estén dentro de los márgenes admisibles.

El caudal mínimo de renovación es el mecanismo fundamental para garantizar la calidad del aire en un local y se indica en m<sup>3</sup> /hora por unidad de demanda, que suele ser por persona. Este caudal

---

<sup>166</sup> Manuel Martín Monroy, et. Al., Manual del Aire, Op cit p.11

mínimo de renovación también se puede establecer por tipo de local (de aseo o cocina), por unidad de superficie (locales no ocupados) o por unidad de volumen (renovaciones a la hora).<sup>167</sup>

## 2 Demanda objetiva de renovación

El caudal de renovación se mide en m<sup>3</sup> por unidad de uso y se suele aplicar de las siguientes formas:

- m<sup>3</sup>/h y persona. Considera la actividad de los ocupantes y la posible presencia de fumadores, pudiendo variar entre condiciones de verano e invierno.
- m<sup>3</sup>/h por unidad de superficie de local. Se suele utilizar en locales de poca ocupación o aforo variable, como son los espacios de circulación o de almacenaje.

## Método

El análisis de la ventilación de un espacio comenzará por conocer la dirección y velocidad del viento dentro del edificio y de los locales de tal manera que las propuestas de diseño consideren mantener aperturas o no superen la capacidad de carga que pudiera tener un espacio para evitar viciar el aire.

Para realizar el análisis de dicho parámetro es necesario un anemómetro pero si no existe la posibilidad de conseguir éste es posible auxiliarse de otros elementos, como lo es la escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos<sup>168</sup> pues en caso de no contar con aparatos específicos por medio de la observación podríamos aproximarnos a conocer tanto la velocidad como la dirección de los vientos.

---

<sup>167</sup> Id. p. 15

La Escala de Beaufort es una medida empírica para la intensidad del viento, basada principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza del viento. Su nombre completo es Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos.<sup>168</sup>

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

**Tabla 16 Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos**

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	Calma	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper	Se caen las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos de los campos
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa Ligera)	Pequeñas olas, crestas rompientes.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para caminar contra el viento
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas muy dificultosa
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida	Destrucción en todas partes, lluvias muy intensas, inundaciones muy altas
12	+ 118	+64	Temporal huracanado (Huracán)	Olas excepcionalmente grandes, mar blanca, visibilidad nula	Voladura de autos, árboles, casas, techos y personas. Puede generar un huracán o un tifón

El método que se propone es el de realizar el monitoreo de uno o dos días muestra dentro de las temporadas extremas del clima del lugar identificando velocidad y dirección del viento y comparándolas con las condiciones del clima del exterior con las que se puede apoyar de la estación meteorológica más cercana o de preferencia o idealmente con una estación que se coloque en el mismo sitio pero que pueda captar los vientos que prevalecen en el predio en cuestión.

Los resultados del análisis deben registrarse en plano indicando las velocidades y dirección del viento de los distintos locales, corredores, patios, o fachadas que lo rodeen.

### Ruido (ambiente sonoro)

El sonido es una vibración que se propaga por un medio, en este caso el aire, y que es percibido por el sentido auditivo del ser humano. El ser humano interpreta tales sonidos de dos maneras: la primera como señales, es decir como sonidos que le transmiten información útil; el segundo como ruido, el que transmite sonidos indeseables, ya sea porque transmiten información no deseada, o porque interfieren la audición de señales por su intensidad o frecuencia.

El objetivo principal del análisis con respecto al ambiente sonoro de un edificio es el de conocer el aislamiento acústico que pueden presentar los locales con respecto al exterior y expresar si los niveles sonoros o el aislamiento del mismo le permiten a un local desarrollar determinado tipo de actividades o si éstos requieren de algún tratamiento para poder llevarlas a cabo de manera cómoda.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

La comodidad acústica podemos definirla como una sensación subjetiva de bienestar referida por cada individuo; ésta depende de la actividad que realice el individuo, del momento y el lugar determinado donde se encuentre.

Al no ser un ambiente sonoro adecuado para la actividad del o los ocupantes del espacio éste produce una sensación de incomodidad acústica; que como menciona Manuel Martín Monroy y otros “además de generar un malestar orgánico, puede ser una interferencia mental que produzca un malestar intelectual y, finalmente, una alteración emocional. Los efectos conjuntos pueden alterar seriamente la salud, en su sentido más amplio.”<sup>169</sup>

Por lo tanto se debe buscar el control de los niveles de ruido. Esto se promueve por medio del aislamiento acústico; éste se determina por los niveles máximos de inmisión de ruidos que proceden de una fuente exterior y el control de los ruidos que provienen de fuentes sonoras del interior y así garantizar que la calidad de las señales acústicas sean transmitidas sin interferencias; esto se obtiene por medio del acondicionamiento acústico que se apoya con las instalaciones de megafonía, el tiempo de reverberación y la adecuada difusión de las señales sonoras en el edificio o locales.

Para poder identificar el grado de molestia que puede sentir una persona con respecto al ruido es necesario identificar los elementos de los que depende esta condición; éstos se pueden dividir en características físicas, no físicas y las que dependen del individuo.

Tabla 17 Características que determinan el grado de molestia sonora en el individuo

Características físicas del sonido	Nivel acústico (dBA) Espectro de frecuencias Variabilidad temporal
Características no físicas del sonido	Contenido de información Predictibilidad
Características del individuo	Necesidad de aislamiento Necesidad de concentración Actitud

Fuente: Manuel Martín Monroy<sup>170</sup>

También se puede precisar que el factor más importante dentro de éstos es el nivel acústico (dBA) el que determina la molestia y “el nivel admisible será siempre relativo a las características del

<sup>169</sup> Manuel Martín Monroy, et. Al., Manual del Ruido, Op cit p.35

<sup>170</sup> Ibidem p.36

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

individuo y a la actividad realizada.”<sup>171</sup> Estos se pueden calcificar en tres tipos, Niveles acústicos peligrosos, niveles de ruido respecto a las señales y niveles de ruido incompatibles.

Estos se caracterizan, en primer lugar por el daño físico que pueden generar en el aparato audible del ser humano; en segundo lugar los que sobrepasan los niveles de las señales e interfieren en la transmisión de información del emisor al receptor y finalmente los que son incompatibles con la actividad que se está realizando, como puede ser dormir, descansar o concentrarse.

En la vida diaria nos encontramos con diferentes niveles acústicos que Martin Monroy identifica de la siguiente manera para entender la escala.

Niveles dBA	Ambientes característicos	Valoración típica
140	Avión a reacción despegando (próximo)	Lesión física
130	Reactor a 50 metros	Insoportable
120	Claxon de automóvil (próximo)	Comienzo del dolor
110	Concierto de rock	Extremadamente fuerte
100	Sierra eléctrica o martillo neumático	Muy fuerte
90	Carretera con tráfico pesado	Muy molesto
80	Calle con tráfico normal	Molesto
70	Restaurante lleno	Ligeramente molesto
60	Conversación frente a frente	Poco tranquilo
50	Sala de estudio	Tranquilo
40	Sala de estar tranquila	Muy tranquilo
30	Dormitorio tranquilo	Silencioso
20	Ruido en el campo normal	Muy silencioso
10	Ruido en el desierto	Silencio casi total
0	Cuevas	Silencio total

Tabla 18 Niveles Acústicos

Fuente: Manuel Martin Monroy, Manual del Ruido. P.38

### Método

Para realizar el análisis será necesario un sonómetro integrado que pueda evaluar los niveles acústicos en decibeles y octavas.

Para el registro de los datos se debe tener una tabla de registro donde se expresen la información de fecha y hora de registro, niveles acústico expresado en dB, además de los datos del local donde se está tomando la lectura, un croquis de su localización y dimensiones, ubicación y dimensiones de vanos y un espacio para anotar observaciones.

**La toma de lectura** de los niveles acústicos se realiza en períodos cortos de dos a tres minutos, de tal manera que se puedan identificar las variaciones y el nivel más alto que pueda detectarse. Es necesario determinar las lecturas que puedan realizarse durante un día, ya que las variaciones de

<sup>171</sup> Manuel Martín Monroy, et. Al., Manual del Ruido, Op cit p.41

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

acuerdo al uso del edificio y a las variaciones del fenómeno en el entorno son variables. Es recomendable, en un primer experimento, realizar los muestreos cada hora, parámetro que podrá identificar las horas pico de ruido de inmisión que permea en el local. Todas las lecturas que se realicen dentro de los locales del edificio deben estar referenciadas con la toma de lecturas de la fuente sonora, como pudiera ser la calle y el ruido del tráfico.

Sonido (Db) Mín.						
Hora	Patio	Corredor Poniente	Crujía Sur sala	Crujía Poniente habitación	Crujía Norte Cocina	Exterior
09:00		64	56	56	53	90
10:00	63	65	55	59	48	90
11:00	67	65	58	55	48	90
12:00	68	66	62	51	59	90
13:00	62	66	64	53	54	90
14:00	62	61	56	56	54	90
15:00	66	68	68	53	51	90
16:00	67	67	58	55	54	90
17:00	58	63	58	52	50	90
18:00	62	66	59	56	53	90
19:00	65					

Tabla 19 Niveles acústicos en una vivienda del centro histórico de Morelia

Fuente: Elaboración del autor.

Como ejemplo podemos apreciar la tabla anterior en la cual se expresan los niveles acústicos detectados en cada local y se refieren también a los niveles del exterior. Dentro de la tabla podemos apreciar que los niveles acústicos son de hasta 40 dB más bajos en los locales norte, que se encuentra al fondo del predio y los más descubiertos, como el patio y el corredor sólo disminuyen alrededor de 30 a 25 dB.

### El método aplicado de análisis

Para realizar el análisis completo podemos resumir el método en los siguientes pasos:

- Monitoreo continuo de las variantes climatológicas del exterior (intervalo de 1 hora)
- Monitoreo continuo de temperatura y humedad relativa en dos temporadas (intervalo de 1 hora)
- Monitoreo de un día muestra de las variables ambientales, (de preferencia cada una o dos horas durante un lapso de las 24 horas de:
  - Iluminación
  - Ventilación
  - Calor y humedad
  - Ruido
- Monitoreo de temperatura radiante de las superficies de los locales (termómetro laser, cámara de infrarojos)
- Así como comparar los mismos con las condiciones climáticas prevalecientes durante el monitoreo de los anteriores

- 2) Análisis del ambiente interior
  - a) Diagnóstico
    - i) Iluminación
    - ii) Calor
    - iii) Humedad Aire
    - iv) Ruido

**Monitoreo continuo de las variantes climatológicas del exterior (intervalo de 1 hora)**

Este se puede realizar por medio de una estación meteorológica que esté funcionando continuamente durante el análisis tanto de un día típico como de las dos temporadas extremas del clima del lugar. Existen estaciones meteorológicas en la mayoría de las ciudades de la República Mexicana, sin embargo contar con una microestación para el monitoreo resultaría ser de gran ayuda ya que podremos conocer los valores de las variantes más próximos a nuestro edificio colocándola en un lugar cercano o en la cubierta.

Si podemos contar con la microestación meteorológica es recomendable colocarla en un lugar que no presente obstrucciones para recibir los vientos dominantes o sombras que impidan la lectura de la radiación solar.

La microestación se deberá programar para tomar los valores cada hora, ya que éste será el intervalo de los demás aparatos.

**Monitoreo continuo de temperatura y humedad relativa horaria en dos temporadas**

Se seleccionan las dos temporadas extremas del clima en la localidad donde se encuentre nuestro edificio; éstas pueden determinarse revisando las normales climatológicas y observando los fenómenos que en ellas se muestran. Como ejemplo pongamos a Morelia; las temperaturas extremas son en enero la más baja y en mayo la más alta. Por lo tanto se realizara un monitoreo continuo hora con hora en estos dos meses; estos datos servirán para calcular un día típico del mes de mayo y un día típico para el mes de enero.

El cálculo de un día típico servirá para determinar el grado de confort que pueden presentar los locales del edificio en cuestión; en base a éso se podrán determinar las necesidades de climatización de cada local o del edificio en general y proponer estrategias de climatización.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Para calcular el día típico podremos utilizar las tablas de Excel anexas, en ellas el cálculo de la temperatura de confort está dada por la fórmula propuesta por Mauricio Roriz, para el vaciado de datos, que finalmente podrán expresarse de la siguiente manera:

Tabla 20 Día típico (horario) y límites de confort en enero planta baja

Temp. media de enero		15.8	Humphre	20.34															
TEMPERATURA					Patio				Corredor				Crujía Ote		Crujía Pte		Exterior (Micro)		
Hora	EXT (Calc.)	Corredor	Crujía Ote	Crujía Pte	Exterior (Micro)	LIM SUP CONF	LIM INF CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -		
00:00	11.48	16.96	19.18	20.45	13.30	19.295	14.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.153	0.000	0.000	0.991
01:00	10.60	16.58	19.16	20.44	12.53	18.941	13.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.221	0.000	1.494	0.000	0.000	0.000	1.412	
02:00	9.86	16.27	19.15	20.37	11.84	18.645	13.645	0.000	0.000	0.000	0.000	0.506	0.000	1.729	0.000	0.000	0.000	1.808	
03:00	9.24	15.99	19.11	20.34	11.35	18.398	13.398	0.000	0.000	0.000	0.000	0.716	0.000	1.939	0.000	0.000	0.000	2.049	
04:00	8.73	15.71	19.05	20.31	10.68	18.194	13.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.858	0.000	2.118	0.000	0.000	0.000	2.511	
05:00	8.31	15.45	19.03	20.30	10.26	18.028	13.028	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	2.272	0.000	0.000	0.000	2.767	
06:00	7.98	15.19	19.02	20.28	9.93	17.894	12.894	0.000	0.140	0.000	0.000	1.122	0.000	2.382	0.000	0.000	0.000	2.963	
07:00	6.93	14.98	18.98	20.23	9.55	17.476	12.476	0.000	0.000	0.000	0.000	1.502	0.000	2.751	0.000	0.000	0.000	2.930	
08:00	9.38	14.83	18.93	20.31	10.04	18.456	13.456	0.000	0.626	0.000	0.000	0.473	0.000	1.856	0.000	0.000	0.000	3.416	
09:00	13.44	14.96	19.10	20.30	12.08	20.079	15.079	0.000	1.212	0.000	0.118	0.000	0.000	0.222	0.000	0.000	0.000	2.998	
10:00	17.65	15.43	19.39	20.45	15.59	21.763	16.763	0.000	1.204	0.000	1.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.175	
11:00	21.12	16.05	19.47	20.51	18.35	23.150	18.150	0.000	0.817	0.000	2.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
12:00	23.46	16.64	19.56	20.67	20.12	24.086	19.086	0.000	0.223	0.000	2.443	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
13:00	24.64	17.18	19.66	20.74	21.40	24.557	19.557	0.000	0.000	0.000	2.378	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
14:00	24.80	17.69	19.71	20.83	22.74	24.624	19.624	0.000	0.000	0.000	1.931	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
15:00	24.19	18.06	19.60	20.85	22.81	24.378	19.378	0.000	0.000	0.000	1.316	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
16:00	23.03	18.13	19.50	20.78	22.84	23.914	18.914	0.000	0.000	0.000	0.780	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
17:00	21.54	18.17	19.41	20.73	22.04	23.318	18.318	0.000	0.000	0.000	0.146	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
18:00	19.89	18.09	19.35	20.63	20.41	22.657	17.657	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
19:00	18.20	17.91	19.32	20.55	18.72	21.984	16.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
20:00	16.58	17.77	19.31	20.55	17.64	21.335	16.335	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
21:00	15.07	17.63	19.29	20.55	16.56	20.732	15.732	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
22:00	13.71	17.42	19.27	20.51	15.45	20.188	15.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.320	0.000	0.000	0.000	0.000	
23:00	12.52	17.24	19.25	20.47	14.36	19.709	14.709	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.763	0.000	0.000	0.000	0.352	
Prom.	15.52							0.000	4.223	0.000	12.551	6.400	0.000	19.000	0.000	0.000	0.000	25.372	
	Deficit	Superávit	Horas laborales																

Fuente: Elaboración del autor, A partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz.

**Monitoreo de un día muestra de las variables ambientales**

El análisis de un día típico se realiza un día al azar dentro de los meses que se han seleccionado para realizar los análisis continuos de las temporadas extremas.

Se debe programar la visita en un día bajo las condiciones normales de uso, de tal manera que se puedan conocer las variables ambientales con el edificio en funcionamiento, es decir, donde intervienen agentes modificadores como aparatos eléctricos en uso, computadoras, luminarias, televisores, radios, grabadoras, etc.; personas circulando o realizando actividades, ventanas y puertas en uso, plantas o elementos de agua: fuentes funcionando o estanques; e incluso en días hábiles en que los elementos del entorno también afecten el ambiente interior del edificio.

En caso de que el edificio esté abandonado o no esté en condiciones de uso, el estudio ambiental sigue siendo válido y no debe detenerse; para tal caso es necesario mencionarlo en el análisis y

diagnósticos del edificio pues las variables serán menos, pero deberán considerarse para las propuestas de uso y acondicionamiento ambiental.

Ya que se ha seleccionado la fecha del estudio ambiental se seleccionan los espacios donde se harán los experimentos de medición ambiental.

Selección de los espacios. La selección de los espacios se realiza con la finalidad de tener los espacios que puedan representar la mayor parte del edificio, con los que podamos conocer el comportamiento de todos los espacios del edificio sin tener que hacer el análisis de todos los espacios con que cuente el edificio.

**El desarrollo del monitoreo.** Para desarrollar el método de análisis será necesario contar con aparatos de monitoreo de las variables que sean confiables y puedan mostrar datos objetivos en un tiempo inmediato. Los aparatos necesarios son: monitores de temperatura y humedad (termo higrómetros), aparatos de medición de luz (luxómetros), aparatos para la medición del sonido (sonómetro) y un aparato o los elementos para medir la velocidad y dirección del viento (anemómetro).

- **Iluminación**

El análisis de la iluminación se realiza en intervalos de una hora, preferentemente, para conocer las condiciones de iluminación natural que prevalecen en los locales que se desea conocer. Para ésto es necesario realizar toma de lecturas de la iluminación en varios puntos de cada uno.

Dividirlos en sectores puede ser una opción de tal manera que tengamos una división de espacios uniformes y nos permita conocer las variaciones de acuerdo a la ubicación en el local con respecto de los vanos que permiten la iluminación natural, puertas, ventanas, etc.

Se toman lecturas con el luxómetro de mano en cada punto, anotando los datos de cada punto para compararlos con los de las horas anteriores y posteriores e identificar las condiciones de confort de acuerdo a la actividad que se realice. Se compararán con los datos de las condiciones lumínicas del exterior. Estas se irán anotando cada hora en una hoja de registro con un croquis de la ubicación de cada punto. Se debe considerar la actividad que se realice y si los parámetros de iluminación deben ser tomados a nivel de piso, de escritorio o altura preferente para que se pueda realizar determinada actividad.

## Diagnóstico

Para presentar los resultados del análisis de las condiciones de iluminación se podrá mostrar con tablas y gráficas, así como la referencia planimétrica que permita entender el comportamiento de la iluminación del edificio para poder proponer sistemas de iluminación auxiliares cuando se requieran o determinar lo apropiado que pueda ser para realizar determinadas actividades.

### ○ **Ventilación**

Para el análisis de la ventilación deberemos tener un anemómetro de mucha precisión, pues generalmente la ventilación dentro de los locales puede ser casi imperceptible por su baja velocidad. Sin embargo para conocer la velocidad y dirección del viento es posible realizarlo basándonos en la escala de Beaufort, pues se menciona en ella que la velocidad entre 2 y 5 km/h del viento puede ser suficiente para mover el humo, y entre 0 y 1 km/h el humo es ascendente vertical. Si no contamos con un anemómetro preciso que nos permita las condiciones de ventilación podemos apoyarnos de un incienso para detectar la dirección y la presencia de ventilación en los locales.

Los datos que se puedan obtener del análisis se irán anotando en la ficha de registro cada hora, sería conveniente que el grupo de trabajo pueda trabajar simultáneamente tanto en el interior como en el exterior de los locales, de tal manera que podamos conocer de donde proviene y hacia donde se dirigen los vientos que corren por los locales. Así los datos que se obtengan pueden ser expresados en plano con la dirección y velocidades del viento dominantes, y las horas en las que se aprecia su mayor y menor intensidad.

Es recomendable que los análisis se realicen en el centro de los locales y en los vanos que permiten la ventilación.

## Diagnostico

Para presentar los resultados del análisis de la ventilación es conveniente realizarlo en planos apoyados con simbología, tablas y gráficas que puedan expresar velocidades y dirección del viento predominante en los espacios que se han analizado; los datos dentro de las tablas y gráficas se compararán con la dirección y velocidad del viento registradas en el exterior del edificio.

Los datos deben reflejar las horas y de mayor y menor ventilación así como la dirección y circulación de los vientos; dentro de estos se podrá detectar por donde entra y hacia dónde se dirige el aire que fluye en el edificio.

- **Calor y humedad**

Para conocer estas variables ambientales es necesario contar con un termohigrómetro que pueda tomar datos de temperatura y humedad relativa de manera instantánea para poder obtener resultados en seguida e ir anotándolos cada hora junto con las otras variables; estas se deben tomar a una altura normal del pecho a la cabeza del cuerpo humano y al centro del espacio que se está analizando. Los datos obtenidos se podrán referenciar con los datos del exterior, ya sea de la estación meteorológica o de nuestros monitores de temperatura y humedad que estén registrando estas variables en el exterior.

Los datos obtenidos se podrán comparar con las temperaturas de confort calculadas o referidas dependiendo del tipo de actividad que se desarrolle en el espacio dado.

La temperatura de los locales puede ser afectada por diversos factores entre ellos los factores materiales del edificio, es decir sus elementos arquitectónicos. La ganancia térmica del ambiente del edificio tiene que ver, en parte por los materiales y sistemas constructivos, pues éstos representan el aislamiento del espacio.

Para poder conocer el aislamiento que controla la ganancia térmica es necesario conocer la inercia térmica o retardo que generan los materiales y los sistemas constructivos de los elementos de la envolvente, es decir muros, losas y el piso mismo.

Para conocer la ganancia térmica por medio de la envolvente es necesario realizar un registro de las temperaturas tanto del interior como del exterior de los materiales que conforman la envolvente. Para efectuar dicho registro, que pudiera realizarse con otros elementos, hemos propuesto el uso de termómetros laser y cámara infraroja, pues estos elementos permiten conocer la temperatura de los materiales en tiempo real de la temperatura a la que pueden llegar los materiales por medio de la radiación solar y la que emiten en el interior de los espacios.

Se deberá tomar una lectura en el interior y otra por el exterior del muro o losa, y referirlo con las temperaturas tanto del interior como del exterior del aire.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Se debe procurar tomar simultáneamente las temperaturas de materiales, con termómetro, cámara térmica y la temperatura del ambiente con el termohigrómetro. Estas se pueden tomar al centro de los elementos arquitectónicos en cuestión y anotarlos cada hora para conocer la variación de los mismos con respecto a la variación de las temperaturas ambientales.

### Diagnóstico

Para presentar los resultados del análisis se deberá realizar por medio de gráficas, tablas y referencia de croquis o plano de los datos obtenidos con las horas de confort y discomfort dentro del edificio en cada espacio.

Los datos del análisis podrán determinar cuánto pueden influir los materiales y sistemas constructivos para regular el clima del lugar y si éstos requieren de algún tratamiento para mejorar el aislamiento o la ganancia térmica; así mismo se podrán determinar las necesidades de climatización que requiera de acuerdo a la actividad que se desarrolle o se pretenda desarrollar.

#### ○ **Ruido**

Es necesario el aparato sonómetro integrado que permita conocer los niveles de sonido en decibeles dB de preferencia uno portátil que pueda ser trasladado de un local a otro, si podemos contar con dos sonómetros podremos realizar lecturas simultáneas en el exterior y en el interior del edificio, para conocer el aislamiento que generan los materiales y sistemas constructivos en conjunto con la distribución y ubicación de los locales.

Conocer estas variaciones nos permitirá determinar los locales más propicios para determinadas actividades como descanso y concentración en contraste con actividades de esparcimiento, diversión o actividades que produzcan niveles sonoros más altos.

Los datos se obtendrán cada hora, y habrá que registrarlos en la tabla hecha ex profeso para esto. Los datos de las mediciones deberán comparar los datos del exterior con los datos del interior y posteriormente se debe obtener el dato de aislamiento.

### **Diagnóstico**

La presentación de resultados podrá realizarse en tabla y plano que nos permita conocer los niveles de ruido que pueden prevalecer en cada local del edificio analizado durante un día normal, lo que permitirá saber qué tipo de actividad puede desarrollarse en cada local y en el edificio mismo sin

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

ser acondicionado, o las necesidades de acondicionamiento para alcanzar los niveles deseados de aislamiento acústico.

Dentro de la tabla de registro del ambiente acústico es preciso anotar bajo qué condiciones se realizó el estudio, es decir, si las ventanas y puertas se mantuvieron cerradas o abiertas, de qué material son y si tiene alguna característica que deba ser tomada en cuenta por afectar en el aislamiento acústico, así como las fuentes de ruido de las que se pretende aislar el local o edificio.

Para la toma de lecturas de las diferentes variables se propusieron varias tablas contenidas en el Anexo, éstas servirán para realizar el trabajo de campo del registro donde se ordena la información de manera que se pueda hacer más fácil su lectura y su análisis.

En el diagnóstico se deberán describir tanto los resultados de los análisis como su comparación con los parámetros de comodidad que se han mencionado; los que se puedan investigar con mayor detalle. De acuerdo a éstos se podrán determinar qué tan adecuados son los espacios para desarrollar las actividades a las que están asignados en el presente o las actividades que se proponen e incluso determinar cuáles son las actividades más adecuadas para asignar a cada espacio o al edificio en general.

El número de personas o capacidad de carga de un espacio podrá estar determinado por la ergonomía del espacio, así como por la capacidad de renovación del aire y el aporte higrotérmico que éstas puedan generar de acuerdo a la actividad que estén desarrollando.

La iluminación también dependerá tanto de la posibilidad de iluminar el espacio como de las necesidades de iluminación que requiera determinada actividad. Como lo será también en las condiciones de ruido.

### **III. Aplicación de la metodología.**

*Caso de estudio*



## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

En este apartado se desarrolla la aplicación de la metodología propuesta para el análisis ambiental. Se abordan desde los aspectos generales de localización y clima hasta particularizar en los aspectos más específicos que afectan los materiales y los sistemas constructivos usados en el edificio y su efecto en las condiciones ambientales internas.

### Localización

Dentro del estado de Michoacán, en la parte norte del mismo se encuentra la ciudad de Morelia, al centro occidente del país. (Fig 1) se localiza en la Latitud norte a  $19^{\circ}42'$  y en la longitud  $101^{\circ}11'$  oeste, a una altitud de 1903 msnm.

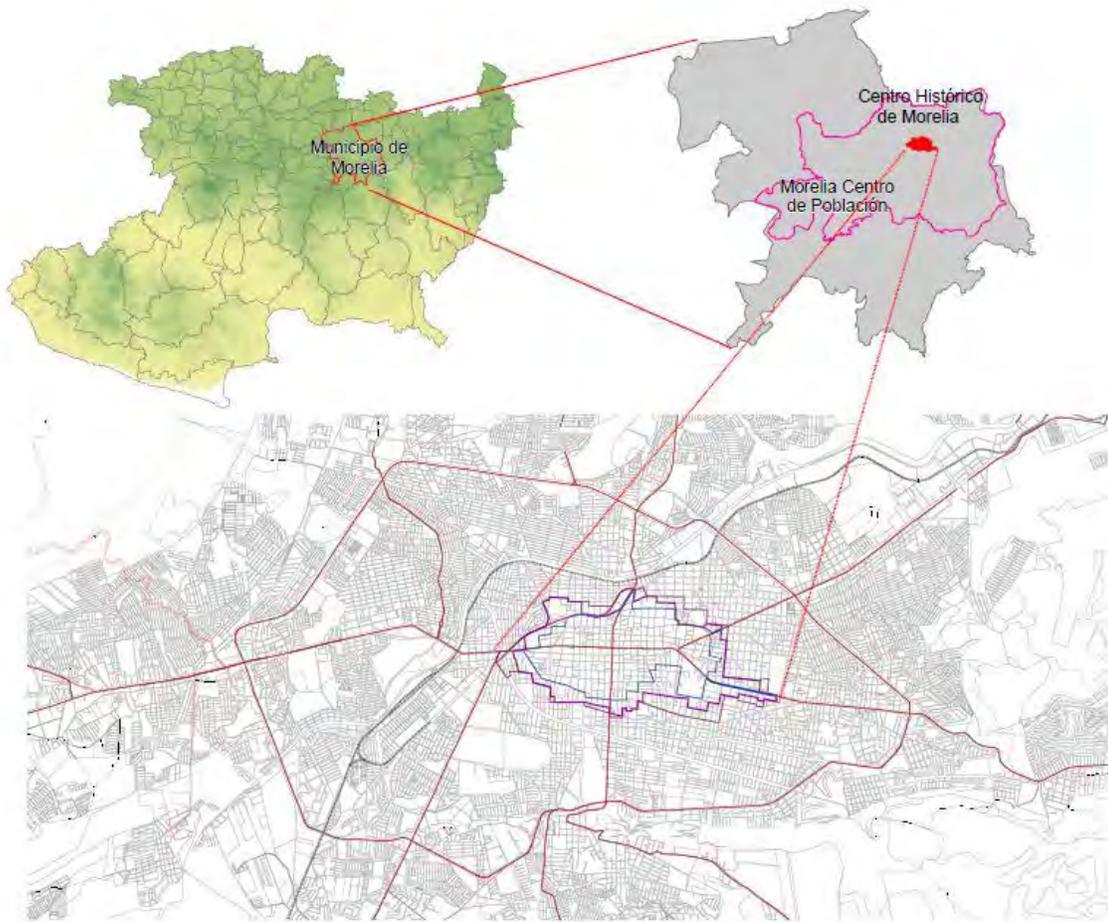


Figura 4 Localización de Morelia y su centro histórico.

Fuente: Programa Parcial de desarrollo urbano del centro histórico de Morelia Plano A-2



## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

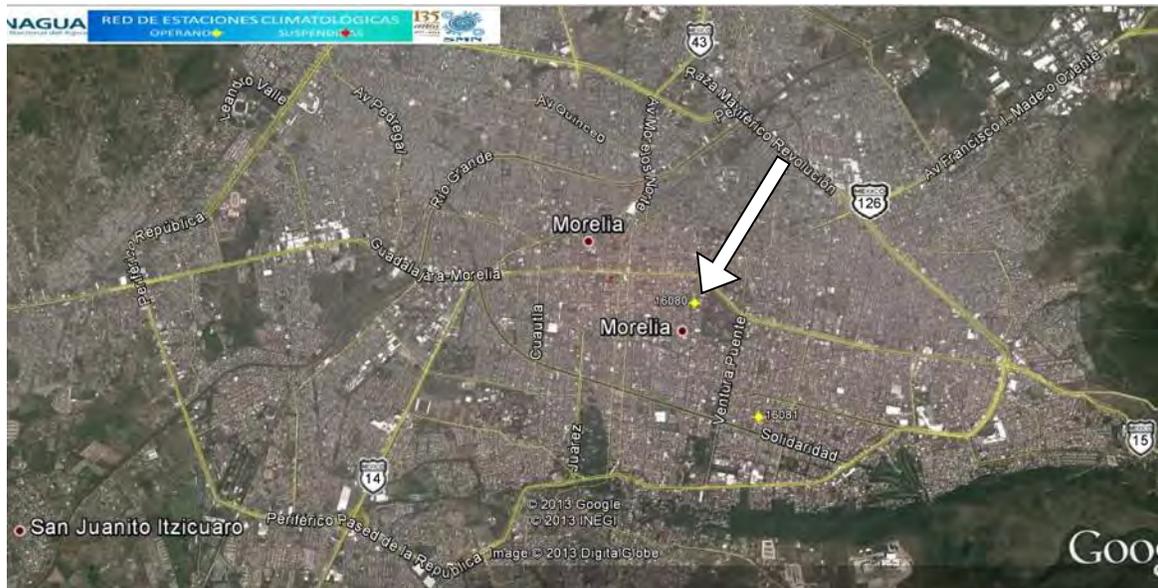


Figura 6 Localización de las estaciones meteorológicas en Morelia  
Fuente: Google maps 2013.

En cuanto a la información que se puede obtener del sitio Google Maps<sup>172</sup> alimentado con datos de la Comisión Nacional del Agua y el Servicio Meteorológico Nacional, muestra tres normales climatológicas; la primera muestra datos de las normales entre los años 1951-2010, la segunda de 1971-2000 y una tercera de 1981-2010; hemos de considerar esta última como la que será utilizada para realizar los cálculos de la gráfica de confort por su proximidad a las fechas del estudio; podrán brindar datos más actuales.

La temperatura media anual es de 18.9°C y su oscilación térmica media anual de 5.9°; la humedad relativa media anual es de 57.38%. La precipitación total anual de 754.9 mm y la radiación solar media anual es de 5.6 Kwh/M2-día. La característica de los vientos que son moderados del sur (Sur suroeste).

Dirección y velocidad del viento

<sup>172</sup> Googlemaps muestra información de la ubicación de las estaciones meteorológicas, de las activas y de las suspendidas de las cuales se pueden obtener las normales climatológicas provenientes de Conagua y el Servicio Meteorológico Nacional. Imagen tomada de Google maps  
<https://maps.google.com/maps?f=q&source=embed&hl=es&geocode=&q=http://smn.conagua.gob.mx/climatologia/normales/estacion/EstacionesClimatologicas.kmz&sl=51.289954,0.48126&ssp=1.277966,2.458191&ie=UTF8&t=f&ecpos=24.80805605,-101.74817558,3614699.55,-2.041,0.424,0&ll=25.048525,-101.757635&spn=31.280665,56.162109&z=4>  
[23/01/2014 20:30]

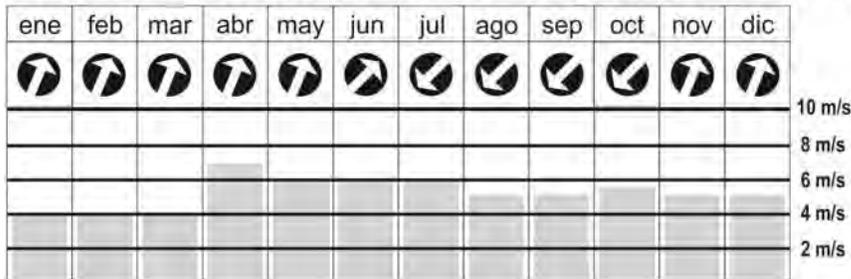
**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

El movimiento del viento es uno de los aspectos que definen las aberturas de vanos y cerramientos para una edificación, siendo que estos son los que pueden propiciar la ventilación o inhibir su intrusión. El conocimiento de éstos también influye en la decisión de orientar el edificio.

Durante el año los vientos tienen distintas direcciones incluso durante el día cambian de dirección, pero existen vientos que predominan durante el día, durante el mes y durante el año. Para Morelia los vientos se pueden expresar de la siguiente manera:

Entre noviembre y junio los vientos dominantes provienen del noreste con velocidades entre los 4 y 6 m/s excepto abril que puede presentar hasta 7 m/s; y en los meses de julio a octubre los vientos dominantes provienen del suroeste con velocidades promedio entre los 5 y 6 m/s.

Tabla 21 Vientos dominantes para la ciudad de Morelia  
**Dirección y velocidad de viento predominantes**



Fuente: Elaboración del autor.

**Precipitación pluvial**

Uno de los elementos fundamentales para el diseño de las cubiertas es sin duda la precipitación pluvial puesto que de su abundancia o escasez así como de sus fenómenos similares como lo son el granizo o las nevadas determinan el tipo de cubiertas que se debe utilizar. Otro de los factores que se consideran en algunos casos es la captación de lluvia para su uso.

La precipitación pluvial de la ciudad de Morelia de acuerdo a la normal climatológica de la estación: 00016080 MORELIA (OBS) del período 1981- 2010 se presenta de la siguiente manera:

En el mes de diciembre la presencia de ésta es casi nula, es hasta enero que puede presentarse hasta 20 mm, de febrero a abril la presencia de este fenómeno es casi nula, en mayo comienza a presentarse esporádicamente; y finalmente la temporada de mayor presencia del fenómeno es entre junio y septiembre siendo la mayor cantidad en julio y agosto con 160 mm y con poca presencia en octubre, alrededor de 50 mm.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Tabla 22 Precipitación anual para Morelia;

Precipitación pluvial											
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
16.20	6.10	9.10	11.20	42.90	138.30	184.40	162.40	132.20	53.60	11.00	5.60

Fuente: Elaboración del autor con datos tomados de la normal climatológica de la estación : 00016080 MORELIA (OBS) en el periodo 1981-2010

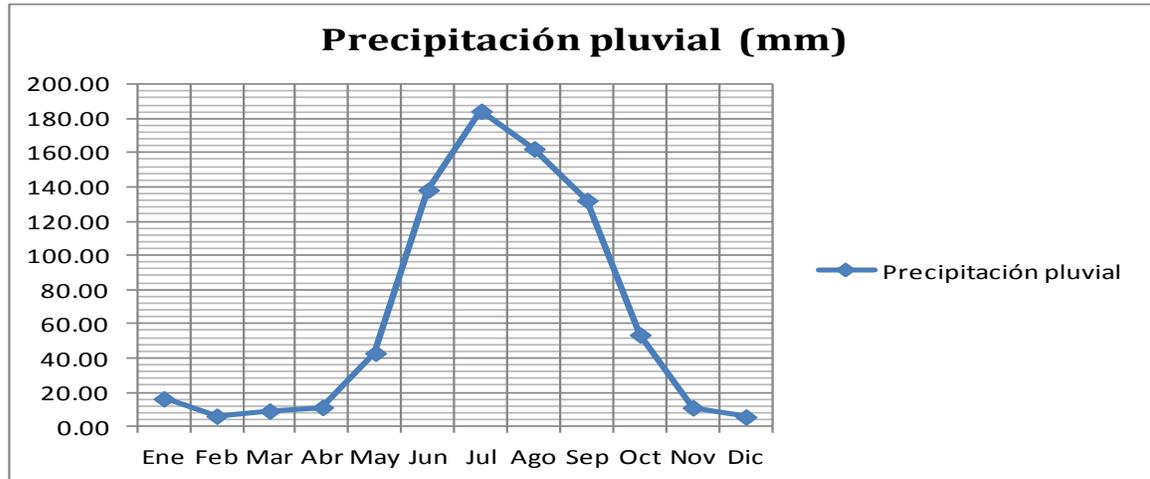


Figura 7 Gráfica de precipitación pluvial anual para la ciudad de Morelia Fuente: Elaboración del autor con datos tomados de la normal climatológica de la estación : 00016080 MORELIA (OBS) en el periodo 1981-2010

### Temperatura

De entre los factores exteriores al cuerpo que influyen en la percepción del confort térmico de las personas son: temperatura, radiación solar y efectos del viento.

La temperatura media anual de la ciudad de Morelia, tomada de la normal climatológica del Servicio Meteorológico Nacional en la estación 00016081 MORELIA (OBS) en el período 1981-2010, lo determina como 18.7 °C.

Las temperaturas son:

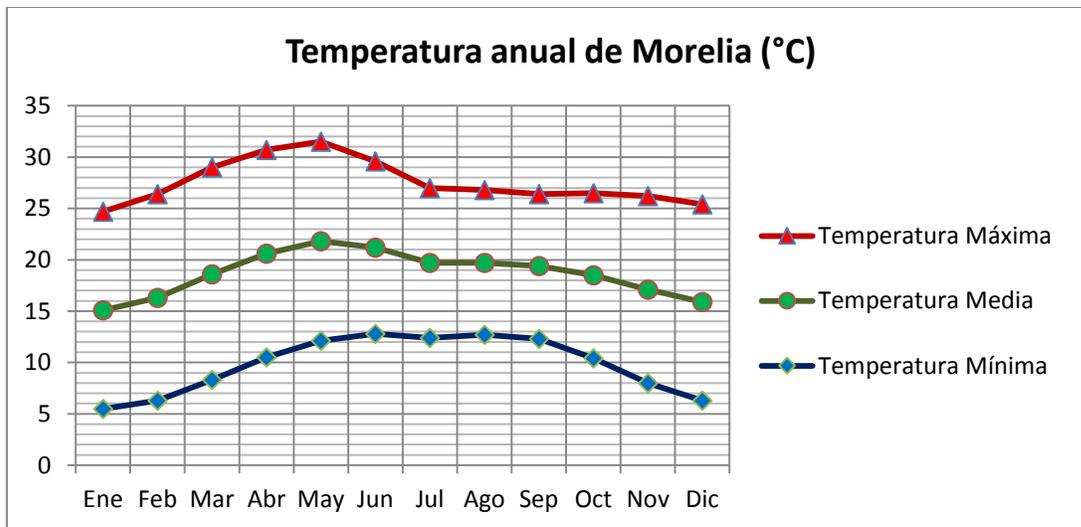
**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 23** Temperaturas máximas, mínimas y media de Morelia

Temperatura Máxima												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
24.7	26.4	29	30.7	31.5	29.6	27	26.8	26.4	26.5	26.2	25.4	
Temperatura Media												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
15.1	16.3	18.6	20.6	21.8	21.2	19.7	19.7	19.4	18.5	17.1	15.9	
Temperatura Mínima												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
5.5	6.3	8.3	10.5	12.1	12.8	12.4	12.7	12.3	10.4	8	6.3	

Fuente: Elaboración del autor con datos tomados de la normal climatológica de la estación : 00016080 MORELIA (OBS) en el periodo 1981-2010

Que se pueden expresar en gráfica, para poder apreciar su oscilación, de la siguiente manera:



**Figura 8** Gráfica de temperaturas máximas, medias y mínimas históricas de la ciudad de Morelia

Fuente: Elaboración del autor con datos tomados de la normal climatológica de la estación : 00016080 MORELIA (OBS) en el periodo 1981-2010

**Humedad**

La humedad, así como la temperatura y con la velocidad del viento son factores que influyen en la percepción de confort, este dato no se presenta en los datos de la normal climatológica, para lo cual se recurrió a la ayuda de una tabla de cálculo de medias horarias calculada con las temperaturas extremas de Morelia, la altitud y la latitud de su ubicación.

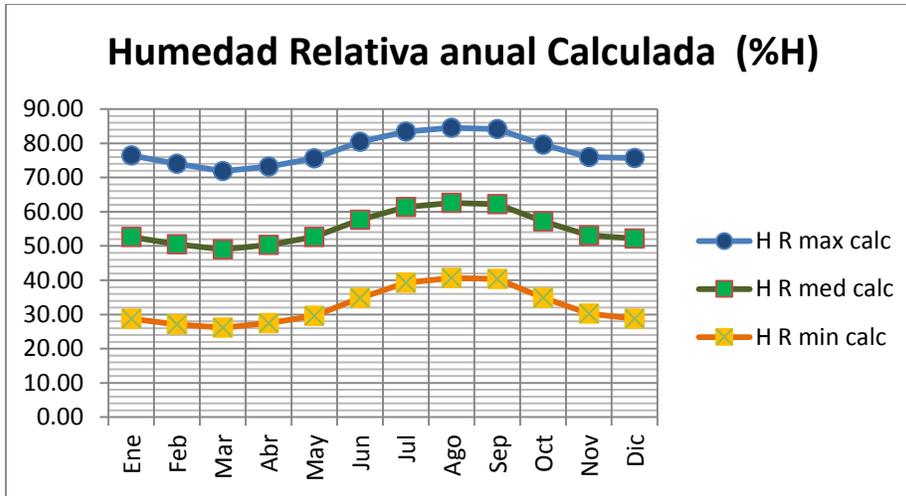


Figura 9 Gráfica de Humedad Relativa calculad máxima, Media y mínima anuales para la ciudad de Morelia  
 Fuente: Elaboración del autor con datos tomados de la normal climatológica de la estación : 00016080 MORELIA (OBS) en el periodo 1981-2010

**Asoleamiento**

Conocer la trayectoria solar nos permite identificar la inclinación de los rayos solares para poder aprovechar o proteger los espacios de estos. Es parte también de la orientación que este aspecto debe ser considerado puesto que para la localización en cuestión las necesidades de ventilación y de ganancias de calor se hacen presentes en dos temporadas distintas.

Para invierno es necesaria la radiación solar para propiciar las ganancias de calor y para el verano son necesarios elementos de enfriamiento que pueden resolverse por medio de ventilación o sombreado.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

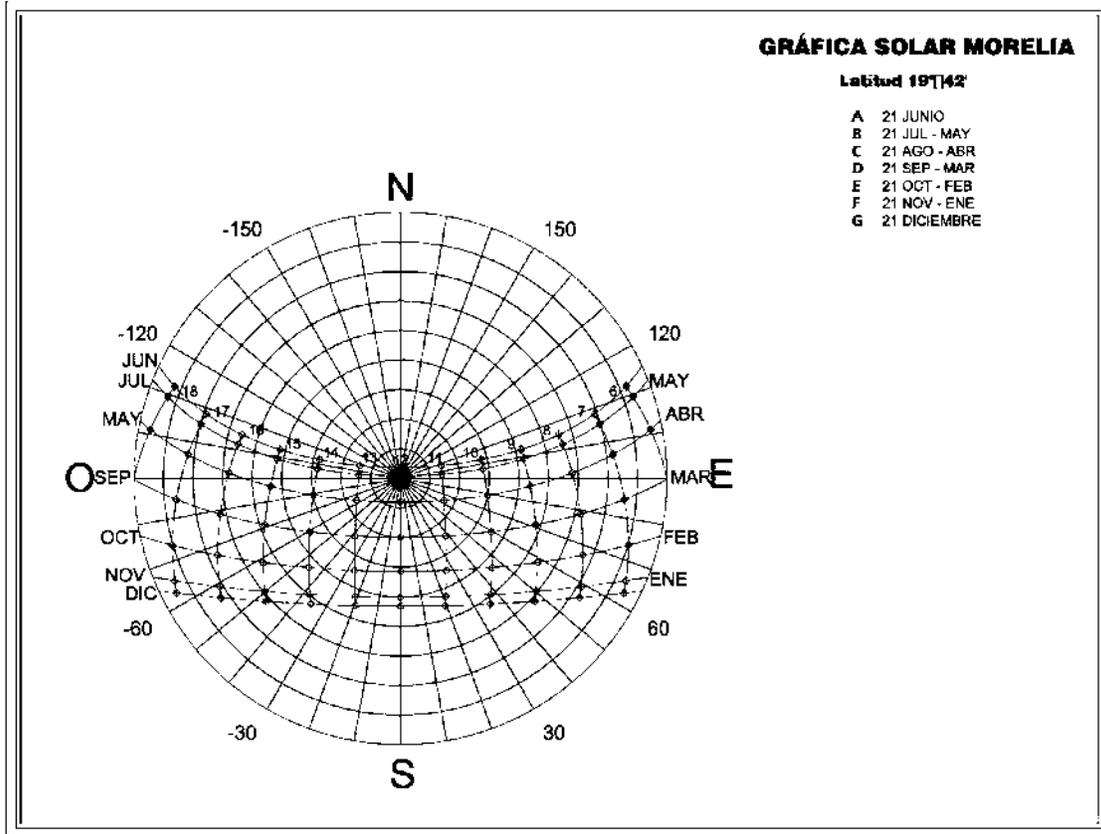


Figura 10 Gráfica de asoleamiento para Morelia  
Fuente: generado por el programa Solea

Hotel Casa Limonchelo





### Hotel Casa Limonchelo.

Es una vivienda a patios la cual ya ha sido intervenida anteriormente, y en la actualidad cuenta con dos locales en la fachada y el resto de la casa es de uso habitacional, comercial siendo usado en la planta baja para el hospedaje y en la crujía norte, siendo la única que tiene dos niveles; en la planta alta se encuentra la vivienda del dueño del hotel donde habita su familia.

La ubicación del predio es en el centro histórico de la ciudad de Morelia dentro del perímetro de la zona de monumentos. Ubicado en la parte oriente del centro histórico se encuentra entre las calles Sánchez de Tagle e Isidro Huarte. El edificio está emplazado en un terreno alargado con orientación norte sur; se accede al edificio por la parte norte sobre la Avenida Madero.



Figura 11 Ubicación del predio, Hotel Casa Limonchelo.

Fuente: Imagen tomada del Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Centro Histórico de Morelia, Modificado por Tello Rodríguez

El edificio tiene dos patios, el primero rodeado por pórticos y crujías en tres de sus lados, siendo el lado poniente el que carece de crujía, y de este mismo lado tiene un pequeño jardín a lo largo de este muro. El segundo patio igualmente tiene tres crujías con la diferencia que el muro que carece de ésta es el que se orienta al sur siendo un muro de colindancia con el patio del predio posterior.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

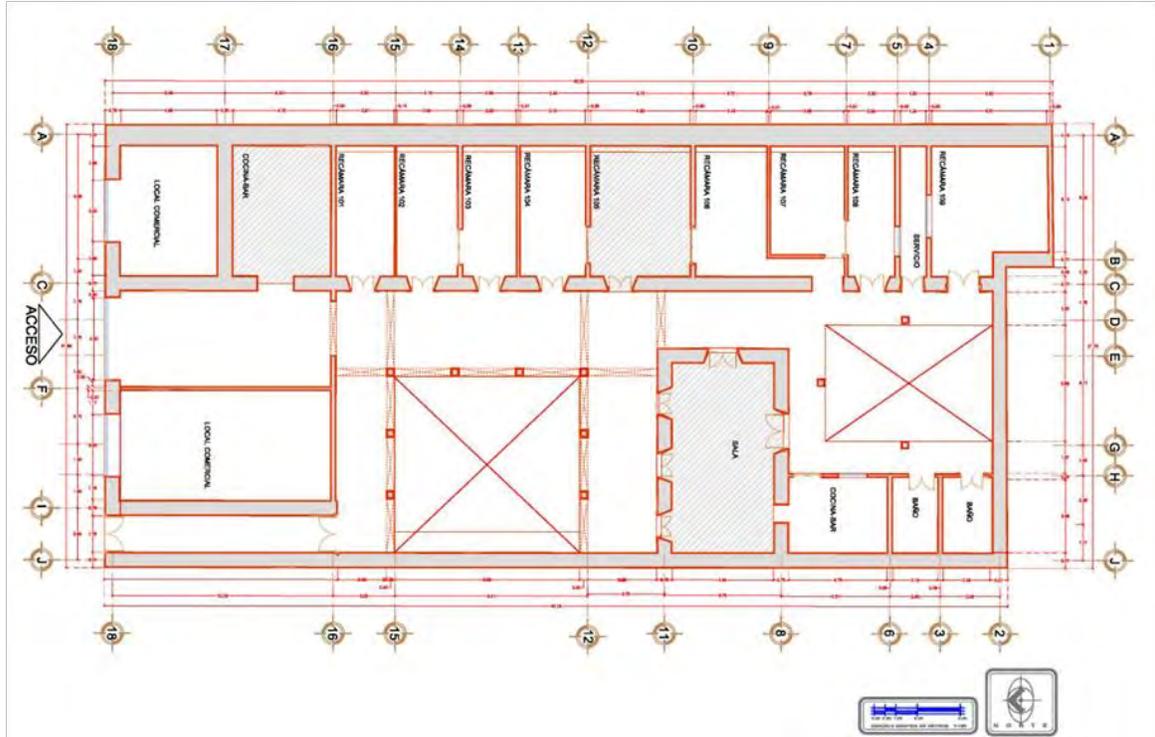


Figura 12 Planta Arquitectónica del Hotel Casa Limonchelo.

Fuente: Plano generado a partir del proporcionado por el dueño, Arq. Raúl Duarte, elaborado por J.J.T.R

### El análisis ambiental

El **análisis ambiental** se realizó en la planta baja, tomándose como muestra una habitación en la crujía este, una habitación que funciona como sala común del hotel ubicado al centro entre los dos patios del edificio y una habitación que es usada como bar del hotel ubicado a un costado del corredor de acceso.



Figura 13 Estación meteorológica Hobo data logger

Fuente: Foto de Tello Rodríguez

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

El análisis lumínico se realizó con un monitoreo de un día en la temporada de invierno donde se realizaron varios registros lumínicos durante el día. Los parámetros de iluminación del exterior se registraron con una Hobo Micro station Data Logger H21-002.

El registro de la iluminación en el interior del edificio se realizó con un Luxómetro de mano<sup>173</sup> y los datos obtenidos se registraron en una tabla diseñada para este fin, que considera los datos de la hora de la lectura, la ubicación de los registros, el local registrado y el nivel de iluminación en Luxes. Los parámetros de temperatura y humedad se midieron con un termohigrómetro CEM DT-172<sup>174</sup>. Para la medición de la ventilación se utilizó un Skywatch Geos #9<sup>175</sup>, también se colocaron Hobo datalogger modelo U23-001 para el exterior y U12-011 para el interior del edificio; un termómetro laser con el cual se registraron las temperaturas de las superficies de los locales que se analizaron. Finalmente se hizo uso de una cámara infraroja para detectar la emisividad térmica de la envolvente de los espacios.



Figura 14 Hobo Datalogger U23-001

Fuente: Foto de Tello Rodríguez



Figura 15 Termómetro laser, Termo-higrómetro CEM DT-172

Fuente: Foto de Tello Rodríguez



El entorno inmediato del edificio. Este se ubica sobre la avenida principal que atraviesa el centro histórico, que es la Avenida Francisco I. Madero, la cual mantiene una carga y flujo vehicular constantes, generando ruido y emisión de gases contaminantes provenientes de la combustión de los autos. Las colindancias son edificios de la misma tipología, sin embargo algunos han sufrido algunas transformaciones y se han construido con mayor altura como es el caso de otro hotel hacia

<sup>173</sup> Luxómetro MD-8030. Cumple todas las Normas internacionales para esta clase de luxómetros. Es útil para medir luz en industria, agricultura y la investigación. También se utiliza para determinar la iluminación de puestos de trabajo. Rango Máximo de medición es de 400,000 lux, resolución máxima de 0.1 lux, tasa de medición de 1.5 veces por segundo y cuenta con un foto-detector de 115mm x 60mm x 27mm

<sup>174</sup> Termo higrómetro con datalogger CEM DT-172 permite la medición de humedad relativa de 0 a 100% exactitud de +- 3.0% en humedad, con tiempo de respuesta de 5 segundos, el rango en temperatura de -40°C a +70°C o 158°F exactitud de +-1°C

<sup>175</sup> Skywatch Geos #9 mide velocidad del viento, promedio de la velocidad del viento, velocidades máximas, temperatura normal, mínima y máxima, humedad relativa, punto de rocío, brújula análoga, presión del barométrica y registro de 24 horas de la mima y reloj.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

el lado oriente, su altura es superior a la del edificio analizado por aproximadamente 3 metros; hacia el sur oeste existe otro edificio que es más alto, pues éste debe tener aproximadamente 6 metros más que la altura de nuestro edificio, sin embargo la proyección de la sombra y la obstrucción de los vientos dominantes parece no afectar considerablemente al ambiente del Hotel Limonchelo.

### Análisis higrotérmico y confort

Para el estudio de las condiciones de temperatura y humedad se seleccionaron los meses de diciembre y mayo por considerarse que en este mes se dan las temperaturas más baja y más alta del año en la ciudad de Morelia de acuerdo a la normal climatológica registrada en un periodo aproximado de 30 años; para este caso se realizaron éstas en los meses de diciembre del año 2012 y mayo del 2013.

El análisis se realizó con el apoyo de los siguientes instrumentos de medición: una microestación meteorológica Hobo modelo H21-002<sup>176</sup>, y 5 aparatos de monitoreo de humedad y temperatura en el edificio (Termohigrómetros, marca HOBO<sup>177</sup>).



Figura 16 Hobo data logger, Termohigrómetros para interiores.  
Fuente: Foto Josué J. Tello R.



Figura 17 Hobo data logger Termohigrómetro para interior con conexión para canal externo.  
Fuente: Imagen tomada de <http://www.onsetcomp.com>

La microestación se colocó en la azotea de otro edificio en el centro histórico aproximadamente a 800 m de distancia de la antigua casa del Conde de Sierra Gorda. Los instrumentos de medición de temperatura y humedad (Hobo dataloggers), se colocaron en los siguientes espacios

Planta Baja:

No.	Espacio	Ubicación dentro del edificio
1	Habitación	Oriente
2	Sala	Sur
3	Corredor	Esquina sureste
4	Patio	En muro poniente

<sup>176</sup> La Micro estación meteorológica se colocó en la azotea de otra vivienda al poniente del centro histórico aproximadamente a 800 m del nuestro edificio analizado.

<sup>177</sup> Se utilizaron aparatos Hobo datalogger modelo U12-011 para el interior del edificio.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

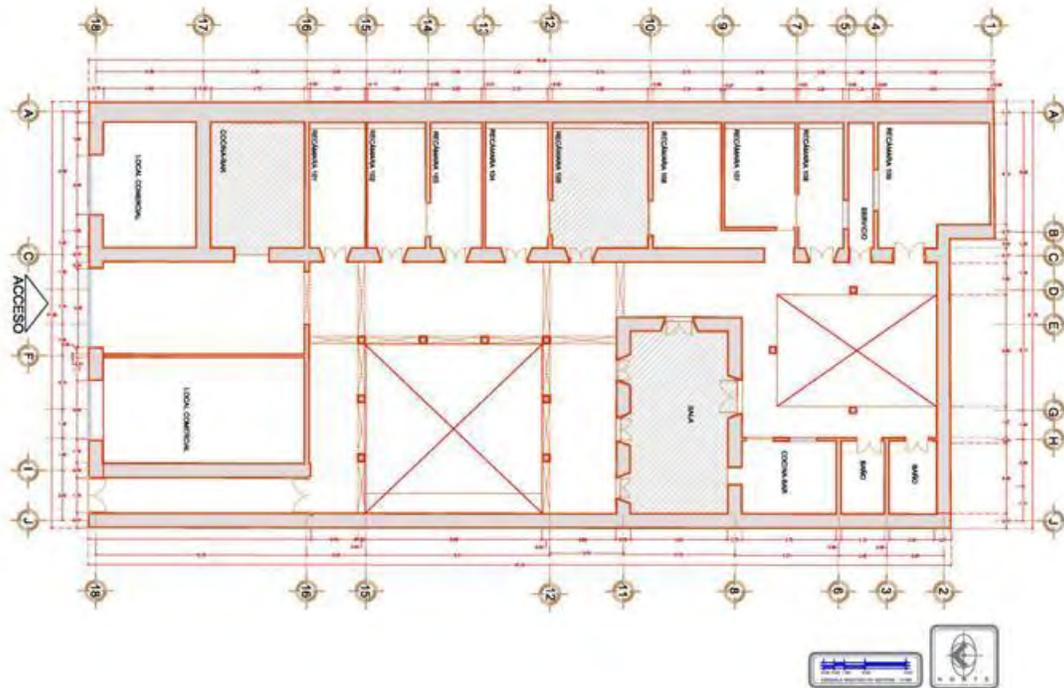


Figura 18 Planta arquitectónica y ubicación de aparatos de medición.

Fuente: Plano generado a partir del plano proporcionado por el dueño, Arq. Raúl Duarte, elaborado por Tello Rodríguez

El edificio se ubica al lado oriente del centro histórico de la ciudad de Morelia. Su fachada está orientada al norte sobre la Avenida Francisco I. Madero oriente entre las calles de Isidro Huarte y Sánchez de Tagle. El predio tiene colindantes en los tres lados restantes. La principal fuente de contaminación sonora y de gases de combustión automotriz es por la fachada, ya que es una avenida transitada tanto por autos como por peatones.



Figura 19 Localización y entorno inmediato

Fuente: Imagen de Tello Rodríguez

### Parámetros de confort

Para determinar los parámetros de confort se tomó como modelo la propuesta de Mauricio Roriz: a partir de la ecuación propuesta por Humphreys con una franja de tolerancia de  $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$  y suponiendo que la variación de la línea de confort corresponda al 40% de la amplitud de la variación externa, se determina una zona de confort variable de una amplitud de  $5^{\circ}\text{C}$ .<sup>178</sup>

Las gráficas de confort higrotérmicas se presentan divididas en espacios de planta baja y en espacios de planta alta para apreciar de manera más clara el comportamiento de los diferentes espacios, pero conservando los datos del exterior iguales para cada mes. Además dentro de las mismas se desarrolló la gráfica de confort variable antes mencionada para establecer los límites de confort<sup>179</sup>.

También nos referiremos a los límites de confort de acuerdo a los parámetros propuestos por R. Rivero<sup>180</sup> donde se determinan los límites de confort de acuerdo a las actividades que se desarrollan en los espacios. Para este caso las actividades se consideran de ligeras a medias desarrollándose trabajos de escritorio principalmente; Rivero<sup>181</sup> menciona que las temperatura de confort se

<sup>178</sup> Mauricio Roriz, *Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: uma hipótese de modelo adaptativo*, em memórias de ECAC COTEDI, Curitiba, Brasil, Universidade Federal de São Carlos, noviembre de 2003, pp. 338-345.

<sup>179</sup> La gráfica de confort variable presenta una oscilación proporcional a las condiciones de temperatura y humedad del exterior, diferente a las gráficas de confort constante que manejan un parámetro lineal durante todo el día.

<sup>180</sup> R. Rivero, M. Aroztegui, et. Al., *Cátedras de acondicionamiento térmico AT01*, Uruguay, Publicaciones Farq 2002, p.11

<sup>181</sup> ibidem

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

desarrolla de la siguiente manera considerando que para esta actividad la aportación de calor del cuerpo humano es de 140 W:

Tabla 24 Temperaturas de confort para actividades de oficina

Muy inconfortable	33.5 °C
Inconfortable	30 °C
Comienza a ser inconfortable	26.5 °C
Confort Óptimo	23.5 °C 21 °C
Comienza a ser inconfortable	18.5 °C
Inconfortable	16 °C
Muy inconfortable	11.5 °C

Fuente: elaboración del autor.

Algunos aspectos importantes a mencionar es que el Hotel Casa Limonchelo cuenta con un pequeño jardín en el patio, ubicado junto al muro colindante, del lado poniente del predio y se riega cada tercer día por las mañanas; cuenta con algunas plantas en maceta alrededor del patio y un árbol en el segundo patio; además de una pequeña fuente en el patio principal cerca del mencionado jardín. Estos elementos pueden aportar humedad y refrescar el ambiente del edificio.

Cuando las habitaciones no están ocupadas, como fue el caso de la habitación monitoreada, se abren alrededor de las 9:00 am y se vuelven a cerrar alrededor de las 9:00 pm para permitir que éstas se ventilen.

Los materiales de las habitaciones son de cantera en los muros de colindancia y al patio, los contiguos a las demás habitaciones son de adobe; la habitación no cuenta con ventanas, solamente una puerta que da al patio. La sala cuenta con cinco puertas, cuatro hacia los patios y corredor y una a la cocina; las puertas se mantienen abiertas permitiendo la constante ventilación. El bar cuenta con un solo acceso y un domo de block de vidrio que permite iluminar el local.

### Colocación de aparatos

En total se colocaron cinco aparatos para medir temperatura y humedad, uno en el patio que permite conocer la temperatura y humedad más próximas a las condiciones ambientales del exterior; este aparato se colocó sobre el muro poniente del patio. Otro en el espacio de transición entre el espacio cerrado y el espacio abierto, es decir, el corredor donde podremos conocer cómo se atenúan las condiciones higrótérmicas antes de entrar a los espacios cerrados. Un aparato en una

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

de las habitaciones, uno en la sala de estar del hotel y uno en el espacio que funciona como bar. Los espacios tienen características particulares, lo que los hace desiguales entre sí, salvo por compartir algunos materiales y sistemas constructivos similares.

Tabla 25 Espacios monitoreados en Hotel casa Llimonchelo

No.	Espacio	No de personas	No. De aparatos	Volumen de aire	Ubicación dentro del edificio
1	Habitación	0	0	164.35.9m <sup>3</sup>	Oriente
2	Sala	0 a 3	Modem	255.11 m <sup>3</sup>	Sur
3	Corredor de planta baja	-	-	-	Corredor Poniente
4	Bar	0 a 3	Refrigerador		Oriente
5	Patio	-	-	-	Poniente

Fuente: Elaboración del autor.

En planta ubicamos los aparatos en los siguientes espacios:

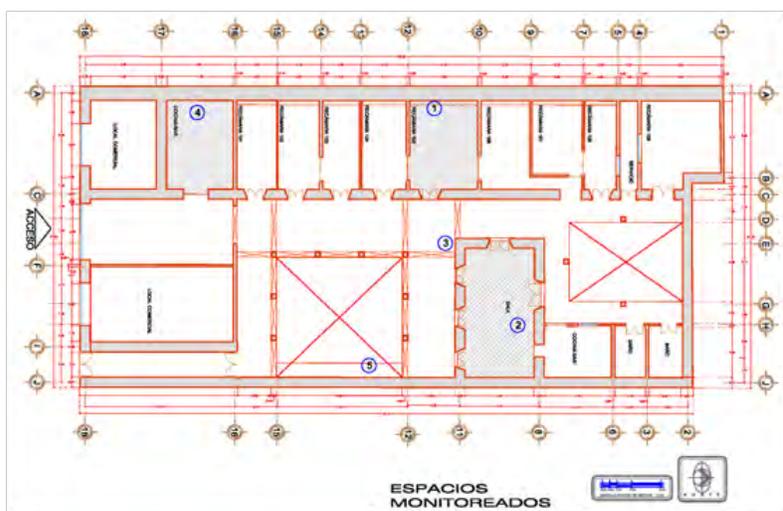


Figura 20 Localización de aparatos y locales monitoreados en el Hotel Casa Limonchelo

Fuente: Plano generado a partir del proporcionado por el dueño, Arq. Raúl Duarte, elaborado por Tello Rodríguez

### Enero

Comenzaremos por los datos de la temporada fría. Se desarrolla la gráfica de confort variable y el cálculo de un día típico del mes de enero, que se realizó con los datos obtenidos del monitoreo de ese mes.<sup>182</sup> Para calcular el área de confort en la gráfica se tomaron los datos de la normal climatológica y se presentan en la misma gráfica los datos registrados por la microestación meteorológica (Tabla abajo).

<sup>182</sup> El cálculo de un día típico se realizó a partir del registro de temperatura y humedad de cada hora durante el periodo del 1ero de enero del 2013 al 31 de enero del mismo año.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 26 Día típico (horario) y límites de confort en enero planta baja**

TEMP. MEDIA		Enero					15.8		TC HUMPREYS		20.34													
TEMPERATURA												Patio		Corredor		Habitación		Sala		Bar		Exterio (Micro)		
EXT	Hora	(Calc.)	Patio	Corredor	Habitación	Sala	Bar	Exterior (Micro)	LIMSUP CONF	LIM INF CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -		
00:00	11.48	14.96	16.17	18.06	16.97	19.01	13.30	19.295	14.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
01:00	10.60	14.46	15.80	18.06	16.91	18.98	12.53	18.941	13.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.000	0.000	0.000	
02:00	9.86	13.95	15.38	18.05	16.74	18.91	11.84	18.645	13.645	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.263	0.000	0.000	0.000	
03:00	9.24	13.55	15.06	18.03	16.60	18.82	11.35	18.398	13.398	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.424	0.000	0.000	0.000	
04:00	8.73	13.21	14.85	18.02	16.43	18.74	10.68	18.194	13.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.541	0.000	0.000	0.000	
05:00	8.31	12.80	14.53	18.01	16.26	18.65	10.26	18.028	13.028	0.000	0.232	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.621	0.000	0.000	0.232	
06:00	7.98	12.45	14.23	18.01	16.11	18.54	9.93	17.894	12.894	0.000	0.448	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117	0.000	0.000	0.000	0.645	0.000	0.000	0.448	
07:00	6.93	12.16	13.96	17.97	15.89	18.45	9.55	17.476	12.476	0.000	0.318	0.000	0.000	0.497	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.976	0.000	0.000	0.318	
08:00	9.38	12.13	13.83	17.97	15.68	18.34	10.04	18.456	13.456	0.000	1.328	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.328	
09:00	13.44	13.66	14.17	17.97	15.22	17.74	12.08	20.079	15.079	0.000	1.420	0.000	0.906	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.420	
10:00	17.65	21.29	15.09	17.96	15.11	17.69	15.59	21.763	16.763	0.000	0.000	0.000	1.678	0.000	0.000	0.000	1.654	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
11:00	21.12	22.28	16.11	17.96	15.31	17.88	18.35	23.150	18.150	0.000	0.000	0.000	2.043	0.000	0.189	0.000	2.843	0.000	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	
12:00	23.46	21.46	17.16	17.97	15.89	18.17	20.12	24.086	19.086	0.000	0.000	0.000	1.921	0.000	1.112	0.000	3.199	0.000	0.916	0.000	0.000	0.000	0.000	
13:00	24.64	22.01	18.07	18.07	16.70	18.53	21.40	24.557	19.557	0.000	0.000	0.000	1.485	0.000	1.485	0.000	2.860	0.000	1.031	0.000	0.000	0.000	0.000	
14:00	24.80	20.93	19.01	18.10	17.45	18.88	22.74	24.624	19.624	0.000	0.000	0.000	0.617	0.000	1.528	0.000	2.177	0.000	0.741	0.000	0.000	0.000	0.000	
15:00	24.19	20.91	19.39	18.16	17.93	19.20	22.81	24.378	19.378	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.221	0.000	1.453	0.000	0.176	0.000	0.000	0.000	0.000	
16:00	23.03	20.71	19.54	18.21	18.21	19.50	22.84	23.914	18.914	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.708	0.000	0.705	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
17:00	21.54	20.03	19.24	18.21	18.21	19.68	22.04	23.318	18.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.000	0.110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
18:00	19.89	19.24	18.80	18.15	17.94	19.67	20.41	22.657	17.657	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
19:00	18.20	18.12	18.17	18.10	17.57	19.57	18.72	21.984	16.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
20:00	16.58	17.47	17.80	18.07	17.29	19.39	17.64	21.335	16.335	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
21:00	15.07	16.76	17.45	18.06	17.09	19.17	16.56	20.732	15.732	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
22:00	13.71	16.15	17.11	18.07	16.84	19.02	15.45	20.188	15.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
23:00	12.52	15.59	16.62	18.07	16.88	19.02	14.36	19.709	14.709	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
PROM	15.52									0.000	3.745	0.000	8.651	0.614	6.354	0.000	15.000	3.510	3.138	0.000	3.745	0.000	3.745	

Fuente: *Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez*

Al obtener los datos de los espacios interiores y de las condiciones climáticas del exterior, se realizó el cálculo de un día típico tomando en cuenta las normales climatológicas de la ciudad de Morelia. Se realizó el cálculo horario de un día típico y se estableció un parámetro de confort que nos pudiera indicar las condiciones de confort que estaría ofreciendo el edificio durante el mes de enero en lo correspondiente a su temperatura. En ella se leen las temperaturas horarias de un día típico en los diferentes espacios, la oscilación de la temperatura de confort y al lado derecho de la tabla los grados/hora<sup>183</sup> de superavit o deficit de cada espacio.

Se puede identificar que el patio presenta deficit de temperatura entre las 6:00 y las 9:00 hrs., superando el límite inferior de confort hasta por 1.4 °C sumado representa 3.7 °C/h de diconfort en un día. La oscilación de la temperatura es de 10.1°C registrándose la temperatura más alta de 22.2°C a las 11:00hrs., y la mínima de 12.1°C a las 8:00 hrs.

<sup>183</sup> Grados/hora: En la tabla se expresan los Grados Centígrados que superan los límites de confort por cada hora del día, esto nos permite identificar el lapso en que el espacio presenta déficit de temperatura, temperatura de confort o superávit de temperaturas.

**Déficit**, cuando las temperaturas son menores que el límite inferior de confort. **Superávit**, cuando las temperaturas superan el límite superior de confort.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

El corredor también presenta deficit de temperatura; en este caso llega a ser de hasta 2.0°C entre las 9:00 y las 15:00hrs., sumando un total de 8.6°C/h. La oscilación de las temperaturas es de 5.7°C con la temperatura más alta de 19.5°C a las 16:00hrs. y la más baja de 13.8°C a las 8:00 hrs.

Al interior de la crujía oriente, en la habitación, se presenta un deficit de temperatura de hasta 1.5°C entre las 12:00 y 16:00hrs, en total suman 6.3°C/h de déficit; La oscilación de las temperaturas en el interior de este espacio es de 0.2°C siendo la temperatura máxima de 18.2°C a las 16:00 y 17:00 hrs. y la mínima de 17.96°C a las 10:00 y 11:00hrs., es importante señalar que este espacio se mantenía deshabitado, y al habitarlo existiría un aporte de calor y humedad generado por la presencia de la o las personas.

En la crujía sur, donde se encuentra la sala de estar del hotel, también se presenta un deficit de temperaturas de hasta 3.2°C por debajo del límite de confort entre las 10:00 y 16:00 hrs., sumando un total de 15°C/h. La oscilación de las temperaturas es de 3.0°C siendo la temperatura máxima de 18.2°C a las 16:00 y 17:00 hrs., y la mínima de 15.1°C a las 10:00 hrs.

En el bar, cerca del acceso se presenta una ligera ganancia de calor que supera el límite de confort adaptativo hasta por 1°C el superavit, entre las 2:00 y las 7:00 hrs., sumando un total de 3.5°C/h. y un deficit de hasta 1°C 12:00 y 14:00 hrs., sumando 3.1°C/h. La oscilación de las temperaturas dentro del local es de 2.0°C con una máxima de 29°C y una mínima de 17.0°C.

Estos datos expresados en la tabla anterior se pueden apreciar en la gráfica de la siguiente manera:

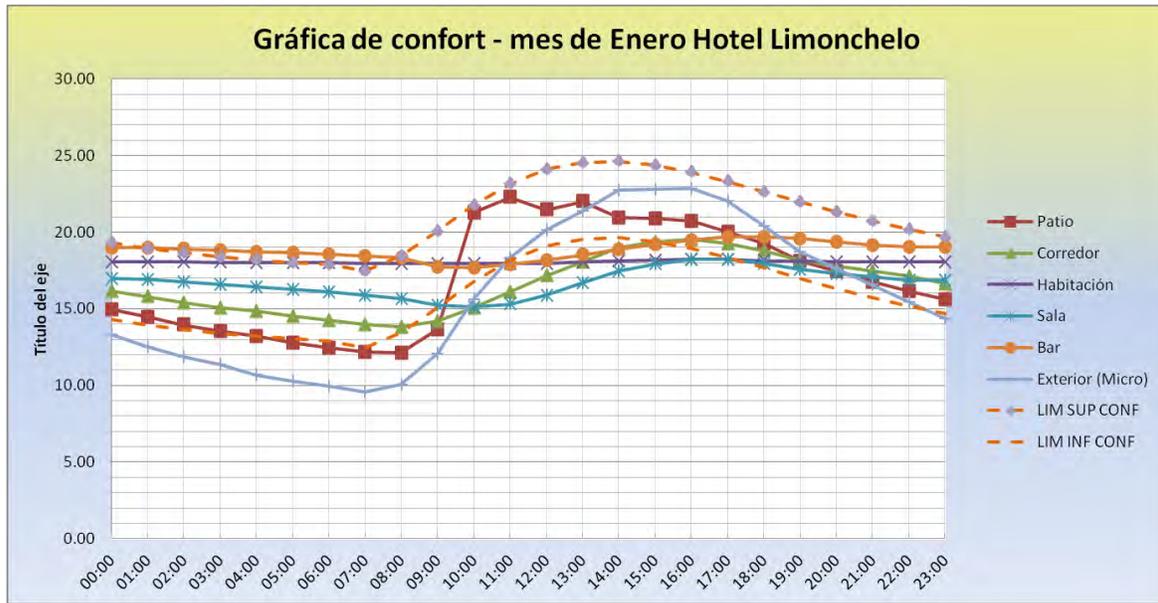


Figura 21 Gráfica de confort del mes de enero Hotel Limonchelo

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

Es posible leer en esta grafica cómo varía la temperatura de confort de manera casi paralela, pero atenuada, a la temperatura exterior; en el patio se puede apreciar una variación más drástica de alrededor de las 9:00 y 10:00 de la mañana; este ascenso de más de 5 °C se debe al contraste que se efectúa al entrar los rayos del sol a esta hora; la temperatura del corredor presenta una oscilación menor sin que ésta sea con cambios bruscos. La oscilación de la temperatura dentro de la habitación es mínima, la curva que se dibuja es casi imperceptible tomando casi una forma recta, y manteniéndose la temperatura fresca casi todo el día. La temperatura dentro de la sala tiene una oscilación mayor debido a su constante intercambio de aire y temperaturas con el exterior, pues las puertas se mantienen abiertas casi todo el día. Finalmente en el bar se aprecia una oscilación ligera, a pesar de que se encuentra en un lugar con poca proximidad al patio y su contacto con la envolvente de losa de concreto con el exterior, permite un intercambio mas directo de calor entre el exterior con el aire interior que lo que puede aislar la cubierta de vigería y terrado.

La humedad relativa calculada para el día típico del mes de enero se puede interpretar como se muestra en la gráfica (abajo); en ella se aprecia que la HR dentro de la habitación es la más baja y se mantiene constante, podríamos decir que es un clima controlado en este sentido, el corredor, la sala y el bar tienen una oscilación ligera manteniéndose entre los 40 y 50%, y finalmente la humedad exterior, la del corredor y la del patio son muy similares oscilando entre el 50% y 80%.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

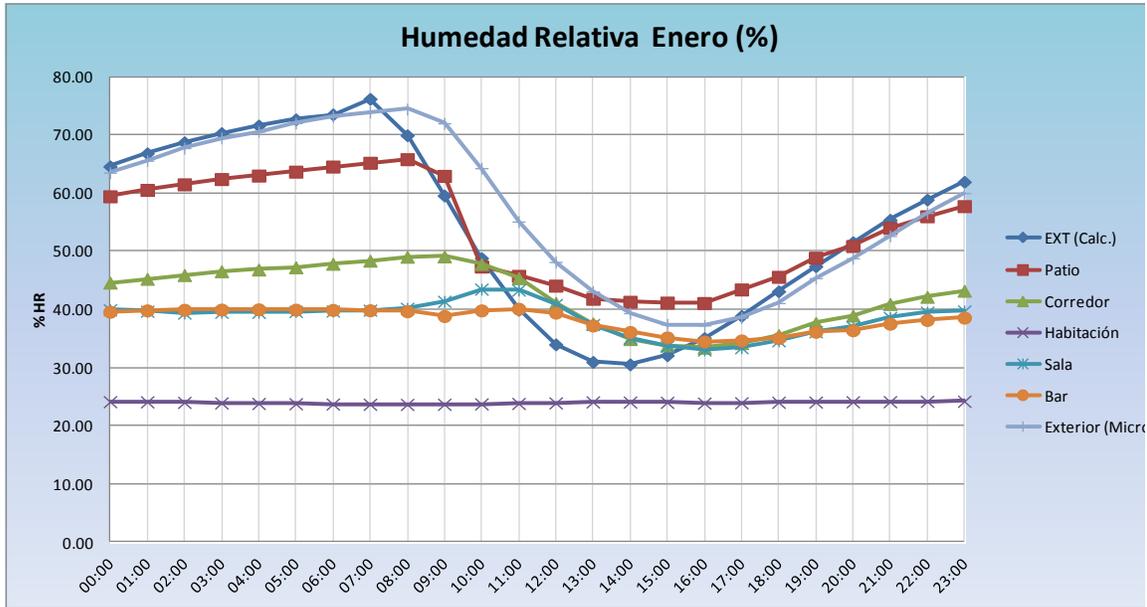


Figura 22 Gráfica de humedad relativa para el mes de enero

Fuente: Graficada a partir de los datos obtenidos por aparatos Hobo, micro estación y normal climatológica.

Realizado por Tello Rodríguez

**Conclusiones Enero**

A manera de resumen podemos expresar en la siguiente tabla las horas de confort y desconfort en el edificio primeramente durante la temporada más fría del año para Morelia, que es en enero:

Planta Baja:

Tabla 27 Tabla de resumen de confort horario para el mes de enero

No.	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		Máx. Mín.	Confort estático
			Confort	Disconfort		Rivero
1	Habitación	Oriente	18 hrs 75%	Deficit 6 hrs 25%	18.21 17.96	Disconfort Fresco
2	Sala	Sur	17 hrs 70.8%	Deficit 7 hrs 29.2%	18.21 15.11	Disconfort Fresco
3	Bar	Nororiente	15 hrs 62.5%	Deficit 3 hrs Superavit 6hrs 37.5%	19.68 17.69	Confort / desconfort
4	Corredor	Suroeste	19 hrs 79.1%	5 hrs 20.9%	19.54 13.83	Confort / desconfort

Fuente: Elaboración del autor.

**Comentarios**

A manera de resumen y realizando algunas observaciones, los espacios monitoreados se mantienen frescos durante la temporada de frío y requieren ganar temperatura para mejorar su

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

acondicionamiento térmico y proporcionar confort a los habitantes del espacio. Es de mencionarse que los espacios fueron monitoreados con poca o nula presencia humana, la cual pudiera aportar calor al ambiente, sin embargo por la actividad que se realiza y la cantidad de aire contenido no sería suficiente para mantenerlo en confort.

De acuerdo a los datos observados en la gráfica de confort adaptativo propuesta por Mauricio Roriz, los espacios cerrados, como son la habitación, la sala y el bar se mantienen en confort entre el 62 % y el 75% del día lo que hace necesario estrategias de climatización para propiciar la ganancia térmica en los espacios. Y esto se corrobora con lo que menciona Rivero, quien determina una zona de confort lineal para todo el año, de acuerdo a las actividades que se desarrollan en el edificio, (descanso, trabajos de escritorio), los límites de confort se encuentran entre los 18.5°C y los 26°C los espacios se encuentran en su mayoría dentro de la zona de inconfortable y donde comienza el disconfort. Pues según los datos que nos proporciona su gráfica de confort lineal las temperaturas se mantienen por debajo del límite de confort y sólo en algunos espacios del edificio y durante períodos cortos, llega a ser parte de la zona de confort. Sin embargo si dentro de éstos se realizarán otros tipos de actividades que propicien la generación de mayor calor y humedad por los usuarios éstos podrían ser considerados confortables, como pudieran ser actividades con mayor actividad física como las de un gimnasio.

La humedad relativa de la sala y el bar se mantienen dentro de la zona de confort, sin embargo la humedad relativa de la habitación se mantiene baja, ésta puede requerir mejorar esta condición, de la misma manera como ocurre con la temperatura.

### **Mayo**

Para calcular la zona de confort del mes de mayo se tomaron nuevamente los datos registrados por los termohigrómetros Hobo, la microestación meteorológica y las normales climatológicas de Morelia, calculando un día típico y se obtuvieron los siguientes datos:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 28 Día típico (horario) y límites de confort en mayo**

TEMP. MEDIA mes Mayo		21.8	TC HUMPREYS		23.54																				
TEMPERATURA														Patio		Corredor		Habitación		Sala		Bar		Exterior (Micro)	
EXT	(Calc.)	Patio	Corredor	Habitación	Sala	Bar	Exterior (Micro)	LIM SUP CONF	LIM INF CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -				
00:00	16.58	20.77	22.61	23.73	23.10	25.80	19.37	23.26	18.26	0.000	0.000	0.000	0.000	0.472	0.000	0.000	0.000	2.544	0.000	0.000	0.000				
01:00	15.84	20.18	22.19	23.71	22.94	25.69	18.42	22.96	17.96	0.000	0.000	0.000	0.000	0.755	0.000	0.000	0.000	2.726	0.000	0.000	0.000				
02:00	15.22	19.59	21.73	23.71	22.75	25.60	17.48	22.71	17.71	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.036	0.000	2.884	0.000	0.000	0.000				
03:00	14.72	19.06	21.32	23.73	22.54	25.52	16.80	22.51	17.51	0.000	0.000	0.000	0.000	1.215	0.000	0.028	0.000	3.011	0.000	0.000	0.000				
04:00	14.31	18.55	20.90	23.70	22.21	25.37	16.12	22.35	17.35	0.000	0.000	0.000	0.000	1.355	0.000	0.000	0.000	3.025	0.000	0.000	0.000				
05:00	13.97	18.20	20.45	23.70	21.96	25.25	15.65	22.21	17.21	0.000	0.000	0.000	0.000	1.489	0.000	0.000	0.000	3.035	0.000	0.000	0.000				
06:00	12.93	17.90	20.05	23.68	21.68	25.15	15.20	21.80	16.80	0.000	0.000	0.000	0.000	1.880	0.000	0.000	0.000	3.351	0.000	0.000	0.000				
07:00	15.37	17.82	19.81	23.68	21.39	25.04	15.55	22.77	17.77	0.000	0.000	0.000	0.000	0.906	0.000	0.000	0.000	2.265	0.000	0.000	0.000				
08:00	19.40	19.20	19.49	23.65	21.09	24.86	17.49	24.38	19.38	0.000	0.182	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.477	0.000	0.000	0.182				
09:00	23.59	21.30	19.98	23.60	20.79	24.23	20.74	26.06	21.06	0.000	0.000	0.000	1.083	0.000	0.000	0.000	0.270	0.000	0.000	0.000					
10:00	27.04	23.71	20.65	23.58	20.64	24.16	23.70	27.44	22.44	0.000	0.000	0.000	1.785	0.000	0.000	0.000	1.797	0.000	0.000	0.000					
11:00	29.37	25.80	21.48	23.59	20.81	24.34	25.93	28.37	23.37	0.000	0.000	0.000	1.892	0.000	0.000	0.000	2.556	0.000	0.000	0.000					
12:00	30.54	27.71	22.39	23.64	21.20	24.62	27.28	28.84	23.84	0.000	0.000	0.000	1.448	0.000	0.199	0.000	2.644	0.000	0.000	0.000					
13:00	30.70	27.77	23.30	23.70	21.81	24.96	28.61	28.91	23.91	0.000	0.000	0.000	0.611	0.000	0.204	0.000	2.096	0.000	0.000	0.000					
14:00	30.09	27.48	24.08	23.80	22.44	25.39	29.20	28.66	23.66	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.222	0.000	0.000	0.540					
15:00	28.94	27.25	24.79	23.86	23.13	25.79	29.09	28.20	23.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.000	0.000	0.893					
16:00	27.46	26.89	25.24	23.94	23.56	26.13	28.53	27.61	22.61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.923	0.000				
17:00	25.82	26.14	25.50	23.96	23.90	26.37	27.50	26.95	21.95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.544	0.000				
18:00	24.14	25.44	25.33	23.91	24.03	26.43	26.32	26.28	21.28	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.148	0.000	0.039	0.000				
19:00	22.53	24.33	25.03	23.86	23.99	26.35	24.65	25.64	20.64	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.718	0.000	0.000	0.000				
20:00	21.03	23.09	24.50	23.83	23.74	26.27	23.03	25.04	20.04	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.230	0.000	0.000	0.000				
21:00	19.68	22.44	23.97	23.78	23.44	26.01	21.99	24.50	19.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.518	0.000	0.000	0.000				
22:00	18.49	21.96	23.56	23.76	23.18	25.80	21.18	24.02	19.02	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.781	0.000	0.000	0.000				
23:00	17.46	21.35	23.22	23.75	23.22	25.84	20.42	23.61	18.61	0.000	0.000	0.000	0.000	0.145	0.000	0.000	0.000	2.230	0.000	0.000	0.000				
PROM	21.47									0.000	0.182	0.000	6.819	9.216	0.403	0.064	10.651	30.941	0.000	2.939	0.182				

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

Los datos que se pueden leer en la tabla anterior son producto del cálculo de un día típico con los parámetros de confort para el mes de mayo. En esta podemos observar que en el patio las temperaturas se mantienen dentro de la zona de confort oscilando 9.95°C con una máxima de 27.7°C a las 13:00 hrs, y una temperatura mínima de 17.8°C a las 7:00 hrs.; es entonces un espacio agradable durante todo el día.

En el caso del corredor se presenta un deficit de temperatura que se desarrolla entre las 9:00 y las 13:00 hrs., superando hasta en 1.8°C el límite inferior de confort sumando así 6.8°C/h. La oscilación de la temperatura es de 6.01°C, la temperatura máxima que alcanza es de 25.5°C a las 17:00 hrs., y la mínima es de 19.5°C a las 8:00 hrs.

En la crujía oriente, en la habitación se detectó superavit que va de 0.5°C hasta 1.88°C entre la 1:00 y las 7:00 hrs., sumando un total de 9.21°C/h. la oscilación de las temperaturas es de sólo 0.57°C siendo las temperaturas máxima y mínima de 23.96 y 23.58°C respectivamente.

En la crujía sur donde se encuentra la sala el superavit es de 2.6°C entre las 10:00 y las 14:00 hrs sumando un total de 10.65°C/hrs., hasta 2.5°C el límite superior de confort y la oscilación de la temperatura en este espacio es de 0.29°C. La oscilación de las temperaturas es de 3.39°C, siendo la temperatura máxima de 24.03°C a las 19:00 hrs y la mínima de 20.64°C a las 10:00 hrs.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

En el espacio ocupado como bar del hotel las temperaturas se mantienen elevadas por más tiempo llegando a propiciar un superávit de hasta 3.35°C entre las 19:00 hasta las 8:00 hrs., sumando en total 30.9°C/hrs de superávit. En dicho espacio las temperaturas oscilan 2.27°C teniendo como temperatura máxima 26.43°C a las 18:00 hrs y como mínima 24.16°C a las 10:00 hrs.; es posible apreciar que la temperatura no baja mucho durante el día, ésta se mantiene casi constante lo que significa que es aislado y conserva su temperatura, es posible que requiera de un sistema de ventilación para disipar el calor que se guarde durante el día por la ganancia térmica por la envolvente.

Los datos que se muestran en la tabla anterior se expresan en esta gráfica de la siguiente manera:

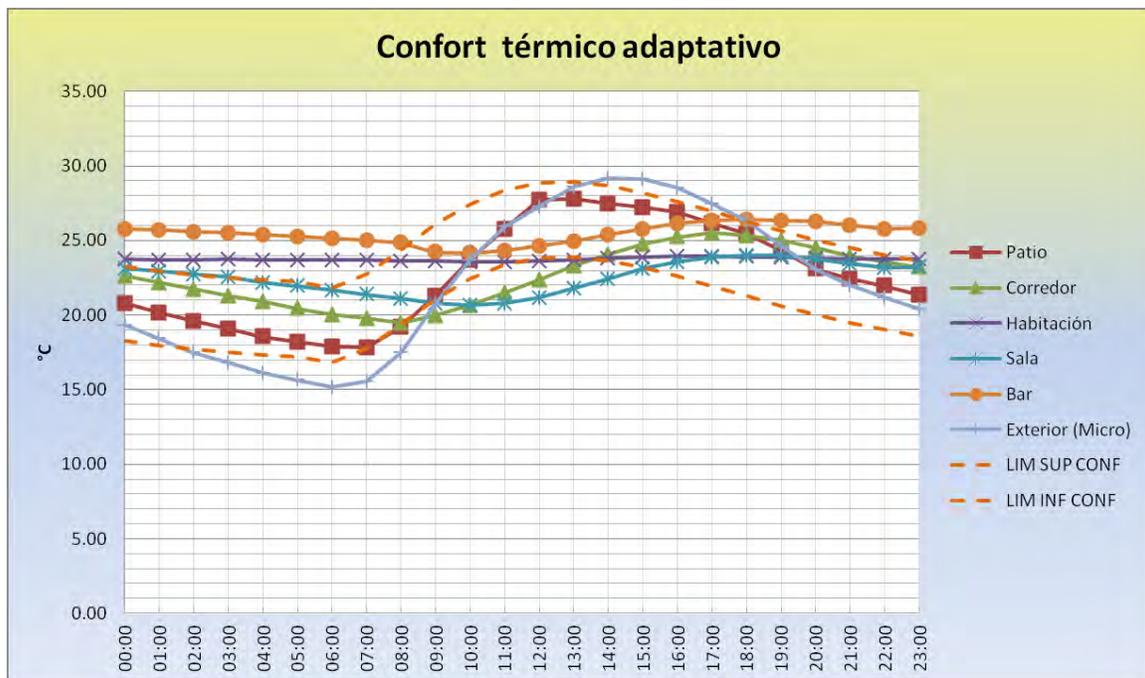


Figura 23 Gráfica de confort variable, mes de mayo

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

En la gráfica se puede apreciar que las temperaturas dentro de la habitación se mantienen constantes con oscilaciones menores a un grado, sin embargo a las horas en que se mantiene en desconfort.

Las temperaturas dentro de la sala son ligeramente más oscilantes pero presentan un déficit de temperaturas entre las 9:00 y 14:00 hrs, sin embargo podemos apreciar que en el corredor a estas horas se mantiene ligeramente más elevada y las puertas y ventanas se mantienen abiertas. Y en el

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

bar donde se encuentra más aislado la curva se mantiene arriba de las anteriores oscilando en un rango mayor de temperaturas.

La humedad relativa para un día típico del mes de mayo dentro de los locales de habitación, sala y bar se mantiene baja lo que puede requerir un ligero aumento para mantenerlas en un nivel confortable para los usuarios, y en los espacios mencionados podrá percibirse un ambiente seco.

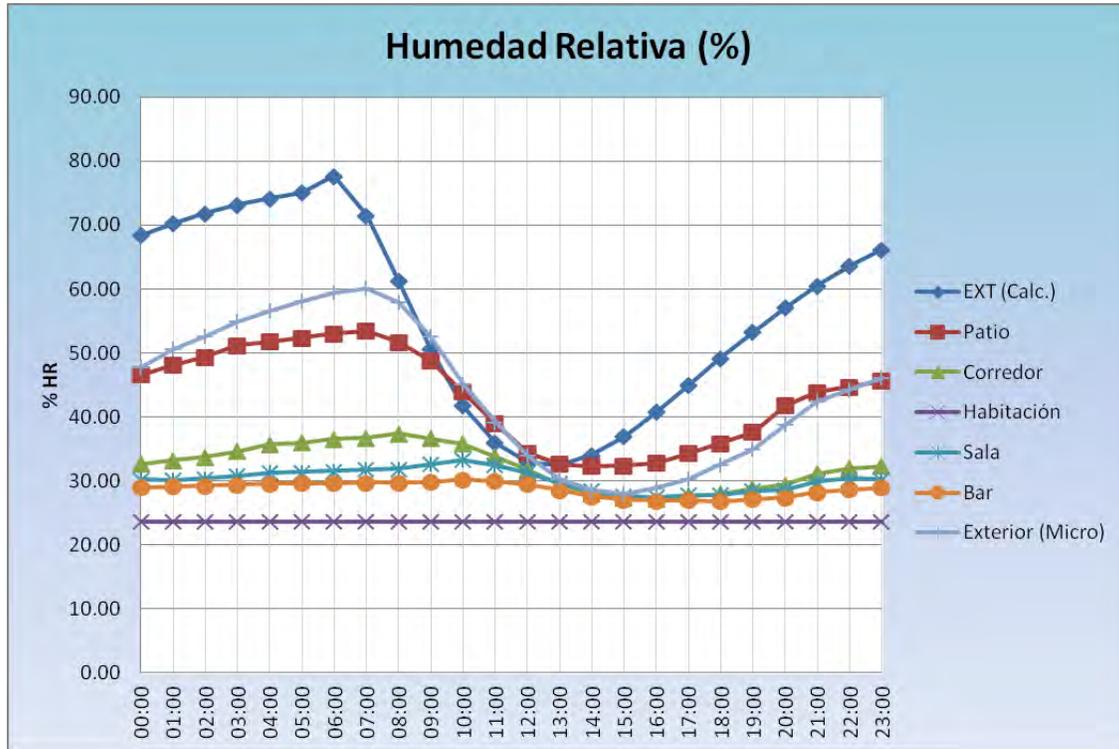


Figura 24 Gráfica de humedad relativa del Hotel Limonchelo en el mes de mayo  
Fuente: Graficada a partir de los datos obtenidos por aparatos Hobo, micro estación y normal climatológica.  
Realizado por Tello Rodríguez

**Comentarios**

En resumen podemos presentar la siguiente tabla donde se muestran los porcentajes de confort y disconfort en el Hotel Casa Limonchel, tomando como referencia los datos obtenidos de las gráficas de confort adaptativo y las temperaturas de confort que maneja Rivero.

Tabla 29 Resumen de confort horario para el mes de mayo Hotel Limonchelo

No.	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		Máx. Mín.	Confort estático
			Confort	Disconfort		Rivero
1	Habitación	Oriente	19 hrs 79.1%	Superavit 5 hrs 20.9%	23.96 23.58	Confort Optimo

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

2	Sala	Sur	19 hrs 79.1%	Deficit 5 hrs 20.9%	24.03 20.64	Confort Optimo/ confort
3	Bar	Nororientado	10 hrs 41.7%	Superavit 14 hrs 58.3%	26.43 24.16	Comienza inconfort (Levemente calurosos)
4	Corredor	Suroeste	19 hrs 79.1%	Deficit 5 hrs 20.9%	25.50 19.49	Confort / comienza disconfort

Fuente: elaboración del autor.

Es posible observar cómo las temperaturas dentro de la habitación se mantienen constantes sin embargo no se adecúa a la temperatura del exterior dejando un superavit durante 5 horas por la mañana, cuando la puerta se mantiene cerrada; esto podría disminuirse permitiendo que la ventilación corriera durante las horas de la mañana, sabiendo que la temperatura del exterior y la del corredor son menores que la del interior de dicho local.

En la sala es posible apreciar que existe un deficit de temperatura durante las horas del medio día, cuando la temperatura del exterior es mayor y la del corredor es ligeramente mayor a la del local en cuestión, es probable que la sombra y la ventilación estén produciendo un enfriamiento mayor al necesario, pues podemos apreciar cómo en la habitación se mantiene una temperatura constante y ligeramente más elevada que la de la sala; es posible inferir, que cerrando las puertas se puede mantener mejor la temperatura y producir un aumento para llegar a la temperatura de confort.

En el bar hemos encontrado un superavit en más de la mitad del día, sin embargo éste se produce durante las horas de la noche; es preciso recordar que este espacio no tiene relación directa con el exterior ni con el patio, pues se encuentra próximo a un corredor cerrado y con poca ventilación o que le impide desalojar el calor acumulado por la inercia térmica que pueda ganar en la cubierta. Aunque cuenta con un domo éste no cuenta con ventilación. Una alternativa para mejorar el ambiente térmico de este local sería implementar un sistema de ventilación en dicho domo, que también pudiera mantenerse cerrado en la temporada invernal para mantener el calor cuando sea necesario.

### **Análisis de un día muestra**

Para realizar el análisis de las condiciones ambientales de iluminación, calor y humedad, ventilación y ruido fue necesario realizar un registro horario durante un día muestra en la temporada fría.

Para el desarrollo de dicho análisis fue necesario primeramente conocer el inmueble, se recabaron planos y croquis de levantamiento, así como varias visitas al inmueble. Posteriormente se realizó un

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

plan de monitoreo donde se pudieran analizar las variables ambientales de iluminación, calor y humedad, ventilación y ruido, en un solo día, y con la limitante de contar sólo con un aparato para la medición de cada variable.

El análisis se realizó el día 12 de diciembre del 2012 y los aparatos con los que se realizaron los análisis fueron:

Tabla 30 Aspectos analizados en un día muestra

Variable	Aparato
Iluminación	Luxómetro
Calor y humedad	Termohigrómetro de mano
Ventilación	Anemómetro
Ruido	Sonómetro (app android)
Temperaturas de materiales	Termómetro laser
Temperaturas de elementos arquitectónicos	Cámara de infrarrojos

Feunte: Elaboración del autor.

### Iluminación.

La iluminación se realizó durante un día en diferentes horas, procurando se llevara acabo en lapsos de 1 a 2 horas y se registraron los datos en la tabla propuesta en la metodología del presente documento y posteriormente se vaciaron en una tabla de análisis para comparar los niveles de iluminación entre los diferentes locales.

Para realizar la medición se dividieron los espacios en cuatro cuadrantes, y se tomaron 5 registros de la iluminación de cada local, uno en el centro de cada cuadrante y uno en el centro del espacio. Se tomaron a una altura de 1m aproximadamente. Las lecturas se realizaron con el luxómetro horizontal y posicionándolo hacia el centro de la habitación, de tal manera que no se produjeran sombras del usuario del aparato sobre el ojo del luxómetro y evitar una lectura errónea.

De los datos obtenidos se calculó el promedio para cada uno de los locales, habitaciones, corredor y patio para poder comparar los parámetros entre ellos.

Los datos resultantes de este experimento fueron los siguientes:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Iluminación (Lux)					
Hora	Patio	Corredor Oriente	Crujía oriente habitación	Crujía sur sala	Crujía oriente Bar
00:00	0.1	0.5	28.88	22.1	13.32
03:00	0.1	0.5	28.88	22.1	13.32
05:00	0.1	0.5	28.88	22.1	13.32
07:00	197.2	24.5	0.18	24.84	2.44
09:00	2150	510	2.12	138.6	10.16
10:00	4410	610	10.86	359.6	11.3
11:00	6020	743	19.84	510.8	43.56
12:00	5200	1100	15.9	529.6	64.32
13:00	7200	630	8.7	545.6	45.54
14:00	5800	664	7.14	201.6	37.7
15:00	6000	520	4.22	127.2	13.46
16:00	4250	470	3.44	113	8.1
17:00	2610	250	1.96	175.36	20.2
18:00	11.56	65	0.3	16.54	12.74
19:00	3.1	0.5	25.72	23	16.98
20:00	0.1	0.5	28.88	22.1	13.32
21:00	0.1	0.5	28.88	22.1	13.32
22:00	0.1	0.5	28.88	22.1	13.32
23:00	0.1	0.5	28.88	22.1	13.32

**Tabla 31 Registro de iluminación de un día muestra. Expresado en luxes**

*Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez*

En la tabla es posible leer la variación de la iluminación de los locales monitoreados como son: habitación, sala, bar, patio y corredor del hotel. Con línea punteada se enmarcan las mediciones que se realizaron bajo la iluminación natural, las que se encuentran fuera, entre las 18:00 hrs y las 7:00 hrs.; se realizaron con luz eléctrica o con ausencia de la misma.

Podemos observar que para la habitación, la iluminación natural oscila entre 1.96 y 19.8 luxes lo que significa una iluminación baja, y no es apta para una actividad baja, para poder realizar actividades o el simple hecho de usarlo es necesario implementar iluminación artificial, aunque su condición de baja iluminación lo hace propicio para el reposo. Lo mismo ocurre en el espacio destinado al bar, pues esta oscila entre los 8 y los 65 luxes, por lo tanto es necesaria la iluminación artificial que permita brindar 300 luxes para la actividad (media) que se desarrolla en él.

La iluminación registrada en la sala resulta ser óptima para realizar actividades medias y bajas ya que oscila entre los 113 y los 545 luxes entre las 9:00 hrs y las 17:00 hrs., en la temporada referida, ésto le permite aprovechar la luz natural durante una buena parte del día en invierno, para verano podrán ser más horas ya que los días son más largos, pero ocupará iluminación artificial fuera de las horas mencionadas.

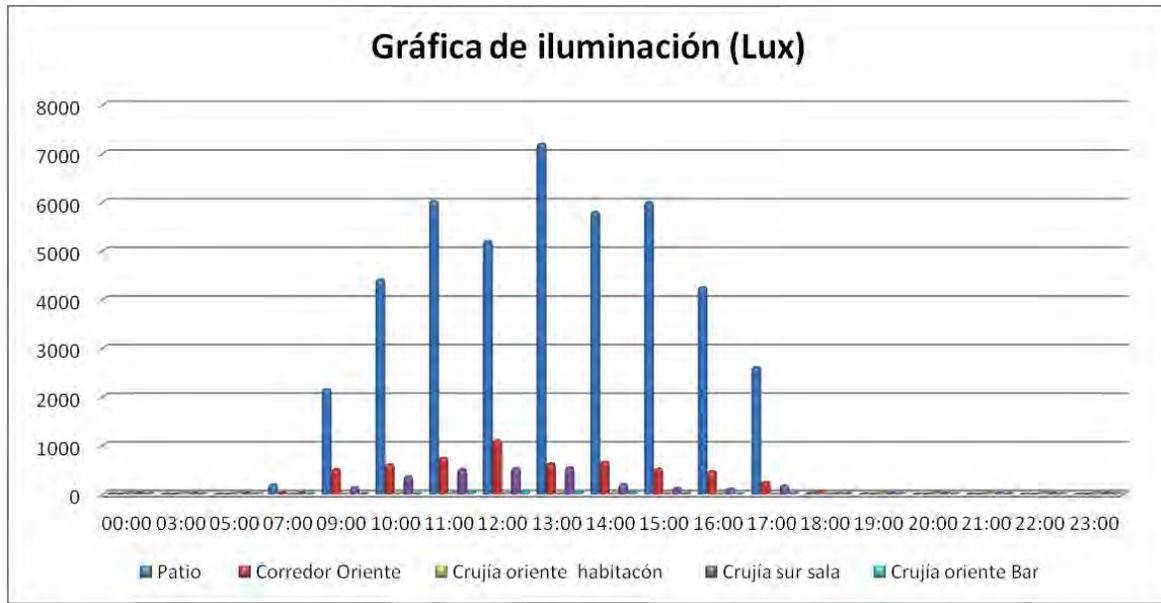


Figura 25 Gráfica de iluminación en el Hotel Casa Limonchelo, registro de iluminación de un día muestra expresado en luxes.

Fuente: *Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez*

Observamos que la iluminación que se aprovecha a comparación de la iluminación que ingresa en el patio del edificio se aprovecha cuando mucho en un 10% y de la iluminación del corredor a la sala de estar sólo permea un 60% en su mejor momento. Es evidente que el edificio tiene características lumínicas que lo hacen más propicio para el descanso. Lo que le permitiría subsistir con un bajo costo de mantenimiento y sin tener que realizar instalaciones especiales que alteren su forma, proporcionamiento, o la inserción de instalaciones especiales que deterioren la imagen y tipología arquitectónica.

### Ventilación.

Para realizar el análisis de la ventilación fue necesario un anemómetro de mano que pudiera detectar las ráfagas de viento que circulan por los diferentes espacios del edificio. Al igual que las demás variables se realizó un registro entre una y dos horas de intervalo. Las mediciones se realizaban en aproximadamente 3 minutos esperando a que las ráfagas se hicieran presentes y poder registrarlas.

Las limitaciones de este registro fueron: la incapacidad del aparato para mostrar ráfagas menores a 0.1 km/h, lo que impidió registrar datos que fueran inferiores, a pesar de que por la experiencia de quien realizaba la experimentación se pudiera percibir el movimiento.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

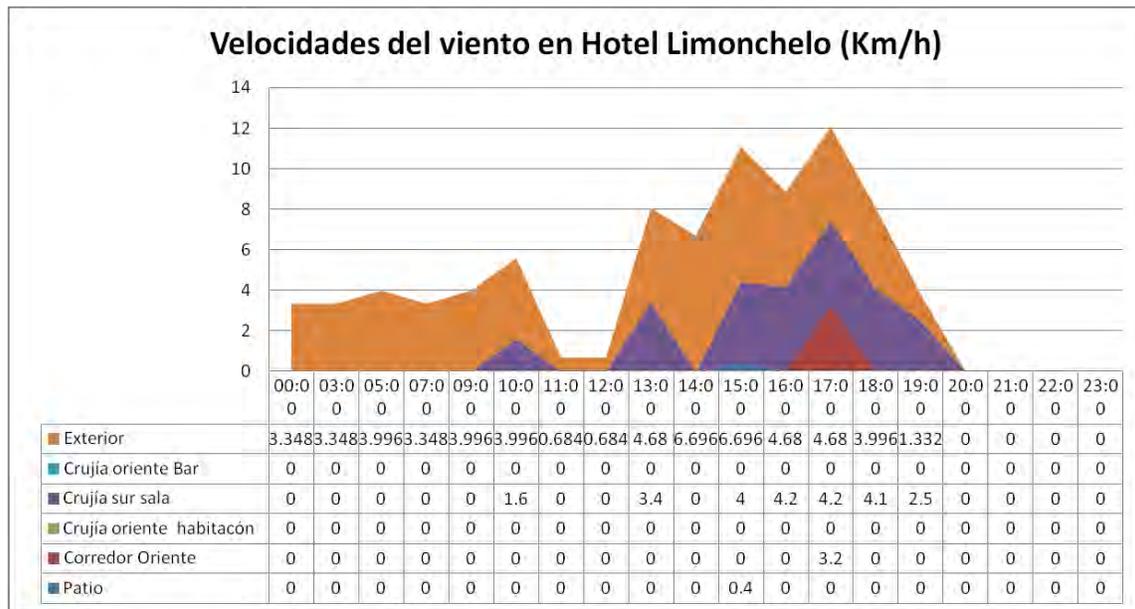
Hora	Patio	Corredor Oriente	Crujía oriente habitación	Crujía sur sala	Crujía oriente Bar	Exterior
00:00	0	0	0	0	0	3.348
03:00	0	0	0	0	0	3.348
05:00	0	0	0	0	0	3.996
07:00	0	0	0	0	0	3.348
09:00	0	0	0	0	0	3.996
10:00	0	0	0	1.6	0	3.996
11:00	0	0	0	0	0	0.684
12:00	0	0	0	0	0	0.684
13:00	0	0	0	3.4	0	4.68
14:00	0	0	0	0	0	6.696
15:00	0.4	0	0	4	0	6.696
16:00	0	0	0	4.2	0	4.68
17:00	0	3.2	0	4.2	0	4.68
18:00	0	0	0	4.1	0	3.996
19:00	0	0	0	2.5	0	1.332
20:00	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0

**Tabla 32 Registro de ventilación de un día muestra. Expresado en km/h**

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la tabla (arriba) podemos apreciar la cantidad de viento que se detectó en la microestación meteorológica y los datos obtenidos dentro del edificio en los diferentes espacios.

Estos se pueden ver expresados en la siguiente gráfica:



**Figura 26 Gráfica de ventilación en el Hotel Casa Limonchelo, registro de velocidad del viento de un día muestra expresado en Km/h.**

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 12 de diciembre del 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Los datos expuestos en la tabla son los que se tomaron con el anemómetro de mano, sin embargo refiriéndonos a la escala de Beaufort y en base a la observación durante el registro ambiental es

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

posible agregar datos que pudieron no ser detectados por el aparato sino por la percepción de quien realiza el experimento.

La presencia de vientos durante el período de la madrugada se percibió en ráfagas que debieron estar alrededor de 2 km/h ya que el aparato no lo percibía pero las sensación de viento en la cara fue perceptible por el practicante del experimento, ésto se detectó en el corredor con vientos que soplan de sur a norte, es decir provenientes del segundo patio hacia el primero.

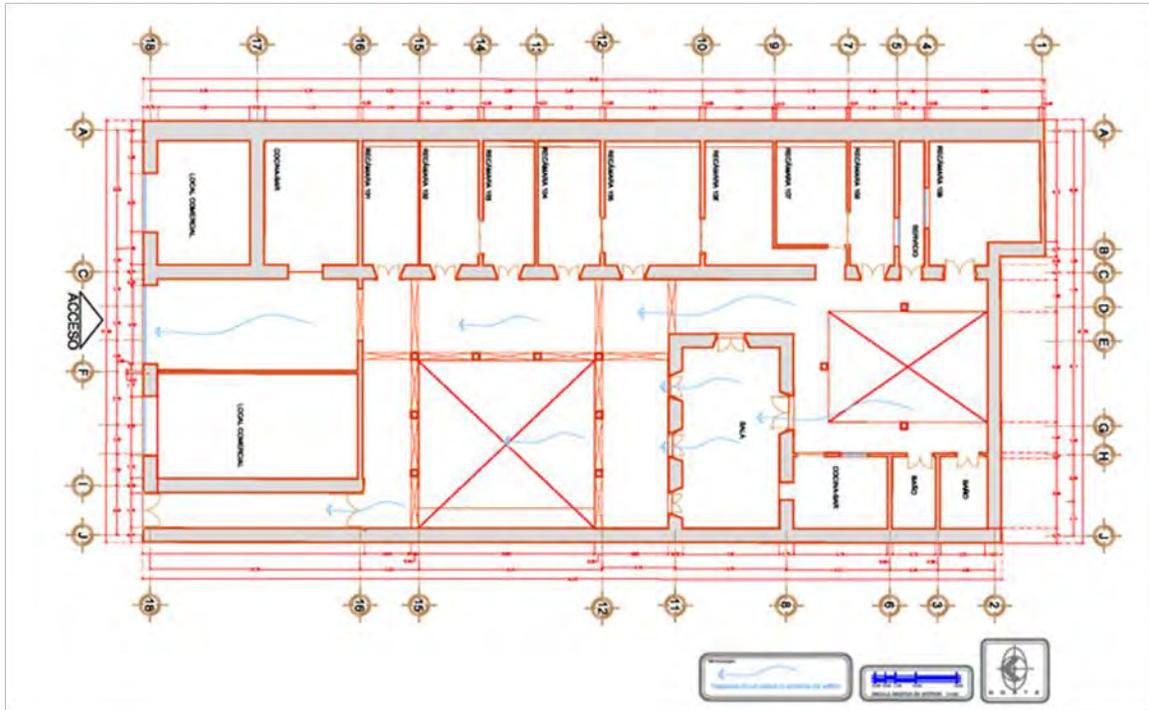


Figura 27 Planta de circulación de vientos en el Hotel Limonchelo.

Fuente: Plano generado a partir del plano proporcionado por el dueño, Arq. Raúl Duarte, elaborado por Tello Rodríguez

La ventilación durante este día muestra, que puede considerarse como un día típico para el mes de noviembre a mayo en que los vientos provienen del suroeste y se pueden percibir entrando por el patio posterior, del lado sur y se dirigen hacia la parte norte del edificio, es decir, el patio principal y hacia el acceso del edificio, cuando la puerta de acceso está abierta.

Como es de esperarse, al abrir las puertas de la sala el viento corre con intensidad por las dos puertas que dan al segundo patio y salen por las puertas que dan al patio principal, y se distribuye en este para salir. Esa misma corriente se percibe por el corredor del lado este que prácticamente atraviesa todo el edificio junto a la mayoría de las habitaciones.

## **Sonido**

El objetivo de este estudio fue el de conocer los niveles de sonido percibidos en los locales del edificio para determinar su aptitud para la actividad que en él se realiza así como conocer sus variantes.

La principal limitante de este estudio fue el no poder contar con un sonómetro integrado para desarrollar el análisis de manera adecuada. Sin embargo se realizó el análisis con una aplicación de sistema operativo Android en un dispositivo móvil.

Aunque no podemos determinar el grado de exactitud para medir los decibeles que se detectaron en cada espacio se pudieron determinar las variaciones y la diferencia de los niveles de sonido percibidos tanto en el exterior como en el interior de los locales.

El método que se desarrolló fue muy similar a los análisis de las variantes anteriores, es decir, procurando que los intervalos de monitoreo no fueran mayores a 2 horas, en los mismos locales que ya se han señalado para el análisis.

Se realizaron lecturas de los niveles de sonido presentes en cada espacio seleccionado por períodos de aproximadamente 3 minutos, permitiendo conocer las variaciones de los niveles mayores y menores de ruido en los locales. Así mismo se tomó lectura de los niveles de ruido presentes en el exterior teniendo la calle como la fuente de ruido principal.

Se determinó que el ruido de la calle, el ruido de los vehículos, de las personas, música en los mismos vehículos, etc. son los principales contaminantes sonoros del ambiente en esta zona.

Los datos registrados fueron los siguientes:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Sonido (Db)						
Hora	Patio	Corredor Oriente	Crujía oriente habitación	Crujía sur sala	Crujía oriente Bar	Exterior
00:00	71	65	51	63	56	90
03:00	62	66	51	63	56	90
05:00	55	61	45	57	57	90
07:00	62	58	44	64	62	90
09:00	62	80	48	60	70	90
10:00	63	67	49	66	68	90
11:00	72	75	51	73	71	90
12:00	80	67	73	78	78	90
13:00	83	64	75	78	87	90
14:00	79	64	64	62	83	90
15:00	75	63	55	67	86	90
16:00	71	67	61	66	86	90
17:00	72	66	58	59	86	90
18:00	72	72	61	57	86	90
19:00	68	72	51	70	86	90
20:00	71	68	56	69	83	90
21:00	71	74	57	71	83	90
22:00	71	72	52	63	83	90
23:00	71	70	52	66	83	90

Tabla 33 Registro de sonido de un día muestra. Expresado en decibeles (Db).

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Con los datos obtenidos y que se reflejan en la tabla anterior y en la gráfica (abajo) es posible apreciar cómo el bar, que es el más próximo a la calle, y que no cuenta con una puerta de acceso al mismo, sino con un acceso abierta al corredor y éste a su vez comunica a la puerta de acceso, permite el libre flujo de las ondas sonoras al interior, sin embargo los muros y su ubicación propician una ligera disminución en la percepción de ruidos en el ambiente interior.

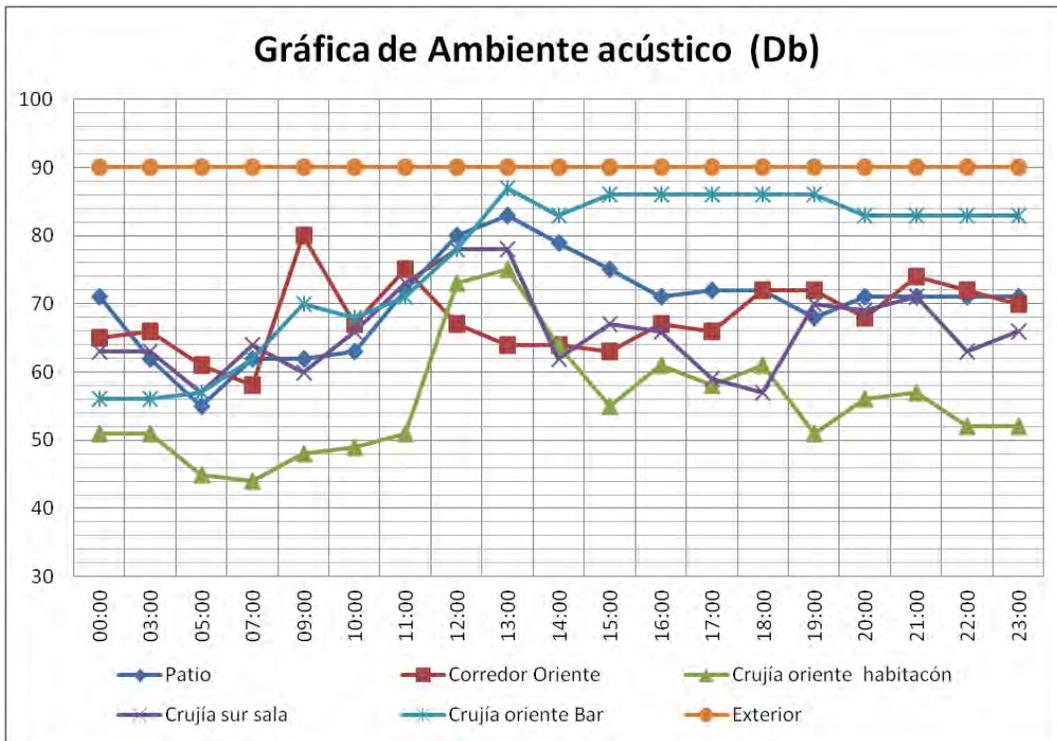


Figura 28 Gráfica del ambiente acústico del Hotel Casa Limonchelo  
 Fuente: Generada a partir de los datos obtenidos en un día muestra el 12 de diciembre de 2012. medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En contraste la habitación, que sí cuenta con una puerta de acceso que se puede cerrar logra un aislamiento acústico que disminuye la percepción de ruidos entre el 20 y el 50%. Este espacio es propicio para realizar actividades de concentración y de descanso gracias al aislamiento que lo proporcionan sus materiales, sus sistemas constructivos y la ubicación del mismo, sin embargo este puede alcanzar mayores niveles de aislamiento si se cambiara el tipo de puertas y ventanas con algunas que pudieran aislar mejor la habitación de los ruidos exteriores.

**Calor y humedad.**

Para realizar el análisis de calor y humedad se registraron ambos conceptos con un termohigrómetro de mano y se registraron con los aparatos colocados para el análisis de períodos largos, así mismo se realizó el monitoreo de las temperaturas de los materiales, es decir de los elementos arquitectónicos que envuelven el espacio.

Los aparatos que se utilizaron fueron el termohigrómetro y un termómetro laser, se tomaron lecturas procurando hacerlo cada hora o dos horas, obteniendo datos de la temperatura de piso,

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

cubierta y muros al mismo tiempo que se tomó la lectura de las temperaturas del ambiente y la humedad relativa.

Se registraron los datos en las fichas propuestas para el desarrollo de este método y posteriormente se vaciaron a fichas de análisis.

El objetivo de este estudio es conocer las variaciones de la temperatura en los elementos de la envolvente y conocer cuál es su contribución a la ganancia térmica en el ambiente y la percepción de la temperatura dentro del espacio en cuestión.

Los resultados de este análisis fueron los siguientes:

### Patio y corredor

Hora	Patio				Corredor				
	Temp ambiente	Temp. Sup. en sombra	Temp. Sup. en sol	Temp ambiente	Piso A	Muro		Cubierta	
						B i	B s	C inf	C sup
00:00	14.553	12.10	13.10	15.62	5.30	5.50	6.30	7.10	-3.00
03:00	13.233	11.30	10.80	14.85	9.30	8.50	8.90	1.70	-1.10
05:00	12.727	4.50	5.40	14.47	1.00	2.20	2.60	4.80	-1.00
07:00	12.292	10.50	10.50	13.32	9.60	9.00	9.30	6.60	-6.00
09:00	13.064	11.10	12.90	14.09	10.60	11.10	11.60	12.30	3.10
10:00	23.978	11.40	12.90	15.23	12.30	13.00	13.00	13.60	17.50
11:00	25.866	18.60	26.60	16.00	11.10	10.00	10.00	10.50	27.80
12:00	21.27	15.50	29.60	17.90	13.60	13.00	13.10	12.00	40.70
13:00	21.915	15.10	34.30	19.42	7.20	8.60	8.90	11.90	38.80
14:00	20.555	15.10	33.70	19.04	15.10	16.00	16.00	14.30	43.00
15:00	20.746	18.80	26.60	19.42	13.80	14.80	14.70	12.50	38.50
16:00	20.246	19.00	20.00	19.42	12.80	14.40	15.00	15.10	34.00
17:00	19.674	17.30	21.00	19.04	17.10	16.80	17.00	15.90	24.00
18:00	18.866	14.00	14.10	18.66	13.20	14.50	14.80	16.80	17.00
19:00	17.748	17.10	17.60	17.90	14.60	15.30	15.40	17.40	11.40
20:00	17.225	13.00	14.20	17.90	14.30	15.10	15.70	16.70	11.30
21:00	16.749	13.50	16.40	17.52	8.30	13.20	12.80	14.00	8.10
22:00	16.177	9.70	11.10	16.76	10.80	10.00	10.80	12.80	5.70
23:00	15.533	9.40	11.30	16.38	5.40	7.10	8.10	9.30	-1.40
Máxima	25.866	19	34.3	19.42	17.1	16.8	17	17.4	43
Minima	12.292	4.5	5.4	13.32	1	2.2	2.6	1.7	-6

Tabla 34 Registro de temperaturas de las superficies de un día muestra. Expresado en grados centígrados (°C).

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la tabla (arriba) es posible leer que las temperaturas de la superficie dentro del patio llegan a superar la temperatura del aire entre las 11:00 y las 17:00 hrs, pero sólo en el área donde se ha asoleado la superficie; y la temperatura más alta en el aire se percibe durante las 11:00 hrs, sin embargo la ventilación y la mezcla con el aire exterior no permiten que la radiación solar pueda mantener un aporte significativo para calentar el aire y mantenerlo con una temperatura mayor. Sin embargo al estar en el patio sería posible sentarse próximo a donde se proyectan los rayos solares y conseguir ganancia térmica directo al cuerpo.

En el corredor ocurre de manera similar y sólo se tienen mayores temperaturas en la superficie de la cubierta, siendo que ésta recibe la radiación solar directa. Es de esta manera que el pórtico proporciona una protección al corredor evitando la radiación directa además de funcionar como protección ante la precipitación pluvial.

### **Sala**

En el local de la sala del hotel Limonchelo se registraron los datos de temperatura de tres muros, la cubierta y el piso del mismo, y se comparan con los datos de la temperatura del aire registrada con los aparatos de monitoreo Hobo de temperatura y humedad. La sala cuenta con 5 puertas que se comunican con corredores y una más que se comunica con una cocina. Los materiales de ésta son principalmente cantera en los muros y losa de concreto. Los acabados son de mortero de cal en el interior y en el exterior es la cantera aparente con un guardapolvo de aproximadamente 1 m de alto, de azulejo.

En la temporada que se realizó este análisis el sol alcanza a irradiar parte del muro sur; éste refleja una ganancia térmica considerable por el exterior, sin embargo las temperaturas irradiadas por el interior no reflejan una temperatura mayor que la temperatura del aire.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 35 Análisis de temperaturas de superficie la Sala del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en °C**

SALA		Temperatura de superficies °C										Diferencia térmica en envolvente interior				
	Temp	Piso	Cubierta		Muro Norte C		Muro Este		Muro Sur			Piso	Cubierta	Muro Norte C	Muro Este	Muro Sur
Hora	ambiente	A	Bi	Be	"i" inter	"e" ext	Di	De	i inter	e sup	e inf	A	Bi	"i" inter	Di	i inter
00:00	16.38	8.60	9.40	-4.50	8.30	7.80	8.10	7.90	8.10	8.60	7.10	-7.78	-6.98	-8.08	-8.28	-8.28
03:00	16.38	4.00	4.90	-1.50	3.90	2.60	2.60	2.20	2.70	1.60	1.00	-12.38	-11.48	-12.48	-13.78	-13.68
05:00	16.00	5.50	5.50	-1.00	2.20	0.50	1.00	0.50	1.40	0.30	0.00	-10.50	-10.50	-13.80	-15.00	-14.60
07:00	15.62	5.40	4.70	-8.00	4.40	3.60	4.00	3.70	5.20	4.00	2.60	-10.22	-10.92	-11.22	-11.62	-10.42
09:00	14.47	12.00	11.60	2.20	11.20	11.00	10.20	9.70	10.60	9.50	9.10	-2.47	-2.87	-3.27	-4.27	-3.87
10:00	14.85	14.00	12.90	18.60	12.60	12.30	10.90	10.60	12.50	12.00	12.10	-0.85	-1.95	-2.25	-3.95	-2.35
11:00	15.23	13.60	13.00	30.80	10.80	10.90	9.00	8.70	10.80	18.50	11.10	-1.63	-2.23	-4.43	-6.23	-4.43
12:00	16.38	14.30	12.00	38.00	15.10	14.10	14.00	13.00	14.00	17.00	32.00	-2.08	-4.38	-1.28	-2.38	-2.38
13:00	18.28	14.60	13.00	40.90	14.60	13.80	13.10	11.60	12.30	15.60	30.00	-3.68	-5.28	-3.68	-5.18	-5.98
14:00	17.90	15.60	16.50	48.00	13.90	13.40	12.80	12.10	11.50	14.00	24.50	-2.30	-1.40	-4.00	-5.10	-6.40
15:00	18.28	16.20	15.90	42.00	15.80	15.50	15.70	15.60	14.80	15.80	21.10	-2.08	-2.38	-2.48	-2.58	-3.48
16:00	18.28	16.00	18.90	40.00	12.90	13.10	13.60	13.70	13.20	14.40	19.10	-2.28	0.62	-5.38	-4.68	-5.08
17:00	18.28	16.00	19.00	21.00	15.70	15.40	16.30	15.80	15.50	19.00	15.80	-2.28	0.72	-2.58	-1.98	-2.78
18:00	17.52	15.20	19.00	17.00	12.50	11.70	12.20	11.20	10.90	14.30	11.40	-2.32	1.48	-5.02	-5.32	-6.62
19:00	17.52	15.30	18.30	10.80	15.00	14.60	15.50	15.20	15.90	17.50	16.00	-2.22	0.78	-2.52	-2.02	-1.62
20:00	17.52	14.70	16.10	11.30	14.10	13.50	13.40	13.00	12.70	12.60	14.30	-2.82	-1.42	-3.42	-4.12	-4.82
21:00	17.14	12.50	16.10	7.80	11.10	11.60	11.40	11.00	10.90	12.30	10.20	-4.64	-1.04	-6.04	-5.74	-6.24
22:00	16.76	12.10	14.50	4.40	13.30	11.80	12.60	12.00	12.30	12.80	11.70	-4.66	-2.26	-3.46	-4.16	-4.46
23:00	17.14	9.20	11.70	-3.10	8.00	7.30	8.00	7.80	8.30	9.10	7.80	-7.94	-5.44	-9.14	-9.14	-8.84
Máx	18.28	16.2	19	48	15.8	15.5	16.3	15.8	15.9	19	32					
Mín	14.47	4	4.7	-8	2.2	0.5	1	0.5	1.4	0.3	0					

Feunte: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Las temperaturas del interior de la envolvente sólo presentan una diferencia superior a la temperatura del aire en la losa entre las 16:00 y las 19:00hrs; la diferencia varía entre medio grado y 1°C.

Es posible decir entonces que no existe ganancia térmica por medio de la envolvente, ya que las temperaturas son menores; esto significa que el aporte de temperatura es inverso, es decir, que el aire es el que aporta calor al material de la envolvente, sobre todo en los muros. En la cubierta puede contribuir la ganancia por radiación, pero la inercia térmica de la losa no es suficiente para transmitir mayor temperatura.

**Habitación**

En la habitación se realizó el mismo procedimiento de obtención de datos que se hizo en la sala; se tomaron registros de temperaturas de las superficies de la envolvente del espacio en cuestión. Recordemos que la habitación sólo cuenta con un acceso y los muros laterales están contruídos con adobe, los muros, colindante del predio y el que da al corredor, son de cantera. En este espacio la envolvente sólo recibe radiación por medio de la cubierta que está contruída con un sistema de vigería y terrado.

En la tabla (abajo) podemos observar que la irradiación de los materiales en el interior de la habitación no supera la temperatura del aire contenido en el espacio, ésto significa que no existe

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

ganancia térmica por medio de la envolvente, más bien tendremos pérdida de temperaturas por el aporte de temperatura que demanda al aire del ambiente.

**Tabla 36 Análisis de temperaturas de superficie en la Habitación del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en °C**

HABITACIÓN		Temperatura de superficies °C								Diferencia térmica en envolvente interior					
	Temp	Piso			Muro Sur	Muro Pte		Muro Nte	Muro Est	Piso	Cubierta	Muro Norte C	Muro Sur	Muro Nte	Muro Est
Hora	ambiente	A	Bi	Be	Sur C	Di	De	E	F	A	Bi	"i" inter	i inter	E	F
00:00	18.66	10.00	14.20	-1.90	10.30	12.30	10.40	10.40	10.50	-8.66	-4.46	-8.36	-6.36	-8.26	-8.16
03:00	18.66	1.80	2.50	-1.50	2.10	2.10	-1.50	2.00	1.80	-16.86	-16.16	-16.56	-16.56	-16.66	-16.86
05:00	18.66	8.00	7.50	-4.00	8.10	8.10	4.10	8.40	8.50	-10.66	-11.16	-10.56	-10.56	-10.26	-10.16
07:00	18.66	14.50	13.60	-2.90	13.90	12.90	7.50	13.70	13.90	-4.16	-5.06	-4.76	-5.76	-4.96	-4.76
09:00	18.66	17.70	17.50	5.10	18.00	17.30	13.60	17.70	17.60	-0.96	-1.16	-0.66	-1.36	-0.96	-1.06
10:00	18.66	15.50	16.00	8.70	15.80	15.50	13.00	15.70	15.60	-3.16	-2.66	-2.86	-3.16	-2.96	-3.06
11:00	18.28	13.30	14.20	26.50	14.00	13.80	12.00	13.80	14.00	-4.98	-4.08	-4.28	-4.48	-4.48	-4.28
12:00	18.28	14.10	16.00	42.80	15.50	15.80	15.10	15.80	16.50	-4.18	-2.28	-2.78	-2.48	-2.48	-1.78
13:00	18.66	14.40	14.30	32.00	9.80	10.80	10.40	11.80	11.80	-4.26	-4.36	-8.86	-7.86	-6.86	-6.86
14:00	18.66	14.40	13.10	43.00	14.50	13.90	14.60	13.30	13.20	-4.26	-5.56	-4.16	-4.76	-5.36	-5.46
15:00	18.66	16.00	15.20	42.00	15.40	15.20	15.30	14.00	13.50	-2.66	-3.46	-3.26	-3.46	-4.66	-5.16
16:00	18.66	9.20	9.30	33.00	9.10	8.90	9.60	8.80	8.60	-9.46	-9.36	-9.56	-9.76	-9.86	-10.06
17:00	18.66	13.70	12.00	24.00	13.50	13.00	13.10	11.90	11.90	-4.96	-6.66	-5.16	-5.66	-6.76	-6.76
18:00	18.28	14.00	14.20	17.70	14.30	13.80	14.80	13.70	14.20	-4.28	-4.08	-3.98	-4.48	-4.58	-4.08
19:00	18.28	10.10	9.70	8.40	9.60	9.10	9.50	9.40	9.60	-8.18	-8.58	-8.68	-9.18	-8.88	-8.68
20:00	18.28	10.70	15.50	10.20	10.70	14.50	14.40	11.10	11.10	-7.58	-2.78	-7.58	-3.78	-7.18	-7.18
21:00	18.28	9.00	7.80	-2.00	9.10	7.40	6.00	9.30	9.60	-9.28	-10.48	-9.18	-10.88	-8.98	-8.68
22:00	18.28	7.00	10.00	2.10	7.10	8.70	8.80	7.60	7.80	-11.28	-8.28	-11.18	-9.58	-10.68	-10.48
23:00	18.28	13.60	13.10	-2.00	13.60	12.90	10.10	13.80	13.70	-4.68	-5.18	-4.68	-5.38	-4.48	-4.58
Máx	18.66	17.7	17.5	43	18	17.3	15.3	17.7	17.6						
Mín	18.28	1.8	2.5	-4	2.1	2.1	-1.5	2	1.8						

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

**Bar**

En el bar se realizó el análisis de las temperaturas de la misma manera. El bar sólo cuenta con un vano de acceso que no tiene puerta y mantiene un intercambio constante de aire con el del acceso principal. Este acceso puede cerrarse tanto del exterior del edificio como al paso al patio principal.

Los materiales del local son muros de adobe en las caras norte y sur y cantería al oriente y poniente; la cubierta es de losa de concreto con un domo de block de vidrio.

En la tabla (abajo) se expresan las temperaturas registradas en cada uno de los elementos arquitectónicos del bar. En ella se puede observar que el único elemento que irradia mayor calor que la temperatura del aire es la losa, entre las 15:00 y 18:00 horas, gracias a la ganancia térmica que absorbe, producto del asoleamiento y que alcanza temperaturas de superficie de 34° hasta 58°C entre las 11:00 hrs y las 15:00. Los demás elementos se mantienen en temperaturas más bajas que la temperatura del aire.

**Tabla 37 Análisis de temperaturas de superficie en el Bar del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en °C**

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

BAR		Temperatura de superficies °C								Diferencia térmica en envolvente interior								
	Temp	Piso			Cubierta			Muro Pte		Muro Sur	Muro Nte	Muro Est	Piso	Cubierta	Muro Norte	Muro Sur	Mur Nte	Mur Est
Hora	ambiente	A	Bi	Be	Ci	Ce	D	E	F	A	Bi	Ci	D	E	F			
00:00	19.42	9.90	12.40	1.00	10.30	9.40	10.20	10.40	10.70	-9.52	-7.02	-9.12	-9.22	-9.02	-8.72			
03:00	19.42	3.80	9.00	3.00	5.40	5.20	6.30	7.10	7.40	-15.62	-10.42	-14.02	-13.12	-12.32	-12.02			
05:00	19.42	9.00	8.60	-5.50	11.70	11.10	11.50	11.80	12.40	-10.42	-10.82	-7.72	-7.92	-7.62	-7.02			
07:00	19.04	12.30	11.60	-0.60	13.50	13.00	13.60	14.00	14.10	-6.74	-7.44	-5.54	-5.44	-5.04	-4.94			
09:00	18.28	1.57	16.10	10.00	16.60	15.70	15.70	16.00	15.90	-16.71	-2.18	-1.68	-2.58	-2.28	-2.38			
10:00	18.28	16.10	16.30	16.00	16.80	16.00	16.20	16.20	16.30	-2.18	-1.98	-1.48	-2.08	-2.08	-1.98			
11:00	18.66	15.70	16.50	34.00	16.10	15.40	14.90	15.30	15.40	-2.96	-2.16	-2.56	-3.76	-3.36	-3.26			
12:00	19.04	17.00	18.00	54.00	16.10	15.80	16.90	16.60	16.80	-2.04	-1.04	-2.94	-2.14	-2.44	-2.24			
13:00	19.42	15.70	17.40	58.00	16.10	16.10	15.00	15.20	15.30	-3.72	-2.02	-3.32	-4.42	-4.22	-4.12			
14:00	19.42	13.80	18.20	54.00	15.30	15.50	14.40	14.50	14.30	-5.62	-1.22	-4.12	-5.02	-4.92	-5.12			
15:00	19.81	17.10	20.60	45.00	17.40	17.80	16.50	16.60	16.80	-2.71	0.79	-2.41	-3.31	-3.21	-3.01			
16:00	19.81	15.10	20.00	27.50	15.00	14.90	14.00	14.30	14.00	-4.71	0.19	-4.81	-5.81	-5.51	-5.81			
17:00	19.81	14.10	19.10	21.00	14.30	14.20	13.20	13.60	13.80	-5.71	-0.71	-5.51	-6.61	-6.21	-6.01			
18:00	19.81	15.90	22.60	18.00	15.80	15.80	15.40	16.30	16.30	-3.91	2.79	-4.01	-4.41	-3.51	-3.51			
19:00	19.81	12.00	15.90	10.20	12.90	12.00	12.10	12.60	12.70	-7.81	-3.91	-6.91	-7.71	-7.21	-7.11			
20:00	19.81	13.60	17.50	13.00	14.30	13.30	13.80	14.10	14.20	-6.21	-2.31	-5.51	-6.01	-5.71	-5.61			
21:00	19.42	10.00	12.90	4.00	10.90	9.20	10.20	11.00	11.30	-9.42	-6.52	-8.52	-9.22	-8.42	-8.12			
22:00	19.42	11.60	14.90	7.50	12.30	10.70	1.80	12.00	12.30	-7.82	-4.52	-7.12	-17.62	-7.42	-7.12			
23:00	19.81	8.60	11.90	2.00	10.00	8.30	9.90	10.70	11.30	-11.21	-7.91	-9.81	-9.91	-9.11	-8.51			
Máx	19.81	17.1	22.6	58	17.4	17.8	16.9	16.6	16.8									
Mín	18.28	1.57	8.6	-5.5	5.4	5.2	1.8	7.1	7.4									

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

### Comentarios

En cuanto a las temperaturas registradas en los materiales se puede apreciar que, en general, los materiales mantiene aislado el espacio del calentamiento o enfriamiento que puede producir las variantes climatológicas del exterior, proporcionando una temperatura estable dentro de los espacios, a pesar de que las temperaturas en los materiales varían mucho, las temperaturas del aire se mantienen con oscilaciones muy bajas que pueden ir en relación de 2° a 3°C mientras que las de los materiales pueden variar hasta 15°C.

### Imagen térmica

Dentro de este estudio también se realizó un análisis de las temperaturas de los materiales con una cámara de infrarojos que nos permitió conocer las temperaturas de los materiales en áreas más extensas de los elementos arquitectónicos.

Las fichas de registro de la temperatura de los materiales con la cámara de infrarojos se desarrollaron en dos horarios, una a medio día y otro por la tarde. Las imágenes se tomaron el día 13 de junio del 2013.

El método que se siguió fue el de dividir las superficies en 4 cuadrantes de tal manera que se pudiera tomar una superficie considerable del elemento. Se tomó temperatura de las superficies y la

## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

temperatura del aire, la humedad relativa y se acompaña de una fotografía del lugar donde se tomó la imagen térmica con cámara de infrarojos.

Los datos arrojados por la cámara térmica se procesaron para poder conocer las temperaturas promedio en cada imagen tomada. En la ficha se podrán apreciar los datos de temperatura máxima, mínima y promedio de cada imagen térmica acompañados de la temperatura y humedad del aire, y la temperatura tomada con el termómetro laser. Dentro de la ficha también encontraremos la imagen térmica acompañada de la foto del objetivo capturado.

Las fichas de registro, estarán en un anexo para que el lector pueda hacer revisión de ellas, las cuales tendrán un formato como el que ahora ejemplificamos:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

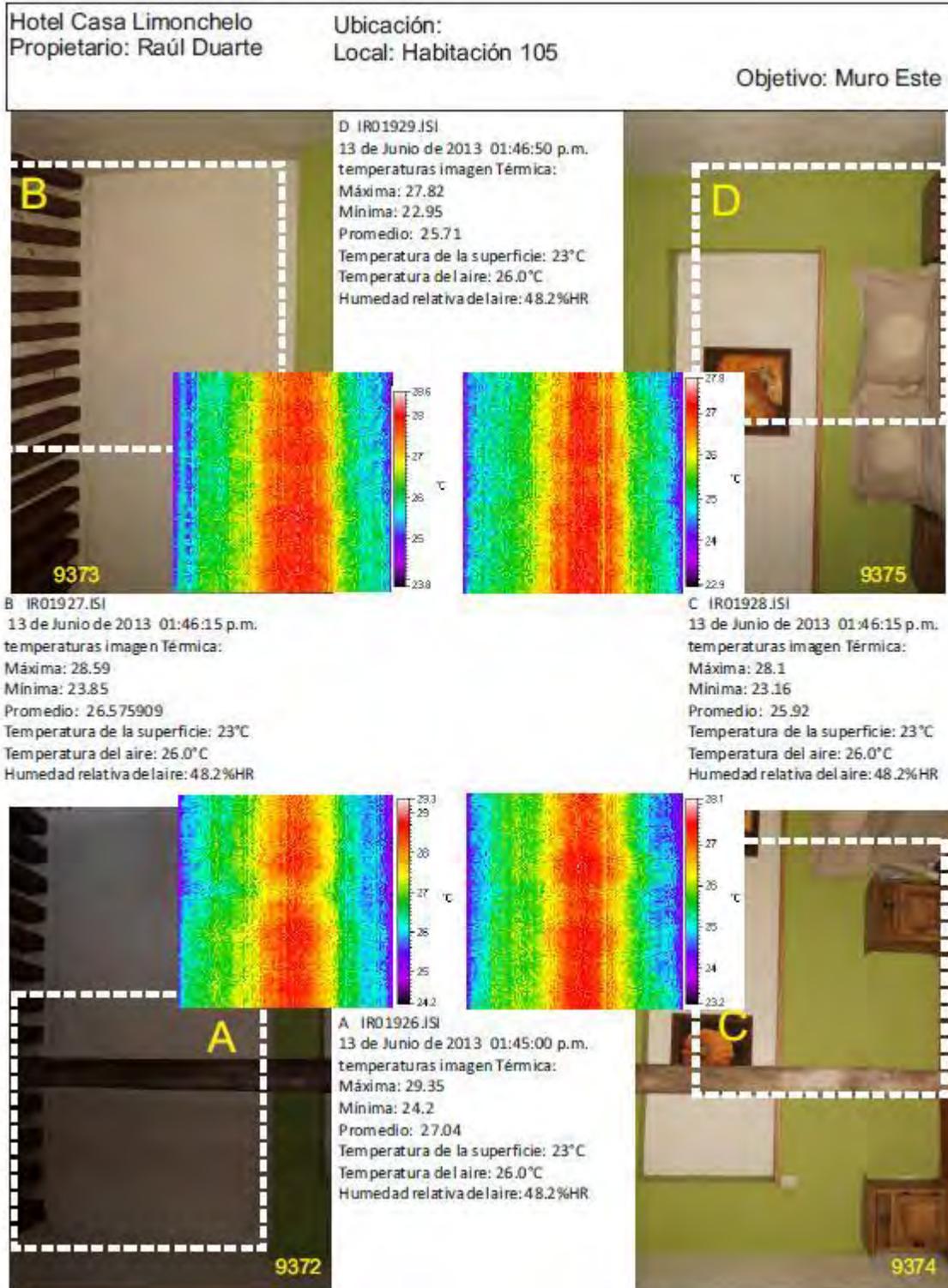


Figura 29 Ejemplo de ficha de la toma de Imágenes de infrarrojos.  
 Fuente: Elaboración del autor.

Los datos obtenidos nos permitieron llegar a los siguientes comentarios:

Habitación (fichas en el Anexo “Fichas de Cámara térmica”).

Dentro de la habitación se pudo observar que las temperaturas en la cubierta, aunque por el exterior se mantuvieron mayores a las temperaturas del aire, en el interior las temperaturas capturadas por la cámara eran menores que las del aire al medio día, pero por la tarde se encontraron mayores que las del aire, a pesar de que la temperatura del termómetro laser marcara lo contrario, es decir la temperatura de la superficie registrada con el termómetro siempre registraba temperaturas menores a las del aire.

En los muros ocurrió algo similar, las temperaturas registradas a medio día marcaron una temperatura menor que la temperatura del aire, manteniendo una temperatura muy similar pues ésta tenía una diferencia de hasta 1°C. Por la tarde las temperaturas de los muros registraron temperaturas mayores que las del aire, sin que la diferencia fuera mayor a 1° C

En la superficie del piso se registraron temperaturas menores a las temperaturas del ambiente por hasta 1°C de diferencia, por la tarde se pudieron apreciar temperaturas mayores que las del aire pero sólo por hasta 1°C. sin embargo la temperatura del termómetro laser registró temperaturas menores entre 3 y 4°C.

Sala. (Fichas en el Anexo 2)

En la sala se registró una temperatura interior promedio en la cubierta mayor que la temperatura del aire, esto permite que las temperaturas del aire puedan calentarse por radiación de calor proveniente de la losa. En los muros las temperaturas se mantuvieron a medio día por debajo de la temperatura del aire hasta por 1°C pero las temperaturas que se registraron con el termómetro laser indicaban temperaturas menores que eso, es decir con una diferencia de hasta 4°C en la temperatura de la superficie.

Comentarios.

Las temperaturas registradas por la cámara térmica nos pueden mostrar datos que a diferencia de la temperatura registrada por el termómetro laser abarcan áreas mayores de un elemento arquitectónico pudiendo identificar variaciones de temperatura de acuerdo a la altura, por transmisión de temperaturas a través de los materiales y por ganancia de temperaturas por radiación solar, entre otros factores.

## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Para las temperaturas registradas durante este estudio se aprecia que, durante el período matutino las temperaturas de los materiales se mantiene ligeramente más frescas y para la tarde las temperaturas llegan a ser ligeramente más elevadas que las del aire contenido de los espacios. Sin embargo éstas no llegan a afectar la temperatura de confort de manera desfavorable, ya que como vimos anteriormente la sala mantiene un déficit de temperaturas en la temporada cálida y la habitación tiene ganancia por superavit en la madrugada.

Es de mencionarse que este registro no se realizó en la noche o madrugada para conocer el comportamiento de los materiales a esas horas pero podemos apreciar que en la lectura de temperaturas de los materiales con el termómetro laser se observó que las temperaturas de éstos se mantienen por debajo de la temperatura del aire.

ExCasa del Conde de Sierra Gorda.





## ExCasa del Conde de Sierra Gorda.

### Análisis del comportamiento y de las condiciones de confort higrotérmico, en la Excasa del Conde de Sierra Gorda.

El trabajo de monitoreo de temperaturas y humedad relativa se realizó entre los meses de diciembre del año 2012 y junio del 2013, de los cuales se tomaron los datos de los meses de enero que corresponde a la temporada invernal que registra las temperaturas más bajas del año, y al mes de mayo por ser el registro de temperaturas más cálidas, meses que presentan las temperaturas extremas en la ciudad de Morelia.

El análisis se realizó con el apoyo de los instrumentos de medición: una microestación meteorológica Hobo modelo H21-002<sup>184</sup>, y 7 aparatos de monitoreo de humedad y temperatura en el edificio (Termohigrómetros, marca HOBO<sup>185</sup>).



Figura 30 Hobo data logger

Termo higrómetros para interiores. Foto Tello Rodríguez.



Figura 31 Hobo data logger

Termo higrómetro para interior con conexión para canal externo. Imagen tomada de <http://www.onsetcomp.com>

La microestación se colocó en la azotea de otro edificio en el centro histórico aproximadamente a 800 m de distancia de la antigua casa del Conde de Sierra Gorda. Los instrumentos de medición de temperatura y humedad (Hobo dataloggers), se colocaron en los siguientes espacios

Tabla 38 Espacios monitoreados en AxCasa del Conde de Sierra Gorda; Fuente: Elaboración del autor

Planta Baja:		
No.	Espacio	Ubicación dentro del edificio
1	Oficina del Departamento de Apoyo a Supervisión	Poniente
2	Oficina de la Jefatura del Sector 36	Oriente
3	Corredor de planta baja	Corredor Poniente
Planta Alta:		
No.	Espacio	Ubicación dentro del edificio
4	Oficina de Supervisión Escolar 43	Poniente

<sup>184</sup> La Microestación meteorológica se colocó en la azotea de otra vivienda al poniente del centro histórico aproximadamente a 800 m del nuestro edificio analizado.

<sup>185</sup> Se utilizaron aparatos Hobo datalogger modelo U12-011 para el interior del edificio.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

5	Oficina de la Jefatura del Sector 29	Oriente
6	Oficina del Departamento de Proyectos Académicos	Sur
7 y 8*186	Corredor de planta alta y patio	Corredor Sur



**Figura 32 Plantas arquitectónicas y ubicación de aparatos de medición.**

**Fuente:** Plano de la secretaria de Cultura Gobierno del estado de Michoacán, elaborado por: P. Arq. Liliana Santana Leal P. Arq. Ma. Concepción Bartolo Zavaleta. Modificado por Tello Rodríguez

El edificio se ubica en la esquina que forman la avenida Francisco I. Madero oriente en el lado sur del edificio y la calle Álvaro Obregón, en el lado oriente, éste deja expuestos a la intemperie y a un ambiente mezclado con gases emitidos por autos y ruidos de tráfico y personas que transitan por estas calles. Por el lado poniente y norte tenemos una colindancia.

<sup>186</sup> 8\*es una extensión del aparato no. 7

AQUILES SERDAN



Figura 33 localización e influencia del entorno inmediato  
Fuente: Imagen de Tello Rodríguez

### Parámetros de confort

Para determinar los parámetros de confort se tomó como modelo la propuesta de Mauricio Roriz: a partir de la ecuación propuesta por Humphreys con una franja de tolerancia de  $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$  y suponiendo que la variación de la línea de confort corresponda al 40% de la amplitud de la variación externa se determina una zona de confort variable de una amplitud de  $5^{\circ}\text{C}$ .<sup>187</sup>

Las gráficas de confort higrotérmico se presentan divididas en espacios de la planta baja y en espacios de la planta alta para apreciar de manera más clara el comportamiento de los diferentes espacios pero conservando los datos del exterior iguales para cada mes. Además dentro de las mismas se desarrolló la gráfica de confort variable antes mencionada para establecer los límites de confort<sup>188</sup>.

También nos referiremos a los límites de confort de acuerdo a los parámetros propuestos por el R. Rivero<sup>189</sup> donde se determinan los límites de confort de acuerdo a las actividades que se desarrollan en los espacios. Para este caso las actividades se consideran de ligeras a medias desarrollándose trabajos de escritorio principalmente. Rivero<sup>190</sup> menciona que las temperaturas de confort se

<sup>187</sup> Mauricio Roriz, *Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: uma hipótese de modelo adaptativo*, em memórias de ECAC COTEDI, Curitiba, Brasil, Universidade Federal de São Carlos, noviembre de 2003, pp. 338-345.

<sup>188</sup> La grafica de confort variable presenta una oscilación proporcional a las condiciones de temperatura y humedad del exterior, diferente a las gráficas de confort constante que manejan un parámetro lineal durante todo el día.

<sup>189</sup> R. Rivero, M. Aroztegui, et. Al., *Cátedras de acondicionamiento térmico AT01*, Uruguay, Publicaciones Farq 2002, p.11

<sup>190</sup> ibidem

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

desarrollan de la siguiente manera considerando que para esta actividad la aportación de calor del cuerpo humano es de 140 W:

Tabla 39 Confort para actividades de oficina

Muy inconfortable	33.5 °C
Inconfortable	30 °C
Comienza a ser inconfortable	26.5 °C
Confort óptimo	23.5 °C 21 °C
Comienza a ser inconfortable	18.5 °C
Inconfortable	16 °C
Muy inconfortable	11.5 °C

Fuente: Elaboración del autor.

Dentro de este análisis se deben considerar que los espacios son usados para desarrollar actividades de oficina, las personas que laboran también hacen uso de computadoras las cuales aportan calor al ambiente y los espacios a los que nos referimos contienen volúmenes grandes de aire por la altura, predomina el macizo sobre el vano con ventanas y balcones pequeños en proporción a la superficie de los muros. El horario de trabajo de dichas oficinas es de 8:00 a 15:00 hrs. y las puertas y ventanas funcionan como sistemas de climatización cerrándose cuando se percibe mayor frío, sin embargo la mayor parte del tiempo, durante los horarios laborales se mantienen abiertos hacia el patio. En la planta baja no se abren regularmente las ventanas al exterior para evitar el ingreso de contaminación que presenta el ambiente exterior, tanto de gases emitidos como por el ruido proveniente del tráfico de la calle.

### Planta Baja

En la planta baja se colocaron tres aparatos de medición, cabe señalar que los espacios son altos permitiendo contener en estos espacios un gran volumen de aire, y en esta planta los entresijos están compuestos de vigería con terrado. Son ocupados por personas que realizan actividades de oficina y en su mayoría cuentan con computadoras para trabajar. Es necesario hacer un resumen de estas características las cuales deben ser consideradas porque influyen en el comportamiento higrotérmico de los espacios.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Tabla 40 Espacios de muestreo en planta baja

No.	Espacio	No de personas	No. De computadoras	Volumen de aire	Ubicación dentro del edificio
1	Oficina del Departamento de Apoyo a Supervisión	3	2-3	228.9m <sup>3</sup>	Poniente
2	Oficina de la Jefatura del Sector 36	6	6	418.89 m <sup>3</sup>	Oriente
3	Corredor de planta baja	-	-	-	Corredor Poniente

Fuente: Elaboración del autor.

En dicha planta ubicamos los aparatos en los siguientes espacios:



Figura 34 Localización de aparatos y locales monitoreados *Plano de la secretaria de Cultura Gobierno del estado de Michoacán*

Fuente: elaborado por: P. Arq. Liliana Santana Leal P. Arq. Ma. Concepción Bartolo Zavaleta. Modificado por Tello Rodríguez

**Planta alta**

En la planta alta del edificio se colocaron cuatro aparatos de medición y una extensión de uno de ellos para tomar el registro de temperaturas y humedad. Los espacios presentan las siguientes características:

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Tabla 41 Espacios de monitoreo en planta alta

No.	Espacio	No. de personas	No. de computadoras	Volumen de aire	Ubicación dentro del edificio
4	Oficina de Supervisión Escolar 43	5	5	195 m <sup>3</sup>	Poniente
5	Oficina de la Jefatura del Sector 29	12	12	421.26 m <sup>3</sup>	Oriente
6	Oficina del Departamento de Proyectos Académicos	19	19	741.66m <sup>3</sup>	Sur
7 y 8* 191	Corredor de planta alta y patio	-	-	-	Corredor sur

Fuente: Elaboración del autor.

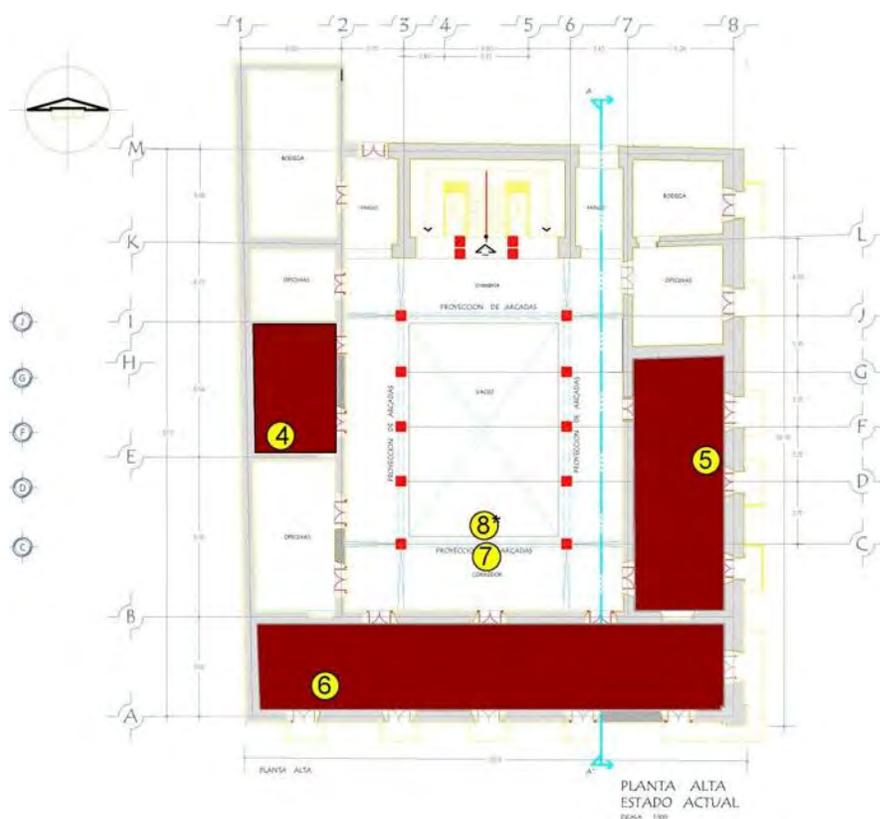


Figura 35 localización de aparatos y espacios monitoreados. Plano de la secretaria de Cultura Gobierno del Estado de Michoacán

Fuente: elaborado por: P. Arq. Liliana Santana Leal P. Arq. Ma. Concepción Bartolo Zavaleta. Modificado por Tello Rodríguez

### Enero

#### Planta baja

Los primeros datos que analizaremos serán los de la planta baja. Se desarrolla la gráfica de confort variable y el cálculo de un día típico del mes de enero, que se realizó con los datos obtenidos del

<sup>191</sup> 8\* es una extensión del aparato no. 7

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

monitoreo de ese mes.<sup>192</sup> Para calcular el área de confort en la gráfica se tomaron los datos de la normal climatológica y se presentan en la misma gráfica los datos registrados por la microestación meteorológica.

**Tabla 42 Día típico (horario) y límites de confort en enero planta baja**

Temp. media de enero		15.8	Humphre	20.34														
TEMPERATURA					Patio		Corredor		Crujía Ote		Crujía Pte		Exterior (Micro)					
Hora	EXT (Calc.)	Corredor	Crujía Ote	Crujía Pte	Exterior (Micro)	LIM SUP CONF	LIM INF CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	
00:00	11.48	16.96	19.18	20.45	13.30	19.295	14.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.153	0.000	0.000	0.991	
01:00	10.60	16.58	19.16	20.44	12.53	18.941	13.941	0.000	0.000	0.000	0.000	0.221	0.000	1.494	0.000	0.000	1.412	
02:00	9.86	16.27	19.15	20.37	11.84	18.645	13.645	0.000	0.000	0.000	0.000	0.506	0.000	1.729	0.000	0.000	1.808	
03:00	9.24	15.99	19.11	20.34	11.35	18.398	13.398	0.000	0.000	0.000	0.000	0.716	0.000	1.939	0.000	0.000	2.049	
04:00	8.73	15.71	19.05	20.31	10.68	18.194	13.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.858	0.000	2.118	0.000	0.000	2.511	
05:00	8.31	15.45	19.03	20.30	10.26	18.028	13.028	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	2.272	0.000	0.000	2.767	
06:00	7.98	15.19	19.02	20.28	9.93	17.894	12.894	0.000	0.140	0.000	0.000	1.122	0.000	2.382	0.000	0.000	2.963	
07:00	6.93	14.98	18.98	20.23	9.55	17.476	12.476	0.000	0.000	0.000	0.000	1.502	0.000	2.751	0.000	0.000	2.930	
08:00	9.38	14.83	18.93	20.31	10.04	18.456	13.456	0.000	0.626	0.000	0.000	0.473	0.000	1.856	0.000	0.000	3.416	
09:00	13.44	14.96	19.10	20.30	12.08	20.079	15.079	0.000	1.212	0.000	0.118	0.000	0.000	0.222	0.000	0.000	2.998	
10:00	17.65	15.43	19.39	20.45	15.59	21.763	16.763	0.000	1.204	0.000	1.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.175	
11:00	21.12	16.05	19.47	20.51	18.35	23.150	18.150	0.000	0.817	0.000	2.102	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
12:00	23.46	16.64	19.56	20.67	20.12	24.086	19.086	0.000	0.223	0.000	2.443	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
13:00	24.64	17.18	19.66	20.74	21.40	24.557	19.557	0.000	0.000	0.000	2.378	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
14:00	24.80	17.69	19.71	20.83	22.74	24.624	19.624	0.000	0.000	0.000	1.931	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
15:00	24.19	18.06	19.60	20.85	22.81	24.378	19.378	0.000	0.000	0.000	1.316	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
16:00	23.03	18.13	19.50	20.78	22.84	23.914	18.914	0.000	0.000	0.000	0.780	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
17:00	21.54	18.17	19.41	20.73	22.04	23.318	18.318	0.000	0.000	0.000	0.146	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
18:00	19.89	18.09	19.35	20.63	20.41	22.657	17.657	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
19:00	18.20	17.91	19.32	20.55	18.72	21.984	16.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
20:00	16.58	17.77	19.31	20.55	17.64	21.335	16.335	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
21:00	15.07	17.63	19.29	20.55	16.56	20.732	15.732	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
22:00	13.71	17.42	19.27	20.51	15.45	20.188	15.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.320	0.000	0.000	0.000	
23:00	12.52	17.24	19.25	20.47	14.36	19.709	14.709	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.763	0.000	0.000	0.352	
Prom.	15.52							0.000	4.223	0.000	12.551	6.400	0.000	19.000	0.000	0.000	25.372	
		Deficit	Superávit															

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

Al obtener los datos de los espacios interiores y de las condiciones climáticas del exterior se realizó el cálculo de un día típico tomando en cuenta las normales climatológicas de la ciudad de Morelia. Se realizó el cálculo horario de un día típico y se estableció un parámetro de confort que nos pudiera indicar las condiciones de confort que estaría ofreciendo el edificio durante el mes de enero en lo correspondiente a su temperatura. En ella se leen las temperaturas horarias de un día típico en los diferentes espacios, la oscilación de la temperatura de confort y al lado derecho de la tabla los grados/hora<sup>193</sup> de superavit o deficit de cada espacio.

<sup>192</sup> El cálculo de un día típico se realizó a partir del registro de temperatura y humedad de cada hora durante el periodo del 1ero de enero del 2013 al 31 de enero del mismo año.

<sup>193</sup> Grados/hora: En la tabla se expresan los Grados Centígrados que superan los límites de confort por cada hora del día, esto nos permite identificar el lapso en que el espacio presenta déficit de temperatura, temperatura de confort o superávit de temperaturas.

**Deficit**, cuando las temperaturas son menores que el límite inferior de confort. **Superávit**, cuando las temperaturas superan el límite superior de confort.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Se puede identificar que el patio presenta deficit de temperatura entre las 8:00 y las 12:00 hrs., superándolo hasta por  $1.1^{\circ}\text{C}$  lo que sumado representa  $4.2^{\circ}\text{C}/\text{h}$ . La oscilación de la temperatura en el patio es de  $13^{\circ}\text{C}$  registrándose la temperatura más alta de  $21.30^{\circ}\text{C}$  a las 15:00hrs. y la mínima de  $12.6^{\circ}\text{C}$  a las 7:00 h.

En el corredor también se presenta un deficit de temperatura, en este caso llega a ser de hasta  $2.4^{\circ}\text{C}$  entre las 9:00 y las 17:00 hrs. sumando un total de  $12.5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ . La oscilación de las temperaturas es de  $3.34^{\circ}\text{C}$  con la temperatura más alta de  $18.7^{\circ}\text{C}$  a las 17hrs. y la más baja de  $14.83^{\circ}\text{C}$  a las 8:00 hrs.

Al interior de la crujía oriente ocurre lo contrario; en éstas se presenta un superavit de temperatura que se desarrolla entre las 1:00 y las 8:00 hrs. superando la temperatura de confort por hasta  $1.5^{\circ}\text{C}$  sumando un total de  $6.4^{\circ}\text{C}/\text{h}$  de superavit; cabe señalar que a las 8:00 hrs es cuando comienzan a trabajar y se abren las puertas permitiendo que el espacio se ventile y ceda calor al aire renovado proveniente del exterior. La oscilación de las temperaturas en el interior de este espacio es de  $0.78^{\circ}\text{C}$  siendo la temperatura máxima de  $19.71^{\circ}\text{C}$  a las 14:00 hrs. y la mínima de  $18.93^{\circ}\text{C}$  a las 8:00 hrs.

En la crujía poniente también se presenta un superavit de temperatura superando hasta por  $2.7^{\circ}\text{C}$  el límite de confort y desarrollándose entre las 22:00 y 9:00 hrs., sumando un total de  $19^{\circ}\text{C}/\text{h}$ . La oscilación de las temperaturas es de sólo  $0.63^{\circ}\text{C}$  siendo la temperatura máxima de  $20.85^{\circ}\text{C}$  a las 15:00 hrs. y la mínima de  $20.23^{\circ}\text{C}$  a las 7:00 hrs.

Estos datos expresados en la tabla anterior se pueden apreciar en gráfica de la siguiente manera:

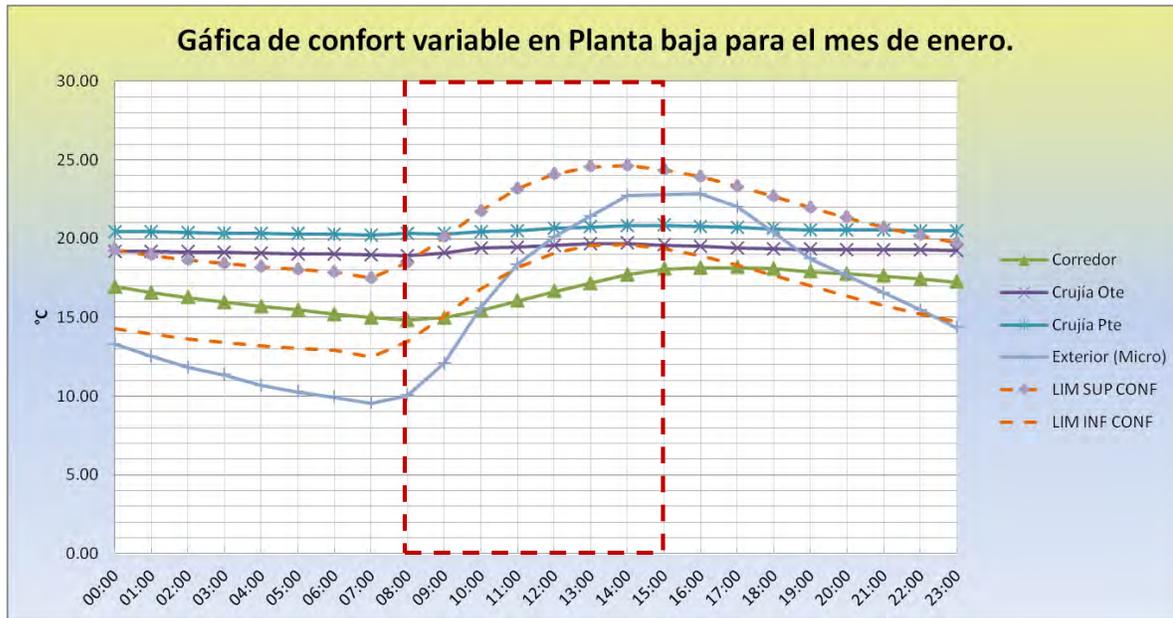


Figura 36 Gráfica de confort planta baja en el mes de enero

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

Es posible leer en esta gráfica que la oscilación de la temperatura dentro de las crujías es mucho menor con respecto a la del patio y que el corredor manteniéndose en una temperatura casi constante, que sufre ligeras variaciones al momento de abrir el espacio cuando las personas entran a trabajar y durante las horas de trabajo estos espacios permanecen dentro de la zona de confort.

La humedad relativa calculada para el día típico del mes de enero se puede interpretar como se muestra en la gráfica (abajo), en ella se aprecia que la HR en los espacios, dentro de las crujías se mantiene constante pero con cierta diferencia manteniéndose la crujía oriente entre el 40 y 44%, y para la crujía poniente se mantiene alrededor del 35% esto es dentro de los parámetros de confort o tolerables para el cuerpo humano.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

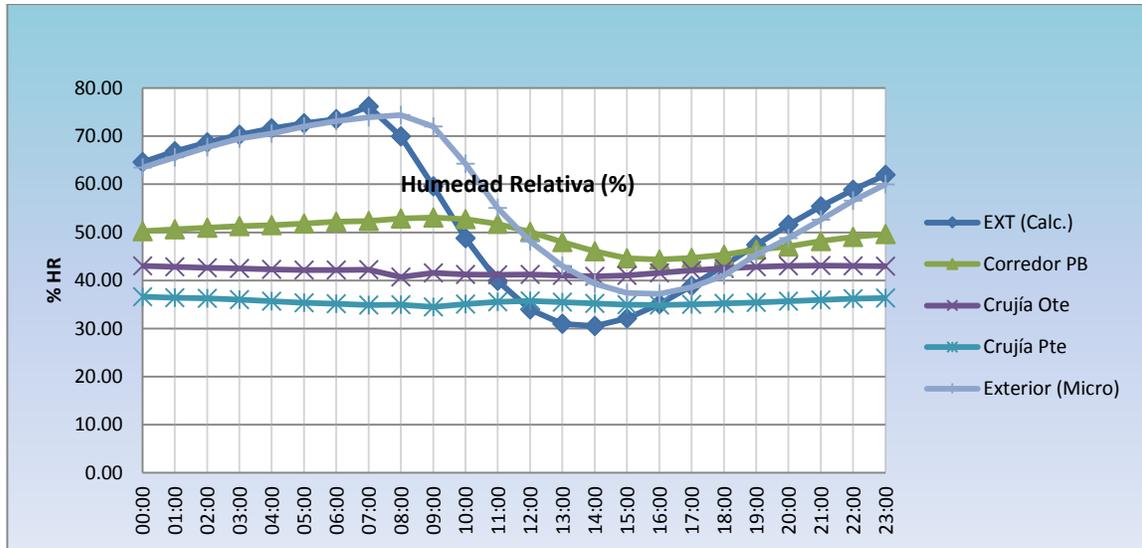


Figura 37 Gráfica de humedad relativa

Fuente: Graficada a partir de los datos obtenidos por los aparatos Hobo, microestación y normal climatológica.  
Realizado por Tello Rodríguez

Es importante señalar que dentro de los espacios de trabajo, (donde las personas pasan el mayor tiempo durante la jornada laboral), las temperaturas que se registran permanecen dentro de la zona de confort y es durante horas fuera de la jornada cuando se presenta el disconfort térmico.

### Planta alta

Para el caso de la planta alta se tomaron datos en las crujías oriente, poniente y sur, aunque para la crujía oriente se perdieron los datos por una falla en el instrumento de medición.

Los datos son producto de un registro del mes de enero tanto de los instrumentos colocados en el interior de las crujías, corredor y patio, como de los datos obtenidos por la microestación meteorológica Hobo. Y se han calculado los parámetros de confort con los datos de la normal climatológica para Morelia. Los datos que se obtuvieron para un día típico son:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 43 Día típico (horario) y límites de confort en enero**

	Temp. media de enero					TC HUMPREYS		20.34											
TEMPERATURA										Patio		Corredor PA		Crujía Pte.		Crujía Sur		XTERIOR (MICRO)	
EXTERIOR	Patio	Corredor PA	Crujía Pte.	Crujía Sur	EXTERIOR (MICRO)	LIM SUP CONF	LIM INF CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -
Hora	EXT (Calc.)																		
00:00	11.48	15.52	16.87	20.19	21.45	13.30	19.29	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	2.16	0.00	0.00	0.00	
01:00	10.60	14.71	16.40	20.18	21.38	12.53	18.94	13.94	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	2.44	0.00	0.00	0.00	
02:00	9.86	14.26	16.04	20.15	21.37	11.84	18.64	13.64	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	0.00	2.72	0.00	0.00	0.00	
03:00	9.24	13.92	15.69	20.15	21.29	11.35	18.40	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	
04:00	8.73	13.43	15.37	20.16	21.23	10.68	18.19	13.19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	0.00	3.04	0.00	0.00	0.00	
05:00	8.31	13.08	15.00	20.14	21.17	10.26	18.03	13.03	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11	0.00	3.14	0.00	0.00	0.00	
06:00	7.98	12.75	14.66	20.14	21.08	9.93	17.89	12.89	0.00	0.14	0.00	0.00	2.25	0.00	3.19	0.00	0.00	0.14	
07:00	6.93	12.61	14.45	20.10	21.04	9.55	17.48	12.48	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	3.56	0.00	0.00	0.00	
08:00	9.38	12.83	14.42	19.27	20.74	10.04	18.46	13.46	0.00	0.63	0.00	0.00	0.81	0.00	2.28	0.00	0.00	0.63	
09:00	13.44	13.87	14.74	19.38	20.91	12.08	20.08	15.08	0.00	1.21	0.00	0.34	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	1.21	
10:00	17.65	15.56	15.47	19.77	21.05	15.59	21.76	16.76	0.00	1.20	0.00	1.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	
11:00	21.12	17.33	16.39	20.02	21.13	18.35	23.15	18.15	0.00	0.82	0.00	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	
12:00	23.46	18.86	17.43	20.15	21.26	20.12	24.09	19.09	0.00	0.22	0.00	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	
13:00	24.64	19.97	18.33	20.25	21.37	21.40	24.56	19.56	0.00	0.00	0.00	1.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14:00	24.80	20.99	19.26	20.29	21.57	22.74	24.62	19.62	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15:00	24.19	21.30	19.78	20.32	21.65	22.81	24.38	19.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
16:00	23.03	21.27	19.91	20.27	21.64	22.84	23.91	18.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17:00	21.54	20.68	19.80	20.26	21.68	22.04	23.32	18.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18:00	19.89	19.62	19.43	20.25	21.59	20.41	22.66	17.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19:00	18.20	18.54	18.85	20.21	21.58	18.72	21.98	16.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20:00	16.58	17.88	18.47	20.21	21.54	17.64	21.33	16.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	
21:00	15.07	17.20	18.11	20.20	21.54	16.56	20.73	15.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	
22:00	13.71	16.54	17.71	20.23	21.54	15.45	20.19	15.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	
23:00	12.52	16.07	17.33	20.19	21.53	14.36	19.71	14.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	1.82	0.00	0.00	0.00	
	15.52								0.00	4.22	0.00	6.63	15.67	0.00	30.45	0.00	0.00	4.22	

Fuente: *Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez*

En la tabla se pueden leer los resultados del cálculo de los límites de confort, el comportamiento térmico de los espacios y las horas de disconfort de cada uno.

En el patio es apreciable un deficit de temperatura que se desarrolla entre las 6:00 y 11:00 hrs. superando el límite de confort hasta por 1.7°C sumando un total de 4.22°C/hr; el resto del día las temperaturas permanecen dentro de los límites de confort y las oscilación de las temperaturas es de 8.69°C.

En el corredor de la planta alta el deficit de temperatura es mayor desarrollándose de 8:00 a 14:00 hrs. llegando a superar el límite inferior de confort hasta con 1.6°C sumando así 6.63 °C/hr y la oscilación de las temperaturas en este espacio es de 5.48°C.

La crujía poniente presenta superavit de temperaturas comenzando de las 22:00 hrs. y terminando a las 8:00 hrs. llegando a superar el límite superior de confort hasta por 2.63°C sumando un total de 15.6°C/hr. Y la oscilación de temperatura es de 1.06°C.

En la crujía sur donde debemos recordar que la cubierta de vigería y terrado fue sustituida por concreto también presenta un superavit de temperatura de las 21:00 a las 9:00 hrs. sumando 30.45°C/hr y llegando a superar el límite de confort hasta por 3.56°C y donde la oscilación de las

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

temperaturas es de 0.94°C lo que nos indica que la temperatura de este espacio es mayor que las otras y es de manera constante.

Lo anterior se representa en la siguiente gráfica:

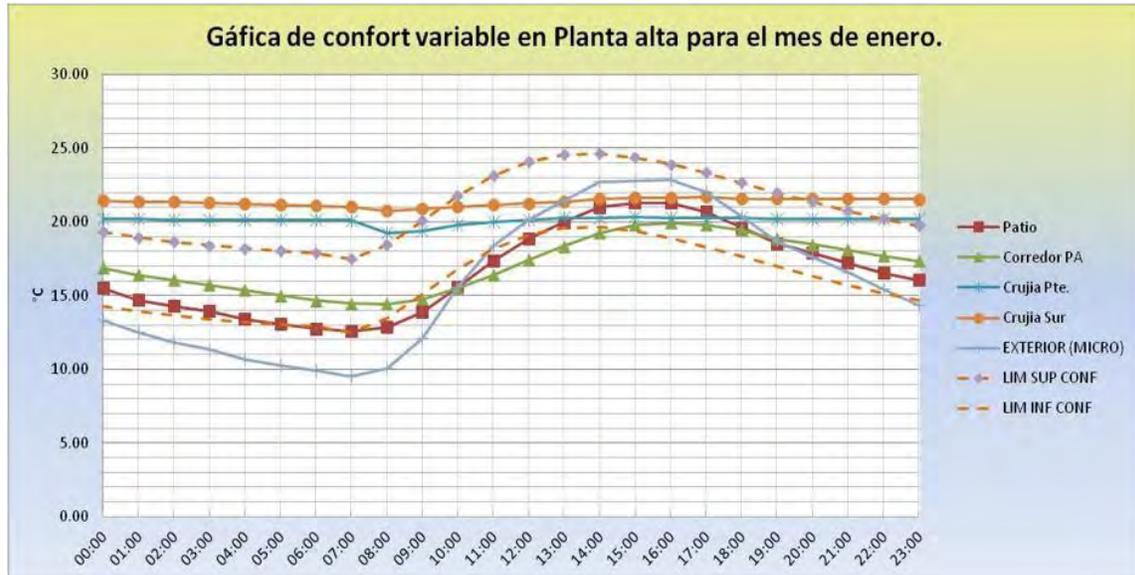


Figura 38 Gráfica de confort variable planta alta en el mes de enero

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

En la gráfica se pueden apreciar las temperaturas de la crujía poniente y sur, en ellas se nota una clara diferencia de las temperaturas siendo la del lado sur mayor a la otra mientras que las temperaturas en el corredor y en el patio son un reflejo atenuado de la oscilación de la temperatura en el exterior del edificio pero que se mantiene muy cercana a la temperatura de confort.

Para la humedad relativa se pudo apreciar en los espacios interiores una oscilación mínima con respecto a la que se genera en los espacios exteriores o de transición oscilando entre el 30 y 40% de HR. En el caso de la crujía poniente oscila entre 37.82% y 36.16% y para la crujía sur va del 34.68% al 31.83% mientras que para el corredor ésta representa una oscilación de 16.83% que va del 58.0% al 41.8% como se ve en la gráfica (abajo). Esto nos indica que dentro de las crujiás la humedad relativa se encuentra dentro de los parámetros tolerables por el cuerpo humano proporcionando condiciones de confort.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

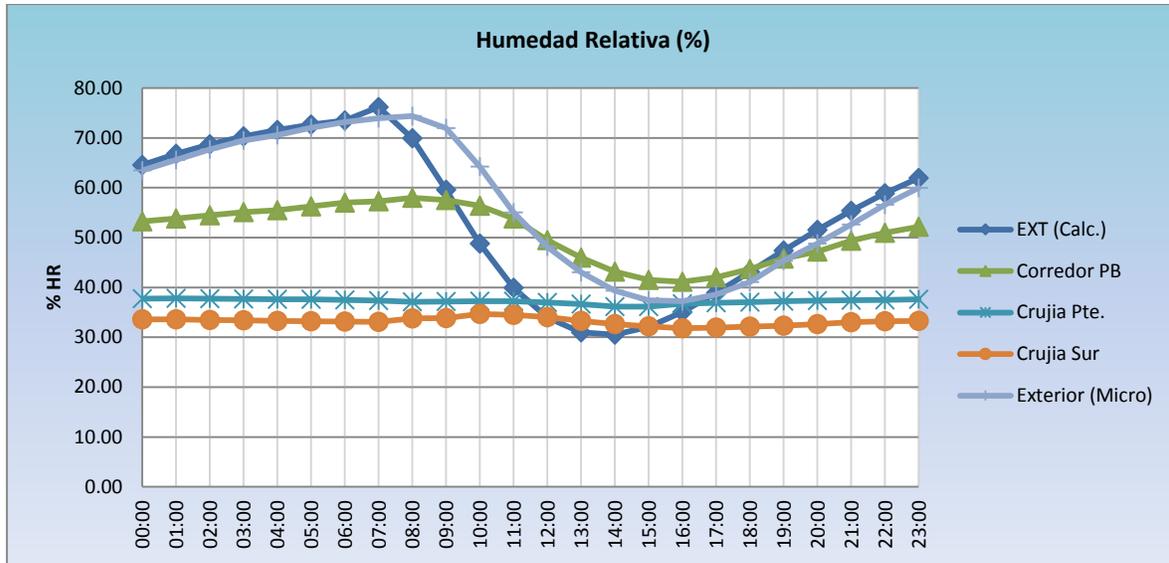


Figura 39 Gráfica de humedad relativa

Fuente: Graficada a partir de los datos obtenidos por aparatos Hobo, microestación y normal climatológica.

Realizado por Tello Rodríguez

En la planta alta se presenta nuevamente el mismo comportamiento que en la planta baja, presentándose en los espacios de trabajo temperaturas de confort durante la jornada laboral y mientras se pueden implementar acciones para mitigar el calor, en caso de que se presente.

**Conclusiones Enero**

A manera de resumen podemos expresar en la siguiente tabla las horas de confort y desconfort en el edificio, primeramente durante la temporada más fría del año para Morelia, como lo es en enero:

Tabla 44 Resumen de confort horario en el mes de enero en Ex Casa del Conde de Sierra Gorda

Planta Baja:								
No.	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		confort variable (jornada laboral)		Máx. Mín.	Confort Rivero
			Confort	Disconfort	Confort	Disconfort		
1	Of. Departamento de Apoyo a Supervisión	Pte.	13 hrs 54%	Superavit 11 hrs 46%	7	1	20.85 20.23	Confort
2	Of. Jefatura del Sector 36	Ote.	16 hrs 66.5%	Superavit 8 hrs 33.5%	8	0	19.71 18.93	Confort
3	Corredor de planta baja	Corredor	15 hrs 62.5%	Deficit 9 hrs 37.5%	2	6	18.17 14.83	

Planta Alta:								
No.	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		confort variable (jornada laboral)		Máx. Mín.	Confort Rivero
			Confort	Disconfort	Confort	Disconfort		

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

No.	Espacio	Ubicación	confort	Disconfort	Confort	Disconfort	Máx. Mín.	Rivero
4	Oficina de Supervisión escolar 43	Pte.	14 hrs 58.3%	Superavit 10 hrs 41.7%	8	1	20.32 19.27	Confort
5	Oficina de la Jefatura del Sector 29	Ote.	S/d	S/d				
6	Of. Departamento de Proyectos Académicos	Sur	10 hrs 41.7%	Superavit 14 hrs 58.3%	6	2	21.68 20.74	Confort
7 y 8* <sup>194</sup>	Corredor de Planta alta y patio	Corredor	18 hrs 75%	Deficit 6 hrs 25%	2	6	19.91 14.42	

Fuente: Elaboración del autor.

A manera de resumen, de acuerdo a la gráfica de confort variable propuesta por Mauricio Roriz, se puede determinar que el edificio en general se mantiene en confort más del 50 % del día, considerando también que las horas de disconfort se desarrollan en horas no laborales lo cual deja en casi un 90% de las horas laborales dentro del confort térmico, y las estrategias de climatización requeridas para mejorar el confort en los espacios de trabajo son de enfriamiento que se puede propiciar por medio de ventilación al abrir los vanos existentes.

La humedad relativa de los espacios, como lo pudimos apreciar anteriormente se encuentra dentro de los límites tolerables.

Según Rivero, quien determina una zona de confort lineal para todo el año, de acuerdo a las actividades que se desarrollan en el edificio, (trabajos de escritorio), los límites de confort se encuentran entre los 18.5°C y los 26°C los espacios de trabajo se encuentran al 100% dentro de la zona de confort.

<sup>194</sup> 8\* es una extensión del aparato no. 7

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Mayo**

**Planta baja**

Para calcular la zona de confort del mes de mayo se tomaron nuevamente los datos registrados por los termohigrómetros Hobo, por la microestación meteorológica y las normales climatológicas de Morelia, calculando un día típico y se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 45 Día típico (horario) y límites de confort en mayo**

		Temp. media de mayo		21.8	HUMPREY	23.54												
TEMPERATURA									Patio		Corredor		Crujia Ote		Crujia Pte		Exterior (Micro)	
Hora	EXT (Calc.)	Patio	Corredor	Crujia Ote	Crujia Pte	Exterior (Micro)	LIM SUP CONF	LIM INF CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -
00:00	16.58	21.52	23.25	24.40	24.41	19.37	23.26	18.26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	1.16	0.00	0.00	0.00
01:00	15.84	20.77	22.88	24.37	24.40	18.42	22.96	17.96	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00
02:00	15.22	20.13	22.56	24.36	24.39	17.48	22.71	17.71	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65	0.00	1.67	0.00	0.00	0.23
03:00	14.72	19.76	22.19	24.34	24.36	16.80	22.51	17.51	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82	0.00	1.85	0.00	0.00	0.71
04:00	14.31	19.32	21.85	24.30	24.35	16.12	22.35	17.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	0.00	2.00	0.00	0.00	1.23
05:00	13.97	18.96	21.55	24.27	24.34	15.65	22.21	17.21	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06	0.00	2.12	0.00	0.00	1.56
06:00	12.93	18.58	21.25	24.24	24.30	15.20	21.80	16.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	0.00	2.50	0.00	0.00	1.59
07:00	15.37	18.67	21.00	24.18	24.25	15.55	22.77	17.77	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	1.48	0.00	0.00	2.22
08:00	19.40	19.88	21.01	24.18	24.23	17.49	24.38	19.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90
09:00	23.59	25.65	21.36	24.19	24.23	20.74	26.06	21.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
10:00	27.04	26.64	22.08	24.24	24.25	23.70	27.44	22.44	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11:00	29.37	27.08	22.95	24.59	24.30	25.93	28.37	23.37	0.00	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12:00	30.54	27.06	23.67	24.72	24.35	27.28	28.84	23.84	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
13:00	30.70	27.51	24.20	24.71	24.40	28.61	28.91	23.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14:00	30.09	28.70	24.55	24.69	24.45	29.20	28.66	23.66	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00
15:00	28.94	28.88	24.83	24.71	24.49	29.09	28.20	23.20	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00
16:00	27.46	27.88	24.98	24.74	24.49	28.53	27.61	22.61	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00
17:00	25.82	27.08	24.94	24.75	24.50	27.50	26.95	21.95	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.00
18:00	24.14	26.13	24.83	24.75	24.52	26.32	26.28	21.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
19:00	22.53	24.88	24.63	24.71	24.52	24.65	25.64	20.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20:00	21.03	23.56	24.35	24.67	24.52	23.03	25.04	20.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21:00	19.68	23.10	24.09	24.65	24.49	21.99	24.50	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:00	18.49	22.68	23.90	24.60	24.46	21.18	24.02	19.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00
23:00	17.46	22.03	23.64	24.49	24.45	20.42	23.61	18.61	0.00	0.00	0.03	0.00	0.88	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00
Prom.	21.47								1.12	0.00	0.03	0.94	15.50	0.00	15.51	0.00	2.94	9.77
	Deficit		Superávit															

Fuente: *Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez*

Los datos que se pueden leer en la tabla anterior son producto del cálculo de un día típico con los parámetros de confort para el mes de mayo. En esta podemos apreciar que para el patio se presenta un superavit de temperatura de hasta 0.69°C entre las 14:00 y las 17:00 hrs. lo que sumado representa 1.2°C/hr durante el día; ésto parece poco significativo siendo que mayo es el mes más cálido en Morelia y en las temperaturas más altas del día, el resto de las horas permanece en confort. La oscilación de la temperatura es de 10.31°C con una máxima de 28.89°C a las 15:00 hrs. y una temperatura mínima de 18.58°C a las 6:00 hrs.

En el caso del corredor se presenta un deficit de temperatura que se desarrolla entre las 10:00 y las 12:00 hrs., superando hasta en 0.42°C el límite inferior de confort sumando así 0.94°C/h y se detecta un superavit de sólo 0.03°C a las 23:00. La oscilación de la temperatura es de 3.98°C, la temperatura máxima que alcanza es de 24.98 a las 17:00 hrs. y la mínima es de 21:00 a las 7:00 hrs.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

En la crujía oriente se detectó superavit de 2.4°C que se desarrolla de las 21:00 a las 7:00 hrs. sumando un total de 15.5°C/h. la oscilación de las temperaturas es de sólo 0.57°C siendo las temperaturas máxima y mínima de 24.75 y 24.18°C. Este calor se ve atenuado al abrir las puertas del edificio cuando comienzan a laborar, la temperatura en este momento entra en la zona de confort y continúa durante el resto de la jornada laboral.

En la crujía poniente ocurre de manera similar teniendo superavit de las 22:00 a las 7:00 hrs. sumando un total de 15.51°C/hrs. superando hasta 2.5°C el límite superior de confort y la oscilación de la temperatura en este espacio es de 0.29°C. la oscilación de las temperaturas es de 0.30°C, siendo la temperatura máxima de 24.52°C a las 8 y 9:00 h y la mínima de 24.23°C a las 18:00 y 19:00 hrs.

Los datos que se muestran en la tabla anterior se expresan en gráfica de la siguiente manera:

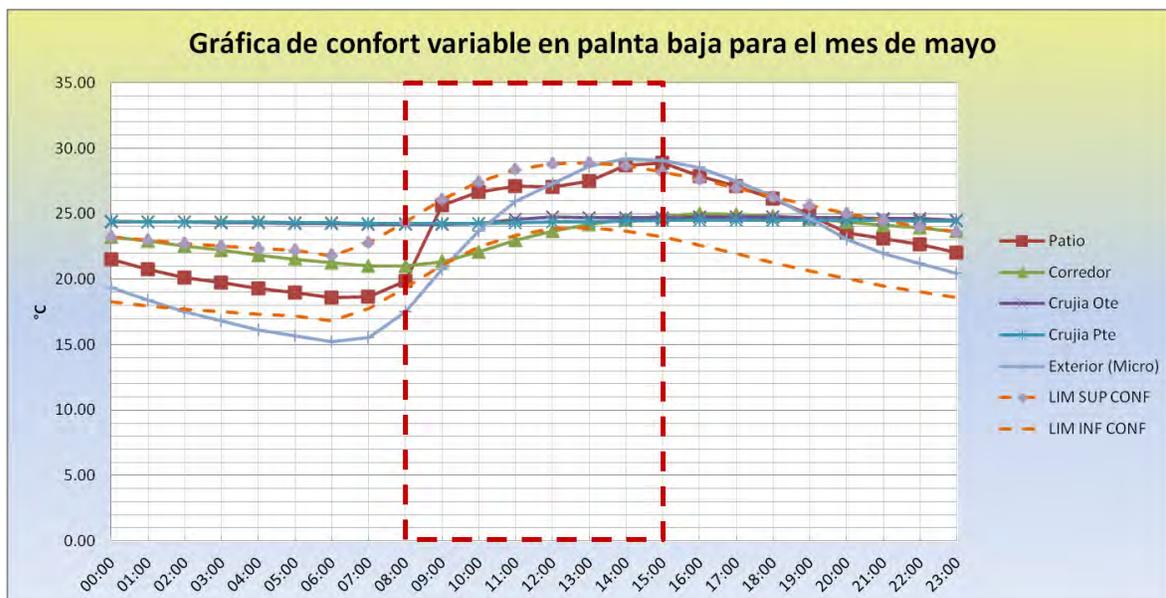


Figura 40 Gráfica de confort variable planta baja mayo;

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

En la gráfica se puede apreciar que las temperaturas dentro de las crujías se mantiene constante con oscilaciones menores a un grado; las temperaturas dentro del patio oscilan en menor medida que las temperaturas detectadas en el exterior y las del corredor son aún menores estas oscilaciones y se mantienen en mayor grado dentro de la zona de confort.

La humedad relativa para un día típico del mes de mayo presenta pocas variaciones en el interior de los locales manteniéndose constante y dentro de los parámetros de comodidad para el ser

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

humano. Para la crujía oriente oscila entre el 34.27% y el 33.07% y para la crujía poniente entre 28.89% y 30.77%, manteniéndose ambos dentro de los límites tolerables por el ser humano.

**Mayo**

**Planta alta**

Para la planta alta también se realizó el registro de temperaturas durante el mes de mayo en el cual se pudieron obtener las temperaturas de las crujías oriente, poniente, sur, del corredor y del patio así como tomamos las temperaturas registradas con la microestación meteorológica.

Del registro de datos recabado con los instrumentos de medición se obtuvieron datos del mes que han servido para calcular un día típico del mes de mayo para la ciudad de Morelia, para los locales de la planta alta del edificio, el corredor y el patio, los que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 46 Día típico (horario) y límites de confort en planta alta en mayo**

Temp. media de mayo		21.8		TC HUMPREYS		23.54															
Hora	TEMPERATURA		Corredor PA	PA Ote	PA Pte.	Crujia Sur	Exterior (Micro)	LIM SUP CONF	LIM INF CONF	Patio		Corredor PA		PA Ote		PA Pte.		Crujia Sur		Exterior (Micro)	
	EXT (Calc.)	Patio								DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -
00:00	16.58	21.52	23.37	26.59	26.34	27.35	19.37	23.256	18.256	0.000	0.000	0.111	0.000	3.335	0.000	3.084	0.000	4.097	0.000	0.000	0.000
01:00	15.84	20.77	22.78	26.54	26.33	27.29	18.42	22.960	17.960	0.000	0.000	0.000	0.000	3.575	0.000	3.367	0.000	4.329	0.000	0.000	0.000
02:00	15.22	20.13	22.37	26.52	26.31	27.25	17.48	22.715	17.715	0.000	0.000	0.000	0.000	3.805	0.000	3.600	0.000	4.536	0.000	0.000	0.000
03:00	14.72	19.76	21.97	26.46	26.30	27.19	16.80	22.512	17.512	0.000	0.000	0.000	0.000	3.948	0.000	3.790	0.000	4.675	0.000	0.000	0.000
04:00	14.31	19.32	21.58	26.40	26.31	27.07	16.12	22.347	17.347	0.000	0.000	0.000	0.000	4.053	0.000	3.968	0.000	4.726	0.000	0.000	0.000
05:00	13.97	18.96	21.23	26.31	26.30	26.95	15.65	22.213	17.213	0.000	0.000	0.000	0.000	4.097	0.000	4.089	0.000	4.734	0.000	0.000	0.000
06:00	12.93	18.58	20.89	26.22	26.26	26.87	15.20	21.798	16.798	0.000	0.000	0.000	0.000	4.422	0.000	4.467	0.000	5.074	0.000	0.000	0.000
07:00	15.37	18.67	20.60	26.13	26.24	26.80	15.55	22.772	17.772	0.000	0.000	0.000	0.000	3.358	0.000	3.468	0.000	4.025	0.000	0.000	0.000
08:00	19.40	19.88	21.01	26.10	26.23	26.64	17.49	24.385	19.385	0.000	0.000	0.000	0.000	1.715	0.000	1.842	0.000	2.259	0.000	0.000	0.000
09:00	23.59	25.65	23.41	26.16	26.33	26.61	20.74	26.061	21.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.099	0.000	0.267	0.000	0.546	0.000	0.000	0.000
10:00	27.04	26.64	23.34	26.70	26.40	26.59	23.70	27.440	22.440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11:00	29.37	27.08	24.32	27.18	26.44	26.57	25.93	28.371	23.371	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12:00	30.54	27.06	25.23	27.52	26.44	26.56	27.28	28.840	23.840	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13:00	30.70	27.51	25.92	27.49	26.43	26.57	28.61	28.907	23.907	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14:00	30.09	28.70	26.55	27.24	26.43	26.62	29.20	28.662	23.662	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.540	0.000
15:00	28.94	28.89	26.92	27.12	26.42	26.73	29.09	28.201	23.201	0.688	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.893	0.000
16:00	27.46	27.88	27.06	27.03	26.43	26.87	28.53	27.608	22.608	0.272	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.923	0.000
17:00	25.82	27.08	26.86	27.06	26.43	27.00	27.50	26.951	21.951	0.130	0.000	0.000	0.000	0.111	0.000	0.000	0.000	0.047	0.000	0.544	0.000
18:00	24.14	26.13	26.41	27.09	26.42	27.11	26.32	26.282	21.282	0.000	0.000	0.128	0.000	0.810	0.000	0.134	0.000	0.830	0.000	0.039	0.000
19:00	22.53	24.88	25.81	27.03	26.40	27.25	24.65	25.636	20.636	0.000	0.000	0.175	0.000	1.396	0.000	0.767	0.000	1.615	0.000	0.000	0.000
20:00	21.03	23.56	25.06	26.91	26.40	27.31	23.03	25.036	20.036	0.000	0.000	0.025	0.000	1.874	0.000	1.367	0.000	2.277	0.000	0.000	0.000
21:00	19.68	23.10	24.61	26.82	26.42	27.35	21.99	24.496	19.496	0.000	0.000	0.119	0.000	2.324	0.000	1.920	0.000	2.857	0.000	0.000	0.000
22:00	18.49	22.68	24.28	26.76	26.38	27.40	21.18	24.019	19.019	0.000	0.000	0.265	0.000	2.741	0.000	2.359	0.000	3.385	0.000	0.000	0.000
23:00	17.46	22.03	23.83	26.70	26.37	27.39	20.42	23.607	18.607	0.000	0.000	0.223	0.000	3.093	0.000	2.758	0.000	3.785	0.000	0.000	0.000
Prom.	21.47									1.124	0.000	1.045	0.000	44.757	0.000	41.245	0.000	53.796	0.000	2.939	0.000
	Deficit	Superávit																			

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

En la tabla se muestran las temperaturas cada hora de un día típico del mes de mayo así como el cálculo de los límites superior e inferior de las temperaturas de confort y los grados en cada hora en los que se superan estos límites, (superavit o deficit).

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

En el caso del patio las temperaturas expresadas presentan superavit entre las 14:00 y las 17:00 hrs. superando el límite superior de confort por hasta  $0.6^{\circ}\text{C}$  sumando un total diario de  $1.12^{\circ}\text{C}$  y la oscilación de las temperaturas es de  $17.7^{\circ}\text{C}$  lo que permite tener una relación con el clima externo pero atenuando las temperatura extrema por la protección del propio edificio a este espacio.

Para el caso del corredor las temperaturas del día típico presentan superavit entre las 18:00 y la 0:00 h que puede llegar a ser de hasta  $0.26^{\circ}\text{C}$  mayor a límite superior de confort sumando un total de  $1.02^{\circ}\text{C/hr}$  en un día y la oscilación de las temperaturas en este espacio es de  $10.31^{\circ}\text{C}$  con la temperatura más alta de  $28.89^{\circ}\text{C}$  a las 15:00h y la más baja de  $18.58^{\circ}\text{C}$  a las 6:00 h.

En el local dentro de la crujía oriente las temperaturas presentan superavit, éste se desarrolla de las 17:00 h y termina a las 9:00 h sumando un total de  $44.75^{\circ}\text{C/hr}$  de superavit diario. La oscilación de las temperaturas en este espacio es de sólo  $1.42^{\circ}\text{C}$  siendo la más alta  $27.52^{\circ}\text{C}$  a las 12:00 y la más baja de  $26.10^{\circ}\text{C}$  a las 8:00h.

En el espacio monitoreado en la crujía poniente del edificio las temperaturas del día típico reflejan también superavit en las temperaturas desarrollándose éste desde las 18:00 h y hasta las 9:00 h y llegando a superar el límite superior de confort por  $4.46^{\circ}\text{C}$  a las 6:00 h y sumados son  $41^{\circ}\text{C/hr}$  de superavit. La oscilación de la temperatura es de sólo  $0.2^{\circ}\text{C}$ .

La crujía sur que ocupa el ancho de la fachada a la Avenida Madero, al igual que las anteriores presenta superavit pero en este caso es mayor siendo en la suma de los  $^{\circ}\text{C/hr}$ ; se desarrolla a partir de las 17:00 h y termina hasta las 9:00 h llegando a superar el límite de confort por hasta  $5.07^{\circ}\text{C}$  a las 6:00 h y la suma del superavit es de  $53.79^{\circ}\text{C/hr}$  durante un día. La oscilación de la temperatura en este espacio es de  $0.85^{\circ}\text{C}$  siendo la mayor de  $27.40^{\circ}\text{C}$  que se presenta a las 22:00 h y la menor de  $26.56^{\circ}\text{C}$  a las 12:00h. La gráfica de confort se desarrolla de la siguiente manera:

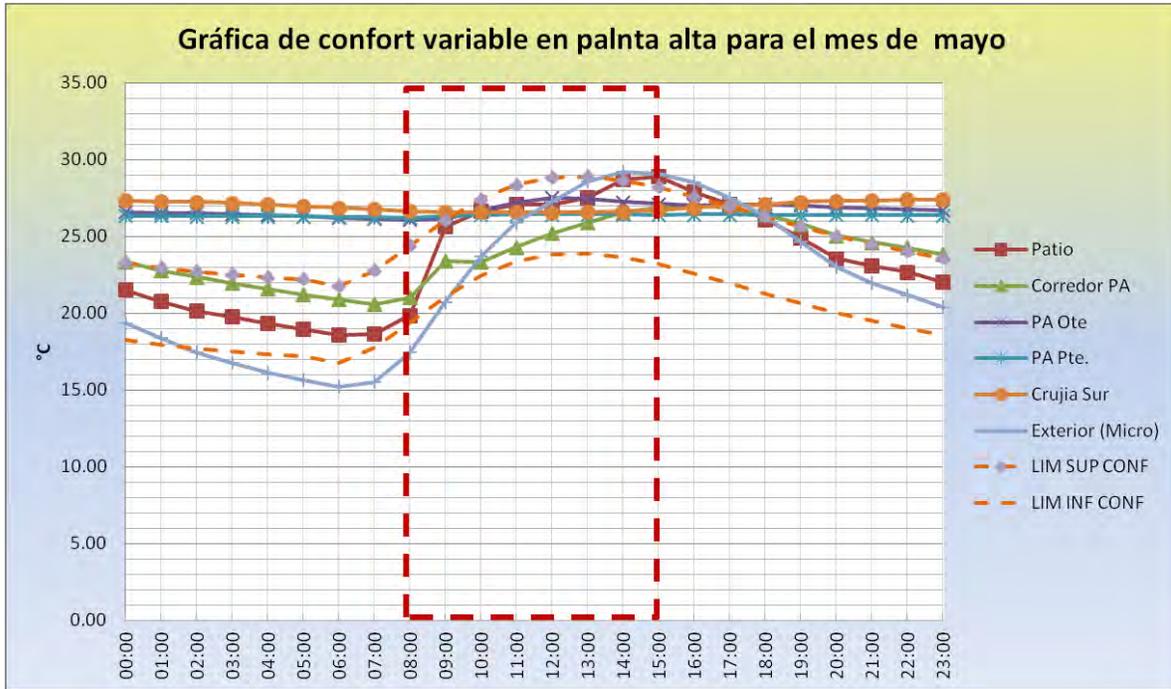


Figura 41 Gráfica de confort variable para planta alta en el mes de mayo

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

La humedad relativa en las crujías de la planta alta tampoco presentan oscilaciones altas, sin embargo la humedad relativa es más baja manteniéndose dentro entre el 20 y 30% siendo esta todavía tolerable por el cuerpo humano.

En la crujía oriente varía entre 24.08% HR y 23.85% hr, en la que se ubica al poniente varía entre el 26.92% y el 26.65% de HR y en la crujía sur la humedad relativa oscila entre 27.53% y 26.38% de humedad relativa que podemos interpretar en la gráfica siguiente:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

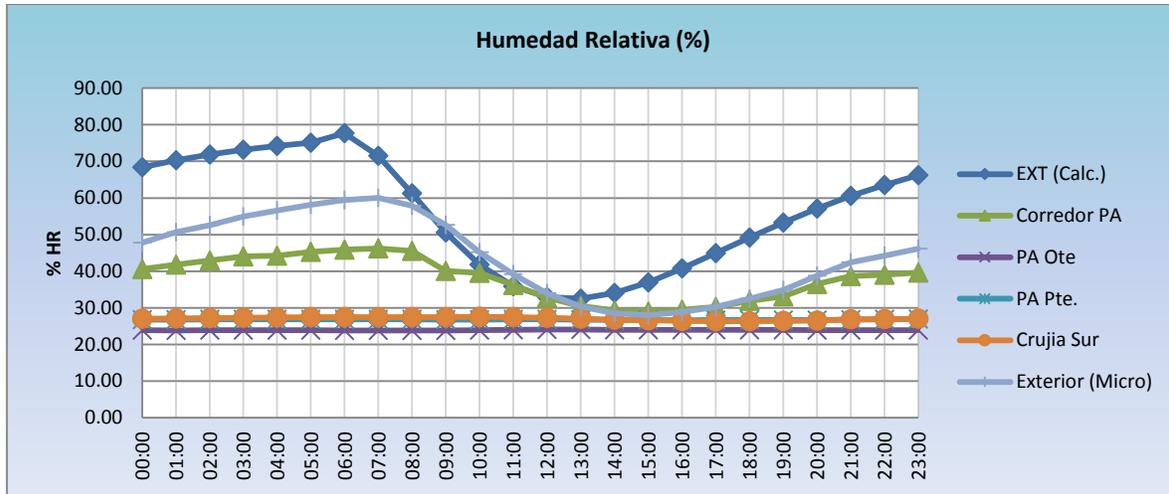


Figura 42 Gráfica de humedad relativa en planta alta para el mes de mayo  
 Fuente: Graficada a partir de los datos obtenidos por aparatos Hobo, micro estación y normal climatológica.  
 Realizado por Tello Rodríguez

**Conclusiones mayo**

Para el mes de mayo se pueden determinar las siguientes conclusiones:

Tabla 47 Resumen de confort horario para el mes de mayo en Ex Casa del Conde de Sierra Gorda

Planta Baja:								
No.	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		confort variable (jornada laboral)		Máx. Mín.	Confort estático
			Confort	Disconfort	Confort	Disconfort		
1	Of. Departamento de Apoyo a Supervisión	Pte.	14 hrs 58.3%	Superavit 10 hrs 41.7%	8	0	24.52 24.23	Confort
2	Of. Jefatura del Sector 36	Ote.	12 hrs 50%	Superavit 12 hrs 50%	8	0	24.75 24.18	Confort
3	Corredor de planta baja	Corredor	21 hrs 87.5%	Deficit 3 hrs 12.5%	5	3	24.98 21.00	

Planta Alta:

No.	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		confort variable (jornada laboral)		Máx. Mín.	Confort estático
			Confort	Disconfort	Confort	Disconfort		
4	Oficina de Supervisión escolar 43	Pte.	8 hrs 33.3%	Superavit 16 hrs 66.7%	7	1	26.44 26.23	Confort
5	Oficina de la Jefatura del Sector 29	Ote.	7 hrs 29.1%	Superavit 17 hrs 70.9%	7	1	27.52 26.10	Confort-disconfort
6	Of. Departamento	Sur	7 hrs	Superavit 17 hrs	7	1	27.40 26.56	Confort-disconfort

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

	de Proyectos Académicos		29.1 %	70.9 %				
7 y 8* <sup>195</sup>	Corredor de Planta alta y patio	Corredor	18 hrs 75 %	Deficit 6hrs 25 %	8	0	27.06 20.60	

Fuente: elaboración del autor.

Para el mes de mayo bajo el criterio de la ecuación de confort variable de Mauricio Roriz, en la planta baja se mantiene arriba del 50% las horas de confort y las horas de desconfort se presentan cuando el edificio está desocupado. Para la planta alta ocurre algo similar, las horas de desconfort se mantienen arriba del 60% y las de confort por debajo del 35% de las horas del día, sin embargo las horas de desconfort son generalmente en horarios no laborales salvo las primeras horas de la mañana lo que requerirá enfriamiento. Cabe mencionar que el edificio se mantiene cerrado durante las horas inhábiles dejando los espacios aislados sin posibilidad de ser ventilados para permitir su enfriamiento.

Según los límites establecidos por Rivero, la planta baja se mantiene en confort todo el día, sin embargo la planta alta requiere disminuir la temperatura en 1°C por lo menos para llegar a la zona de confort y la temperatura más alta se registra entre las 10:00 y las 2:00. pm del día dejando en confort entre las 3:00 y las 9:00hrs

### **Análisis de un día muestra**

Para realizar el análisis de las condiciones ambientales de iluminación, calor y humedad, ventilación y ruido fue necesario realizar un registro horario durante un día muestra en la temporada fría, el cual fue desarrollado el día 23 de enero.

Previamente se obtuvieron los planos del inmueble. En base a éstos y a las visitas previas al análisis se pudo planear la colocación de aparatos fijos y el análisis de un día. Se realizaron varias visitas con la finalidad de conocer los espacios, las actividades y características de cada uno.

Se efectuó un plan de monitoreo donde se pudiera realizar un análisis de las variables ambientales, de iluminación, calor y humedad, ventilación y ruido, en un sólo día, sin embargo los horarios laborales de las oficinas impidieron desarrollar el monitoreo fuera de las horas laborales. De esta

---

<sup>195</sup> 8\* es una extensión del aparato no. 7

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

manera los resultados que se presentan adelante mostraran el análisis durante las horas laborales de las oficinas.

Para el proceso del experimento se implementaron los siguientes instrumentos de medición:

Tabla 48 Variables y aparatos de monitoreo en día muestra

Variable	Aparato
Iluminación	Luxómetro
Calor y humedad	Termohigrómetro de mano Y Hobo datalogger
Ventilación	Anemómetro
Ruido	Sonómetro "Soundmeter" (app android)
Temperaturas de materiales	Termómetro laser
Temperaturas de elementos arquitectónicos	Cámara de infrarojos

Fuente: elaboración del autor

Como ya mencionamos el edificio cuenta con dos niveles. El monitoreo se realizó registrando las condiciones ambientales en:

- Zaguán
- Patio
- Corredor en planta baja
- Crujía oriente de planta baja
- Crujía poniente de planta baja
- Corredores de planta alta
- Crujía oriente en planta alta
- Crujía poniente en planta alta

El edificio se ubica en una esquina quedando las fachadas hacia el sur y al oriente donde están expuestas a las condiciones ambientales del entorno de manera más próxima.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES



Figura 43 Localización de aparatos y espacios monitoreados

Fuente: Plano de la secretaria de Cultura Gobierno del estado de Michoacán, elaborado por: P. Arq. Liliana Santana Leal P. Arq. Ma. Concepción Bartolo Zavaleta. Modificado por Tello Rodríguez

### Iluminación.

La iluminación se realizó durante las horas laborales y se extendió hasta las 18:00 en los espacios de corredores y patio. Los intervalos se procuraron a cada hora registrando los datos en fichas previamente diseñadas para la recopilación de los datos. Los datos se vaciaron para su análisis en tablas de resultados, las que ahora presentaremos.

Para realizar la medición se tomaron varias lecturas dentro del espacio, y se colocaron los datos de la iluminación promedio en cada uno de los espacios, las lecturas se tomaron a 90 cm de altura y en diferentes puntos al centro de los espacios. Las lecturas se realizaron con el luxómetro horizontal y posicionándolo hacia el centro de la habitación, de tal manera que no se produjeran sombras del usuario del aparato sobre el ojo del luxómetro y evitar una lectura errónea.

Los datos resultantes de este experimento fueron los siguientes:

Tabla 49 Registro de iluminación de un día muestra. Expresado en luxes.

Iluminación (Lux)											
Hora	Zaguán	Patio	PB Corredor Ote	PB Corredor Pte	PB Crujía Oriente	PB Crujía Poniente	PA Corredor Poniente	PA Corredor Oriente	PA Crujía Poniente	PA Crujía Oriente	PA Crujía Sur
10:00	2196.9	4200.0	781.0	1748.0	163.0	134.2	5660.0	2876.0	685.5	415.5	502.0
11:00	2968.5	5675.0	1253.5	1626.5	130.7	134.2	5285.0	3168.0	792.0	320.7	540.0
12:00	3740.0	7150.0	1726.0	1505.0	98.3	134.2	4910.0	3460.0	579.0	510.3	464.0
13:00	4120.0	10074.0	1785.0	1039.0	152.0	134.2	5570.0	7940.0	635.0	756.8	272.0
14:00	1415.0	7870.0	1152.0	935.0	69.7	134.2	3715.0	4970.0	796.0	514.8	309.4
15:00	75.9	8280.0	1243.0	1116.0			4150.0	11680.0			
16:00	39.6	6480.0	1680.0	1855.0			4270.0	1438.0			
17:00	7.5	1740.0	908.0	595.0			937.0	2935.0			
18:00	1.7	168.0	40.7	29.4			83.9	105.6			

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

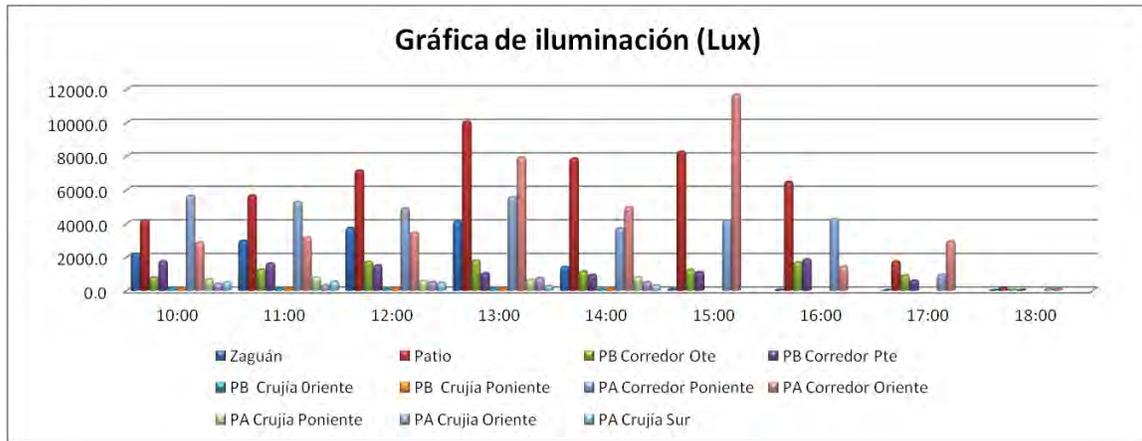


Figura 44 Gráfica comparativa de iluminación dentro del edificio en un día muestra. Expresado en luxes  
Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Como podemos apreciar en la tabla los registros más altos de iluminación se encuentran en el patio y corredores llegando a los 10mil y 11mil luxes. Pero en el interior de los espacios las condiciones de iluminación natural no alcanzan estos parámetros.

Los espacios de oficina ubicados en la planta baja se mantienen con poca iluminación, éstos varían entre los 70 y 160 luxes, pero debemos considerar que lo que se registró en la crujía poniente son de iluminación artificial, mientras que en el lado oriente la iluminación predominante es la natural y se registran hasta los 160 luxes. Según los parámetros que hemos consultado de comodidad lumínica estos locales se mantienen muy debajo de las condiciones lumínicas adecuadas para leer, lo que sería una de las actividades principales de dichos locales por la actividad que se desarrolla. Pues para leer se requieren 400 luxes.

En la planta alta los registros de iluminación nos permitieron encontrar que estos locales del edificio son más aptos para desarrollar las actividades de oficina, pues oscila entre los 270 en algunas partes de la crujía sur y 790 en la crujía poniente. Dentro de la crujía sur es necesario señalar que la iluminación es irregular por la longitud del espacio y la distribución de las ventanas, además de las obstrucciones que existen en ellas para permitir la iluminación en toda la habitación.

Se puede apreciar que la iluminación natural aprovechable en la planta baja llega a ser de hasta un 20% y en la planta alta hasta un 25% de la iluminación que llega en el patio y corredores. Esto se debe a la limitada capacidad para permitir la entrada de luz del exterior al interior de los locales.

A manera de diagnóstico podemos mencionar que los espacios de la planta baja no están diseñados para albergar actividades de oficina bajo las condiciones de iluminación natural, sin embargo es

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

posible y necesario mejorar las condiciones lumínicas para que se puedan desempeñar adecuadamente las actividades dentro de estos espacios.

En la planta alta las condiciones lumínicas son aceptables para el desarrollo de las actividades que se desempeñan actualmente. Sin embargo en el caso de la crujía sur es necesario implementar acciones que permitan regular y distribuir uniformemente la iluminación en el local para mejorar la comodidad lumínica del espacio. Esta puede complementarse también con luminarias.

### Ventilación.

Para realizar el análisis de la ventilación fue necesario un anemómetro de mano que pudiera detectar las ráfagas de viento que circulan entre los espacios del edificio. Al igual que las demás variables, se procuró hacer un registro entre una y dos horas de intervalo. Las mediciones se realizaban en aproximadamente 3 minutos esperando a que las ráfagas se hicieran presentes, y poder registrarlas.

Las limitaciones de este registro fueron la incapacidad del aparato para mostrar ráfagas menores a 0.1 km/h lo que impidió hacer registros del movimiento del aire ya que en su mayoría eran de baja velocidad y no eran detectadas por el aparato.

Tabla 50 Registro de ventilación de un día muestra. Expresado en km/h.

Ventilación- Vel. Del viento Km/h															
Hora	Zaguán	Patio	PB Corredor Ote	PB Corredor Pte	PB Crujía Oriente	PB Crujía Poniente	PA Corredor Poniente	PA Corredor Oriente	PA Crujía Poniente	PA Crujía Oriente	PA Crujía Sur	Cubierta	MicroEst. Vel-vient	MicroEst Vel Rafaga	
09:00													0	0	
10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	6.696	
11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5	14.688	
12:00	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.9	16.02	
13:00	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.3	14.04	
14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5	16.02	
15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.9	13.356	
16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	14.688	
17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.2	14.688	
18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3	14.688	

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la tabla podemos apreciar la cantidad de viento que se detectó con el anemómetro sobre la cubierta del edificio, también podemos apreciar las velocidades del viento y la velocidad de las ráfagas registradas por la microestación meteorológica. Es de apreciarse que la velocidad normal del viento registrada por la microestación sólo es de 0.68 km/h entre las 11:00 y las 15:00hrs sin

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

embargo las ráfagas más fuertes se pudieron registrar en el zaguán, donde se pudo coincidir con la ráfaga y el registro con el anemómetro de mano.

En el zaguán es posible detectar estas ráfagas gracias a que en éste se forma un “cuello de botella” que permite hacer detectable el movimiento del viento por el anemómetro.

Como podemos apreciar las velocidades del viento dentro de edificio no fueron lo suficientemente representativas para lograr captarlas con el anemómetro de mano, sin embargo la presencia de un ligero movimiento del viento fue perceptible en el interior.

Los lugares donde se percibió menor movimiento o es casi nulo, suceden en la planta baja dentro de las crujías, pues tiene muy pocos sistemas de ventilación natural que permitan hacer esta función. Por el lado poniente sólo se cuentan con ventanas hacia el patio y por el lado oriente las ventanas con las que se cuenta, hacia la calle, no se abren para evitar la entrada del humo de los camiones que transitan constantemente por esa vía, de tal manera que las puertas y ventanas hacia el interior del edificio son las que permiten que el local obtenga un poco de ventilación.

En la planta alta, la ventilación es mejor ya que la proximidad a la cubierta permite el ingreso hacia los corredores y flujo hacia los locales aunado a que las ventanas que dan a la calle si se abren permitiendo el intercambio y reciclaje del aire en los locales.

Para el caso de la crujía sur, ésta cuenta con ventanas a la Avenida Madero y hacia el patio lo que permite también tener un sistema de ventilación cruzada.

Como ya hemos mencionado aunque imperceptibles al aparato de monitoreo la presencia del movimiento del aire dentro del edificio es existente y éste se mueve; en planta baja entra por el zaguán y se distribuye en el patio permitiendo el intercambio con el de corredores y crujías de alrededor, mientras las puertas o ventanas estén abiertas; en la planta alta la ventilación se genera principalmente por los vientos provenientes del exterior sobre la cubierta de la dirección noroeste, ingresando hacia los corredores y de las calles hacia el interior por medio de las ventanas y puertas.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES



Figura 45 Plano de circulación de vientos

Fuente: *Plano de la secretaria de Cultura Gobierno del estado de Michoacán, elaborado por: P. Arq. Liliana Santana Leal P. Arq. Ma. Concepción Bartolo Zavaleta. Modificado por Tello Rodríguez*

### Sonido

La principal limitante de este estudio fue el no poder contar con los aparatos adecuados para desarrollar el análisis de manera óptima. Sin embargo se realizó el análisis con una aplicación de sistema operativo android en un dispositivo móvil.

Aunque no podemos determinar el grado de exactitud para medir los decibeles que se detectaron en cada espacio, se pudieron determinar las variaciones y la diferencia de los niveles de sonido percibidos tanto en el exterior como en el interior de los locales.

El método que se desarrolló fue muy similar a los análisis de las variantes anteriores, es decir, procurando que los intervalos de monitoreo no fueran mayores a 2 horas, en los mismos locales que ya se han señalado para el análisis.

Se realizaron lecturas de los niveles de sonido presentes en cada espacio seleccionado por períodos de aproximadamente 3 minutos, permitiendo conocer las variaciones de los niveles mayores y menores de ruido en los locales. Así mismo se tomó lectura de los niveles de ruido presentes en el exterior teniendo a la calle como la fuente de ruido principal.

Se determinó que el ruido de la calle, el ruido de los vehículos, de las personas, etc. son los principales contaminantes sonoros del ambiente en esta zona.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Los datos registrados fueron los siguientes:

Tabla 51 Registro de sonido de un día muestra. Expresado en decibeles (Db);

Sonido (Db)											
Hora	Zaguán	Patio	PB Corredor Ote	PB Corredor Pte	PB Crujía Oriente	PB Crujía Poniente	PA Corredor Poniente	PA Crujía Poniente	PA Crujía Oriente	PA Crujía Sur	Exterior Calle
10:00	90	76	71	71	80	64	74	71	74	76	90
11:00	88	76	71	71	80	64	74	71	75	76	90
12:00	85	77	74	74	67	64	74	64	74	74	90
13:00	84	76	72	72	68	65	77	75	74	73	90
14:00	88	78	85	85	72	69	76	67	68	74	90
15:00	76	71	68	68			65				90
16:00	82	67	70	70			68				90
17:00	72	63	64	64			72				90
18:00	74	66	64	64			67				90

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Se monitorearon 10 espacios en el edificio, éstos fueron monitoreados en un período entre las 10:00 y las 18:00 hrs, de los cuales 5 de ellos pudieron ser analizados sólo hasta las 14:00 horas ya que es el horario laboral que se maneja y durante el cual se pudo tener acceso a ellas.

Como podemos ver los parámetros de ruido máximo se mantienen constantes en el nivel de la calle y el espacio más próximo a éste es el zaguán que llega a mantener niveles muy similares variando entre los 84 y 90 decibeles mientras se mantiene abierta la puerta de acceso, y éste puede reducirse hasta los 72 cuando está cerrado.

En el patio ocurre de manera similar pero con niveles menores ya que éstos oscilan entre 76 y 78 mientras las puertas están abiertas y disminuye de 63 a 71 cuando éstas se cierran.

Dentro de las crujías de planta baja los niveles de ruido varían de acuerdo a la ubicación de estos espacios, en el lado oriente, el cual colinda con la calle los niveles oscilan entre los 67 80 dB, mientras que en el lado poniente se mantienen en un rango de 64 a 69 dB.

En la planta alta, como es de esperarse las crujías colindantes a la calle mantienen niveles de ruido mayores a los de la colindancia con el edificio contiguo; en las crujías sur y oriente los niveles oscilan entre 68 y 76 mientras que en el poniente están entre 64 y 71 dB.

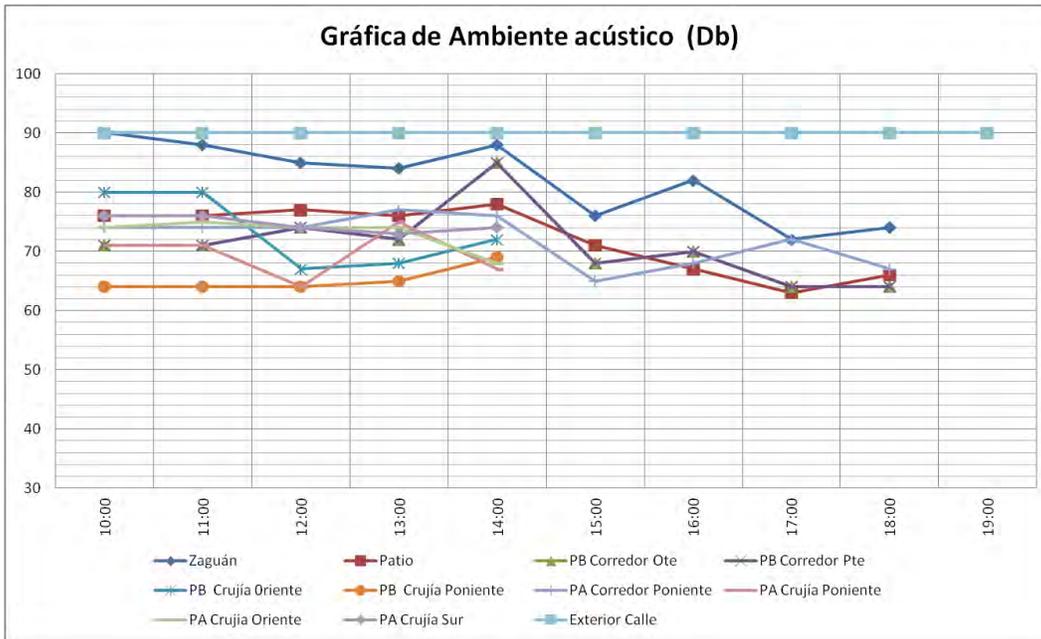


Figura 46 Gráfica del ambiente acústico de la Ex casa del Conde de Sierra Gorda

Fuente: Generada a partir de los datos obtenidos en un día muestra el 23 de Enero de 2013. Medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Bajo este análisis es posible decir que los locales que cuentan con mejor aislamiento acústico son los que se encuentran en el lado poniente, dentro de esta zona del edificio, sin embargo aunque las condiciones de aislamiento acústico no son del todo malas para el resto del edificio éstas pueden ser mejoradas con estrategias que contribuyan a esta característica, procurando hacerlo en ventanas y puertas ya que son los elementos más vulnerables en este aspecto.

En cuanto a la función que se puede designar a los espacios dentro del edificio, es recomendable situar las actividades que demandan mayor concentración y tranquilidad al lado poniente y dejar las actividades que requieran un menor grado en las crujías sur y oriente.

### Calor y humedad.

Para realizar el análisis de calor y humedad en el ambiente se utilizaron los termohigrómetros (hobo datalogger) colocados para llevar a cabo el análisis largo, por temporadas, y un termohigrómetro de mano. Así mismo se hizo el monitoreo de las temperaturas de los materiales, es decir de los elementos arquitectónicos que envuelven el espacio, por medio de un termómetro laser. Se tomaron lecturas procurando hacerlo cada hora o dos horas, obteniendo datos de la temperatura de piso, cubierta y muros al mismo tiempo que se tomó lectura de las temperaturas del ambiente y la humedad relativa.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Se registraron los datos en las fichas propuestas para el desarrollo de este método y posteriormente se vaciaron a fichas de análisis.

El objetivo de este estudio es conocer las variaciones de la temperatura en los elementos de la envolvente y conocer cuál es su contribución a la ganancia térmica en el ambiente y la percepción de la temperatura dentro del espacio en cuestión.

Los resultados de este análisis fueron los siguientes:

### Patio y corredor

Tabla 52 Registro de temperaturas de las superficies de un día muestra. Expresado en decibeles (°C)

<b>Temperatura de superficies Patio y Corredor (°C)</b>														
Patio							Corredores							
Hora	Temp	Piso °C	Zaguán				Hora	Temp	Este			Oeste		
	ambiente patio	en sombra	Piso	Plafón	Muro Pte	Muro Ote		ambiente patio	A - Piso	B - Plaf	C - Muro	A - Piso	B - Plaf	C - Mur
10:00	14.84	7.70					10:00	14.84	14.10	13.60	14.30	17.40	17.60	16.10
11:00	16.42	10.10					11:00	16.42	12.55	11.90	12.55	13.60	14.05	12.95
12:00	17.63	12.50	15.30	14.30	14.60	14.60	12:00	17.63	11.00	10.20	10.80	9.80	10.50	9.80
13:00	18.94	11.50	12.70	12.80	12.20	12.50	13:00	18.94	12.00	11.30	11.00	10.10	10.10	10.70
14:00	19.39	12.40	15.70	14.90	14.80	15.00	14:00	19.39	11.60	11.70	11.80	11.00	11.50	10.90
15:00	20.01	18.50	17.80	17.20	18.10	17.30	15:00	20.01	15.90	15.80	15.20	17.30	17.40	17.30
16:00	20.46	17.80	14.60	15.10	14.60	15.00	16:00	20.46	14.10	11.80	13.60	16.80	16.40	15.90
17:00	20.08	11.50	15.10	14.80	14.40	14.30	17:00	20.08	13.50	13.70	13.40	12.80	13.20	12.50
18:00	19.44	13.00	21.00	19.50	19.80	19.80	18:00	19.44	12.90	13.30	13.20	14.80	15.20	14.70
Máxima	20.46	18.50	21.00	19.50	19.80	19.80	Máxima	20.46	15.90	15.80	15.20	17.40	17.60	17.30
Minima	14.84	7.70	12.70	12.80	12.20	12.50	Minima	14.84	11.00	10.20	10.80	9.80	10.10	9.80

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En el lado izquierdo de la tabla se desarrollan las temperaturas de superficie y temperatura ambiente en patio y zaguán; en ellos la temperatura ambiente se aprecia fresca por la mañana y agradable por la tarde. Las temperaturas más altas de la superficie del piso en el patio se presentan entre las 15:00 y 16:00 hrs llegando a ser de hasta 18.5 °C.; dentro del zaguán las temperaturas son ligeramente más elevadas, debido a la proximidad con la calle y a los rayos del sol que bañan la banqueta durante la mayor parte del día en esta temporada; dentro del mismo zaguán las temperaturas de la superficie del mismo oscilan entre los 12 y los 21 °C.

Alrededor del patio, los corredores mantienen una temperatura más estable con una oscilación de apenas 2°C pero manteniéndose más fresca, ya que ésta recibe menos radiación solar, así las temperaturas en las superficies son más frescas que las del patio pero con menor oscilación.

En planta Baja

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Dentro de las oficinas, las temperaturas se mantienen más estables; en el lado oriente se colinda con la calle y frente al edificio existe otro de proporciones similares que produce sombra sobre el edificio en cuestión, por lo tanto la radiación solar es parcial, pero es posible apreciar que no tiene efecto sobre el ambiente interior, pues la transmisión de calor al interior del edificio es muy lenta y no repercute en gran medida al aire del interior, siendo que las temperaturas de las superficies del interior del local son muy similares y todas son menores que la temperatura del aire. Como lo podemos ver en la tabla (abajo), las temperaturas interiores oscilan dentro de los 19°C mientras que las superficies oscilan entre los 10 y los 18°C.

**Tabla 53 Análisis de temperaturas de superficie en Jefatura del sector 36 en la crujía oriente en Planta baja. Expresado en °C**

<b>Temperatura de superficies - Crujía oriente P. B. (°C)</b>													
JEFATURA DEL		PB	ORIENTE	Temperatura de superficies °C				Diferencia térmica en envoltente interior					
	Temp ambiente	Piso A	Cubierta B i	Pte C	Nte D	Ote E	Sur F	Piso A	Cubierta B i	Pte C	Nte D	Ote E	Sur F
10:00	19.04	16.90	17.00	17.10	18.30	17.30	17.80	-2.14	-2.04	-1.94	-0.74	-1.74	-1.24
11:00	19.42	14.65	15.25	14.85	15.50	14.50	15.05	-4.77	-4.17	-3.92	-3.92	-4.92	-4.37
12:00	19.42	12.40	13.50	12.60	12.70	11.70	12.30	-7.02	-5.92	-6.72	-6.72	-7.72	-7.12
13:00	19.42	10.50	11.40	10.90	10.90	10.60	11.00	-8.92	-8.02	-8.52	-8.52	-8.82	-8.42
14:00	19.42	13.90	14.30	13.80	14.10	13.10	13.60	-5.52	-5.12	-5.32	-5.32	-6.32	-5.82
Máx	19.42	16.9	17	17.1	18.3	17.3	17.8						
Mín	19.04	10.5	11.4	10.9	10.9	10.6	11						

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la parte poniente de la planta baja, la crujía colinda con otro edificio y tiene ventanas al patio, en esta crujía se mantiene la temperatura 1° más alta que la temperatura de la crujía del lado opuesto; y las temperaturas de las superficies de la envoltente oscilan en rangos más elevados, entre 12° y 19° C.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Tabla 54 Análisis de temperaturas de superficie en Oficina de apoyo a supervisión en la crujía poniente en Planta baja. Expresado en °C

<b>Temperatura de superficies - Crujía poniente P. B. (°C)</b>													
APOYO A SUPERVISIÓN		PB	PTE	Temperatura de superficies °				Diferencia térmica en envolvente interior					
	Temp	Piso	Cubiert	MUROS				Piso	Cubiert	MUROS	Muro Sur	Mur Nte	Mur Est
Hora	ambiente	A	B	Muro Sur	Muro Pte	Muro Nte	Muro Nte	I	B	Muro Sur	Muro Pte	Muro Nte	Muro Nte
10:00	20.19	19.00	19.20	19.20	19.70	19.60	19.70	-1.19	-0.99	-0.99	-0.49	-0.59	-0.49
11:00	20.19	15.75	16.50	16.50	16.90	16.70	16.40	-4.44	-3.69	-3.69	-3.29	-3.49	-3.79
12:00	20.57	12.50	13.80	13.80	14.10	13.80	13.10	-8.07	-6.77	-6.77	-6.47	-6.77	-7.47
13:00	20.57	14.30	14.80	14.80	14.60	14.10	13.90	-6.27	-5.77	-5.77	-5.97	-6.47	-6.67
14:00	20.57	14.70	15.10	15.40	15.50	15.20	14.70	-5.87	-5.47	-5.17	-5.07	-5.37	-5.87
Máx	20.57	19	19.2	19.2	19.7	19.6	19.7						
Mín	20.19	12.5	13.8	13.8	14.1	13.8	13.1						

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Es posible decir entonces que no existe ganancia térmica por medio de la envolvente, ya que las temperaturas son menores; ésto significa que el aporte de temperatura es inverso, es decir del aire hacia el material de la envolvente. Sobre todo en los muros. En la cubierta puede contribuir la ganancia por radiación, pero la inercia térmica de la losa no es suficiente para transmitir mayor temperatura.

**Planta Alta**

En los corredores de la planta alta es posible observar (en la tabla abajo), el efecto de la radiación solar en la cubierta pues las temperaturas de la cubierta por el exterior llegan a los 41°C, lo que sucede por la mañana, y posteriormente esta temperatura se transmite al interior del corredor llegando a ser de 17 y 18°C y la diferencia de temperatura con la del interior llega a ser 3°C mayor que la temperatura ambiente en la mañana y en la tarde de -1°C de diferencia. En el ambiente interior las temperaturas del ambiente oscilan entre los 14 y 20°C; en el corredor poniente oscilan entre los 11 y 25°C donde la temperatura más alta es en la mañana debido a la radiación solar que proviene del sol saliendo por el opuesto. Mientras que para el lado oriente las temperaturas de la superficie son mayores entre las 3 y 4 de la tarde.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 55 Análisis de temperaturas de superficie en los corredores de planta alta en la Ex casa del Conde de Sierra Gorda. Expresado en °C**

<b>Temperatura de superficies - Corredores P. A. (°C)</b>																	
CORREDOR - PA		Temperatura de superficies °C								Diferencia térmica en envoltente interior							
Hora	Temp ambiente	Corredor Pte				Corredor Ote				Corredor Pte				Corredor Ote			
		A -Piso	Cubiert. Int.	Cubiert. Exte.	Muro	Piso	Cubiert. Inter.	Cubiert. Ext.	Muro	A -Piso	Cubiert. Int.	Cubiert. Exte.	Muro	Piso	Cubiert. Inter.	Cubiert. Ext.	Muro
10:00	14.84	25.50	18.30	37.20	17.60	14.20	15.50	32.20	14.60	10.66	3.46	22.36	2.76	-0.64	0.66	17.36	-0.24
11:00	16.415	18.50	13.70	39.10	13.10	10.15	11.50	35.60	10.70	2.09	-2.72	22.69	-3.32	-6.27	-4.92	19.19	-5.72
12:00	17.629	11.50	9.10	41.00	8.60	6.10	7.50	39.00	6.80	-6.13	-8.53	23.37	-9.03	-11.53	-10.13	21.37	-10.83
13:00	18.937	12.00	12.30	32.90	11.30	9.60	10.60	33.40	9.80	-6.94	-6.64	13.96	-7.64	-9.34	-8.34	14.46	-9.14
14:00	19.389	12.60	11.80	25.10	11.60	9.00	10.00	21.80	9.20	-6.79	-7.59	5.71	-7.79	-10.39	-9.39	2.41	-10.19
15:00	20.007	20.20	18.80	34.50	18.40	24.70	21.00	29.20	20.30	0.19	-1.21	14.49	-1.61	4.69	0.99	9.19	0.29
16:00	20.46	18.10	17.60	38.30	16.90	19.60	17.00	35.00	20.60	-2.36	-2.86	17.84	-3.56	-0.86	-3.46	14.54	0.14
17:00	20.079	13.00	13.50	18.10	12.40	17.30	16.60	17.70	15.80	-7.08	-6.58	-1.98	-7.68	-2.78	-3.48	-2.38	-4.28
18:00	19.436	11.50	12.30	12.00	11.30	13.60	14.50	8.50	13.10	-7.94	-7.14	-7.44	-8.14	-5.84	-4.94	-10.94	-6.34
Máx	20.46	25.5	18.8	41	18.4	24.7	21	39	20.6								
Mín	14.84	11.5	9.1	12	8.6	6.1	7.5	8.5	6.8								

Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

La crujía ponente corresponde a la oficina de supervisión al sector 43, donde laboran 4 personas, cada una cuenta con computadora, y la iluminación es con luminarias de barra, además de la buena iluminación natural que este local tiene gracias a su ventana y puerta que se lo permiten.

Dentro de ella las temperaturas son variables en las superficies de los materiales (tabla de abajo), éstas oscilan de manera muy paralela entre los 12 y 19 °C, incluso en la cubierta, mientras que la temperatura del ambiente se mantiene casi constante oscilando dentro de los 19°C a pesar de saber que la puerta de acceso a éste se mantiene abierta durante las horas laborales.

**Tabla 56 Análisis de temperaturas de superficie crujía sur de planta alta en la Ex casa del Conde de Sierra Gorda. Expresado en °C**

<b>Temperatura de superficies - Crujía Poniente P. A. (°C)</b>														
SUPER. ESC. 43		PA		PTE		Temperatura de superficies °C			Diferencia térmica en envoltente interior					
Hora	Temp ambiente	Piso	Cubiert			MUROS			Piso	Cubiert	O	Muro Sur	Mur Nte	Mur Est
			A	B	Be	C	D	E						
11:00	19.42	17.10	18.30	35.00	17.30	17.80	17.50	-2.32	-1.12	15.58	-2.12	-1.62	-1.92	
12:00	19.42	11.60	12.50	41.00	12.10	12.70	12.30	-7.82	-6.92	21.58	-7.32	-6.72	-7.12	
13:00	19.81	14.60	14.80	44.00	14.50	14.00	14.10	-5.21	-5.01	24.19	-5.31	-5.81	-5.71	
14:00	19.81	15.50	16.60	24.00	17.80	18.80	19.30	-4.31	-3.21	4.19	-2.01	-1.01	-0.51	
Máx	19.81	17.1	18.3	44	17.8	18.8	19.3							
Mín	19.42	11.6	12.5	24	12.1	12.7	12.3							

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la crujía oriente que corresponde al Sector 39, trabajan cerca de 10 personas; este espacio está subdividido por un muro divisorio que tiene 2 m de altura y permite la combinación del aire por la parte superior, ya que deja un claro sobre el mismo de 3 m aproximadamente. En este espacio se tiene una ventana hacia la calle que se puede abrir y cerrar a discreción por los usuarios permitiendo

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

la ventilación cruzada con la puerta de acceso que da al corredor. Ambas permiten también la iluminación natural que se complementa con las luminarias interiores.

En la tabla (abajo) podemos ver que el comportamiento de las temperaturas de las superficies en el interior del edificio son muy similares sin importar si éstas están en cubierta, si tienen contacto con el exterior, como el muro oriente, o si dan al corredor, las temperaturas oscilan entre los 13 y los 18°C aun cuando en el exterior de la cubierta podamos encontrar temperaturas de hasta 42°C. Mientras las temperaturas del ambiente se mantienen constantes en 21°C con oscilaciones decimales.

**Tabla 57 Análisis de temperaturas de superficie en crujía oriente de planta alta en la Ex casa del Conde de Sierra Gorda. Expresado en °C**

<b>Temperatura de superficies - Crujía Oriente P. A. (°C)</b>															
Hora	SECTOR 29			PA		OTE		Temperatura de superficies °				Diferencia térmica en envoltura interior			
	Temp	Piso	Cubierto	MUROS			Cubierto	Piso	Cubierto	MUROS			Cubierto		
	ambiente	A	B	C- PTE	D- NTE	E- OTE	F -Losa Ext	I	B	C- PTE	D- NTE	E- OTE	F -Losa Ext		
11:00	21	16.90	17.70	17.00	17.30	16.80	35.00	-4.10	-3.30	-4.00	-3.70	-4.20	14.00		
12:00	21.4	17.50	17.80	17.30	17.30	17.10	38.00	-3.90	-3.60	-4.10	-4.10	-4.30	16.60		
13:00	21.7	18.80	18.50	17.80	17.80	17.60	42.00	-2.90	-3.20	-3.90	-3.90	-4.10	20.30		
14:00	21.8	13.80	14.10	13.50	13.70	14.10	22.50	-8.00	-7.70	-8.30	-8.10	-7.70	0.70		
Máx	21.8	18.8	18.5	17.8	17.8	17.6	42								
Mín	21	13.8	14.1	13.5	13.7	14.1	22.5								

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Finalmente en la crujía sur en la planta alta, que es tan larga como la fachada, cuenta con 5 puertas de balcón en la fachada sur y una en la fachada oriente (lado corto), y con tres puertas permitiendo la iluminación natural y ventilación en el local.

En la tabla (abajo) se muestran los resultados del análisis, donde podemos apreciar que las temperaturas en los muros tienen ligeras diferencias entre sí pero no mayores a 2°C y la temperatura del ambiente se mantiene constante con oscilaciones decimales dentro de los 20°C. Lo que supone ser una constante de confort según Rivero como ya lo habíamos mencionado anteriormente.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 58 Análisis de temperaturas de superficie en el Bar del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en°C**

<b>Temperatura de superficies - Crujía Sur P. A. (°C)</b>																
DEPTO. PROYECTOS		PA SUR			Temperatura de superficies °C				Diferencia térmica en envoltente interior							
	Temp	Piso	Cubiert		MUROS				Piso	CUBIERTA			MUROS			
Hora	ambiente	A	B	Be	C-SUR	D- PTE	E- NORTE	F- ORIENTE	A	B	Be	C-SUR	D- PTE	E- NORTE	F- ORIENTE	
11:00	20.57	21.10	21.60	35.00	21.50	20.30	20.30	20.30	0.53	1.03	14.43	0.93	-0.27	-0.27	-0.27	
12:00	20.57	11.30	11.50	38.00	17.30	17.90	17.20	17.00	-9.27	-9.07	17.43	-3.27	-2.67	-3.37	-3.57	
13:00	20.95	18.50	17.60	42.00	18.60	17.30	18.50	16.90	-2.45	-3.35	21.05	-2.35	-3.65	-2.45	-4.05	
14:00	20.95	13.30	13.60	23.00	14.60	14.80	15.60	16.80	-7.65	-7.35	2.05	-6.35	-6.15	-5.35	-4.15	
Máx	20.95	21.1	21.6	42		20.3	20.3	20.3								
Mín	20.57	11.3	11.5	23		14.8	15.6	16.8								

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 12 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

**Comentarios**

Las temperaturas registradas en el interior de los locales comparadas con las temperaturas de los elementos arquitectónicos reflejan un buen aislamiento térmico y muy poca participación de la inercia térmica para transmitir calor por cualquiera de los elementos salvo en la cubierta sur donde se puede apreciar una ligera ganancia térmica, ya que esta cubierta, es de concreto; sin embargo a ésta se le proyectan algunas sombras en la superficie del exterior evitando una ganancia uniforme. Las temperaturas de los materiales oscilan de manera desigual a la variación de las temperaturas del ambiente las cuales se mantienen muy constantes.

En comparación las temperaturas del ambiente en la planta baja se mantienen más frescas, que pueden llegar a considerarse incófortables, que en las de la planta alta donde las temperaturas parecen ser más agradables tanto en temperatura, iluminación, ventilación y ruidos.



La Abadía, vivienda del centro histórico de Morelia (Av. Madero poniente).





## La Abadía, vivienda del centro histórico de Morelia (Av. Madero poniente).

### Análisis del comportamiento y de las condiciones de confort higrotérmico

El trabajo de monitoreo de temperaturas y humedad relativa se realizó en los meses de junio del 2012 y enero del 2013, los cuales se encuentran en la temporada más fría y la temporada más cálida del año en la ciudad de Morelia.

El análisis se realizó con el apoyo de los instrumentos de medición: una microestación meteorológica Hobo modelo H21-002<sup>196</sup>, y 5 aparatos de monitoreo de humedad y temperatura en el edificio (Termohigrómetros, marca HOB0<sup>197</sup>).



Figura 47 Hobo data logger. Termohigrómetros para interiores

Fuente: Foto Tello Rodríguez.



Figura 48 Hobo data logger. Termohigrómetro para interior con conexión para canal externo

Fuente: Imagen tomada de <http://www.onsetcomp.com>

La microestación se colocó en la azotea de este edificio y los instrumentos de medición de temperatura y humedad (Hobo dataloggers), en diversos espacios en torno al patio principal del edificio.

El edificio se ubica en la Avenida Francisco I. Madero poniente #629 en el Centro Histórico, entre las calles de Nicolás Bravo y León Guzmán. Su proximidad a la avenida hace que esta vivienda reciba una constante carga de contaminantes tanto sonoros, por el ruidos del tráfico y personas que transitan por estas calles, como por la combustión de los motores de los vehículos.

La vivienda tiene edificios colindantes en ambos lados, sin embargo éstos no superan por mucho la altura del edificio que analizamos.

<sup>196</sup> La microestación meteorológica se colocó en la azotea esta vivienda

<sup>197</sup> Se utilizaron aparatos Hobo datalogger modelo U12-011 para el interior del edificio.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES



Figura 49 Localización del predio y vivienda en remodelación

Fuente: *Plano de Proyecto de restauración de casa habitación, elaborado por: Arq. Alelí Janette Cortés Vargas. Modificado por Tello Rodríguez*

### Parámetros de confort

Para determinar los parámetros de confort se tomó como modelo la propuesta de Mauricio Roriz: a partir de la ecuación propuesta por Humphreys con una franja de tolerancia de  $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$  y suponiendo que la variación de la línea de confort corresponda al 40% de la amplitud de la variación externa que determina una zona de confort variable de una amplitud de  $5^{\circ}\text{C}$ .<sup>198</sup>

Las gráficas de confort higrotérmico se presentan divididas, primeramente las de temperatura y después las de humedad. Además dentro de las mismas se desarrolló la gráfica de confort variable antes mencionada para establecer los límites de confort<sup>199</sup> y determinar su grado de adecuación en cada espacio.

También nos referiremos a los límites de confort de acuerdo a los parámetros propuestos por Rivero<sup>200</sup> donde se determinan los límites de confort de acuerdo a las actividades que se desarrollen en los espacios. Para este caso las actividades se consideran de ligeras a medias desarrollándose trabajos de escritorio principalmente o actividades de reposo. Rivero<sup>201</sup> menciona que las

<sup>198</sup> Mauricio Roriz, *op. Cit.* pp. 338-345.

<sup>199</sup> La gráfica de confort variable presenta una oscilación proporcional a las condiciones de temperatura y humedad del exterior, diferente a las gráficas de confort constante que manejan un parámetro lineal durante todo el día.

<sup>200</sup> R. Rivero, M. Aroztegui, et. Al., *Op. Cit*, p.11

<sup>201</sup> *ibidem*

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

temperaturas de confort se desarrollan de la siguiente manera considerando que para esta actividad la aportación de calor del cuerpo humano es de 140 W:

Tabla 59 Confort térmico para actividades de oficina

Muy inconfortable	33.5	°C
Inconfortable	30	°C
Comienza a ser inconfortable	26.5	°C
Confort Óptimo	23.5	°C
	21	°C
Comienza a ser inconfortable	18.5	°C
Inconfortable	16	°C
Muy inconfortable	11.5	°C

Fuente: Elaboración del autor

Algunos aspectos que debemos considerar dentro de este análisis son: que los espacios están deshabitados y las puertas y ventanas no se abren habitualmente. Los espacios están inutilizados y no están habitados, las condiciones de temperatura y humedad se dan por las variaciones de la temperatura ambiente, las temperaturas de los materiales y las ganancias por radiación solar provenientes de la envolvente.

Los materiales del edificio son principalmente cantería en los muros, y elementos verticales; las cubiertas son de viguería y terrado con firme de mortero de cemento y enladrillado en el lecho superior de ésta.

Los pisos son de pasta de cemento y algunos elementos de cantería. Las ventanas y puertas cuentan con doble hoja, la que lleva marcos de madera y tableros de vidrio y madera y las de madera sólida que impiden la entrada de luz y minimizan la permeabilidad acústica en los vanos.

En la proporción predomina el macizo sobre el vano con ventanas y puertas pequeñas en proporción a la superficie de los muros. La puerta principal en el zaguán se mantiene cerrada. Carece de iluminación artificial por falta de servicio (está inactivo para evitar gastos innecesarios ya que está deshabitada).

### Colocación de aparatos

Se colocaron cinco aparatos de medición, cabe señalar que los espacios son altos permitiendo contener en estos espacios un gran volumen de aire, y en esta planta los entrepisos están

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

compuestos de vigería con terrado. Es necesario hacer un resumen de estas características las cuales deben ser consideradas por la influencia que tendrán en el comportamiento del ambiente interior, y en este caso del higrotérmico.

Planta Baja:

No.	Espacio	Ubicación dentro del edificio
1	Sala	Sur
2	Corredor	Poniente
3	Habitación	Poniente
4	Cocina	Norte
5	Patio	

En la planta ubicamos los aparatos en los siguientes espacios:



Figura 50 Planta arquitectónica y ubicación de aparatos de medición.

Fuente: *Plano de Proyecto de restauración de casa habitación, elaborado por: Arq. Aleli Janette Cortés Vargas.*  
Modificado por Tello Rodríguez

### Junio

Primeramente analizaremos los resultados del análisis del mes de junio, Se desarrolla la gráfica de confort variable y el cálculo de un día típico del mes de enero, que se realizó con los datos obtenidos

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

del monitoreo de ese mes.<sup>202</sup> Para calcular el área de confort en la gráfica se tomaron los datos de la normal climatológica y se presentan en la misma gráfica los datos registrados por la micro estación meteorológica.

**Tabla 60 Día típico (horario) y límites de confort en junio**

TEMP. MEDIA mes Junio		21.2		TC HUMPREYS		23.22												
TEMPERATURA								Patio		Corredor		Crujía PTE		Exterior (Micro)				
EXT	Patio	Corredor	Crujía PTE	Crujía Norte	Exterior (Micro)	TC humpreys	LIMSUP CONF	LIM INF CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -		
00:00	16.31	20.55	20.93	24.08	22.74	20.87	23.221	22.95	17.95	0.000	0.000	0.000	0.000	1.126	0.000	0.000	0.000	
01:00	15.64	19.88	20.55	24.00	22.69	20.32	23.221	22.69	17.69	0.000	0.000	0.000	0.000	1.308	0.000	0.000	0.000	
02:00	15.08	19.52	20.08	23.89	22.54	19.66	23.221	22.46	17.46	0.000	0.000	0.000	0.000	1.423	0.000	0.000	0.000	
03:00	14.62	19.25	19.89	23.80	22.50	18.83	23.221	22.28	17.28	0.000	0.000	0.000	0.000	1.521	0.000	0.000	0.000	
04:00	14.25	19.11	19.79	23.72	22.46	17.92	23.221	22.13	17.13	0.000	0.000	0.000	0.000	1.584	0.000	0.000	0.000	
05:00	13.95	18.87	19.53	23.59	22.39	17.20	23.221	22.01	17.01	0.000	0.000	0.000	0.000	1.577	0.000	0.000	0.000	
06:00	13.17	18.48	19.21	23.52	22.33	16.83	23.221	21.70	16.70	0.000	0.000	0.000	0.000	1.824	0.000	0.000	0.000	
07:00	15.70	18.29	19.11	23.42	22.29	17.77	23.221	22.71	17.71	0.000	0.000	0.000	0.000	0.706	0.000	0.000	0.000	
08:00	19.52	18.41	19.32	23.35	22.24	19.76	23.221	24.24	19.24	0.000	0.836	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.836	
09:00	23.36	19.52	23.89	23.31	22.33	21.90	23.221	25.78	20.78	0.000	1.253	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.253	
10:00	26.44	20.70	26.41	23.33	22.54	23.89	23.221	27.01	22.01	0.000	1.305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.305	
11:00	28.46	21.98	25.21	23.35	22.65	25.67	23.221	27.82	22.82	0.000	0.841	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.841	
12:00	29.42	23.51	25.62	23.42	22.93	27.70	23.221	28.20	23.20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
13:00	29.48	24.98	25.79	23.50	23.05	28.26	23.221	28.22	23.22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000	
14:00	28.83	28.83	25.89	23.65	23.18	28.95	23.221	27.97	22.97	0.869	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.985	0.000	
15:00	27.71	30.41	25.70	23.76	23.29	29.34	23.221	27.52	22.52	2.887	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.824	0.000	
16:00	26.31	31.85	25.48	23.89	23.38	29.86	23.221	26.96	21.96	4.895	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.907	0.000	
17:00	24.78	30.57	25.17	24.04	23.33	28.65	23.221	26.34	21.34	4.225	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.307	0.000	
18:00	23.23	27.55	24.28	24.10	23.25	27.90	23.221	25.72	20.72	1.823	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.175	0.000	
19:00	21.74	24.91	23.49	24.19	23.14	25.28	23.221	25.13	20.13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.147	0.000	
20:00	20.37	23.18	22.55	24.08	22.95	23.92	23.221	24.58	19.58	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
21:00	19.13	21.74	21.78	24.04	22.80	23.07	23.221	24.08	19.08	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
22:00	18.04	21.04	21.38	24.00	22.80	22.47	23.221	23.65	18.65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.346	0.000	0.000	0.000	
23:00	17.10	20.59	21.01	23.95	22.67	21.75	23.221	23.27	18.27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.678	0.000	0.000	0.000	
PROM	20.94					23.24				14.699	4.235	0.000	0.000	12.094	0.000	10.382	4.235	

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

Al obtener los datos de los espacios interiores y de las condiciones climáticas del exterior se realizó el cálculo de un día típico tomando en cuenta las normales climatológicas de la ciudad de Morelia. Se realizó el cálculo horario de un día típico y se estableció un parámetro de confort que nos pudiera indicar las condiciones de confort que estaría ofreciendo el edificio durante el mes de junio en lo correspondiente a su temperatura. En ella se leen las temperaturas horarias de un día típico en los diferentes espacios, la oscilación de la temperatura de confort y al lado derecho de la tabla los grados/hora<sup>203</sup> de superavit o deficit de cada espacio.

<sup>202</sup> El cálculo de un día típico se realizó a partir del registro de temperatura y humedad de cada hora durante el periodo del 1ero de enero del 2013 al 31 de enero del mismo año.

<sup>203</sup> Grados/hora: En la tabla se expresan los Grados Centígrados que superan los límites de confort por cada hora del día, esto nos permite identificar el lapso en que el espacio presenta déficit de temperatura, temperatura de confort o superávit de temperaturas.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Se puede identificar que el patio presenta superávit de temperatura entre las 14:00 y las 18:00 hrs., superando el límite de confort hasta por 8°C lo que sumado representa 14.7 °C/h. La oscilación de la temperatura en el patio es de 13.5°C registrándose la temperatura más alta de 31.8°C a las 16:00hrs. y la mínima de 18.3°C a las 7:00 h.

En el corredor las temperaturas se mantienen dentro de los límites de confort, gracias a que las temperaturas tienen una oscilación de 7°C donde la máxima es de 26°C a las 10hrs. y la mínima es de 17°C a las 7:00 hrs.

Al interior de la crujía poniente se puede percibir un superavit que se desarrolla por la madrugada con un rango máximo de 1.8°C entre las 0:00 y las 6:00hrs y la oscilación dentro de este local es de sólo 0.8°C donde la máxima es de 23.3°C y la mínima de 22.4°C. en total suman 12°C/h de superavit.

En la crujía norte las temperaturas se mantienen estables entre los 22.2 y 23.3°C con una oscilación de sólo 1.13°C llegando a presentar sólo 0.6°C de superavit durante la madrugada, sumando un total de 1.64°C/h.

Estos datos expresados en la tabla anterior se pueden apreciar en gráfica de la siguiente manera:

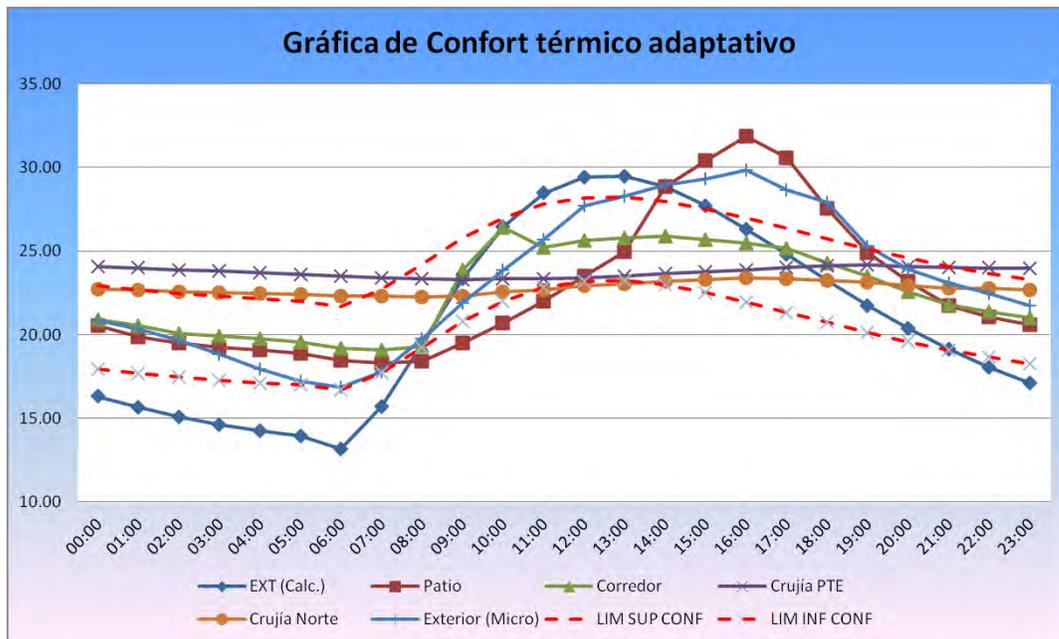


Figura 51 Gráfica de confort en junio para vivienda en centro de Morelia

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

**Deficit**, cuando las temperaturas son menores que el límite inferior de confort. **Superavit**, cuando las temperaturas superan el límite superior de confort.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Es posible leer en este gráfico que la oscilación de la temperatura dentro de las crujías es mucho menor con respecto a la del patio y que el corredor manteniéndose en una temperatura casi constante, se mantiene en buena parte del tiempo en confort.

La humedad relativa calculada para el día típico del mes de enero se puede interpretar como se muestra en la gráfica (abajo); en ella se aprecia que la HR dentro de las crujías se mantiene constante, con oscilaciones menores a 5 puntos porcentuales; por lo que su estatus está dentro de un rango entre 40 y 50 % de HR; en tanto que en los espacios del corredor, patio y exterior oscilan entre el 30 y el 80%.

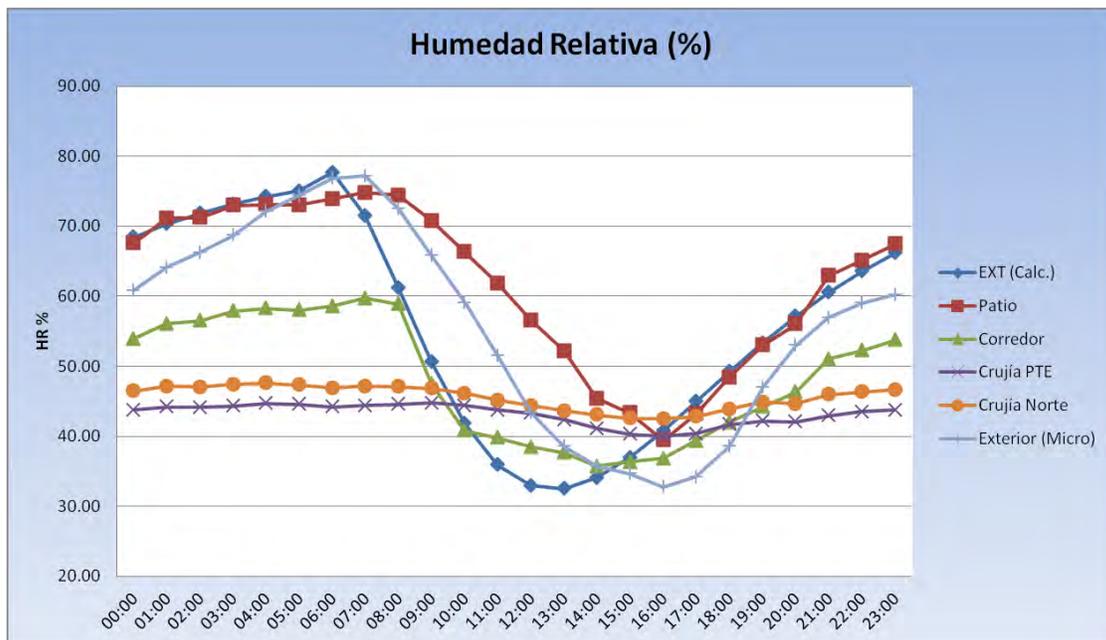


Figura 52 Gráfica de humedad relativa en junio

Fuente: Graficada a partir de los datos obtenidos por aparatos Hobo, micro estación y normal climatológica.

Realizado por Tello Rodríguez

### Conclusiones de junio

Durante esta temporada las temperaturas y la humedad se mantienen constantes y con mínimas variaciones, sin embargo hay que considerar que los espacios permanecen cerrados y al abrirlos y cerrarlos sería posible combinar el aire con el del corredor permitiendo ganar o perder temperatura según sea el caso. A pesar de que las temperaturas y la humedad se mantiene dentro de los límites de confort éstas pueden mejorar de acuerdo al criterio de confort adaptativo haciendo variar la temperatura de acuerdo a la temperatura del ambiente.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Enero**

A manera de resumen podemos expresar en la siguiente tabla las horas de confort y desconfort en el edificio bajo los criterios del confort adaptativo propuesto por Roriz y el confort lineal propuesto por Rivero en el mes de junio.

Tabla 61 Resumen de confort horario en vivienda del centro en junio

No	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		Máx. Mín.	Confort estático Rivero
			Confort	Disconfort		
1	Corredor	Poniente	24 hrs 100%	0 hrs 0%	26.41 19.11	Confort – ligero disconfort
2	Habitación	Poniente	16 hrs 66.5%	Superavit 8 hrs 33.5%	24.19 23.31	Confort- ligeramente calido
3	Espacio de cocina	Norte	21 hrs 87.5%	Superavit 3 hrs 12.5%	23.38 22.24	Confort

Fuente: Elaborado por el autor.

Planta Alta:

A manera de resumen, de acuerdo a la gráfica de confort variable propuesta por Mauricio Roriz, se puede determinar que el edificio en general se mantiene en confort más del 60 % del día, sin embargo el desconfort se presenta en aproximadamente 1°C durante horas de la madrugada, las cuales pueden minimizarse con ventilación. Algunas estrategias pueden ser muy simples como el hecho de mantener alguna ventana con mosquitero hacia el patio permitiendo que se disipe el calor ganado durante el día.

La humedad relativa de los espacios, como lo pudimos apreciar anteriormente se encuentra dentro de los límites tolerables.

Según Rivero, quien determina una zona de confort lineal para todo el año, de acuerdo a las actividades que se desarrollan en el edificio, (trabajos de escritorio), los límites de confort se encuentran entre los 18.5°C y los 26°C los espacios de trabajo ya señalados, llegan al 90% dentro de la zona de confort. El otro 10 %, que se genera en la habitación se percibe ligeramente cálido lo cual puede disiparse con ventilación y siendo en las horas de la noche la termorregulación del cuerpo baja por lo que la temperatura podría no ser desagradable para actividades de descanso.



**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Enero

Para calcular la zona de confort del mes de enero se tomaron nuevamente los datos registrados por los termohigrómetros Hobo, por la microestación meteorológica y las normales climatológicas de Morelia, calculando un día típico y se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 62 Día típico (horario) y límites de confort en enero**

TEMP. MEDIA Enero		TC HUMPREYS					20.34													
TEMPERATURA							LIM SUP	LIM INF	Corredor		Crujia Sur		Crujia Norte		Crujia Poniente		Exterio (Micro)			
Hora	EXT (Calc.)	Corredor	Crujia Sur	Crujia Norte	Crujia Poniente	Exterior (Micro)	CONF	CONF	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -	DIF +	DIF -		
00:00	11.48	14.69	19.10	18.07	18.16	13.19	19.295	14.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.100		
01:00	10.60	14.16	19.02	17.97	18.04	12.34	18.941	13.941	0.000	0.000	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.606		
02:00	9.86	13.76	18.93	17.81	17.90	11.53	18.645	13.645	0.000	0.000	0.287	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.117		
03:00	9.24	13.37	18.91	17.68	17.83	10.94	18.398	13.398	0.000	0.028	0.516	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.457		
04:00	8.73	12.95	18.84	17.61	17.69	10.25	18.194	13.194	0.000	0.246	0.647	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.946		
05:00	8.31	12.56	18.80	17.45	17.55	9.81	18.028	13.028	0.000	0.465	0.776	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.222		
06:00	7.98	12.29	18.77	17.42	17.45	9.43	17.894	12.894	0.000	0.609	0.875	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.461		
07:00	6.93	12.40	18.75	17.28	17.36	9.00	17.476	12.476	0.000	0.081	1.274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.476		
08:00	9.38	15.96	18.75	17.21	17.23	9.55	18.456	13.456	0.000	0.000	0.294	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.908		
09:00	13.44	16.96	18.73	17.26	17.14	11.63	20.079	15.079	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.445		
10:00	17.65	19.79	18.82	17.47	17.16	15.41	21.763	16.763	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.350		
11:00	21.12	20.90	18.91	17.95	17.23	18.56	23.150	18.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.198	0.000	0.924	0.000	0.000		
12:00	23.46	21.08	19.13	18.42	17.42	20.24	24.086	19.086	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.668	0.000	1.669	0.000	0.000		
13:00	24.64	21.35	19.26	18.78	17.50	21.66	24.557	19.557	0.000	0.000	0.000	0.297	0.000	0.776	0.000	2.054	0.000	0.000		
14:00	24.80	21.53	19.37	18.97	17.74	23.02	24.624	19.624	0.000	0.000	0.000	0.254	0.000	0.651	0.000	1.879	0.000	0.000		
15:00	24.19	21.46	19.44	19.23	18.02	23.18	24.378	19.378	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.144	0.000	1.357	0.000	0.000		
16:00	23.03	20.88	19.52	19.35	18.28	23.22	23.914	18.914	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.634	0.000	0.000		
17:00	21.54	19.72	19.44	19.11	18.42	22.54	23.318	18.318	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
18:00	19.89	18.57	19.41	18.87	18.49	20.99	22.657	17.657	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
19:00	18.20	17.92	19.28	18.73	18.54	19.22	21.984	16.984	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
20:00	16.58	17.28	19.22	18.59	18.56	18.01	21.335	16.335	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
21:00	15.07	16.63	19.19	18.50	18.45	16.84	20.732	15.732	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
22:00	13.71	16.00	19.15	18.35	18.38	15.61	20.188	15.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
23:00	12.52	15.29	19.15	18.26	18.28	14.38	19.709	14.709	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.332		
PROM	15.52								0.000	1.429	4.751	0.551	0.000	2.436	0.000	8.518	0.000	29.419		

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos por los aparatos de medición y a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

Los datos que se pueden leer en la tabla anterior son producto del cálculo de un día típico con los parámetros de confort para el mes de enero. En ésta podemos apreciar que para el corredor se presenta un deficit de temperatura de hasta 0.6°C entre las 4:00 y las 7:00 hrs. lo que sumado representa 1.4°C/hrs durante el día, ésto parece poco significativo siendo que enero aún está entre los meses más fríos del año, el resto de las horas permanecen en confort. La oscilación de la temperatura es de 9.25°C con una máxima de 21.53°C a las 14:00 hrs. y una temperatura mínima de 12.29°C a las 6:00 hrs.

En la crujía sur se presenta un deficit de 0.5°C/h que es casi imperceptible ya que son décimas por hora que rebasa los límites de confort. Así también presenta un superavit de 4.71°C/h entre las 3:00 y las 7:00 hrs que como máximo llega a superar el límite de confort por 1.2°C; la oscilación de las

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

temperaturas en esta crujía es de 0.78°C siendo la temperatura máxima de 19.52° y la mínima de 18.73°C; la temperatura se puede mejorar por medio de la ventilación nocturna y en el día por ganancia de calor por medio del aire del corredor que tiene mayor temperatura a estas horas.

En la crujía norte existe deficit entre las 12:00 y las 14:00 horas sumando 2.4°C/h de deficit diario, con temperaturas que superan el límite de confort por hasta 0.77°C. La oscilación de las temperaturas es de 2.15°C siendo la máxima de 19.35°C y mínima de 17.2°C. Para mejorar las condiciones de confort térmico sería necesario aumentar décimas de grado en algunas horas del día.

En la crujía poniente el deficit de temperaturas se incrementa siendo ligeramente mayor que en las dos crujías anteriores, llegando a 2.05°C de diferencia por debajo del límite de confort sumando un total de 8.5°C/h diarios y se desarrollan entre las 12:00 y las 15:00 hrs.; la oscilación de las temperaturas en este local es de 1.42°C con una máxima de 18.5°C y la mínima de 17.4°C.

Los datos que se muestran en la tabla anterior se expresan en la gráfica de la siguiente manera:

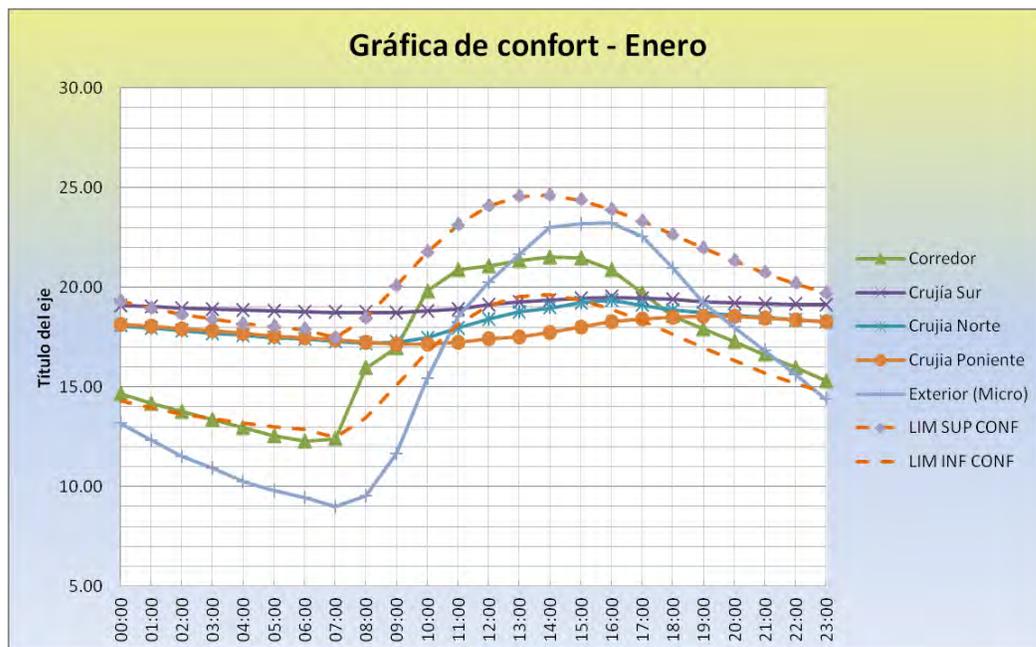


Figura 53 Gráfica de confort variable

Fuente: Graficada a partir de la fórmula propuesta por Mauricio Roriz. Realizado por Tello Rodríguez

En la gráfica se puede apreciar que las temperaturas dentro de las crujías se mantiene constante con oscilaciones de hasta 2°C, las temperaturas en el corredor oscilan en menor medida que las temperaturas detectadas en el exterior y se mantienen en mayor grado dentro de la zona de confort.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

La humedad relativa para un día típico del mes de enero las variaciones porcentuales en el corredor son de 20%, en la crujía sur de 7% y en las crujías norte y poniente son menores a 3% donde dentro de los locales se mantienen entre 36 y 47% considerándose condiciones adecuadas para el confort humano.

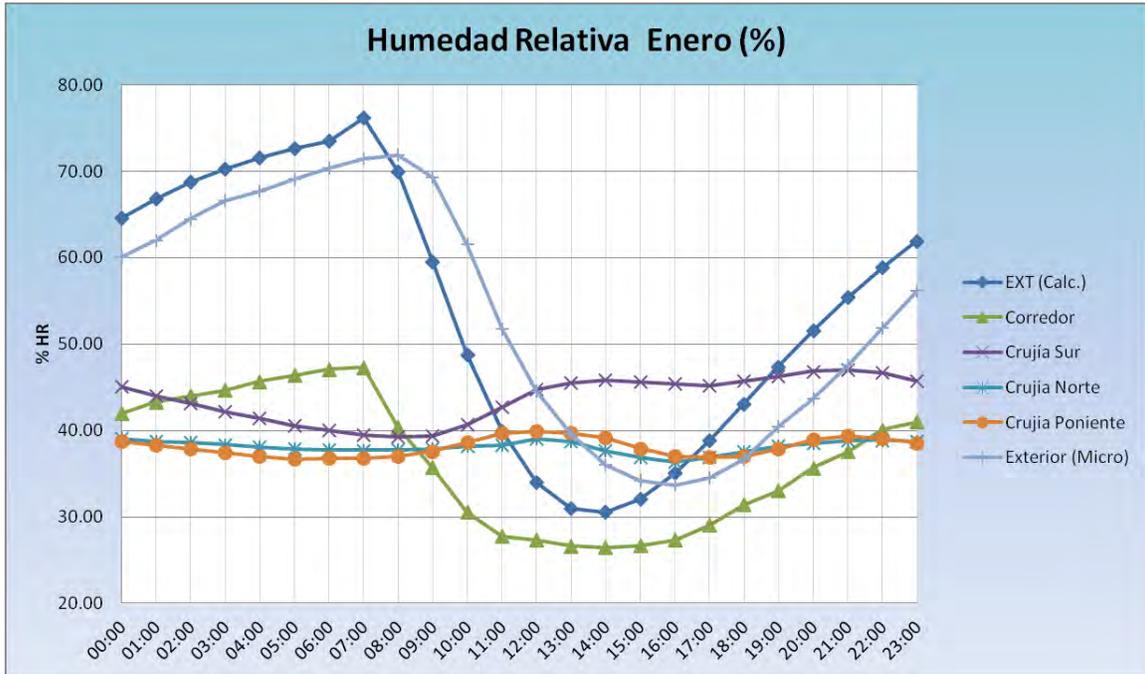


Figura 54 Gráfica de humedad relativa del mes de enero  
 Fuente: Graficada a partir de los datos obtenidos por aparatos Hobo, microestación y normal climatológica.  
 Realizado por Tello Rodríguez

**Conclusiones enero**

Para el mes de enero se pueden determinar las siguientes conclusiones:

Tabla 63 Resumen de confort térmico horario para el mes de enero

No.	Espacio	Ubicación	Zona de confort variable (día completo)		Máx. Mín.	Confort estático
			Confort	Disconfort		
1	Corredor	Poniente	21 hrs 87.5%	Deficit 3 hrs 12.5%	21.53 12.29	Rivero Comienza disconfort
2	Sala	Sur	12 hrs 75%	Superavit 6 hrs 25%	19.52 18.73	Ligeramente fresco

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

3	Espacio cocina	Norte	21 hrs 87.5%	Deficit 3 hrs 12.5%	19.35 17.21	Ligeramente fresco
	Habitación	Poniente	19 hrs 79.2%	Deficit 5 hrs 20.8%	18.56 17.14	Ligeramnte fresco

Fuente: Elaboración del autor

Durante el mes de enero, según los resultados del confort adaptativo las temperaturas dentro de los locales se mantienen más del 75% del día en confort. Recordemos que los locales se encuentran cerrados y que las temperaturas del corredor se mantienen en mayor grado de confort por lo que combinar el aire de ambos ambientes permitiría mejorar fácilmente tal condición.

Según Rivero las temperaturas dentro de los locales se encuentran en los límites donde el confort termina y comienzan a sentirse ligeros grados de incomodidad, ligeramente frescos, sin embargo la recomendación sería la misma ya que las temperaturas del exterior durante el día son ligeramente mayores lo que permitiría ganar calor y entrar en la zona de confort. Para el periodo nocturno sería conveniente mantener cerrados los locales y conservar el calor ganado durante el día.

### **Análisis de un día muestra**

Para realizar el análisis de las condiciones ambientales de iluminación, calor y humedad, ventilación, y ruido fue necesario hacer un registro horario durante un día muestra en la temporada fría el cual fue desarrollado el día 22 de diciembre de 2012.

Previamente se obtuvieron los planos del inmueble. En base a éstos y a las visitas previas al análisis se pudo planear la colocación de aparatos fijos y el análisis de un día. Se realizaron varias visitas con la finalidad de conocer los espacios y sus características.

Se efectuó un plan de monitoreo donde se pudiera realizar un análisis de las variables ambientales, de iluminación, calor y humedad, ventilación y ruido, en un solo día, sin embargo el permiso para permanecer dentro del edificio no fue suficiente para llevar a cabo el análisis de un día completo pero se pudo hacer un registro de un lapso considerable.

Para el proceso del experimento se implementaron los siguientes instrumentos de medición:

**Tabla 64 instrumentos de medicion utilizados**

Variable	Aparato
Iluminación	Luxómetro

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Calor y humedad	Termohigrómetro de mano Y Hobo datalogger
Ventilación	Anemómetro
Ruido	Sonómetro "Soundmeter" (app android)
Temperaturas de materiales	Termómetro laser
Temperaturas de elementos arquitectónicos	Cámara de infrarojos

Fuente: elaborado por el autor.

El edificio se desarrolla en una sola planta y es de una edificación de patio zaguán, pórtico y crujía.

El monitoreo se realizó registrando las condiciones ambientales en:

- Patio
- Corredor poniente
- Crujía sur
- Crujía poniente
- Y crujía norte

El edificio se ubica sobre la avenida Madero en la parte poniente del centro histórico con la fachada hacia el sur y colindantes en su lados oriente y poniente, en la parte posterior donde termina la vivienda el terreno se extiende hasta la calle posterior sin tener en este momento edificio construido. La vivienda cuenta con dos patios y las crujías en torno a ellos tienen forma de "C" en el primer patio y en forma de "L" en el segundo patio. Como el patio se ubica en el lado oriente del edificio, los rayos del sol bañan el corredor poniente y parte del patio por la mañana así como parcialmente la crujía norte donde se encuentra el espacio de la cocina durante la temporada fría. A continuación se expondremos los resultados del análisis de los factores ambientales de iluminación, ventilación, sonido, y calor y humedad en los locales seleccionados dentro de esta vivienda del centro histórico.

El análisis se realizó entre las 8:00 y las 19:00 horas pudiendo obtener resultados que presentaremos de las 9:00 a las 18:00 hrs que a continuación desarrollamos:



Figura 55 Planta arquitectónica y ubicación de aparatos de medición

Fuente: *Plano de Proyecto de restauración de casa habitación, elaborado por: Arq. Aleli Janette Cortés Vargas. Modificado por Tello Rodríguez*

### Iluminación.

La iluminación, como ya lo mencionamos se realizó en un período de las 9:00 a las 18:00 hrs donde se pudo apreciar la variación de la iluminación natural dentro de dos espacios interiores, un corredor y el patio.

Para realizar la medición se tomaron varias lecturas dentro del espacio, y se colocaron los datos de la iluminación promedio en cada uno de los espacios, las lecturas se tomaron a 90 cm de altura y en diferentes puntos dentro de cada espacio. Las lecturas se realizaron con el luxómetro horizontal y posicionándolo hacia el centro de la habitación, de tal manera que no se produjeran sombras del usuario del aparato sobre el ojo del luxómetro y evitar una lectura errónea.

Los intervalos se procuraron a cada hora registrando los datos en fichas previamente diseñadas para la recopilación de los datos. Los datos se vaciaron para su análisis en tablas de resultados, las que ahora presentaremos:

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Iluminación (Lux)					
Hora	Patio	Corredor Poniente	Crujía Sur sala	Crujía Poniente habitación	Crujía Norte Cocina
09:00		8420	25	160	224
10:00	10700	5800	65	170	407
11:00	8590	4100	101.5	160	723
12:00	5920	2820	80	128	760
13:00	5300	4500	258	192	1033
14:00	10310	4180	168	178	1053
15:00	8450	3930	150	135	940
16:00	11170	4130	195	330	656
17:00	6250	1072	156	127	216
18:00	2230	2	31	6.2	3.7
19:00	2				

**Tabla 65** Registro de iluminación de un día muestra. Expresado en luxes

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 22 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la tabla (arriba), podemos apreciar los niveles de iluminación dentro de los locales, comparado con los niveles de iluminación presentes tanto en el corredor como en el patio, lo que permite determinar cuánto de la iluminación existente se aprovecha o, desde otro punto de vista, cuánto se protege de tal cantidad de iluminación.

Dentro de los locales los niveles más altos de iluminación van entre las 14:00 y las 15:00 hrs donde los valores más altos se encuentran en la crujía norte, ya que ésta tiene un ventanal mucho mayor que los otros locales y permite la entrada de luz natural.

En la crujía sur la iluminación oscila entre 156 y 258 luxes; debemos considerar que una de las ventanas, la de la fachada, se mantiene bloqueada con la contra puerta de madera impidiendo que la iluminación penetre en este espacio. Estos parámetros podrían determinar que el espacio fuera utilizado para el descanso debido a la baja iluminación, sin embargo dada la orientación y el tamaño de la ventana sería posible llegar a condiciones de iluminación más cercanas a las que se reflejan en la crujía sur y la cocina, donde la fluctuación del nivel lumínico está entre los 600 y 1050 luxes entre las 9:00 y las 16:00 lo que permitiría hacer en estos espacios actividades como, comer, leer, asear, o actividades muy detalladas sin la necesidad de ocupar iluminación artificial.

Para la crujía poniente el caso es muy distinto ya que los niveles de iluminación oscilan entre los 120 y 190 luxes dejando este espacio con poca iluminación natural y propicia para actividades que funcionen como estancias o para el descanso. Si éste se pretendiera usar para realizar otras actividades sería necesario complementarlo con luminarias que le permitan alcanzar los niveles óptimos para tal efecto.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

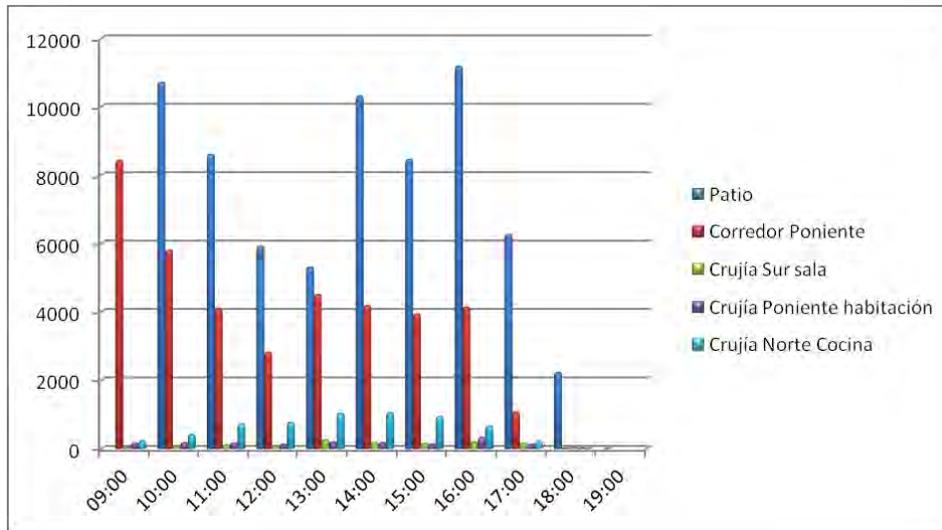


Figura 56 Gráfica comparativa de iluminación dentro del edificio en un día muestra. Expresado en luxes  
Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

La iluminación natural aprovechable llega a ser de hasta un 25% en el local con mejor iluminación y de 11% en la de menor iluminación (poniente) lo que hace este edificio más adecuado por estas condiciones a ser usado para fines de descanso o donde las actividades no requieran de mayor iluminación.

Como podemos apreciar en la gráfica, el aprovechamiento de los niveles de iluminación dentro de los locales es muy bajo, dejando este edificio en condiciones de uso de iluminación natural propicio para actividades de descanso; o la utilización de mayores recursos de energía para realizar actividades que demanden mayor claridad para poder desarrollarse.

### Ventilación.

Para realizar el análisis de la ventilación fue necesario un anemómetro de mano que pudiera detectar las ráfagas de viento que circulan entre los espacios del edificio. Al igual que las demás variables, se procuró hacer un registro entre una y dos horas de intervalo. Las mediciones se realizaban en aproximadamente 3 minutos esperando a que las ráfagas se hicieran presentes y poder registrarlas.

Las limitaciones de este registro fueron la incapacidad del aparato para mostrar ráfagas menores a 0.1 km/h lo que impidió hacer registros del movimiento del aire ya que en su mayoría eran de baja velocidad, y no eran detectadas por el aparato.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

Tabla 66 Registro de ventilación de un día muestra. Expresado en km/h.

Ventilación (Km/h).							
Hora	Patio	Corredor Poniente	Crujía Sur sala	Crujía Poniente habitación	Crujía Norte Cocina	Exterior	Exterior (ráfagas)
09:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
11:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
12:00	5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56
13:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.48	4.27
14:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	4.08
15:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	3.53
16:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	4.64
17:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	4.45
18:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.97
19:00	0.00					0.19	3.71

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 22 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la tabla podemos apreciar que la velocidad del viento normal fuera del edificio no supera los 2Km/h siendo una velocidad muy baja para el exterior, y las ráfagas que se detectaron fueron de hasta 4.6km/h. los pocos vanos dentro del edificio y el hecho de que algunos de ellos estuvieran bloqueados, impidió que se pudieran registrar los niveles de ventilación que se podrían alcanzar con las ventanas o puertas abiertas. Sin embargo dentro del edificio se pudo registrar una ráfaga en el patio de 5.2 km/h. alrededor de las 12:00 hrs.; es de mencionarse que éstas pueden tener mayor velocidad que la del exterior porque se forma una especie de “cuello de botella” al pasar de un patio al otro por el corredor que los comunica.

Esto nos permite saber que en patio y corredores podemos tener circulación del viento que llega a ser muy buena y podemos encausarla a que ventile algunos de los espacios. Como se puede ver el movimiento del viento se aprovecha mejor entre las 13:00 las 15:00 horas que es cuando más viento se pudo registrar en el exterior

Como se aprecia las velocidades del viento dentro de edificio no fueron lo suficientemente representativas para lograr captarlas con el anemómetro de mano, sin embargo la presencia de un ligero movimiento del viento fue perceptible en el interior.

Así el viento se pudo percibir con direcciones de norte hacia el sur viniendo del patio posterior hacia el patio principal.

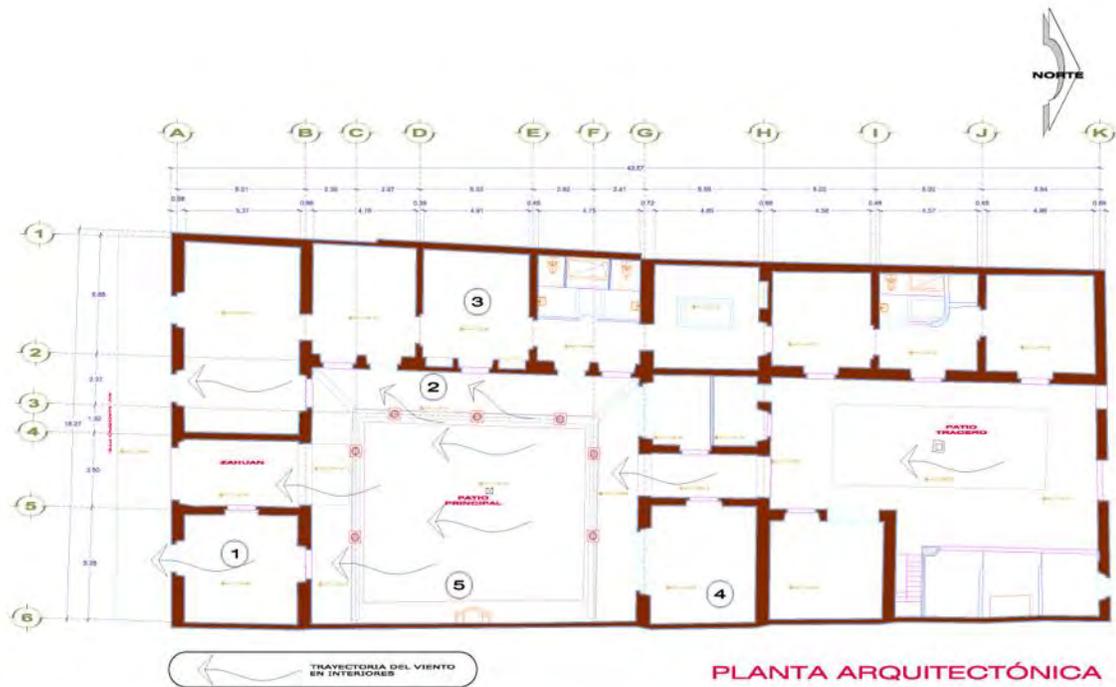


Figura 57 Plano de trayectoria del viento en el interior del edificio

Fuente: Plano de Proyecto de restauración de casa habitación, elaborado por: Arq. Aleli Janette Cortés Vargas. Modificado por Tello Rodríguez

## Sonido

La principal limitante de este estudio fue el no poder contar con los aparatos adecuados para desarrollar el análisis de manera óptima. Sin embargo se realizó el análisis con una aplicación de sistema operativo android en un dispositivo móvil.

Aunque no podemos determinar el grado de exactitud para medir los decibeles que se detectaron en cada espacio, se pudo determinar la variación y la diferencia de los niveles de sonido percibidos tanto en el exterior como en el interior de los locales.

El método que se desarrolló fue muy similar a los análisis de las variantes anteriores, es decir, procurando que los intervalos de monitoreo no fueran mayores a 2 horas, en los mismos locales que ya se han señalado para el análisis.

Se realizaron lecturas de los niveles de sonido presentes en cada espacio seleccionado por períodos de aproximadamente 3 minutos, permitiendo conocer las variaciones de los niveles mayores y

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

menores de ruido en los locales. Así mismo se tomó lectura de los niveles de ruido presentes en el exterior tomado la calle como la fuente de ruido principal.

Se determinó que el ruido de la calle, de los vehículos, de las personas, etc. son los principales contaminantes sonoros del ambiente en esta zona.

Los datos registrados fueron los siguientes:

Sonido (Db)						
Hora	Patio	Corredor Poniente	Crujía Sur sala	Crujía Poniente habitación	Crujía Norte Cocina	Exterior
09:00		78	74	67	66	90
10:00	88	80	85	79	82	90
11:00	87	81	86	67	67	90
12:00	84	80	90	76	78	90
13:00	83	82	83	66	76	90
14:00	85	86	72	67	67	90
15:00	82	83	86	70	63	90
16:00	81	82	77	77	72	90
17:00	83	84	76	73	70	90
18:00	82	85	86	69	75	90
19:00	82					

Tabla 67 Registro de sonido de un día muestra. Expresado en decibeles (Db).

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis de un día muestra el 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Se monitorearon las condiciones del exterior (calle), y los 5 espacios que ya hemos mencionado anteriormente; éstos fueron monitoreados entre las 9:00 y las 19:00 hrs, donde tampoco existían fuentes sonoras dentro de ellos pudiendo así conocer el aislamiento de los locales en cuestión.

Como podemos ver, los parámetros de ruido se mantienen constantes en al nivel de la calle, con 90 Db seguido del patio y corredor donde los niveles están dentro del rango de 78 a 87 Db a éstos le siguen las crujías, siendo la crujía sur la más propensa a tener niveles mayores de ruido por su proximidad a la calle y la ventana que en ese mismo muro tiene.

La crujía poniente es la que tiene mayor aislamiento acústico, pues los niveles a los que llega oscilan entre los 66 y 79 Db reduciendo el nivel de ruido a 79% de lo que se registra en el exterior.

La crujía norte tiene mayores niveles de ruido, debido principalmente a su ventanal, que rompe el aislamiento que mantienen los muros de adobe y cantería del edificio; los niveles se mantienen entre los 63 y 82 Db.

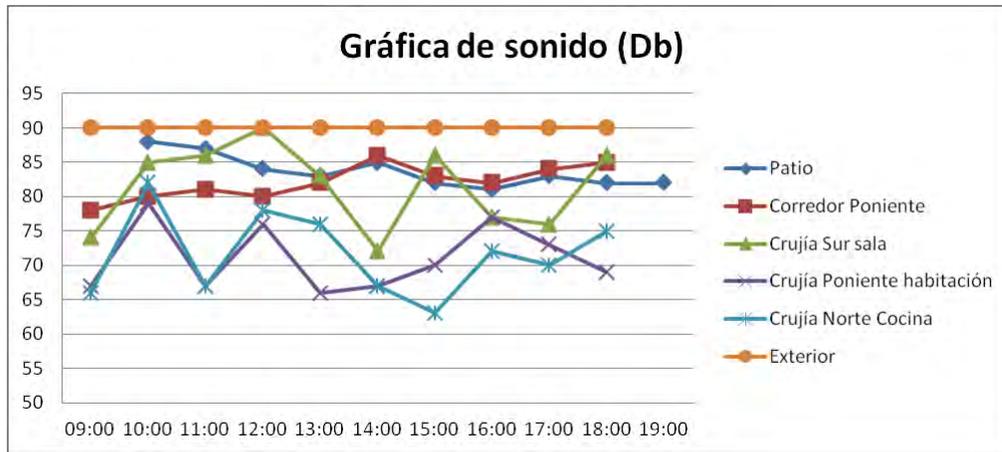


Figura 58 Gráfica del ambiente acústico de la Ex casa del Conde de Sierra Gorda  
 Fuente: Generada a partir de los datos obtenidos en un día muestra el 23 de Enero de 2013. Medición y registro realizado por Tello Rodríguez

Dentro del edificio los espacios se aíslan del ruido al grado de poder caracterizarlos, como se ha mencionado anteriormente, en un rango de ligeramente molesto a un ambiente tranquilo según la valoración del sonido (ver definición de conceptos en III. Propuesta metodológica). Sin embargo los niveles que se detectaron no son constantes, éstos se presentan intermitentemente ya que son producidos principalmente por el motor de los automóviles que transitan por la avenida Madero.

Bajo este análisis es posible decir que los locales que cuentan con mejor aislamiento acústico son los que se encuentran en el lado poniente y en la crujía sur, y que están alejados de la calle, sin embargo aunque las condiciones de aislamiento acústico no son del todo malas para el resto del edificio éstas pueden ser mejoradas con estrategias que contribuyan a esta característica, procurando hacerlo en ventanas y puertas ya que son los elementos más vulnerables en este aspecto.

En cuanto a la función que se puede designar a los espacios dentro del edificio, es recomendable situar las actividades que demandan mayor concentración y tranquilidad al lado poniente y norte, y dejar las actividades que requieran un menor grado en las crujías sur, junto a la calle

### Calor y humedad.

Para realizar el análisis de calor y de humedad en el ambiente se utilizaron termohigrómetros (hobo datalogger) colocados para realizar el análisis largo, por temporadas, y un termohigrómetro de mano. Así mismo se realizó el monitoreo de las temperaturas de los materiales, es decir de los elementos arquitectónicos que envuelven el espacio, por medio de un termómetro laser. Se

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

tomaron lecturas, procurando hacerlo cada hora, obteniendo datos de la temperatura de piso, de cubierta y de los muros al mismo tiempo que se tomaron lectura de las temperaturas del ambiente y la humedad relativa.

Se registraron los datos en las fichas propuestas para el desarrollo de este método y posteriormente se vaciaron a fichas de análisis.

El objetivo de este estudio es conocer las variaciones de la temperatura en los elementos de la envolvente y conocer cuál es su contribución a la ganancia térmica en el ambiente y la percepción de la temperatura dentro del espacio en cuestión.

Los resultados de este análisis fueron los siguientes:

### Patio y corredor

Tabla 68 Registro de temperaturas de las superficies de un día muestra. Expresado en grados (°C)

Temperatura de superficies en patio y corredor (°C)									
Patio				Corredor					
Hora	A (somb)	A" (sol)	patio	corredor	Piso	Cubierta interior	Cubierta Exterior	Muro inf	Muro sup
09:00					12.40	14.80	13.70	14.00	14.00
10:00	10.00		18.00	21.00	14.00	16.60	23.80	14.50	13.40
11:00	9.30	24.90	24.00	26.00	6.50	10.00	28.70	5.40	6.80
12:00	15.10	38.10	26.00	25.00	7.60	10.10	39.00	5.70	6.60
13:00	11.50	41.80	25.00	24.00	15.80	14.60	43.00	15.00	16.00
14:00	13.80	45.30	25.00	27.00	12.90	13.40	40.00	15.50	15.10
15:00	14.30	43.20	27.00	26.00	16.40	10.70	28.30	8.00	8.50
16:00	10.80	27.00	26.00	26.00	10.50	12.20	27.00	12.60	12.70
17:00	13.90	27.10	26.00	26.00	7.00	8.50	14.10	8.80	9.00
18:00	16.90	22.40	25.00	24.00	3.50	4.40	5.80	5.10	6.40
19:00	8.50	18.10	24.00						

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 23 de enero de 2013; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En el lado izquierdo de la tabla se desarrollan las temperaturas de superficie y temperatura ambiente en el patio, en ellos la temperatura ambiente se aprecia ligeramente cálida durante el período del monitoreo oscilando entre los 18 y 27 °C; en el lado derecho las temperaturas del corredor, las cuales oscilan entre 21 y 27°C. Las temperaturas más altas de las superficies en el patio y el corredor corresponden a las áreas soleadas, es decir, en el patio donde pega el sol y en la cubierta del corredor, entre las 12:00 y 14:00 hrs. Mientras que las demás superficies se mantienen por debajo de la temperatura del ambiente.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

La oscilación de las temperaturas superficiales se dividen las del área soleada, entre 18° y 45°C; y el área de sombra entre los 8.5° y 14°C, las temperaturas en las superficies interiores del corredor oscilan entre los 4.40° y los 16°C.

### Espacios interiores

Dentro de los locales, las temperaturas del ambiente se mantienen más estables, aún cuando las temperaturas de los materiales tienen mayor oscilación.

En la crujía sur las temperaturas ambientales se mantienen entre el rango de 16° y 19°C y las temperaturas superficiales están dentro de un rango de los 5° a los 16° presentando siempre temperaturas menores. Los muros mantienen una oscilación de 5 a 6°C, el piso de 7°C y la cubierta de 10°C; es posible observar que ésta tiene mayor oscilación por el efecto que produce la radiación solar en la cubierta, sin embargo la transmitancia calórica de ésta no supera la temperatura ambiente, por lo tanto no aporta calor al ambiente, pero esto contribuye a mantener la temperatura sin tanta pérdida en la del aire del interior.

Tabla 69 Análisis de temperaturas de superficie en la crujía sur. Expresado en °C

Temperatura de superficies en crujía sur, sala (°C)																
Hora	Temperatura de superficies °C					Ei	Ee	Temp. Amb	Diferencia de temperaturas de ambiente - superficies							
	Piso	Cubierta int	Cubierta Ext.	M. Nte. ext G	M Nte. Int C				M. Ote. D	M. Sur. Int	M. Sur. Ext	M. Pte. F	Piso	Cubierta int	M Nte. Int C	M. Ote. D
09:00	16	11	-4	4.6	13.1	13.5	14.1	7	11.8	16.76	-0.76	-5.76	-3.66	-3.26	-2.66	-4.96
10:00	15	16	21	7	14.4	14	14.5	24	13.1	17.14	-2.14	-1.14	-2.74	-3.14	-2.64	-4.04
11:00	13	11.8	25	1	12.6	12.7	13.2	27	11.6	18.66	-5.66	-6.86	-6.06	-5.96	-5.46	-7.06
12:00	8.6	13	37.1	10.1	10.9	10.1	10.6	31.5	9.3	18.66	-10.06	-5.66	-7.76	-8.56	-8.06	-9.36
13:00	12.1	14.5	40	6.5	9.6	10.6	10.8	37.6	9.6	19.04	-6.94	-4.54	-9.44	-8.44	-8.24	-9.44
14:00	15.1	5.6	38	10.6	9.6	14.1	12.3	40.5	10.5	19.04	-3.94	-13.44	-9.44	-4.94	-6.74	-8.54
15:00	15.3	10.1	26.8	16.3	15.7	15.3	15.7	36.8	13.9	19.42	-4.12	-9.32	-3.72	-4.12	-3.72	-5.52
16:00	13.6	6.8	21.6	9.1	12.8	12.7	13.3	28.9	9.8	19.42	-5.82	-12.62	-6.62	-6.72	-6.12	-9.62
17:00	14.2	11.5	20.2	10.1	11.9	14.1	14.2	33.1	12.6	19.42	-5.22	-7.92	-7.52	-5.32	-5.22	-6.82
18:00	15.7	8.8	8.5	8.8	12.6	14.8	13.1	23.2	14.4	19.42	-3.72	-10.62	-6.82	-4.62	-6.32	-5.02
max	16	16	40	16.3	15.7	15.3	15.7	40.5	14.4	19.42						
min	8.6	5.6	-4	1	9.6	10.1	10.6	7	9.3	16.76						

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 22 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En la crujía poniente que se tiene acceso por el frente, hacia el patio, y por los costados hacia los cuartos contiguos, quedando éstos en el interior de la crujía, y por la parte posterior se encuentra el muro colindante al predio vecino. Las temperaturas que se registraron (tabla abajo), en el termohigrómetro marcan una oscilación de 1.52°C con máxima de 19.04 y mínima de 17.52°C mientras que las temperaturas de superficie en el interior marcan hasta 16°C como máximo, y se mantienen por debajo de las temperaturas ambiente. Las oscilaciones en las superficies son de hasta 13°C y ésta sucede en el piso.

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES**

**Tabla 70 Análisis de temperaturas de superficie en la crujía poniente. Expresado en °C**

Temperatura de superficies en crujía poniente (°C)													
Temperatura de superficies °C													
Hora	Piso A	Cub. Int Bi	Cub. Ext Be	M Pte Int. C	M. Pte Ext. C	M. Sur D	M. Pte. E	Temp. Ambiente	Piso A	Cub. Int Bi	M Pte Int. C	M. Sur D	M. Pte. E
09:00	16.5	11.8	3	15.6		15.6	13.9	33.9	-17.4	-22.1	-18.3	-18.3	-20
10:00	16	13.9	19.7	15.9	9.6	14.9	14.2	34.1	-18.1	-20.2	-18.2	-19.2	-19.9
11:00	7.5	4.7	27.8	7.5	4.3	7.8	7.5	34.3	-26.8	-29.6	-26.8	-26.5	-26.8
12:00	9	7.3	40	8.2	4.1	8	7	35	-26	-27.7	-26.8	-27	-28
13:00	10	9.6	41.8	10.7	7.2	10.5	9.9	35.2	-25.2	-25.6	-24.5	-24.7	-25.3
14:00	3.4	10.8	44.6	7.2	6.6	9.1	8.3	34.5	-31.1	-23.7	-27.3	-25.4	-26.2
15:00	9.6	11.8	29.7	9.4	8.4	10.1	9.5	35.4	-25.8	-23.6	-26	-25.3	-25.9
16:00	6.6	9.5	12.2	9.6	10.1	10.1	9.5	33.7	-27.1	-24.2	-24.1	-23.6	-24.2
17:00	8.3	10.7	16.6	8	6.8	8.1	8.8	32.2	-23.9	-21.5	-24.2	-24.1	-23.4
18:00	6.5	9.6	6.5	6.5	4.8	6.7	6.5	32.5	-26	-22.9	-26	-25.8	-26
Máx.	16.5	13.9	44.6	15.9	10.1	15.6	14.2	35.4					
Mín.	3.4	4.7	3	6.5	4.1	6.7	6.5	32.2					

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 22 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

En el caso de la crujía norte ésta tiene fachada al sur con un ventanal más grande que las ventanas de las otras habitaciones, y alcanza a recibir los rayos del sol en una parte de esta fachada. Como podemos ver en la tabla (abajo) las temperaturas del aire en el interior son de 2.3°C, ligeramente mayor a la variación de la crujía poniente, pero manteniéndose en temperaturas de confort. La máxima y mínima dentro de éste corresponden a los 20.6° y los 18.3°C respectivamente.

Las temperaturas de las superficies en el interior llegan a ser de 20°C como máximo y hasta 10.5°C como mínimo.

Es posible decir, entonces, que no existe ganancia térmica por medio de la envolvente, ya que las temperaturas son menores, esto significa que el aporte de temperatura es inverso, es decir del aire hacia el material de la envolvente; sobre todo en los muros. En la cubierta puede contribuir la ganancia por radiación, pero sólo ocurre con pocos grados y en pocas horas.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

**Tabla 71 Análisis de temperaturas de superficie la crujía norte (cocina). Expresado en °C**

Temperatura de superficies en crujía norte (°C)																
Temperatura de superficies °C																
Hora	Piso A	Cubi. Int	Cubi. Ext. Be	M. Sur. Int C.	M. Sur. Ext G.	M. Pte. Di	M. Norte Ei	M. Ote. Fi	Temp. Amb.	Piso A	Cubi. Int Bi	M. Sur. Int C.	M. Pte. Di	M. Norte Ei	M. Ote. Fi	
09:00	20	20	-4	16	9.6	15	15	15.1	18.28	1.72	1.72	-2.28	-3.28	-3.28	-3.18	
10:00	10.8	11.4	16.8	11	8.7	10.5	10.5	10.6	18.66	-7.86	-7.26	-7.66	-8.16	-8.16	-8.06	
11:00	10.6	13.8	31.3	13.6	15.4	15	14.8	13.8	19.04	-8.44	-5.24	-5.44	-4.04	-4.24	-5.24	
12:00	11.8	11.6	37.8	12.7	17	11.1	11	10.7	19.81	-8.01	-8.21	-7.11	-8.71	-8.81	-9.11	
13:00	16.4	16.8	45.8	16.3	30	17.3	15.7	15.2	20.19	-3.79	-3.39	-3.89	-2.89	-4.49	-4.99	
14:00	14	13.9	41.5	15	36	13.8	13.2	13	20.19	-6.19	-6.29	-5.19	-6.39	-6.99	-7.19	
15:00	13.1	14.6	28.6	13.3	17.8	12.6	12.8	12.9	20.57	-7.47	-5.97	-7.27	-7.97	-7.77	-7.67	
16:00	13.4	14	26.8	14.3	16.6	14	14	13.9	20.57	-7.17	-6.57	-6.27	-6.57	-6.57	-6.67	
17:00	10.8	11.5	19.8	11.1	14.1	10.6	10.5	10.6	20.19	-9.39	-8.69	-9.09	-9.59	-9.69	-9.59	
18:00	13.1	10.6	8.5	12.3	12.8	12.5	12.3	12.2	19.81	-6.71	-9.21	-7.51	-7.31	-7.51	-7.61	
Máx.	20	20	45.8	16.3	36	17.3	15.7	15.2	20.57							
Mín.	10.6	10.6	-4	11	8.7	10.5	10.5	10.6	18.28							

Fuente: Elaborada a partir de los datos obtenidos en el análisis del día 22 de diciembre de 2012; medición y registro realizado por Tello Rodríguez

### Comentarios

En cuanto a la iluminación el edificio cuenta con muchas posibilidades de ser mejor iluminado con la apertura de sus ventanas, las cuales se mantienen cerradas o bloqueadas actualmente, sin embargo las que se encuentran en la crujía poniente son apropiadas para espacios donde no se requiera mucha iluminación ya que en ésta sólo se cuenta con una puerta al patio que puede brindar tal iluminación y es insuficiente para actividades que requieran mayor detalle, para lo cual sería necesario complementar la iluminación.

En el caso del ruido, las crujías poniente y norte tienen mejor aislamiento acústico por estar más alejadas de la calle; la crujía sur es más apropiada para actividades que requieran menor concentración y puedan ser combinadas con el ruido de la calle sin tener problemas de estrés por el ruido. Las condiciones de aislamiento acústico pueden mejorarse colocando elementos de aislamiento en las ventanas que dan a la calle principalmente.

La ventilación del edificio resultó ser poca pero es necesario realizar otro estudio con las ventanas y puertas funcionando para determinar si el movimiento del aire puede ventilar mejor los espacios. Ya que se encontraron algunas ráfagas en el patio que pueden afectar en el comportamiento de los vientos en algunas de las crujías al permitir la circulación cruzada que se impidió por la imposibilidad de abrir algunas de las ventanas.

El aislamiento térmico con el que cuentan los espacios es suficiente para mantener las temperaturas con poca variación y control. Sin embargo al encontrarse con algunos momentos de discomfort, las

temperaturas pueden ser mejoradas con el implemento de la ventilación brindando variaciones a la temperatura que podrían mejorar tal condición.

Las temperaturas de la envolvente no parecen afectar en mayor medida el comportamiento del ambiente de los locales y esto puede atribuirse no sólo a los mencionados, sino también a la altura de los locales y la forma de la vivienda.

### **Comentarios capitulares**

El desarrollo de la metodología propuesta ha podido integrar los parámetros de iluminación, ventilación, calor y humedad y ruido en la metodología, pudiendo definir el adecuado uso de los espacios para determinadas actividades dentro de este edificio. Es decir al poder determinar que cada parámetro tiene determinadas características que lo hacen potencialmente más apto para algunas actividades que otras es posible definir nuevos usos o la adecuación para determinados usos sin que éstos tengan mayores costos en operación que hacer adecuaciones menores que mejoren sus características ambientales en busca de óptimas condiciones de confort.

Sin embargo las actividades que se realizaron durante el análisis fueron limitadas principalmente por la falta de equipo especializado y de recursos humanos que pudieran agilizar el proceso, además de tomar con mayor precisión las lecturas comparando las de un espacio con otro y con el exterior al mismo tiempo.

Al realizar la práctica sería recomendable hacer uso de varios aparatos, como luxómetros, sonómetros y anemómetros que pudieran sincronizarse para hacer la toma de lecturas simultáneamente y así se tomaran datos al mismo tiempo en los diferentes espacios analizados. Aunque limitante, la práctica pudo brindar los datos suficientes para poder evaluar la iluminación, el ruido o la ventilación de cada uno de los espacios y compararlos con los del exterior, lo que significa que la evaluación no tuvo pérdida de información importante pues se pudo conocer la variación durante un día.

Una carencia del estudio fue la falta de personas usando los espacios lo que podría contribuir al estudio con encuestas de percepción de condiciones ambientales, evaluando su grado de satisfacción con las variables ambientales durante un día para saber qué tan cerca o que tan lejos pueden estar de brindar comodidad ambiental al usuario.



## Consideraciones finales

### Conclusiones

A partir de la revisión e identificación de debilidades en las metodologías de análisis de edificios para abordar el tema del ambiente y análisis de los elementos ambientales como iluminación, ventilación, calor, humedad y ruido dentro de los edificios histórico patrimoniales; y bajo la revisión de los elementos metodológicos del análisis bioclimático, análisis ambiental y de aspectos ambientales aislados en algunos edificios históricos, se pudieron precisar elementos importantes que deben ser tomados en cuenta y que pueden contribuir al conocimiento del edificio en cuanto a sus aspectos del ambiente lumínico, higrotérmico, acústico y aéreo.

En base a esto y a la revisión de elementos normativos se pudo determinar que los aspectos que eran adecuados para organizar una metodología de análisis ambiental en edificios histórico-patrimoniales fueran los aspectos de iluminación, ventilación, calor, humedad, ruido principalmente. Estos deben medirse siutaneamente en el interior como en el exterior de los edificios, así como sus variaciones hora con hora.

Se determinaron como adecuados los elementos del ambiente antes mencionados por contribuir al confort físico de los habitantes y a la mejora del aprovechamiento energético por medio de usos adecuados de los espacios y del edificio mismo, esta condición brinda los elementos necesarios para que se adapten criterios de intervención amigables para que se eviten en mayor medida adecuaciones que propicien el deterioro o transformación de los edificios.

### De cómo se debe desarrollar el análisis

Las pruebas de análisis ambiental deben realizarse durante períodos donde las condiciones ambientales puedan ser extremas por alguna razón ya sean temperaturas mínimas o máximas del año, condiciones de humedad altas o muy bajas, o la iluminación natural sea mayormente en el norte o en el sur, o se puedan identificar horas en que el ruido del exterior pueda ser mayor. O en un caso extremo, donde las condiciones lo ameriten, los vientos dominantes sean considerables y afecten el uso de las instalaciones del edificio.

Las mediciones deben poder caracterizar un día típico de la temporada en cuestión ya identificadas. Se deben identificar las cualidades de los materiales y sistemas constructivos que conforman el

edificio para poder establecer criterios de intervención o para mejorar las condiciones de habitabilidad en cuanto a confort para los habitantes, de acuerdo al uso dado al espacio en cuestión.

### **El objetivo de la metodología**

Finalmente la función de la metodología es el de proporcionar resultados científicos de los aspectos ambientales dentro del edificio que permiten:

- Diagnosticar las condiciones ambientales que presenta un edificio en cuanto a iluminación, ventilación, calor, humedad y ruido, el cual podrá servir para tomar decisiones importantes en el proyecto de intervención para mejorar las condiciones de confort y evitar el uso excesivo de energía para su operación.
- Determinar la función más adecuada para cada espacio dentro de un edificio o el carácter más adecuado para un edificio de acuerdo a las características ambientales identificadas.
- Conocer las necesidades de climatización de los espacios en particular y del edificio en general para generar condiciones de confort en los habitantes del mismo.

De acuerdo a la propuesta metodológica se realizaron los experimentos en los edificios caso de estudio, pudiendo conocer sus características ambientales y sus variaciones; se identificaron en las temporadas más fría y más cálida las oscilaciones en temperatura y humedad; las variaciones del ambiente acústico percibido y el aislamiento del ruido en los espacios del edificio; las variaciones de la iluminación durante todo el día, o de las horas laborales; la dirección y la velocidad aproximada del viento que circula en los espacios.

El conocimiento de las variables ambientales permitió determinar si los espacios son adecuados para la actividad que en ellos se desarrolla y si es que éstos son compatibles con otras actividades, considerando el confort de los usuarios y buscando la conservación del edificio.

En base al uso actual o al uso que se pretende dar al edificio, o a cada espacio en particular, se determinaron las necesidades de climatización para buscar condiciones que favorezcan el confort de los habitantes de éstos. En este sentido se procuran condiciones de comodidad térmica y de humedad adecuadas para la actividad; condiciones de iluminación adecuadas para las actividades que se desarrollan; recomendaciones de aislamiento acústico para mejorar la comunicación dentro

de los espacios; y la ventilación suficiente para que el aire se recicle constantemente y no sea molesto para quienes habitan el espacio.

### **Comentarios**

Al ser una propuesta para el análisis ambiental experimental a ser aplicada en edificios históricos y de carácter monumental, evidencia un aporte al conocimiento de los mencionados para su estudio e intervención. Sin embargo puede y es preciso que existan otras perspectivas que puedan evaluar la presente propuesta con nuevas tecnologías e instrumentos que puedan trabajar en conjunto para hacer un análisis más exacto y con mayores muestras para el análisis.

La propuesta metodológica incluye muchos aspectos que no se habían tomado en cuenta para el desarrollo de un análisis ambiental, pues los análisis que se habían desarrollado, al menos en México, estaban carentes de información importante para conocer las condiciones ambientales y el confort de los edificios. Existe un aporte importante en cuanto al desarrollo del análisis. Sin embargo existieron limitantes que impidieron tener mayores alcances y precisión en algunos aspectos.

### **Limitantes del estudio**

Las principales limitaciones que se identificaron en cuanto al desarrollo de la metodología fueron la falta de equipo especializado para desarrollar algunas actividades que serían de gran ayuda para que la metodología fuera totalmente comparable sin tener que traducir los datos obtenidos a datos calculados como lo es en el aspecto del ruido, pues las variaciones del ruido deben ser determinadas tomando las lecturas de datos tanto de la fuente sonora como del espacio que se está monitoreando al mismo tiempo, de tal manera que se puedan comparar, bajo los mismos parámetros, las condiciones de aislamiento acústico. En cuanto a las condiciones lumínicas también sería recomendable hacer lo mismo, pues las condiciones de iluminación pueden variar en cuestión de minutos por la sola presencia de una nube o el cambio de la trayectoria de los rayos solares, la obstrucción de los mismos con algún elemento o la inclinación de los rayos hacia superficies reflejantes que aumenten la iluminación en algún punto de la habitación.

El análisis debe identificar las temporadas extremas, sobre todo en temperatura y humedad, en precipitación pluvial y en vientos ya que éstos varían por temporadas; esto permitirá conocer otros aspectos del ambiente durante estas temporadas. Por ejemplo para la ciudad de Morelia, según la

normal climatológica, los vientos se pueden dividir en dos temporadas los de agosto a octubre con dirección suroeste y los de noviembre a junio con dirección noreste identificando que su velocidad es mayor en el mes de abril; la precipitación pluvial para este mismo municipio alcanza su mayor carga en el mes de julio.

Es posible que no sea necesario hacer un registro de todo el año, haciendo una selección adecuada de temporadas que puedan ser representativas de las variaciones del ambiente en los edificios; pero sería útil hacer el ejercicio, ya que se identificarían las variaciones del ambiente fielmente en diferentes situaciones y ser datos útiles para el diseño y aprovechamiento de los cambios en el ambiente interior.

### **Otras investigaciones relacionadas al tema**

Uno de los aspectos importantes del estudio es el confort higrotérmico, y para la ciudad de Morelia no existe un estudio específico que determine este parámetro y pueda comprobarse con experimentos y encuestas que lo fundamenten. Los que se han realizado y bajo los que se fundamenta el presente estudio se desarrollan en base a los diversos factores que intervienen en la percepción del ambiente térmico, como el arropamiento, el metabolismo, la temperatura media anual del lugar, las temperaturas históricas, la altitud y ubicación geográfica, entre otros, sin embargo no se ha puesto a prueba si estos datos realmente funcionan de esa manera y las personas pueden sentirse en comodidad o incomodidad de acuerdo a lo que se marca en los cálculos de las temperaturas de confort citados.

El campo del análisis ambiental se ha ido abordando con mayor interés en viviendas y materiales de nuevo uso, para la mejoría de la eficiencia energética de los edificios. Sin embargo la incursión de los análisis ambientales en edificios históricos ha sido poco abordada, pocas investigaciones se han realizado y en sitios aislados. Las certificaciones ambientales son una opción pero ésta no se ha aplicado ni tiene las particularidades para evaluar el ambiente bajo las condicionantes de los edificios históricos. La hipótesis del presente documento se cumple ya que la metodología aplicada presenta diferentes aspectos ambientales y el uso de parámetros de confort permite conocer el uso más adecuado para el edificio en condiciones normales y el uso de la energía natural, posterior a este análisis se puede determinar los requerimientos de climatización que pudieran necesitar los espacios y el edificio en general, para poder brindar un servicio en un ambiente adecuado.

## Índice de tablas

Tabla 1 Revisión de métodos de análisis ambiental para edificios históricos. ....	30
Tabla 2 Bibliografía relacionada al análisis ambiental.....	32
Tabla 3 Metodologías de análisis ambiental.....	55
Tabla 4 Resumen de metodologías de análisis ambiental 2.....	56
Tabla 5 Consideraciones durante la fase de rehabilitación.....	72
Tabla 6 viabilidad de certificación LEED.....	75
Tabla 7 Fases del análisis.....	97
Tabla 8 Desarrollo general de la metodología.....	97
Tabla 9 Temperaturas máximas, mínimas y media de Morelia.....	103
Tabla 10 Vientos dominantes para la ciudad de Morelia.....	104
Tabla 11 Precipitación Pluvial en mm.....	105
Tabla 12 Resumen de parámetros de comodidad lumínica.....	110
Tabla 13 Luminancia y comodidad en actividades.....	111
Tabla 14 Deslumbramiento.....	112
Tabla 15 Factores del equilibrio térmico.....	113
Tabla 16 Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos.....	120
Tabla 17 Características que determinan el grado de molestia sonora en el individuo.....	121
Tabla 18 Niveles Acústicos.....	122
Tabla 19 Niveles acústicos en una vivienda del centro histórico de Morelia.....	123
Tabla 20 Día típico (horario) y límites de confort en enero planta baja.....	125
Tabla 21 Vientos dominantes para la ciudad de Morelia.....	136
Tabla 22 Precipitación anual para Morelia;.....	137
Tabla 23 Temperaturas máximas, mínimas y media de Morelia.....	138
Tabla 24 Temperaturas de confort para actividades de oficina.....	149
Tabla 25 Espacios monitoreados en Hotel casa Llimonchelo.....	150
Tabla 26 Día típico (horario) y límites de confort en enero planta baja.....	151
Tabla 27 Tabla de resumen de confort horario para el mes de enero.....	154
Tabla 28 Día típico (horario) y límites de confort en mayo.....	156
Tabla 29 Resumen de confort horario para el mes de mayo Hotel Limonchelo.....	158
Tabla 30 Aspectos analizados en un día muestra.....	160
Tabla 31 Registro de iluminación de un día muestra. Expresado en luxes.....	161
Tabla 32 Registro de ventilación de un día muestra. Expresado en km/h.....	163
Tabla 33 Registro de sonido de un día muestra. Expresado en decibeles (Db).....	166

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

<i>Tabla 34 Registro de temperaturas de las superficies de un día muestra. Expresado en grados centígrados (°C).....</i>	<i>168</i>
<i>Tabla 35 Análisis de temperaturas de superficie la Sala del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en °C.....</i>	<i>170</i>
<i>Tabla 36 Análisis de temperaturas de superficie en la Habitación del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en °C .....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 37 Análisis de temperaturas de superficie en el Bar del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en °C .....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 38 Espacios monitoreados en AxCasa del Conde de Sierra Gorda; Fuente: Elaboración del autor .....</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 39 Confort para actividades de oficina.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 40 Espacios de moitoreo en planta baja.....</i>	<i>183</i>
<i>Tabla 41 Espacios de monitoreo en palnta alta .....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 42 Día típico (horario) y límites de confort en enero planta baja .....</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 43 Día típico (horario) y límites de confort en enero .....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 44 Resumen de confort horario en el mes de enero en Ex Casa del Conde de Sierra Gorda .....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 45 Día típico (horario) y límites de confort en mayo .....</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 46 Día típico (horario) y límites de confort en planta alta en mayo .....</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 47 Resumen de confort horario para el mes de mayo en Ex Casa del Conde de Sierra Gorda .....</i>	<i>198</i>
<i>Tabla 48 Variables y aparatos de monitoreo en día muestra.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 49 Registro de iluminación de un día muestra. Expresado en luxes. ....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 50 Registro de ventilación de un día muestra. Expresado en km/h.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 51 Registro de sonido de un día muestra. Expresado en decibeles (Db);.....</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 52 Registro de temperaturas de las superficies de un día muestra. Expresado en decibeles (°C) .....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 53 Análisis de temperaturas de superficie en Jefatura del sector 36 en la crujía oriente en Planta baja. Expresado en °C.....</i>	<i>209</i>
<i>Tabla 54 Análisis de temperaturas de superficie en Oficina de apoyo a supervisión en la crujía poniente en Planta baja. Expresado en °C.....</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 55 Análisis de temperaturas de superficie en los corredores de planta alta en la Ex casa del Conde de Sierra Gorda. Expresado en °C.....</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 56 Análisis de temperaturas de superficie crujía sur de planta alta en la Ex casa del Conde de Sierra Gorda. Expresado en °C.....</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 57 Análisis de temperaturas de superficie en crujía oriente de planta alta en la Ex casa del Conde de Sierra Gorda. Expresado en °C.....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 58 Aanálisis de temperaturas de superficie en el Bar del Hotel Casa Limonchelo. Expresado en °C .....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 59 Confort térmico para actividades de oficina.....</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 60 Día típico (horario) y límites de confort en junio .....</i>	<i>221</i>
<i>Tabla 61 Resumen de confort horario en vivienda del centro en junio .....</i>	<i>224</i>

Tabla 62 Día típico (horario) y límites de confort en enero .....	226
Tabla 63 Resumen de confort térmico horario para el mes de enero .....	228
Tabla 64 instrumentos de medición utilizados .....	229
Tabla 65 Registro de iluminación de un día muestra. Expresado en luxes .....	232
Tabla 66 Registro de ventilación de un día muestra. Expresado en km/h.....	234
Tabla 67 Registro de sonido de un día muestra. Expresado en decibeles (Db).....	236
Tabla 68 Registro de temperaturas de las superficies de un día muestra. Expresado en grados (°C).....	238
Tabla 69 Análisis de temperaturas de superficie en la crujía sur. Expresado en °C.....	239
Tabla 70 Análisis de temperaturas de superficie en la crujía poniente. Expresado en °C.....	240
Tabla 71 Análisis de temperaturas de superficie la crujía norte (cocina). Expresado en °C .....	241

## **Índice de figuras**

Figura 1. Ejemplo de Etiqueta que debe presentarse en un edificio que ha sido evaluado bajo la norma, Norma Oficial Mexicana NOM-008-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales. ....	87
Figura 5 Local de un edificio en planta con división en cuadrantes.....	109
Figura 6 Gráfica muestra de variaciones de iluminación dentro del edificio.....	112
Figura 4 Localización de Morelia y su centro histórico. ....	133
Figura 5 Zonas Ecológicas del país, localización de Morelia .....	134
Figura 6 Localización de las estaciones meteorológicas en Morelia .....	135
Figura 7 Gráfica de precipitación pluvial anual para la ciudad de Morelia Fuente: .....	137
Figura 8 Gráfica de temperaturas máximas, medias y mínimas históricas de la ciudad de Morelia .....	138
Figura 9 Gráfica de Humedad Relativa calculada máxima, Media y mínima anuales para la ciudad de Morelia .....	139
Figura 10 Gráfica de asoleamiento para Morelia.....	140
Figura 11 Ubicación del predio, Hotel Casa Limonchelo.....	143
Figura 12 Planta Arquitectónica del Hotel Casa Limonchelo.....	144
Figura 13 Estación meteorológica Hobo data logger Fuente: Foto de Tello Rodríguez.....	144
Figura 14 Hobo Datalogger U23-001 .....	145
Figura 15 Termómetro laser, Termo-higrómetro CEM DT-172.....	145
Figura 16 Hobo data logger, Termo higrómetros para interiores. ....	146
Figura 17 Hobo data logger Termo higrómetro para interior con conexión para canal externo. ....	146
Figura 18 Planta arquitectónica y ubicación de aparatos de medición.....	147
Figura 19 Localización y entorno inmediato.....	148

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

<i>Figura 20 Localización de aparatos y locales monitoreados en el Hotel Casa Limonchelo .....</i>	<i>150</i>
<i>Figura 21 Gráfica de confort del mes de enero Hotel Limonchelo.....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 22 Gráfica de humedad relativa para el mes de enero .....</i>	<i>154</i>
<i>Figura 23 Gráfica de confort variable, mes de mayo.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 24 Gráfica de humedad relativa del Hotel Limonchelo en el mes de mayo.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 25 Gráfica de iluminación en el Hotel Casa Limonchelo, registro de iluminación de un día muestra expresado en luxes. ....</i>	<i>162</i>
<i>Figura 26 Gráfica de ventilación en el Hotel Casa Limonchelo, registro de velocidad del viento de un día muestra expresado en Km/h. ....</i>	<i>163</i>
<i>Figura 27 Planta de circulación de vientos en el Hotel Limonchelo. ....</i>	<i>164</i>
<i>Figura 28 Gráfica del ambiente acústico del Hotel Casa Limonchelo.....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 29 Ejemplo de ficha de la toma de Imágenes de infrarrojos. ....</i>	<i>174</i>
<i>Figura 30 Hobo data logger.....</i>	<i>179</i>
<i>Figura 31 Hobo data logger.....</i>	<i>179</i>
<i>Figura 32 Plantas arquitectónicas y ubicación de aparatos de medición.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 33 localización e influencia del entorno inmediato .....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 34 Localización de aparatos y locales monitoreados Plano de la secretaria de Cultura Gobierno del estado de Michoacán .....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 35 localización de aparatos y espacios monitoreados. Plano de la secretaria de Cultura Gobierno del Estado de Michoacán .....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 37 Gráfica de confort planta baja en el mes de enero .....</i>	<i>187</i>
<i>Figura 38 Grafica de humedad relativa .....</i>	<i>188</i>
<i>Figura 39 Gráfica de confort variable planta alta en el mes de enero .....</i>	<i>190</i>
<i>Figura 40 Gráfica de humedad relativa .....</i>	<i>191</i>
<i>Figura 41 Gráfica de confort variable planta baja mayo;.....</i>	<i>194</i>
<i>Figura 42 Gráfica de confort variable para planta alta en el mes de mayo .....</i>	<i>197</i>
<i>Figura 68 Gráfica de humedad relativa en planta alta para el mes de mayo .....</i>	<i>198</i>
<i>Figura 44 Localización de aparatos y espacios monitoreados.....</i>	<i>201</i>
<i>Figura 45 Gráfica comparativa de iluminación dentro del edificio en un día muestra. Expresado en luxes ..</i>	<i>202</i>
<i>Figura 46 Plano de circulación de vientos .....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 47 Gráfica del ambiente acústico de la Ex casa del Conde de Sierra Gorda.....</i>	<i>207</i>
<i>Figura 48 Hobo data logger. Termohigrómetros para interiores .....</i>	<i>217</i>
<i>Figura 49 Hobo data logger. Termohigrómetro para interior con conexión para canal externo .....</i>	<i>217</i>
<i>Figura 50 Localización del predio y vivienda en remodelación.....</i>	<i>218</i>
<i>Figura 51 Planta arquitectónica y ubicación de aparatos de medición.....</i>	<i>220</i>

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

<i>Figura 52 Gráfica de confort en junio para vivienda en centro de Morelia .....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 53 Gráfica de humedad relativa en junio .....</i>	<i>223</i>
<i>Figura 54 Gráfica de confort variable .....</i>	<i>227</i>
<i>Figura 55 Gráfica de humedad relativa del mes de enero .....</i>	<i>228</i>
<i>Figura 56 Planta arquitectónica y ubicación de aparatos de medición .....</i>	<i>231</i>
<i>Figura 57 Gráfica comparativa de iluminación dentro del edificio en un día muestra. Expresado en luxes ..</i>	<i>233</i>
<i>Figura 58 Plano de trayectoria del viento en el interior del edificio .....</i>	<i>235</i>
<i>Figura 59 Gráfica del ambiente acústico de la Ex casa del Conde de Sierra Gorda .....</i>	<i>237</i>

# Fuentes

## Bibliografía

**Abascal Carranza** Carlos María, *Norma Oficial Mexicana NOM\_011\_STPS\_2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido*, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Diario Oficial, Abril de 2002, segunda sección

**Abbagnano Nicola**, *Diccionario de filosofía*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982, pp. 63-64

**American Society** of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, INC., *Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy*, Atlanta, USA, february 2003

**Arcas-Abella** Joaquim, Pagès-Ramon Anna, Casals-Tres Marina, “El futuro del hábitat: repensando la habitabilidad desde la sostenibilidad. El caso español” en *Revista INVI* (en línea) 26 de agosto de 2011, [Fecha de consulta: 24 /10/2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25819959003>> ISSN 0718-1299

**Auliciems**, Andris y Szokolay, Steven V., *Thermal Comfort*, PLEA: Passive and Low Energy Architecture International y Department of Architecture, The University of Queensland, Australia, 2007

**Ayala Alonso** Enrique, *La idea de Habitar, la ciudad de México y sus casas, 1750-1900*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 2009,

**Azevedo Salomao** Eugenia María , “Reutilización del patrimonio Urbano Arquitectónico en México”, en Carlos Alberto Hiriart Pardo, *Patrimonio edificado- turismo y gestión de poblaciones históricas ante el siglo XXI*, Morelia, Michoacán, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2009

**Azevedo Salomao** Eugenia María *et al*, *Estación de Ferrocarril San Lázaro, Investigación, Análisis y Proyecto de Restauración*, tesis de maestría, México, Escuela Nacional de Conservación y Restauración, 1981

**Cámara de Diputados** del H. Congreso de la Unión, Secretaría General, *Reglamento Federal de Seguridad , Higiene, y Medio Ambiente de Trabajo*, Secretaría de Servicios Parlamentarios, Dirección General de Bibliotecas, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1997 Aclaración DOF 28-01-1997

**Canto Cetina** Raúl Ernesto, Tesis doctoral: *Evaluación de las diferencias, Características y alteraciones por factores urbanos de las condiciones térmicas de una ciudad de clima cálido y húmedo. La ciudad de Mérida como caso de estudio*, Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Colima, Universidad de Guanajuato, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Agosto de 2008,

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

**Carrasco Aldunate** Claudio, “Espacio patrimonial y confort climático urbano. El caso de Valparaíso, Chile”, en Joaquín Ibáñez Montoya, Leonardo Barci Castriota, *1° Colóquio Ibero- Americano. Paisagem Cultural, Patrimônio e projeto*, Minas Gerais, Brasil, Escola de Arquitetura da UFMG, 9 al 12 de agosto de 2010

**Ceballos Reséndiz** Aída y Bravo Reyna Noemí, “Comportamiento térmico de un edificio en el centro histórico de la ciudad de México”, en Ernestina Torres Reyes (coord.), *XXXIII Seminario Nacional de Energía Solar*, Guadalajara, México, Asociación Nacional de Energía solar, A. C., 2009

**Chico Ponce de León** Pablo, “La responsabilidad social de la preservación del patrimonio cultural”, en: *Cuadernos de de Yucatán No. 8- Cuadernos*, Mérida, Universidad Autónoma de Yucatán, otoño de 1995

**Choay François**, Alegoría del Patrimonio, ed. Gustavo Gili, Barcelona 2007

**Cluver John** H., Brand Randall, “Saving Energy in Historic Buildings Balancing Efficiency an Value” en APT Bulletin Association for Preservation Technology International, Vol 41, No. 1, 2010

**Comisión Nacional para el Ahorro de Energía**, *NORMA Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales*, Secretaría de Energía, Diario Oficial de la Federación, Abril del 2005, (Primera sección)

De Buen Rodríguez Odón, Comité Consultivo Nacional para la Preservación y uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), *Norma Oficial Mexicana NOM-008-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolventes de edificios no residenciales*, Diario Oficial, 25 de abril de 2001, segunda sección

**De la Serna** Arturo, “El restaurador y su intervención profesional sobre el patrimonio cultural”, en Armando Torres y Enrique X. de Anda ed., *Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Investigaciones Estéticas, 1997

**Eder** Rita, en Torres Armando y Enrique X. de Anda ed., *Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Investigaciones Estéticas, 1997

**Font Fransi** Jaime y Manuel Torres Hurtado, *Proyecto de conservación y restauración para un sitio y un monumento en la ciudad de Querétaro*, tesis de maestría, Guanajuato, Universidad de Guanajuato, 1993

**García Pelayo** y Grosso Ramón, Pequeño Larousse Ilustrado, Ediciones Larousse México 3ra Edición segunda reimpresión, p. 260

**Gómez Azpetia** Gabriel, Bojórquez Morales Gonzalo, Ruiz Torres Raúl, *El confort térmico: dos enfoques teóricos enfrentados*, Palapa, año/vol. 2, numero 001, Universidad de colima, Colima México,

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

**González Moreno-Navarro** Antoni, “Por una metodología de la intervención en el patrimonio arquitectónico como documento y como objeto arquitectónico”, en *Fragments*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1985

**Higueras Esther**, *Urbanismo Bioclimático*, Barcelona Gustavo Gilli, 2006

**ICOMOS**, *Carta Internacional para la conservación de Ciudades históricas y Áreas Urbanas Históricas – Carta de Washington*, Asamblea general del ICOMOS en Washington D. C. , Octubre de 1987

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, Diario Oficial de la Federación el 6 de mayo de 1972.

**Lloyd Jones** David y Hudson Jeniffer, *Arquitectura y entorno. El diseño de la construcción bioclimática*, Barcelona, Ed. Blume, 2002

**Lozano Alarcón** Javier, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad, Diario Oficial Lunes 24 de noviembre de 2008

**Martín Monroy** Manuel, “Guía de aplicación”, en *Calidad Ambiental en la Edificación para Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias Manual de diseño ICARO*, Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, 2006. ISBN: 84-690-0658-4 (obra completa en CD-Rom 6 volúmenes)

**Martín Monroy** Manuel, “Manual del Calor”, en *Calidad Ambiental en la Edificación para Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias Manual de diseño ICARO*, Ayuntamiento de las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, 2006. ISBN: 84-690-0658-4 (obra completa en CD-Rom 6 volúmenes)

**Maya Esther**, Guzmán Ríos Vicente, “¿De qué habitabilidad hablamos? Una ausencia en la vivienda popular.” en Anuar Kasisi Ariceaga, *Ponencias y apuntes de la V cátedra Nacional de Arquitectura. Carlos Chanfón Olmos*, Primera sesión, Facultad del Hábitat, 2010, San Luis Potosí

**Mazria Edward**, “The Passive Solar Energy Book”, Rodale Press, Emaus, 1979.

**Milazzo Luciana**, “Indicazioni preliminari per l’integrazione di sistemi di ventilazione naturale passante orizzontale negli edifici scolastici esistenti” en Luciana Milazzo, *Indicazioni Preliminari per l’integrazione di Sistemi di Ventilazione Naturele Passante Orizzontale negli Edifici Scolastic Esistenti*, Università Mediterranea di Reggio Calabria, en *Esampi di Architettura on line*, Noviembre del 2012, ISSN 2035-7982

**Moreno Olmos** Silvia Haydeé, “La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida” en *Palapa*, Vol. III, Núm. II, Universidad de Colima, Colima, Julio-Diciembre 2008.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

**Olgay** Victor, Olgay Aladar, "Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas", Ed. Gustavo Gili, Princeton University Press, 1963, 1998,

**Olgay**, Victor y Aladar, "Design with Climate", Princeton University, Press. USA, 1963

**Olive Negrete** Julio Cesar "El valor estético en la protección del patrimonio cultural mexicano", en Armando Torres y Enrique X. de Anda ed., 1er Coloquio del seminario de estudio del patrimonio artístico. Conservación, restauración y defensa, *Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1997

**Pedraza Hinojosa** Emiliano, *NORMA Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltante de edificios para uso habitacional.*, Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), Secretaria de Energía, Diario Oficial, Agosto de 2011, (Primera Sección)

**Rivero** R., Aroztegui M., et. Al., *Cátedras de acondicionamiento térmico AT01*, Uruguay, Publicaciones Farq 2002

**Rodríguez Viqueira** Manuel, Figueroa Castrejon, Fuentes Freixanet, Castorena Espinosa, Huerta Velázquez, García Chávez, Rodríguez Manzo, Guerrero Baca, *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México, 2011

Roriz Mauricio, *Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: uma hipótese de modelo adaptativo*, em memórias de ECAC COTEDI, Curitiba, Brasil, Universidade Federal de São Carlos, noviembre de 2003

**Ruiz Torres** Raúl Pavel, Tesis Doctoral: Confort Térmico horario en clima cálido sub húmedo. Programa interinstitucional de doctorado en arquitectura, 2011

**Saldarriaga Roa** Alberto, "Habitabilidad", Ed. Escala LTDA, Bogotá, 1981

**Simancas** Yovane, Katia Carlina, *Tesis Doctora, Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*, Universidad Politecnica de Cataluña, Barcelona, 2003

**Szokolay** Steven, "Energetics in Design- Passive and low Design for thermal and visual comfort". The University of Queensland, Australia. Cf. PLEA-84 México. Proceedings of the international Conference on Passive and Low Energy Ecotechniques Applied to Housing. Pergamon Press, New York, 1984

**Vázquez Espí** Mariano, *Una brevísima historia de la arquitectura solar*, Instituto Juan de Herrera, Lima(Perú),

**Vesa Peltonen** Lewis, Antonella Marucco, *Un Vitruvio Ecológico Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*, GG, 2008.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

**Villalobos Pérez** Alejandro, “Restauración y rehabilitación: Metodologías conjugadas de diagnóstico e intervención”, en Armando Torres y Enrique X. de Anda Alanís ed., *1er Coloquio del seminario de estudio del patrimonio artístico. Conservación, restauración y defensa, Temas y Problemas*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1997

**Yáñez Salazar** Alberto, *Análisis metodológico de los monumentos*, México, Consejo Consultivo internacional de las Américas, 1988

**Yeang Ken**, *Proyectar con la Naturaleza*, GG, Barcelona, España, 1999.

**Zepeda Maldonado** Ruggiero, Tesina de Especialidad: *Proyecto de restauración del palacio Episcopal de Valladolid*, Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, Morelia, 2011

### Consultas en internet

Fuentes Freixanet Víctor Armando, “Metodología de diseño” archivo obtenido en: [http://arq-bioclimatica.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47:metodologia&catid=34:general&Itemid=63](http://arq-bioclimatica.com/index.php?option=com_content&view=article&id=47:metodologia&catid=34:general&Itemid=63) [26/02/2014, 12:11a.m.]

Heather Chappells y Elizabeth Shove, “Comfort: A review of philosophies and paradigms”, consultado en [http://www.lancaster.ac.uk/fass/projects/futcom/fc\\_litfinal1.pdf](http://www.lancaster.ac.uk/fass/projects/futcom/fc_litfinal1.pdf) consultado [22/02/2013]

Instituto Nacional de Antropología e Historia, “Quiénes Somos” consultado en: [www.inah.gob.mx/quienes-somos](http://www.inah.gob.mx/quienes-somos) [26/11/2013 11:15hrs]

Juan Manuel Naredo, “Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla” en *Gaceta Ecológica*, núm. 55, 2000, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México, Consultado en URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53905502> consultado [30/10/2013]

LEED for existing buildings v2.0 rating system en <http://www.usgbc.org/resources/leed-existing-buildings-v20-rating-system> [15/12/2013 5:35pm]

Luis F. Ocampo, “Apuntes sobre los conceptos de Método y Metodología” consultado en: URL: [http://www1.educ.usherbrooke.ca/cours/maestria/doc/metodo\\_metodologia.PDF](http://www1.educ.usherbrooke.ca/cours/maestria/doc/metodo_metodologia.PDF) consultado [21/10/2013 11:00p.m.]

Miguel Martínez Miguélez, El Método Etnográfico de Investigación, <http://investigacionypostgrado.uneg.edu.ve/intranetcgip/documentos/225000/225000archivo00002.pdf> [26-07-2013-23:15]

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISIS AMBIENTAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Real Academia Española, “Habitabilidad” consultado en: <http://lemarae.es/drae/?val=habitabilidad> consultado [22/10/2013]

Real Academia Española, “Método”, Consultado en: URL:<http://lema.rae.es/drae/?val=metodo> consultado [10/10/2013 11:30]

Real Academia Española, “Metodología” Consultado en: URL:<http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=metodolog%EDas> consultado [10/10/2013 11:15]

Real Academia Española, “Patrimonio” consultado en línea <http://lema.rae.es/drae/val=patrimonio> consultado [24/10/2013]

Real Academia Española. “Confort” consultado en <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=confort> consultado [22/02/2013]

Revitaliza Consultores, Revitaliza S.A.de C. V. Domicilio: Vallarte 55col. Villa Coyoacán México, DF, CP. 04000, Tel. 5998-7008, 5554-0501, correo Electrónico [Info@revitalizaconsultores.com](mailto:Info@revitalizaconsultores.com), en [www.revitalizaconsultores.com/revitalizaconsultores/REVITALIZA.html](http://www.revitalizaconsultores.com/revitalizaconsultores/REVITALIZA.html), consultado [15/12/2013 2:55pm]

Salvador Rueda, “Habitabilidad y calidad de vida”, consultad en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a005.html>, en *Primer Catálogo español de buenas prácticas*, Madrid: Ministro de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996, Comité Habitat II España. Consultado [10/04/2013 12:30]

U.S. Green Building Council LEED, Green Building Rating System For Existing Buildings. Upgrades. Operations and Maintenance, version 2, Julio 2005, disponible en <http://www.usgbc.org/resources/leed-existing-buildings-v20-rating-system>, [15/12/2013 11:30pm]

United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organization, consultado en: [www.unesco.org/new/es/mexico/work-areas/culture/world-heritage/](http://www.unesco.org/new/es/mexico/work-areas/culture/world-heritage/) consultado [26/11/2013 11:15hrs]

## **Anexos**

# **Anexo 1**

## **Ficha de medición ambiental muestra**

## **Anexo 2**

### **Fichas de medición ambiental hotel Limonchelo**

# **Fichas de imagen de cámara térmica hotel Limonchelo**

## **Anexo 3**

### **Fichas de medición ambiental Excasa del Conde de Sierra Gorda**

Ficha de Medición Ambiental

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 3  
Pág. P1  
Fecha: 23/01/2013

División de Estudios de Posgrado



facultad de arquitectura



Localización:

Propietario:

SEP

Calle: Av. Madero Ote Esquina Alvaro Obregon

Orientación

Barrio: \_\_\_\_\_

norte - sur

Clave: \_\_\_\_\_ Municipio: Morelia



Planta Arquitectonica



Fotografía(s)



**Ficha de Medición Ambiental**

División de Estudios de Posgrado

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 3  
 Espacio Zaguán Pág. P4  
 Fecha: 23/01/2013



**facultad de  
arquitectura** 

Hora	Temp	Hum	Vel viento	luminosidad	Sonido	Temp. Sup. Piso			
						A(piso)	B(plafón)	C(Pte)	D(Ote)
GMT:-6:00	°C	%	km/h	Lux	Db				
10:00	21.3	48.9	0	0	90				
12:00	22.1	46.4	3.1	3740	85	15.3	14.3	14.6	14.6
13:00	22	45	3.3	4120	84	12.7	12.8	12.2	12.5
14:00	22.5	41.7	0	1415	88	15.7	14.9	14.8	15
15:00	23.5	39.8	0	75.9	76	17.8	17.2	18.1	17.3
16:00	23.4	37.8	0	39.6	82	14.6	15.1	14.6	15
17:00	24	36.1	0	7.5	72	15.1	14.8	14.4	14.3
18:00	21	44.9	0	1.7	74	21	19.5	19.8	19.8

Materiales:		Observaciones:
Fachada		
Muros		
Cubiertas		
Pisos		

















### Ficha de Medición Ambiental

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 3  
Pág. P3  
Fecha: 23/01/2013

#### Localización:

Calle: Av. Madero Ote Esquina Alvaro Obregon  
Barrio: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_  
Clave: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Propietario: \_\_\_\_\_

#### Tipo de uso

	Original	Actual
Habitacional:		
Comercial:		
Público:		
Servicios:		
Religioso:		
Otros:		

#### Características del Espacio/Inmueble

Época: \_\_\_\_\_  
Estilo: \_\_\_\_\_  
No. De plantas: \_\_\_\_\_

#### Materiales:

Fachada: \_\_\_\_\_  
Muros: \_\_\_\_\_  
Cubiertas: \_\_\_\_\_  
Pisos: \_\_\_\_\_

#### Evaluación del Potencial Turístico

Elemento Unico o Excepcional:

Representativo de una época:

Relevancia social:

Cuenta con potencial Turístico:

si No

División de Estudios de Posgrado



facultad de  
arquitectura



Estado de conservación:

	Bueno	Regular	Malo
Fachada			X
Piso	X		
Muros	X		
Cubiertas		X	

Observaciones:

**Ficha de Medición Ambiental**

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 3  
Pág. P2  
Fecha: 23/01/2013

División de Estudios de Posgrado



**facultad de  
arquitectura** 

**Plano de Localización**

**Fotografía(s)**

















**Ficha de Medición Ambiental**

División de Estudios de Posgrado



Levantó: Josué J. Tello R.    Ficha No. 1  
Pág. P1  
Fecha: 12/12/2012

**Localización:**

Propietario:

Arq. Raúl Duarte

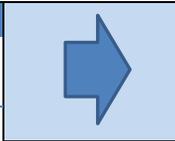
Calle: Madero Ote 742

Orientación

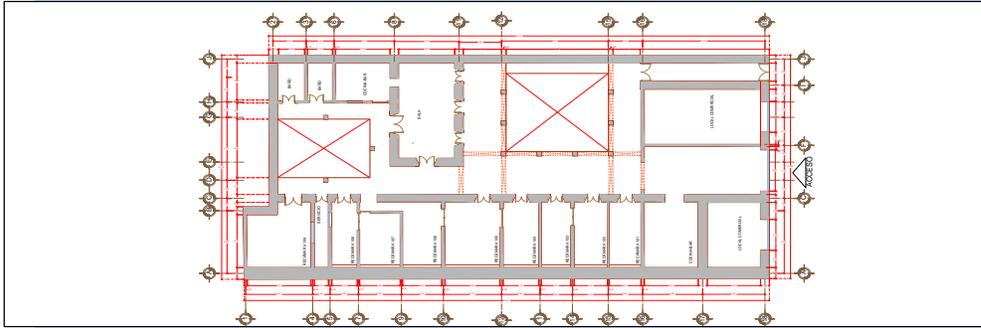
Barrio: \_\_\_\_\_

norte - sur

Clave: \_\_\_\_\_    Municipio: Morelia



**Planta Arquitectonica**



**Fotografía(s)**



Ficha de Medición Ambiental

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 1  
 Espacio PATIO Pág. P4  
 Fecha: 12/12/2012



División de Estudios de Posgrado

facultad de arquitectura 

Hora	Temp	Hum	Vel viento	luminosidad	Sonido	Temp. Sup. Piso			
GMT:-6:00	°C	%	km/h	Lux	Db	somb	asol °C		
23:30	21.3	36.8	0	0.1 lux Art	64- 71	12.1	13.1		
03:15	18.5	41.2	0	0.1 lux Art	57 -62	11.3	10.8		
05:22	11.9	61.8	0	0.1 lux Art	52- 55	4.5	5.4		
07:23	11.5	63.7	0	197.2 lux	57 -62	10.5	10.5		
08:40	13.6	56	0	2150 lux	62	11.1	12.9		
09:35	16.8	48	0	4.41 klx	54 -63	11.4	12.9		
10:40	19.8	43.5	0	6.02 klx	63- 72	18.6	26.6		
11:40	20.8	37.3	0	5.2 klx	s d 58 - 80	15.5	29.6		
13:00	21.5	37	0	7.2 klx	82 klx 71 - 83	15.1	34.3		
13:58	22.2	40.4	0	5.8 klx	97 klx 65 - 79	15.1	33.7		
14:51	23.8	30.5	0.4	6 klx	66 klx 68-75	18.8	26.6		
15:45	23.6	29.7	0	4.25 klx	65-71	19	20		
16:50	22.5	33.5	0	2610 lux	72	17.3	21		
17:42	21.3	36.1	0	11.56 lux	68 -72	14	14.1		
18:36	20.3	38.3	0	3.5 lux	65- 68	17.1	17.6		
19:33	20.6	37.3	0	0.1 lux Art	68- 71	13	14.2		
20:34	18.9	40.3	0	0.1 lux Art	64- 71	13.5	16.4		
21:31	20.6	38.8	0	0.1 lux Art	64- 71	9.7	11.1		
22:30	19.5	39.3	0	0.1 lux Art	64- 71	9.4	11.3		

Materiales:		Observaciones:
Fachada		
Muros		
Cubiertas		
Pisos		

Ficha de Medición Ambiental

División de Estudios de Posgrado

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 1  
 Espacio CORREDOR Pág. P5  
 Fecha: 12/12/2012



facultad de  
arquitectura



Local:

Temperatura de superficies °C

	Hora	Temp	Hum	Vel viento	Lumín	Piso	Muro		Cubierta		Sonido
	Hora	°C	%	km/h	Lux	A	B i	B s	C inf	C sup	Db
1	23:33	20.7	37.2	0	0.5	5.3	5.5	6.3	7.1	-3	63-65
2	03:20	17.5	43.1	0	0.5	9.3	8.5	8.9	1.7	-1.1	56-66
3	05:27	12.3	61.8	0	0.5	1	2.2	2.6	4.8	-1	55-61
4	07:27	11.9	61.9	0	24.5	9.6	9	9.3	6.6	-6	57-58
5	08:45	13.7	55.4	0	510	10.6	11.1	11.6	12.3	3.1	69-80
6	09:39	16.5	47.9	0	610	12.3	13	13	13.6	17.5	58-67
7	10:45	19.6	43.2	0	743	11.1	10	10	10.5	27.8	69-75
8	11:50	20.9	37.9	0	1100	13.6	13	13.1	12	40.7	
9	13:05	22.1	35.3	0	630	7.2	8.6	8.9	11.9	38.8	
10	14:13	22.9	31.2	0	664	15.1	16	16	14.3	43	
11	15:02	24.4	36	0	520	13.8	14.8	14.7	12.5	38.5	
12	15:49	23.5	29.9	0	470	12.8	14.4	15	15.1	34	64-67
13	16:58	22.3	33.8	3.2	250	17.1	16.8	17	15.9	24	63-66
14	17:47	21.3	31.1	0	65	13.2	14.5	14.8	16.8	17	64-72
15	18:40	19.9	41.8	0	0.5	14.6	15.3	15.4	17.4	11.4	66-72
16	19:38	20.7	37.8	0	0.5	14.3	15.1	15.7	16.7	11.3	65-68
17	20:38	18.8	41.2	0	0.5	8.3	13.2	12.8	14	8.1	68-74
18	21:34	20.5	38.2	0	0.5	10.8	10	10.8	12.8	5.7	69-72
19	22:33	19.2	38.7	0	0.5	5.4	7.1	8.1	9.3	-1.4	64-70

Croquis 1

Croquis 2

--	--

Ficha de Medición Ambiental

División de Estudios de Posgrado

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. \_\_\_\_\_  
 Espacio: SALA Pág. P6.1  
 Fecha: 12/12/2012



facultad de  arquitectura

Luminosidad

Hora	Temp °C	Hum %	Vel viento km/h	Lux o Klx					Tipo	Sonido Db
				1	2	3	4	Centro		
23:40	19.6	38.9	0	19.5	24.5	24.2	21.1	21.2	Artific.	59-63
03:30	16.6	46.9	0	19.5	24.5	24.2	21.1	21.2	Artific.	59-63
05:36	13.4	57.8	0	19.5	24.5	24.2	21.1	21.2	Artific.	57-57
07:33	12.2	59.9	0	18.5	10	7	36.5	52.2	Natur.	57-64
08:49	13.6	55.7	0	118	107	71	201	196	Natur.	58-60
09:46	16.1	49.3	1.6	315	331	286	396	470	Natur.	54-66
10:49	18.7	45.8	0	512	418	377	597	650	Natur.	59-73
12:11	21.6	35	0	456	530	460	452	750	Natur.	58-78
13:24	21.5	36.8	3.4	527	560	501	390	750	Natur.	63- 78
14:19	22.9	30.4	0	310	216	96	124	262	Natur.	62-62
15:10	23.6	30.9	4	215	156	60	45	160	Natur.	57-67
15:56	22.9	31.4	4.2	175	134	43	71	142	Natur.	59-66
17:05	21.7	35.1	4.2	711	55	24	21.5	65.3	Natur.	59-59
17:50	21.1	36.9	4.1	17.5	11.8	5.5	20.1	27.8	Natur.	57-57
18:55	19.4	40.9	2.5	21	24	24	23.5	22.5	Artific.	66-70
19:44	20.3	37	0	19.5	24.5	24.2	21.1	21.2	Artific.	66-69
20:46	18.7	40.9	0	19.5	24.5	24.2	21.1	21.2	Artific.	57-71
21:40	20.1	38.6	0	19.5	24.5	24.2	21.1	21.2	Artific.	61-63
22:40	18.6	40.2	0	19.5	24.5	24.2	21.1	21.2	Artific.	59-66

Croquis 1	Croquis 2

Ficha de Medición Ambiental

División de Estudios de Posgrado

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. \_\_\_\_\_  
 Espacio: RECAMARA Pág. P7.1  
 Fecha: 12/12/2012



facultad de  
arquitectura



Luminosidad

Hora	Temp	Hum	Vel viento	Lux o Klx				Centro	Tipo	Sonido
				1	2	3	4			
23:45	18.9	43.5	0	31.3	31.6	30.2	33.6	17.7	Artific.	47-51
03:37	17.1	47.5	0	31.3	31.6	30.2	33.6	17.7	Artific.	47-51
05:41	15.5	53.4	0	31.3	31.6	30.2	33.6	17.7	Artific.	44-45
07:44	13.8	59.1	0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	Natur.	44-44
08:57	14.2	56.6	0	3	2.6	1.3	1.3	2.4	Natur.	46-48
09:53	16	50.1	0	24.2	10.2	5.1	9.2	5.6	Natur.	46-49
10:56	18.3	46.5	0	51.1	10.9	5.5	17.1	14.6	Natur.	49-51
12:20	21.2	39.9	0	55	8.5	4.5	7.5	4	Natur.	50-73
13:39	21.3	38.5	0	22	5.8	4.5	5.2	6	Natur.	52-75
14:31	22.7	35	0	12.5	6.8	4.9	5.1	6.4	Natur.	54-64
15:20	24.4	33.2	0	9.6	2.6	2.6	2.8	3.5	Natur.	54-55
16:10	22.9	35	0	7.8	3.5	1.8	1.7	2.4	Natur.	56-61
17:20	21.2	37.6	0	5.9	0.7	0.9	1.2	1.1	Natur.	53-58
18:03	20.9	38.9	0	0.8	0.2	0.1	0.2	0.2	Natur.	54-61
19:13	19.3	43.9	0	28.8	24.5	28.5	30	16.8	Artific.	48-51
19:50	20	47.7	0	31.3	31.6	30.2	33.6	17.7	Artific.	48-56
20:53	18.9	44.9	0	31.3	31.6	30.2	33.6	17.7	Artific.	46-57
21:45	19.9	42.3	0	31.3	31.6	30.2	33.6	17.7	Artific.	52-52
22:45	18.7	45.2	0	31.3	31.6	30.2	33.6	17.7	Artific.	47-52

Croquis 1	Croquis 2



**Ficha de Medición Ambiental**

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 1  
 Pág. P3  
 Fecha: 12/12/2012

**Localización:**

Calle: Madero Ote 742  
 Barrio: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_  
 Clave: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_  
 Propietario: \_\_\_\_\_

**Tipo de uso**

	Original	Actual
Habitacional:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comercial:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Público:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicios:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Religioso:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Características del Espacio/Inmueble**

Época: \_\_\_\_\_  
 Estilo: \_\_\_\_\_  
 No. De plantas: \_\_\_\_\_

**Materiales:**

Fachada: \_\_\_\_\_  
 Muros: \_\_\_\_\_  
 Cubiertas: \_\_\_\_\_  
 Pisos: \_\_\_\_\_

**Evaluación del Potencial Turístico**

Elemento Único o Excepcional: \_\_\_\_\_  
 Representativo de una época: \_\_\_\_\_  
 Relevancia social: \_\_\_\_\_  
 Cuenta con potencial Turístico: \_\_\_\_\_  
 si No

División de Estudios de Posgrado



**facultad de arquitectura**



**Estado de conservación:**

	Bueno	Regular	Malo
Fachada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Piso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cubiertas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

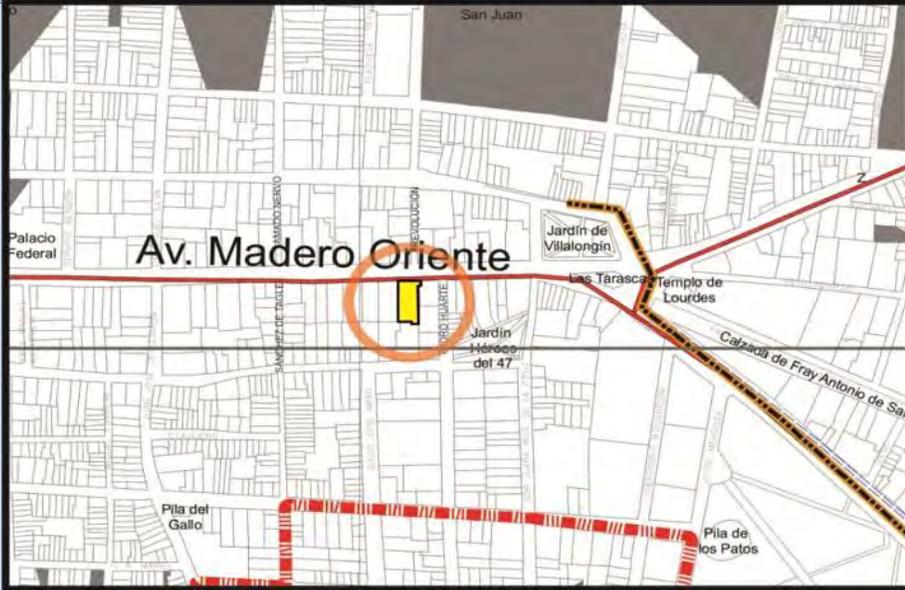
**Observaciones:**

Ficha de Medición Ambiental

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. 1  
Pág. P2  
Fecha: 12/12/2012



Plano de Localización



Fotografía(s)





Ficha de Medición Ambiental

Levantó: Josué J. Tello R. Fich. No. \_\_\_\_\_  
 Espacio: SALA Pág. P6.2  
 Fecha: 12/12/2012



División de Estudios de Posgrado

facultad de   
arquitectura

Temperatura de superficies °C

Hora	Piso		Cubierta		Muro Norte C		Muro Este		Muro Sur		
	A	B i	B e	"i" inter	"e" ext	D i	D e	i inter	e sup	e inf	
23:40	8.6	9.4	-4.5	8.3	7.8	8.1	7.9	8.1	8.6	7.1	
03:30	4	4.9	-1.5	3.9	2.6	2.6	2.2	2.7	1.6	1	
05:36	5.5	5.5	-1	2.2	0.5	1	0.5	1.4	0.3	0	
07:33	5.4	4.7	-8	4.4	3.6	4	3.7	5.2	4	2.6	
08:49	12	11.6	2.2	11.2	11	10.2	9.7	10.6	9.5	9.1	
09:46	14	12.9	18.6	12.6	12.3	10.9	10.6	12.5	12	12.1	
10:49	13.6	13	30.8	10.8	10.9	9	8.7	10.8	18.5	11.1	
12:11	14.3	12	38	15.1	14.1	14	13	14	17	32	
13:24	14.6	13	40.9	14.6	13.8	13.1	11.6	12.3	15.6	30	
14:19	15.6	16.5	48	13.9	13.4	12.8	12.1	11.5	14	24.5	
15:10	16.2	15.9	42	15.8	15.5	15.7	15.6	14.8	15.8	21.1	
15:56	16	18.9	40	12.9	13.1	13.6	13.7	13.2	14.4	19.1	
17:05	16	19	21	15.7	15.4	16.3	15.8	15.5	19	15.8	
17:50	15.2	19	17	12.5	11.7	12.2	11.2	10.9	14.3	11.4	
18:55	15.3	18.3	10.8	15	14.6	15.5	15.2	15.9	17.5	16	
19:44	14.7	16.1	11.3	14.1	13.5	13.4	13	12.7	12.6	14.3	
20:46	12.5	16.1	7.8	11.1	11.6	11.4	11	10.9	12.3	10.2	
21:40	12.1	14.5	4.4	13.3	11.8	12.6	12	12.3	12.8	11.7	
22:40	9.2	11.7	-3.1	8	7.3	8	7.8	8.3	9.1	7.8	

Croquis 1	Croquis 2

Ficha de Medición Ambiental

División de Estudios de Posgrado

Levantó: Josué J. Tello R. Ficha No. \_\_\_\_\_  
 Espacio: RECAMARA Pág. P7.2  
 Fecha: 12/12/2012



facultad de  
arquitectura 

Temperatura de superficies °C

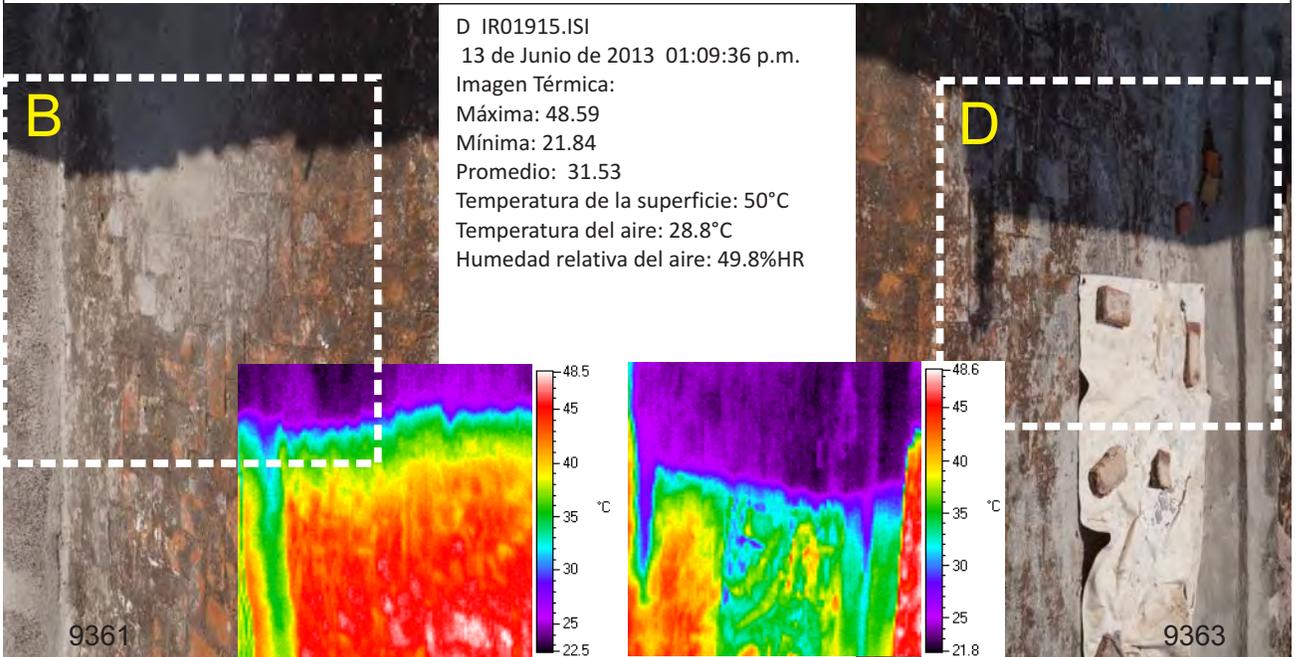
Hora	Piso	Cubierta		Muro Sur	Muro Pte		Mur Nte	Muro Est	
Hora	A	B i	B e	Sur C	D i	D e	E	F	
23:45	10	14.2	-1.9	10.3	12.3	10.4	10.4	10.5	
03:37	1.8	2.5	-1.5	2.1	2.1	-1.5	2	1.8	
05:41	8	7.5	-4	8.1	8.1	4.1	8.4	8.5	
07:44	14.5	13.6	-2.9	13.9	12.9	7.5	13.7	13.9	
08:57	17.7	17.5	5.1	18	17.3	13.6	17.7	17.6	
09:53	15.5	16	8.7	15.8	15.5	13	15.7	15.6	
10:56	13.3	14.2	26.5	14	13.8	12	13.8	14	
12:20	14.1	16	42.8	15.5	15.8	15.1	15.8	16.5	
13:39	14.4	14.3	32	9.8	10.8	10.4	11.8	11.8	
14:31	14.4	13.1	43	14.5	13.9	14.6	13.3	13.2	
15:20	16	15.2	42	15.4	15.2	15.3	14	13.5	
16:10	9.2	9.3	33	9.1	8.9	9.6	8.8	8.6	
17:20	13.7	12	24	13.5	13	13.1	11.9	11.9	
18:03	14	14.2	17.7	14.3	13.8	14.8	13.7	14.2	
19:13	10.1	9.7	8.4	9.6	9.1	9.5	9.4	9.6	
19:50	10.7	15.5	10.2	10.7	14.5	14.4	11.1	11.1	
20:53	9	7.8	-2	9.1	7.4	6	9.3	9.6	
21:45	7	10	2.1	7.1	8.7	8.8	7.6	7.8	
22:45	13.6	13.1	-2	13.6	12.9	10.1	13.8	13.7	

Croquis 1	Croquis 2



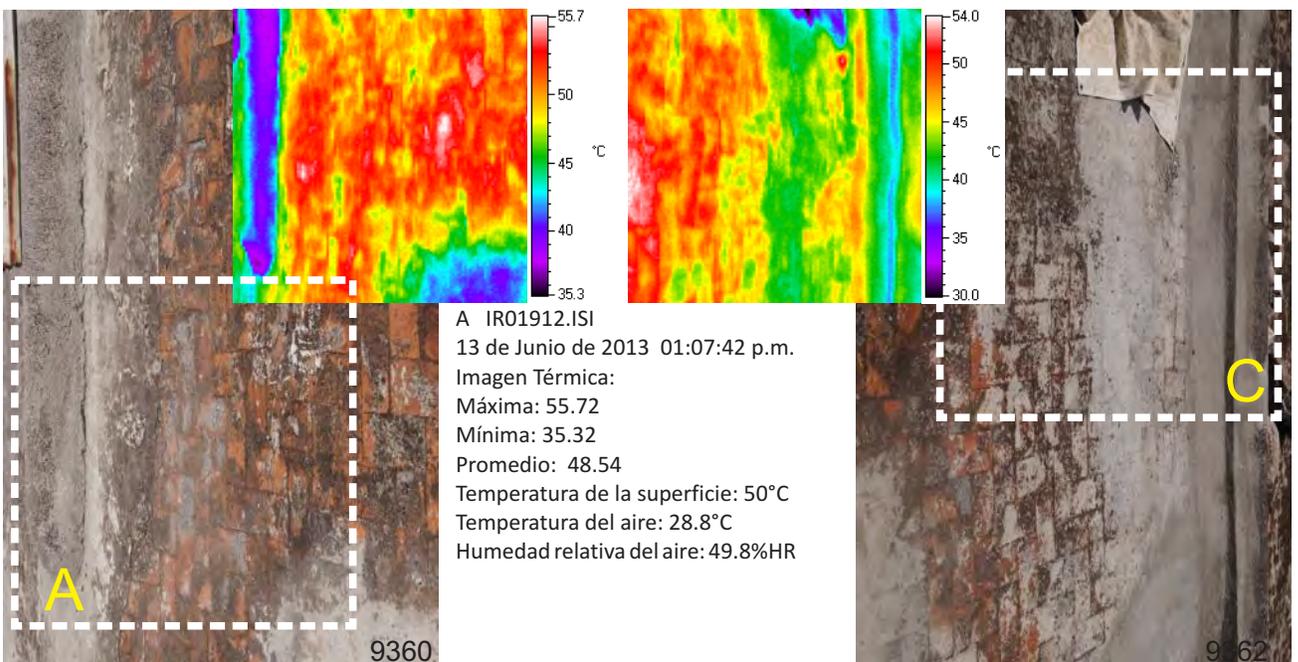
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105  
Objetivo: Exterior de cubierta (Bóveda catalana)



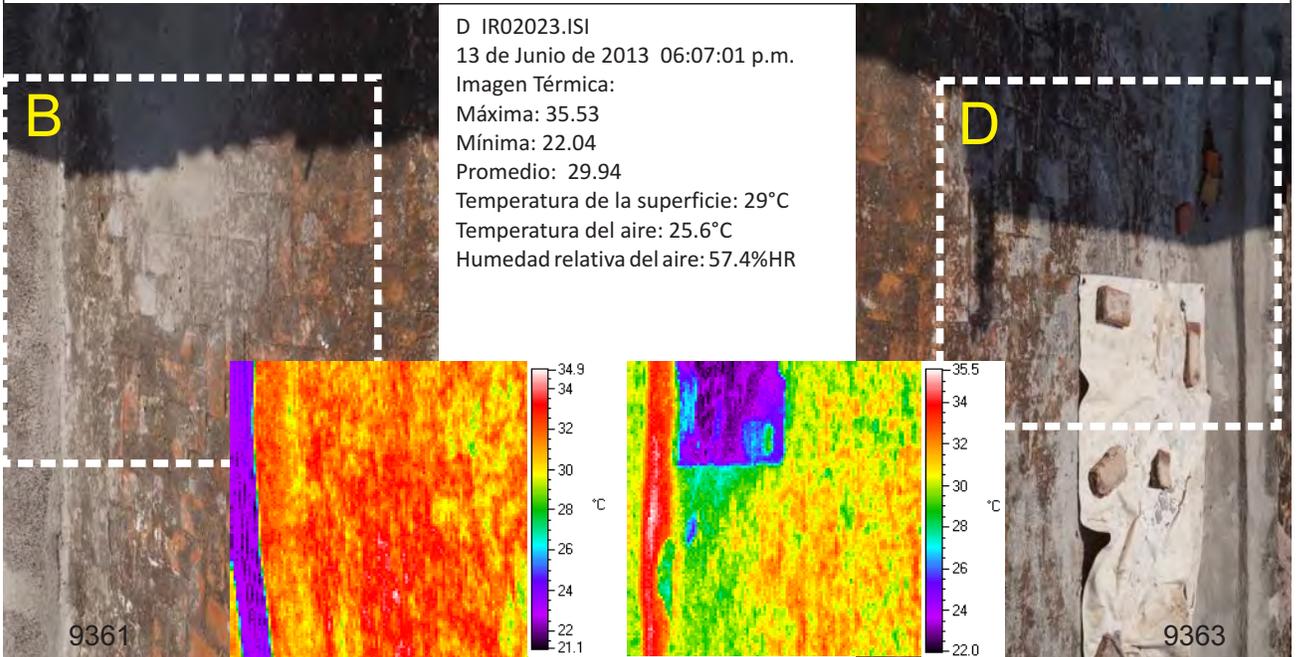
**B** IR01913.ISI  
13 de Junio de 2013 01:08:22 p.m.  
Imagen Térmica:  
Máxima: 48.47  
Mínima: 22.46  
Promedio: 38.01  
Temperatura de la superficie: 50°C  
Temperatura del aire: 28.8°C  
Humedad relativa del aire: 49.8%HR

**C** IR01914.ISI  
13 de Junio de 2013 01:09:04 p.m.  
Imagen Térmica:  
Máxima: 53.99  
Mínima: 30.04  
Promedio: 45.13  
Temperatura de la superficie: 50°C  
Temperatura del aire: 28.8°C  
Humedad relativa del aire: 49.8%HR



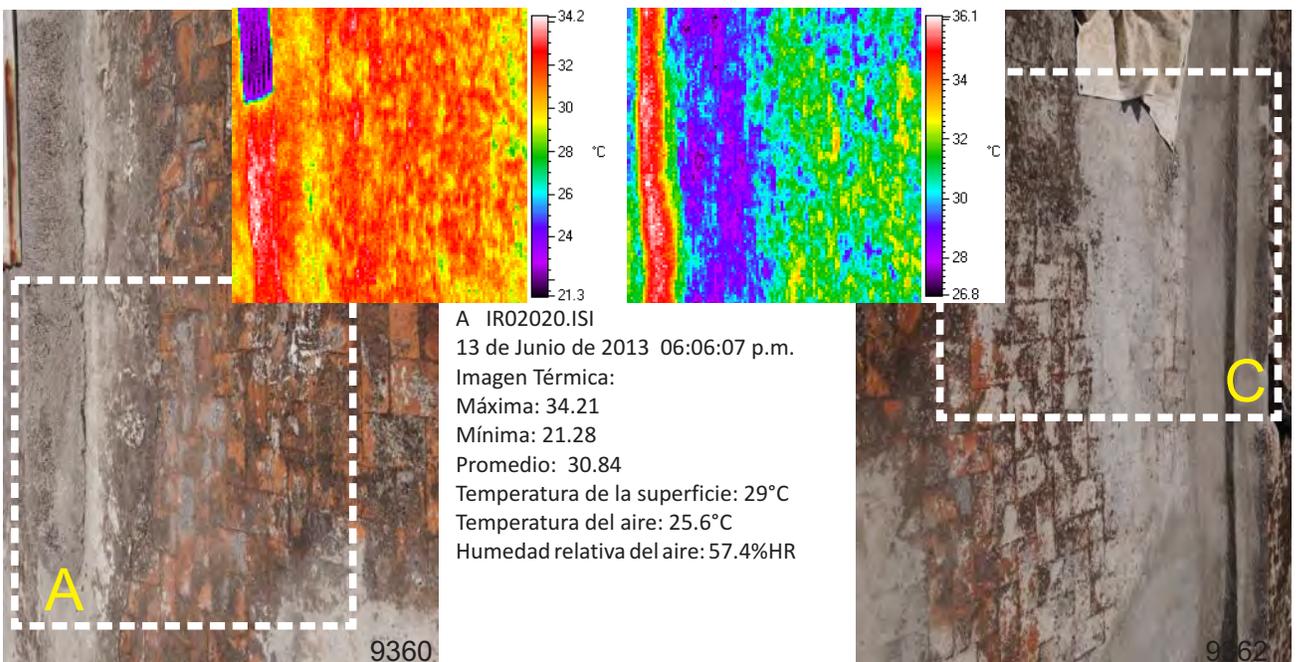
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105  
Objetivo: Exterior de cubierta (Bóveda catalana)



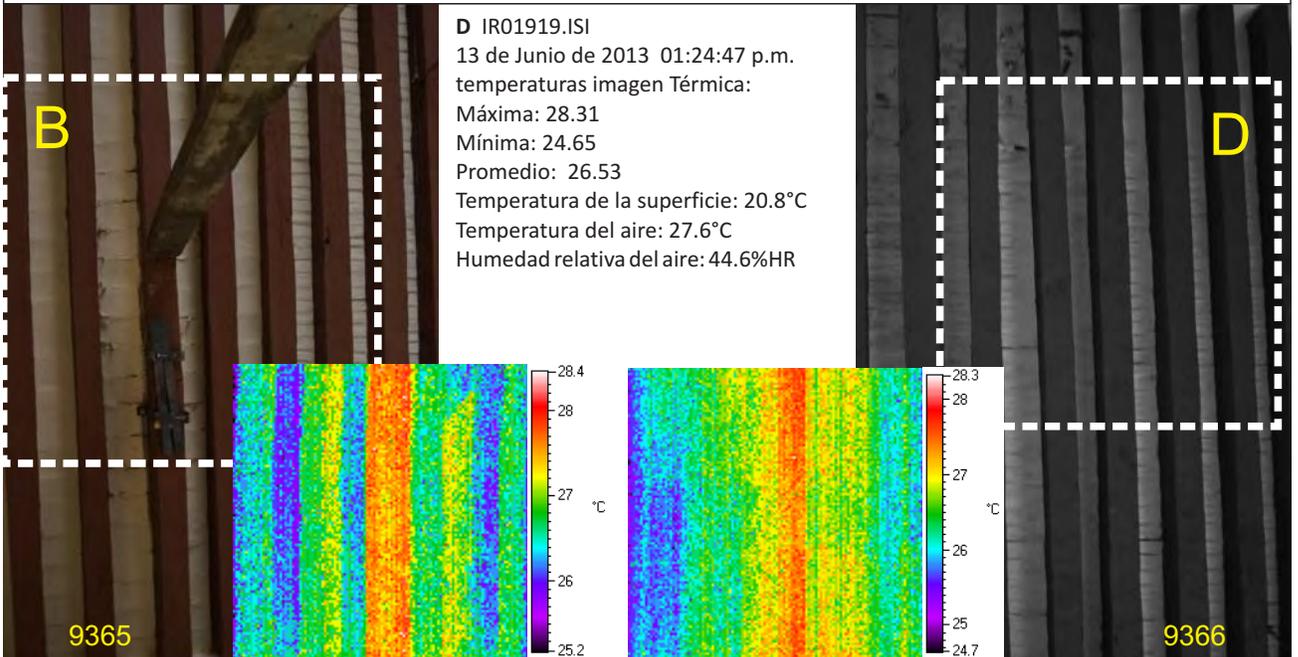
B IR02021.ISI  
13 de Junio de 2013 06:06:30 p.m.  
Imagen Térmica:  
Máxima: 34.9  
Mínima: 21.14  
Promedio: 30.84  
Temperatura de la superficie: 29°C  
Temperatura del aire: 25.6°C  
Humedad relativa del aire: 57.4%HR

C IR02022.ISI  
13 de Junio de 2013 06:06:48 p.m.  
Imagen Térmica:  
Máxima: 36.08  
Mínima: 26.78  
Promedio: 30.84  
Temperatura de la superficie: 29°C  
Temperatura del aire: 25.6°C  
Humedad relativa del aire: 57.4%HR



Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

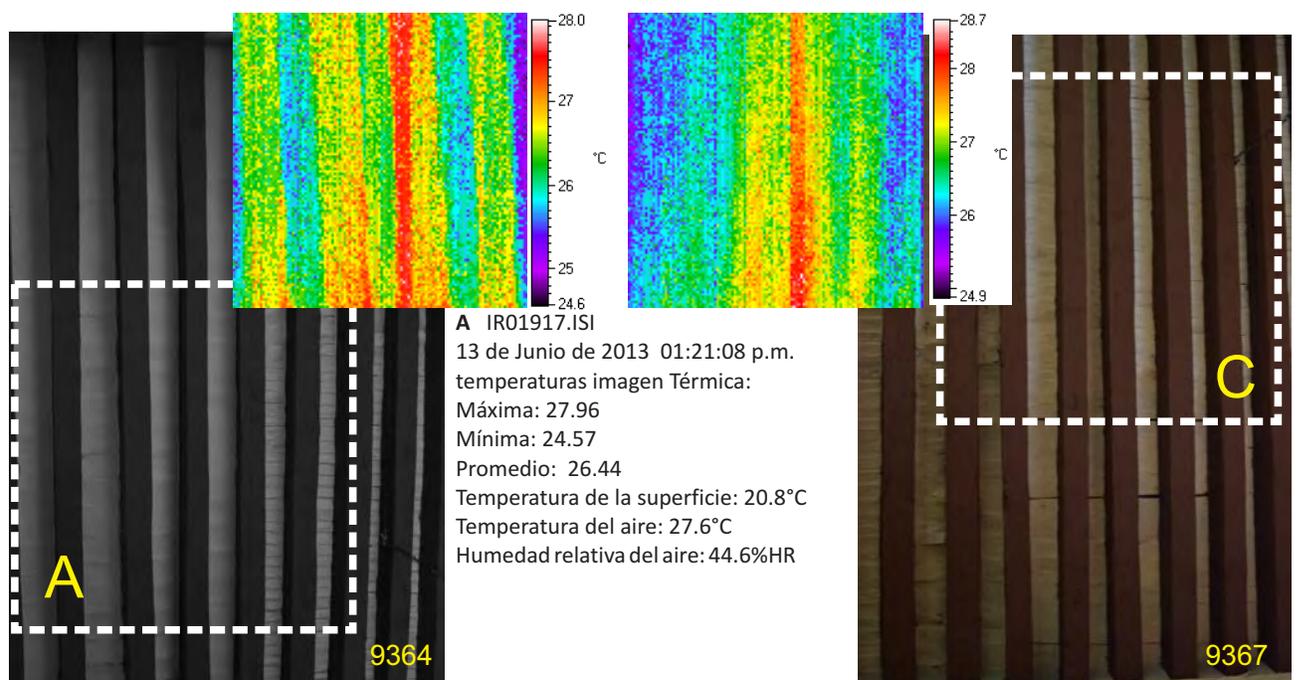
Ubicación:  
Local: Habitación 105  
Objetivo: Lecho bajo de cubierta (Bóveda catalana)



**D** IR01919.ISI  
13 de Junio de 2013 01:24:47 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.31  
Mínima: 24.65  
Promedio: 26.53  
Temperatura de la superficie: 20.8°C  
Temperatura del aire: 27.6°C  
Humedad relativa del aire: 44.6%HR

**B** IR01918.ISI  
13 de Junio de 2013 01:23:13 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.45  
Mínima: 25.18  
Promedio: 26.73  
Temperatura de la superficie: 20.8°C  
Temperatura del aire: 27.6°C  
Humedad relativa del aire: 44.6%HR

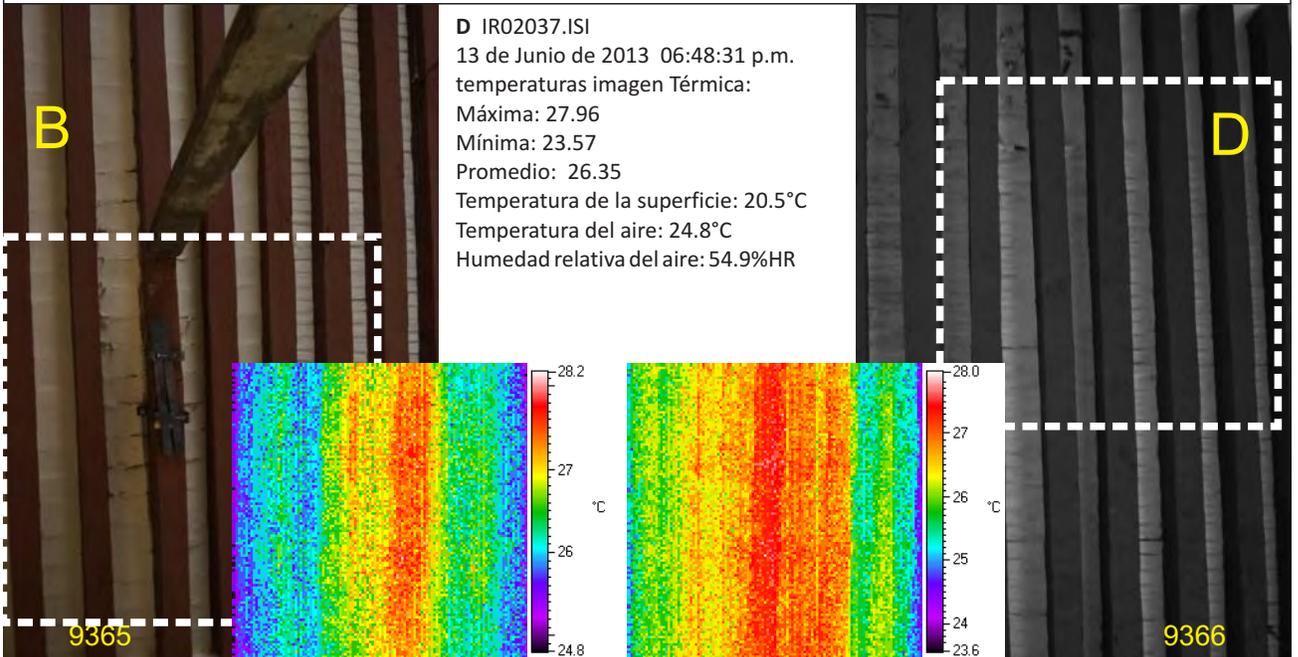
**C** IR01920.ISI  
13 de Junio de 2013 01:26:43 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.65  
Mínima: 24.89  
Promedio: 26.67  
Temperatura de la superficie: 20.8°C  
Temperatura del aire: 27.6°C  
Humedad relativa del aire: 44.6%HR



**A** IR01917.ISI  
13 de Junio de 2013 01:21:08 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.96  
Mínima: 24.57  
Promedio: 26.44  
Temperatura de la superficie: 20.8°C  
Temperatura del aire: 27.6°C  
Humedad relativa del aire: 44.6%HR

Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

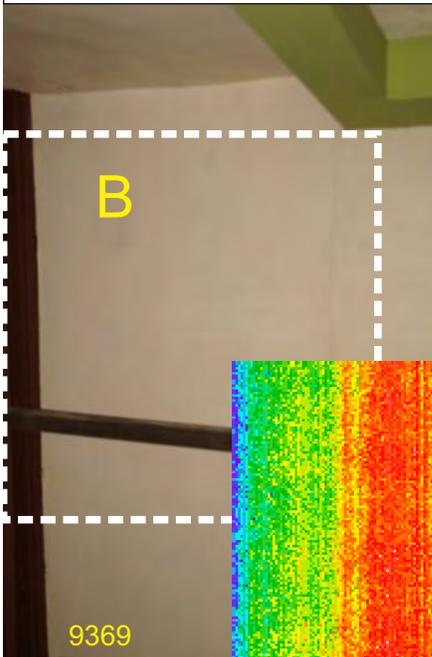
Ubicación:  
Local: Habitación 105  
Objetivo: Lecho bajo de cubierta (Bóveda catalana)



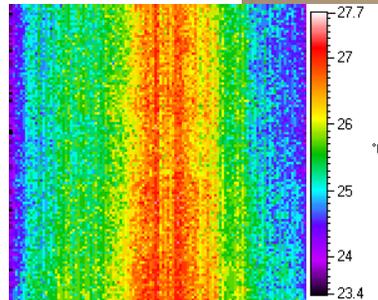
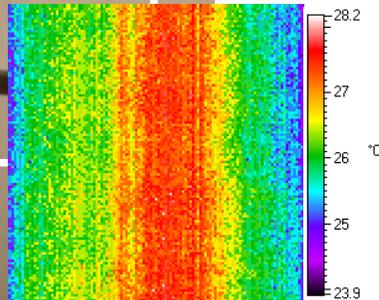
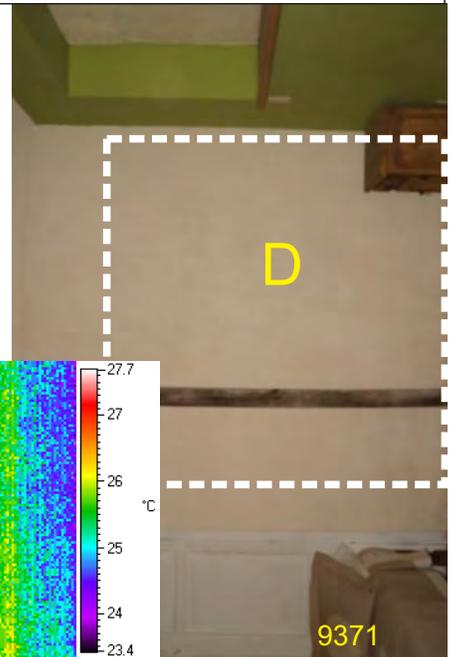
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Norte

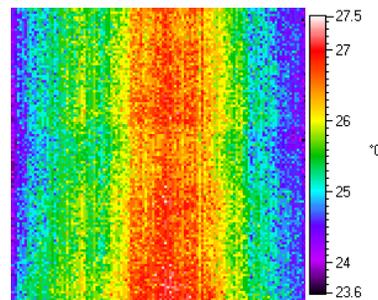
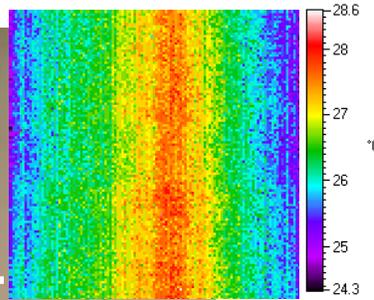


D IR01925.ISI  
13 de Junio de 2013 01:36:13 p.m  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.68  
Mínima: 23.43  
Promedio: 25.65  
Temperatura de la superficie: 22.1°C  
Temperatura del aire: 26.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.6%HR

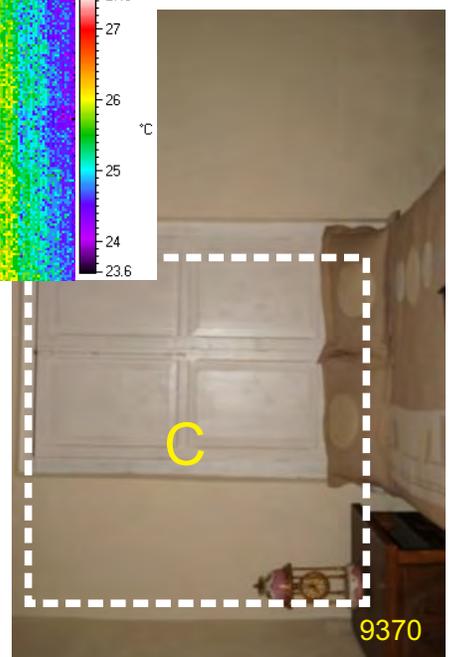


B IR01923.ISI  
13 de Junio de 2013 01:35:17 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.17  
Mínima: 23.92  
Promedio: 26.44  
Temperatura de la superficie: 22.1°C  
Temperatura del aire: 26.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.6%HR

C IR01924.ISI  
13 de Junio de 2013 01:35:58 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.47  
Mínima: 23.57  
Promedio: 25.70  
Temperatura de la superficie: 22.1°C  
Temperatura del aire: 26.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.6%HR



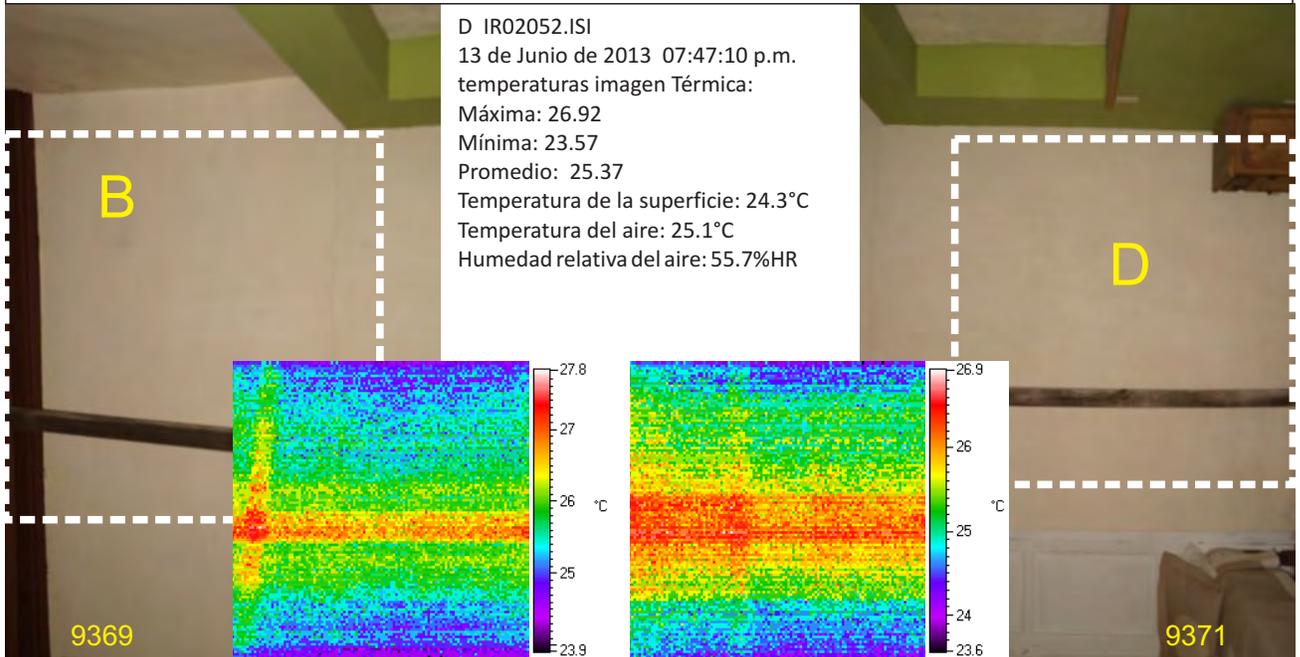
A IR01922.ISI  
13 de Junio de 2013 01:21:08 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.59  
Mínima: 24.34  
Promedio: 26.51  
Temperatura de la superficie: 22.1°C  
Temperatura del aire: 26.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.6%HR



Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

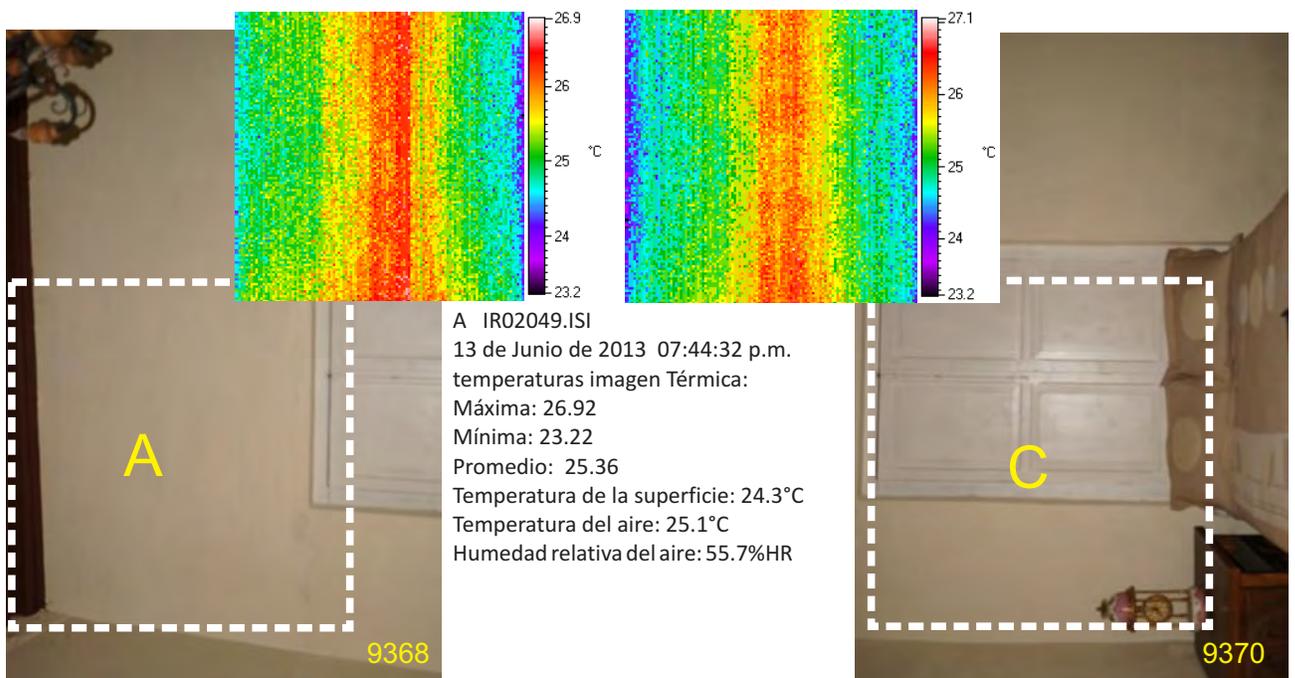
Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Norte



B IR02050.ISI  
13 de Junio de 2013 07:45:15 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.82  
Mínima: 23.92  
Promedio: 25.71  
Temperatura de la superficie: 24.3°C  
Temperatura del aire: 25.1°C  
Humedad relativa del aire: 55.7%HR

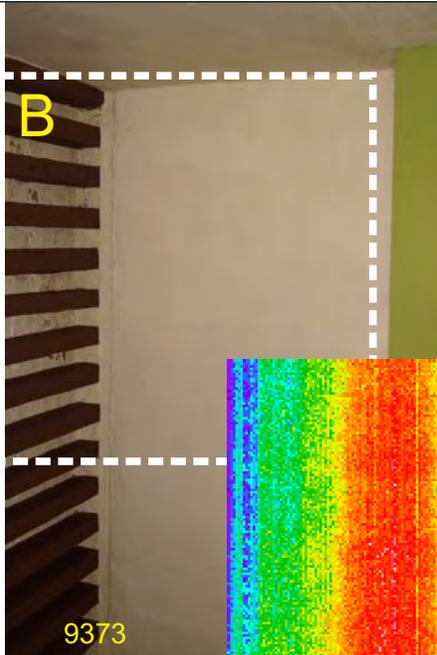
C IR02051.ISI  
13 de Junio de 2013 07:46:12 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.06  
Mínima: 23.22  
Promedio: 25.28  
Temperatura de la superficie: 24.3°C  
Temperatura del aire: 25.1°C  
Humedad relativa del aire: 55.7%HR



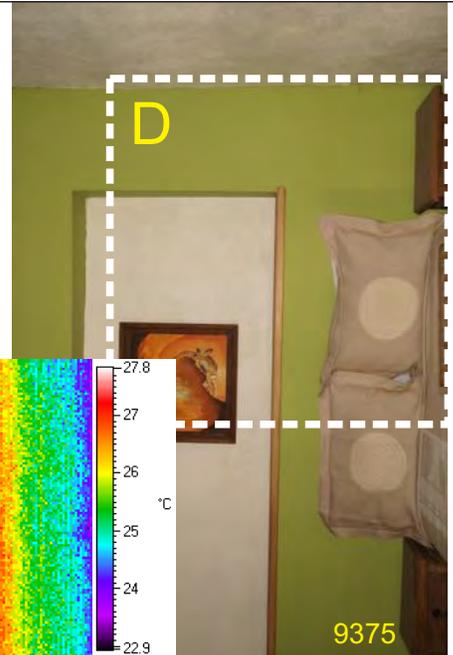
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Este

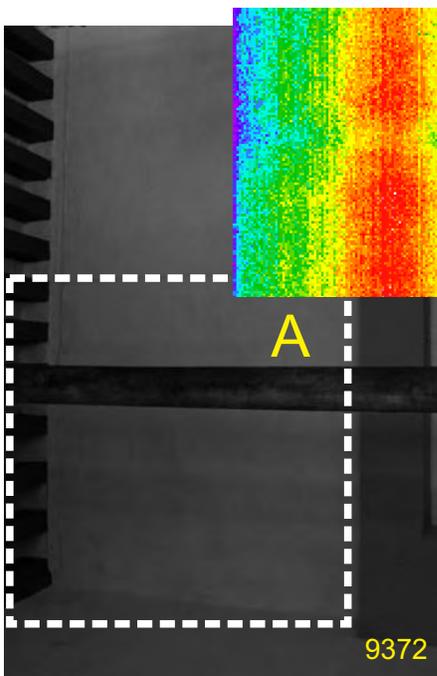


D IR01929.ISI  
13 de Junio de 2013 01:46:50 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.82  
Mínima: 22.95  
Promedio: 25.71  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.0°C  
Humedad relativa del aire: 48.2%HR

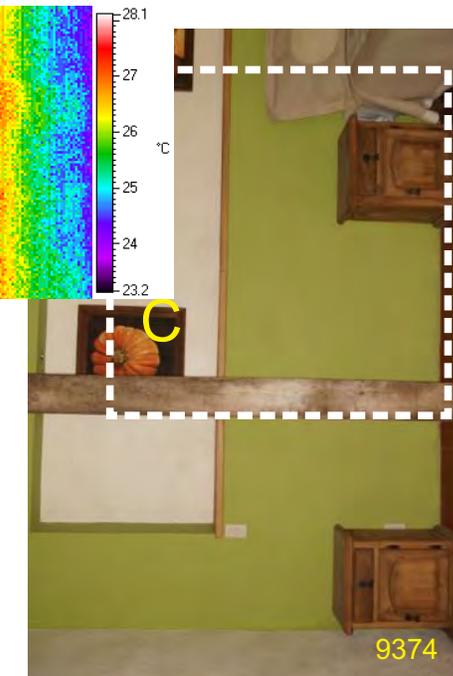


B IR01927.ISI  
13 de Junio de 2013 01:46:15 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.59  
Mínima: 23.85  
Promedio: 26.575909  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.0°C  
Humedad relativa del aire: 48.2%HR

C IR01928.ISI  
13 de Junio de 2013 01:46:15 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.1  
Mínima: 23.16  
Promedio: 25.92  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.0°C  
Humedad relativa del aire: 48.2%HR



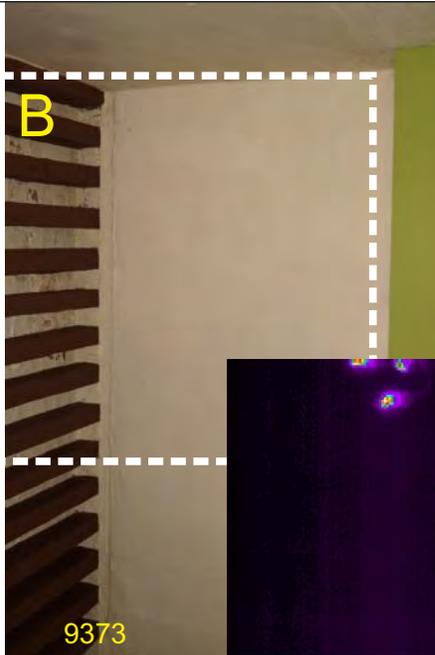
A IR01926.ISI  
13 de Junio de 2013 01:45:00 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.35  
Mínima: 24.2  
Promedio: 27.04  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.0°C  
Humedad relativa del aire: 48.2%HR



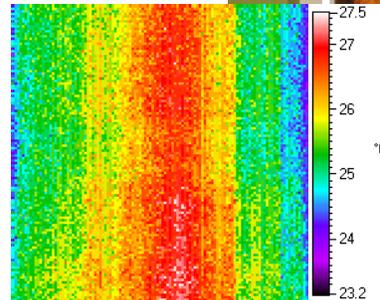
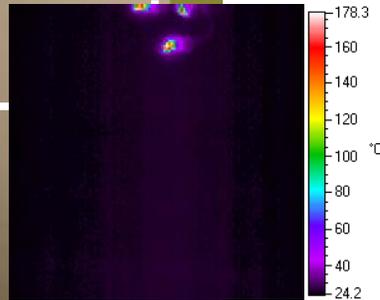
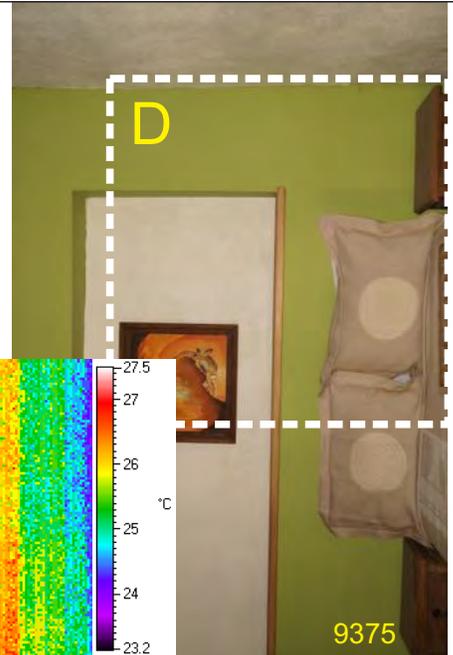
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Este

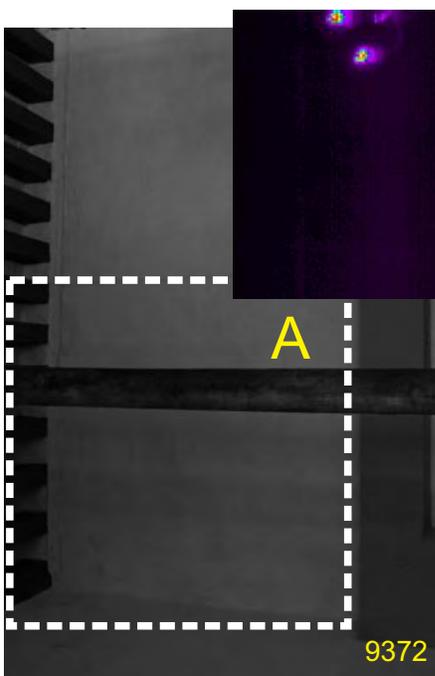


D IR02056.ISI  
13 de Junio de 2013 07:53:07 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.47  
Mínima: 23.16  
Promedio: 25.79  
Temperatura de la superficie: 22°C  
Temperatura del aire: 25.1°C  
Humedad relativa del aire: 55.7%HR

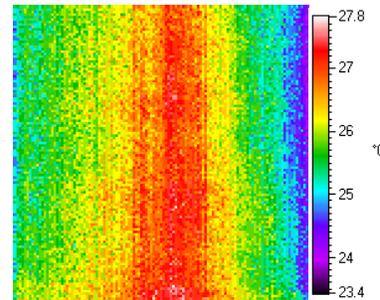
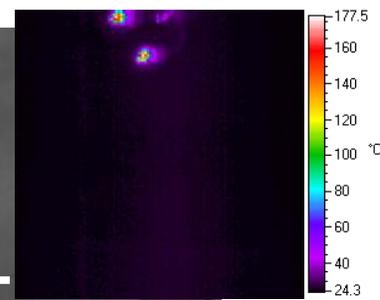
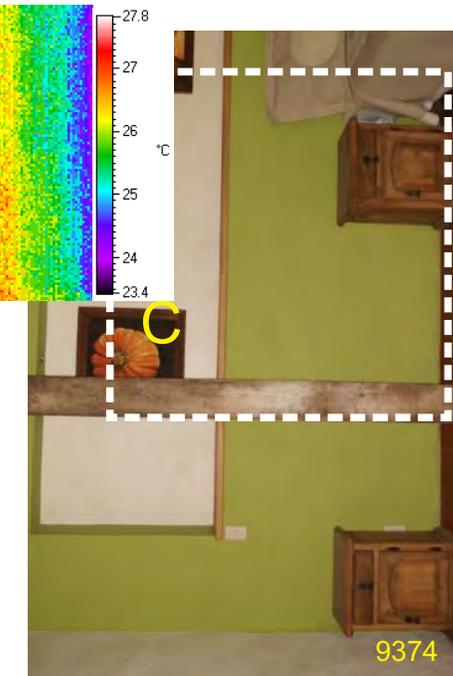


B IR02054.ISI  
13 de Junio de 2013 07:51:49 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 178.33  
Mínima: 24.2  
Promedio: 27.02  
Temperatura de la superficie: 22°C  
Temperatura del aire: 25.1°C  
Humedad relativa del aire: 55.7%HR

C IR02055.ISI  
13 de Junio de 2013 07:52:42 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.82  
Mínima: 23.43  
Promedio: 26.07  
Temperatura de la superficie: 22°C  
Temperatura del aire: 25.1°C  
Humedad relativa del aire: 55.7%HR



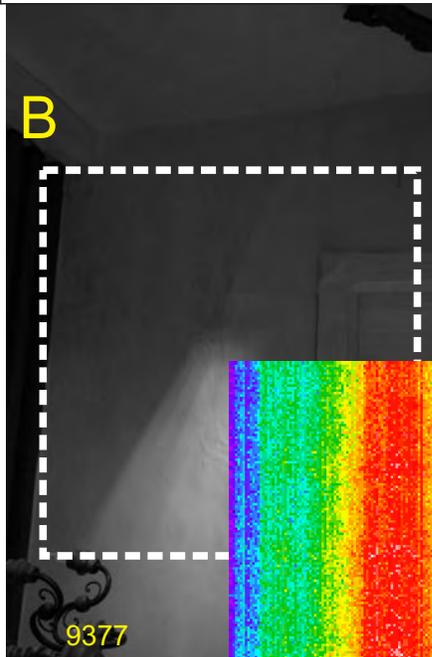
A IR02053.ISI  
13 de Junio de 2013 07:50:45 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 177.49  
Mínima: 24.34  
Promedio: 26.97  
Temperatura de la superficie: 22°C  
Temperatura del aire: 25.1°C  
Humedad relativa del aire: 55.7%HR



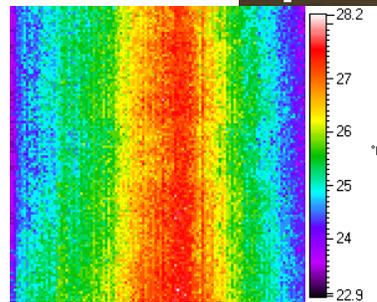
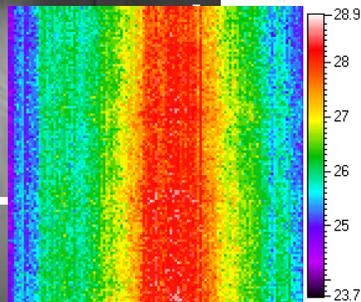
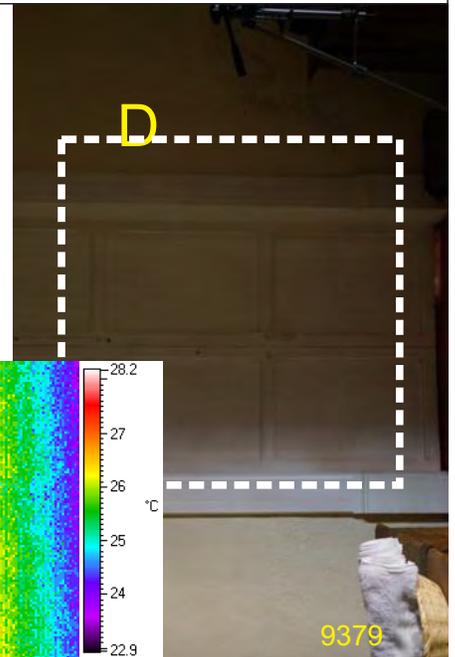
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Sur

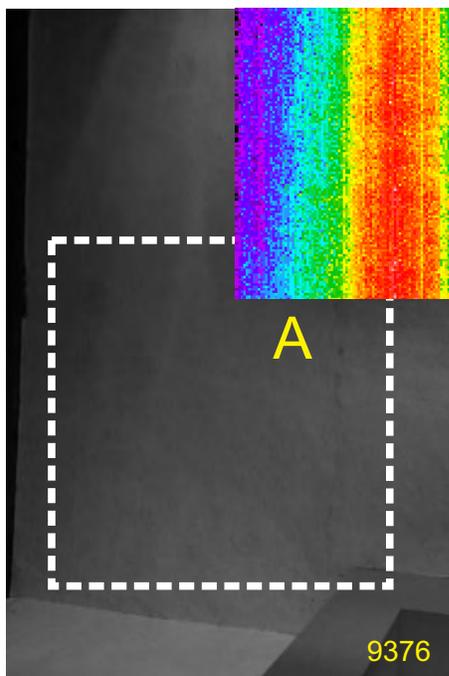


D IR01933.ISI  
13 de Junio de 2013 01:52:22 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.17  
Mínima: 22.95  
Promedio: 25.72  
Temperatura de la superficie: 23.5°C  
Temperatura del aire: 25.9°C  
Humedad relativa del aire: 49.2%HR

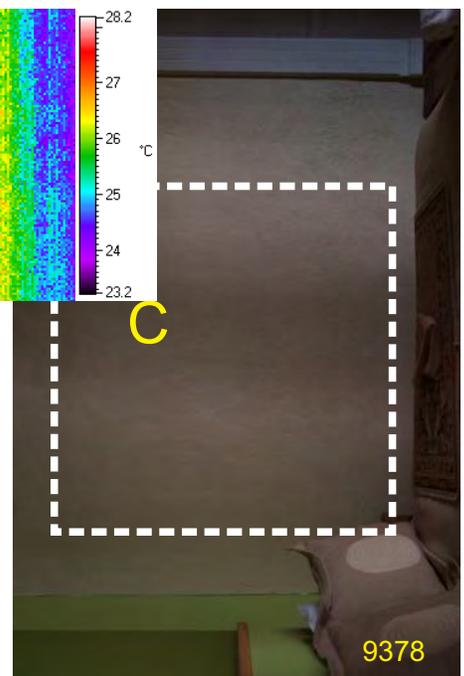


B IR01931.ISI  
13 de Junio de 2013 01:50:29 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.86  
Mínima: 23.71  
Promedio: 26.60  
Temperatura de la superficie: 23.5°C  
Temperatura del aire: 25.9°C  
Humedad relativa del aire: 49.2%HR

C IR01932.ISI  
13 de Junio de 2013 01:51:05 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.17  
Mínima: 23.22  
Promedio: 25.93  
Temperatura de la superficie: 23.5°C  
Temperatura del aire: 25.9°C  
Humedad relativa del aire: 49.2%HR



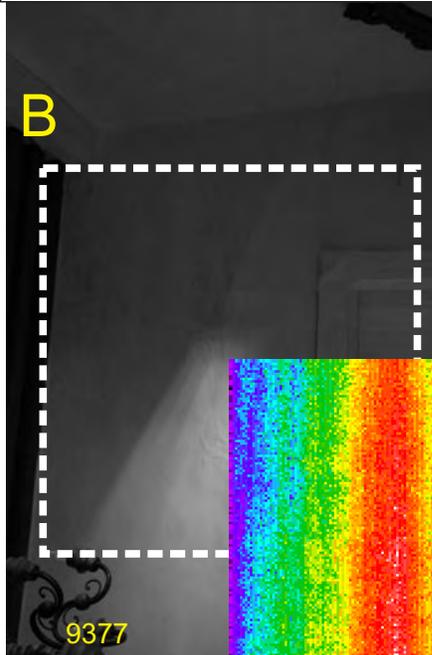
A IR01930.ISI  
13 de Junio de 2013 01:49:31 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29  
Mínima: 24.2  
Promedio: 26.56  
Temperatura de la superficie: 23.5°C  
Temperatura del aire: 25.9°C  
Humedad relativa del aire: 49.2%HR



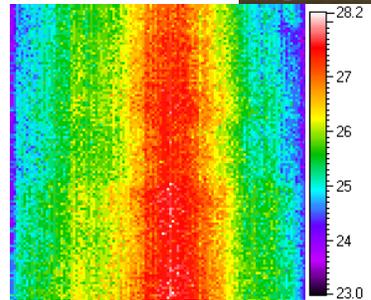
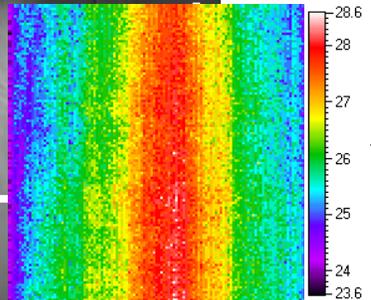
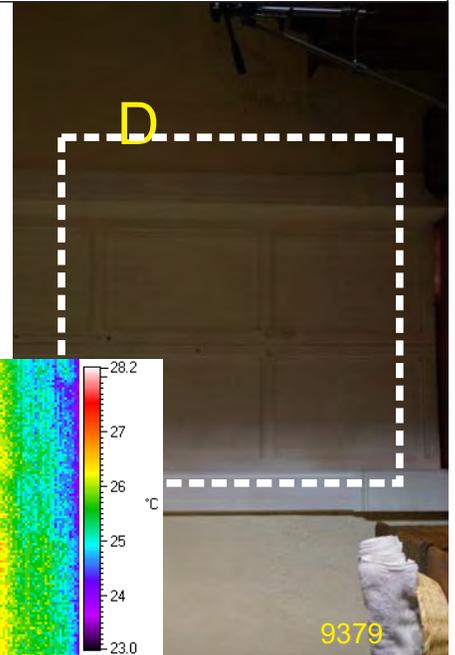
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Sur

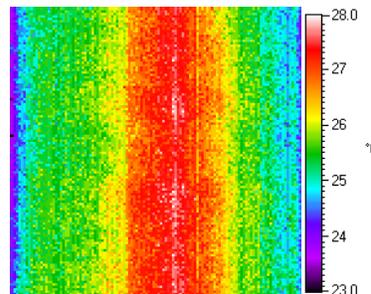
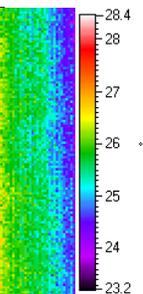
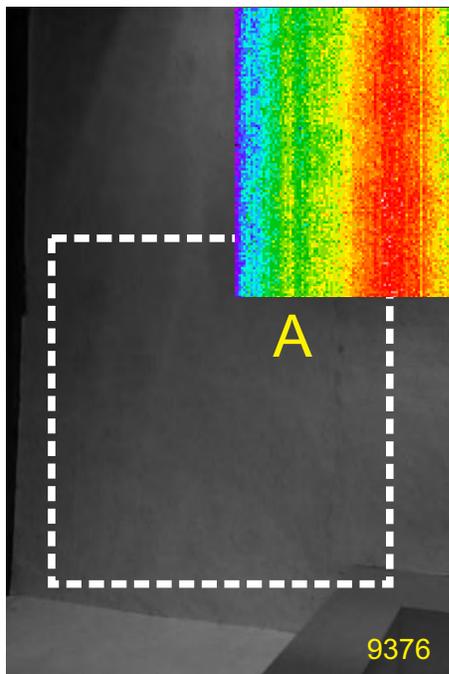


D IR02061.ISI  
13 de Junio de 2013 08:03:23 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.17  
Mínima: 23.02  
Promedio: 25.98  
Temperatura de la superficie: 20°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 54.5%HR

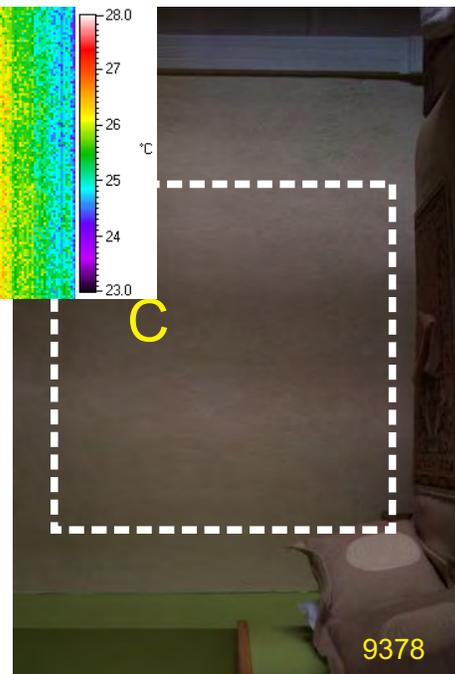


B IR02059.ISI  
13 de Junio de 2013 08:02:34 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.59  
Mínima: 23.57  
Promedio: 26.31  
Temperatura de la superficie: 20°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 54.5%HR

C IR02060.ISI  
13 de Junio de 2013 08:03:08 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.96  
Mínima: 23.02  
Promedio: 25.99  
Temperatura de la superficie: 20°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 54.5%HR



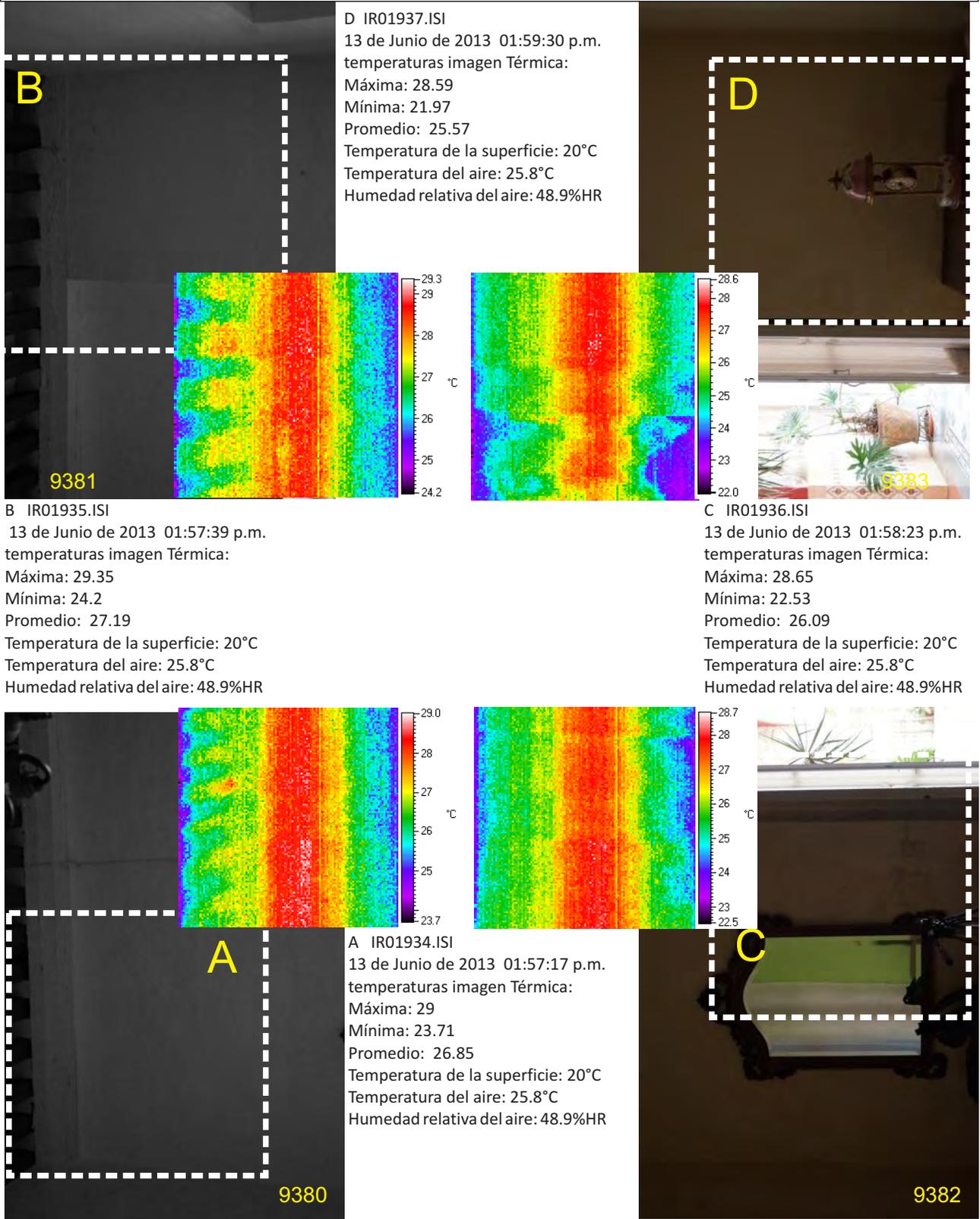
A IR02058.ISI  
13 de Junio de 2013 08:02:00 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.45  
Mínima: 23.22  
Promedio: 26.20  
Temperatura de la superficie: 20°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 54.5%HR



Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

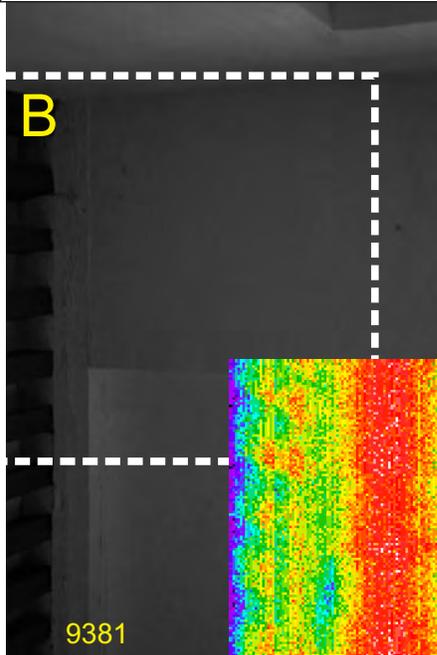
Objetivo: Muro Oeste interior



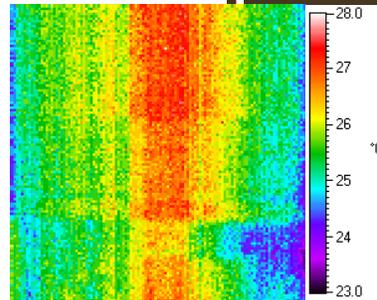
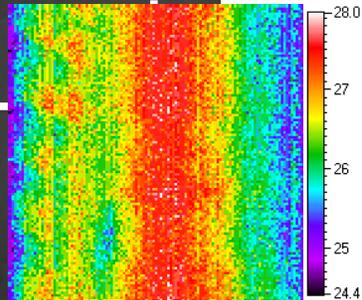
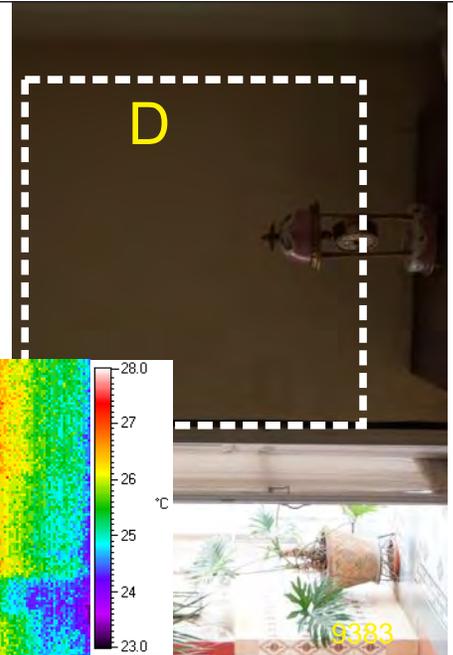
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Oeste interior

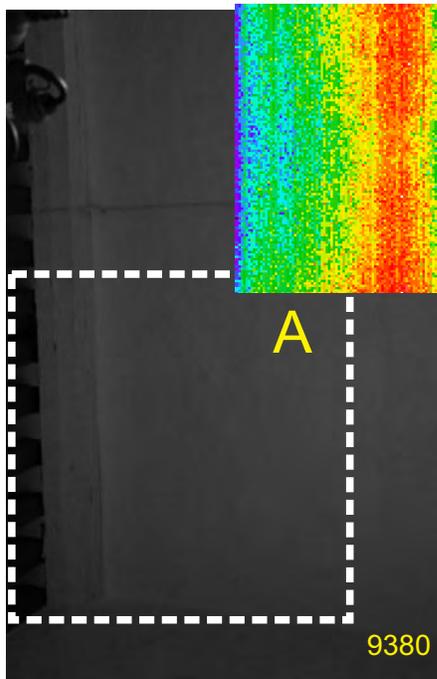


D IR02065.ISI  
13 de Junio de 2013 08:21:06 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.96  
Mínima: 23.02  
Promedio: 25.79  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 24.7°C  
Humedad relativa del aire: 56.1%HR

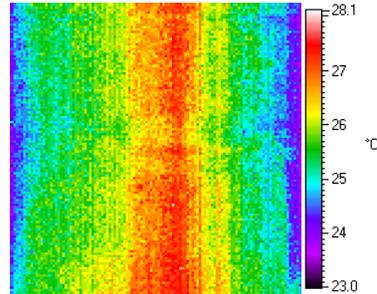
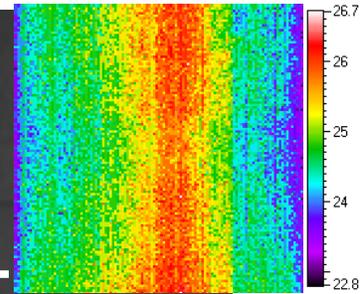
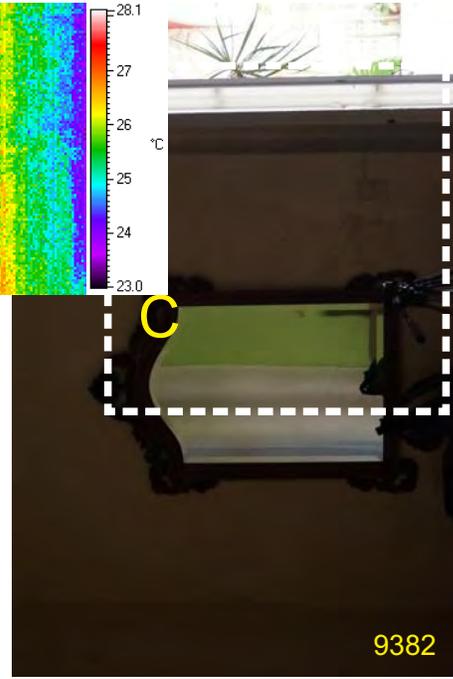


B IR02063.ISI  
13 de Junio de 2013 08:20:37 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.96  
Mínima: 24.41  
Promedio: 26.54  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 24.7°C  
Humedad relativa del aire: 56.1%HR

C IR02064.ISI  
13 de Junio de 2013 08:20:47 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.1  
Mínima: 23.02  
Promedio: 25.78  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 24.7°C  
Humedad relativa del aire: 56.1%HR



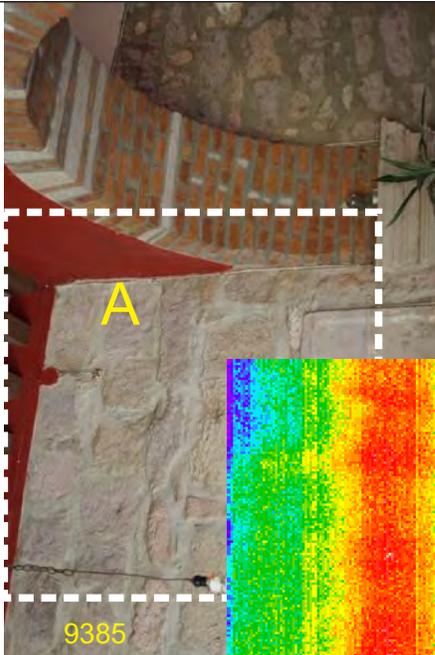
A IR02062.ISI  
13 de Junio de 2013 08:17:18 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 26.71  
Mínima: 22.81  
Promedio: 24.86  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 24.7°C  
Humedad relativa del aire: 56.1%HR



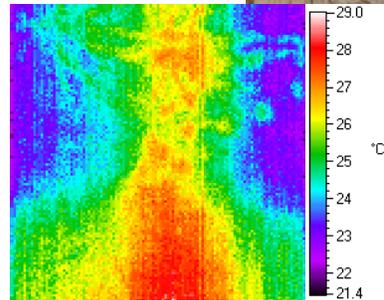
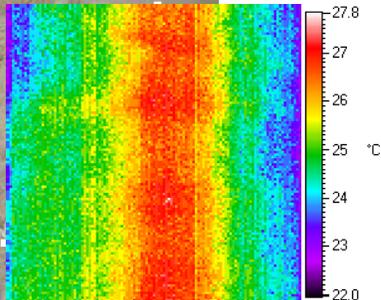
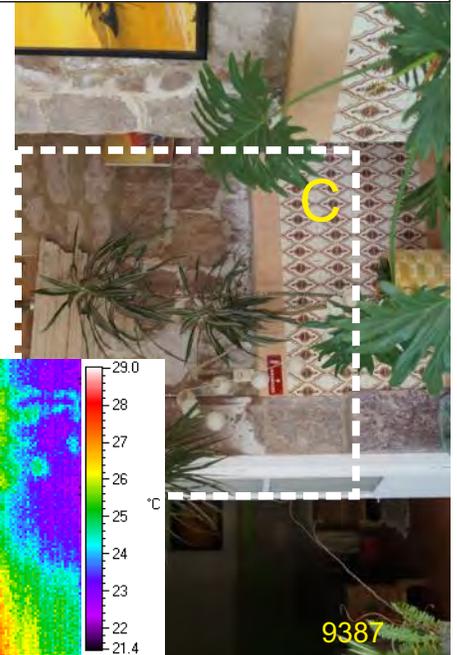
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Oeste exterior

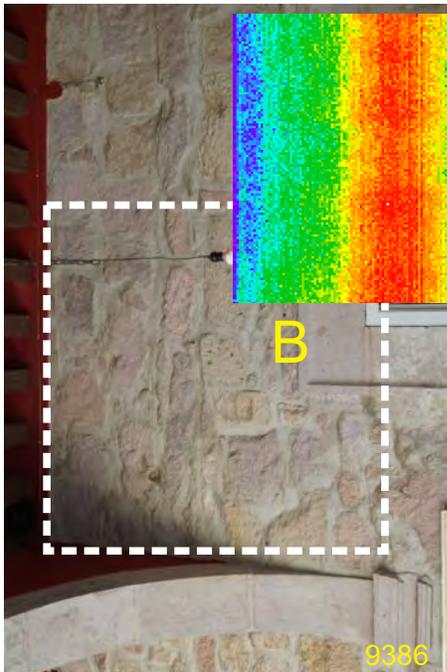


C IR01940.ISI  
13 de Junio de 2013 02:07:38 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29  
Mínima: 21.42  
Promedio: 25.10  
Temperatura de la superficie: 19°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.2%HR

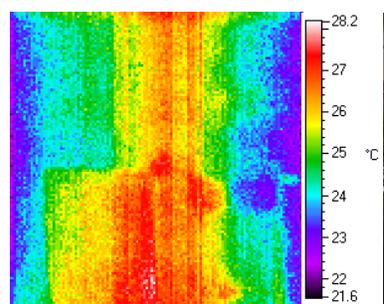
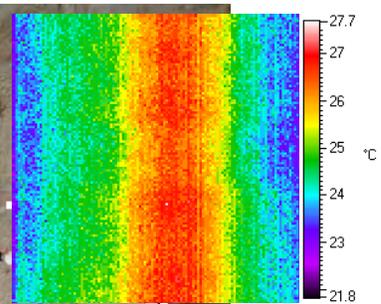
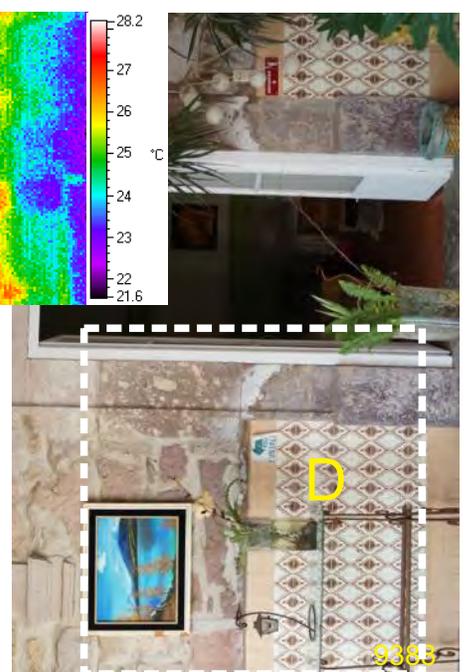


A IR01938.ISI  
13 de Junio de 2013 02:06:32 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.82  
Mínima: 21.97  
Promedio: 25.23  
Temperatura de la superficie: 19°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.2%HR

D IR01941.ISI  
13 de Junio de 2013 02:08:08 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.17  
Mínima: 21.56  
Promedio: 24.99  
Temperatura de la superficie: 19°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.2%HR



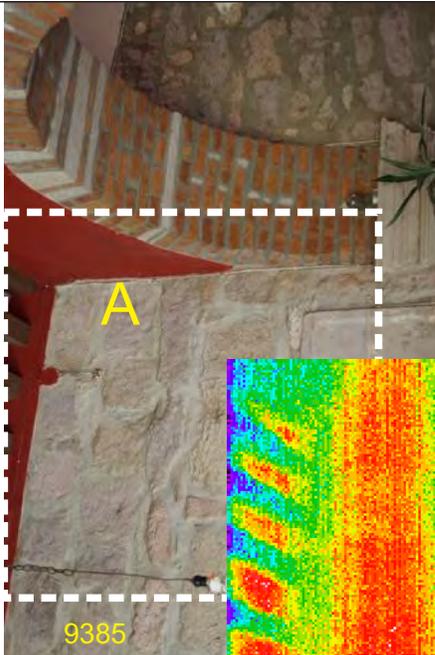
B IR01939.ISI  
13 de Junio de 2013 02:07:12 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.68  
Mínima: 21.84  
Promedio: 24.96  
Temperatura de la superficie: 19°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 47.2%HR



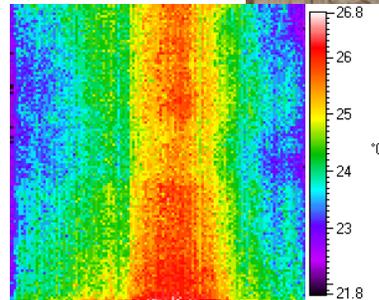
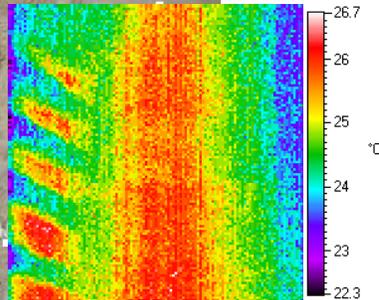
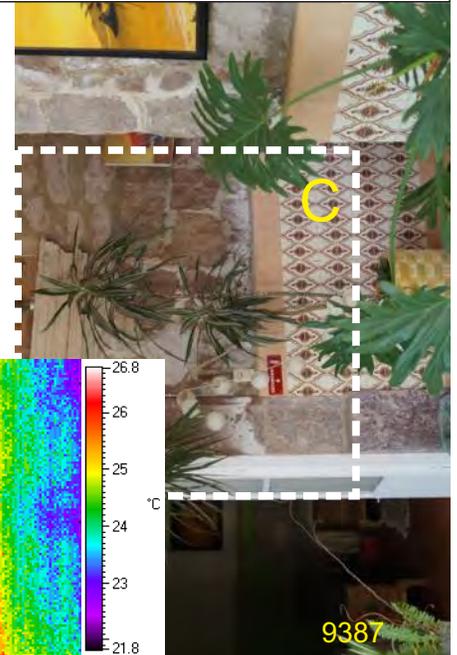
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Muro Oeste exterior

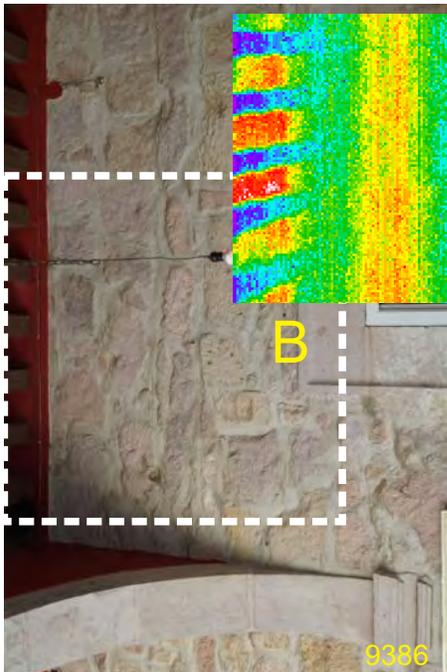


C IR02068.ISI  
13 de Junio de 2013 08:26:19 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 26.78  
Mínima: 21.84  
Promedio: 24.34  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 24.8°C  
Humedad relativa del aire: 55.3%HR

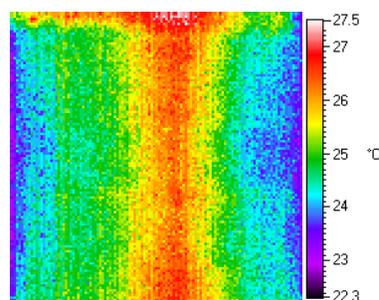
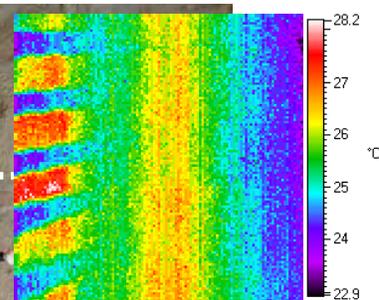
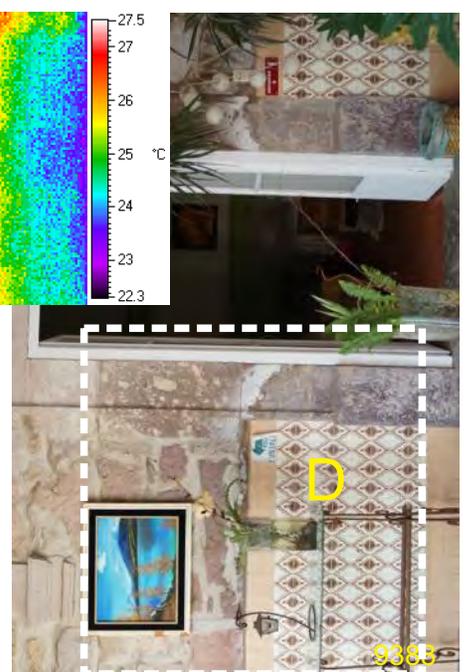


A IR02066.ISI  
13 de Junio de 2013 08:25:20 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 26.71  
Mínima: 22.32  
Promedio: 24.87  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 24.8°C  
Humedad relativa del aire: 55.3%HR

D IR02069.ISI  
13 de Junio de 2013 08:27:00 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.47  
Mínima: 22.32  
Promedio: 24.97  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 24.8°C  
Humedad relativa del aire: 55.3%HR



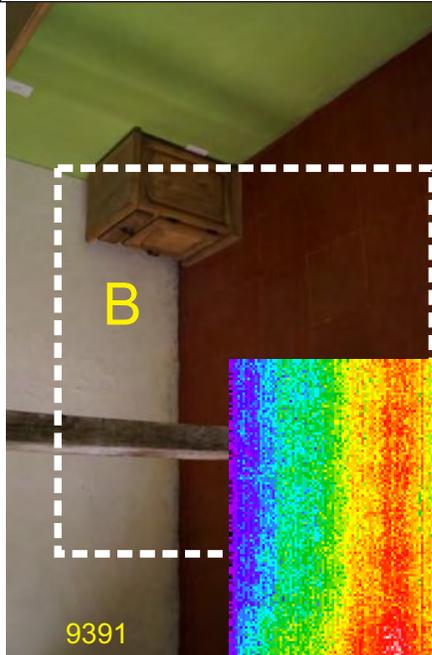
B IR02067.ISI  
13 de Junio de 2013 08:25:46 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.17  
Mínima: 22.95  
Promedio: 25.48  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 24.8°C  
Humedad relativa del aire: 55.3%HR



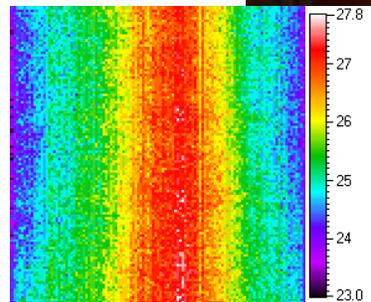
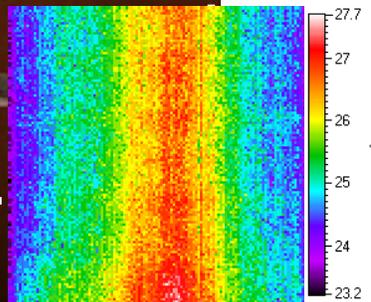
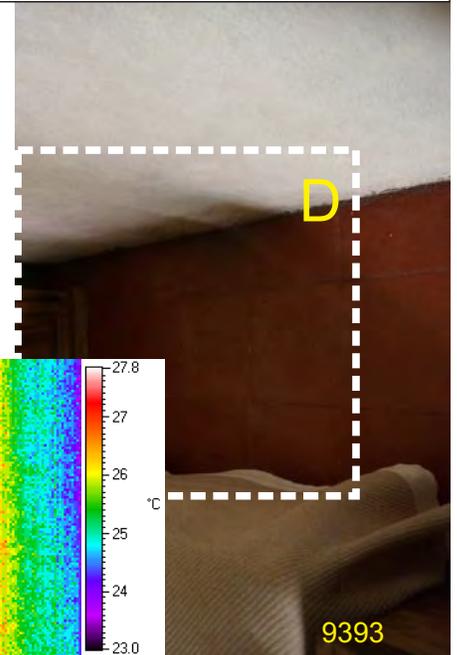
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Piso

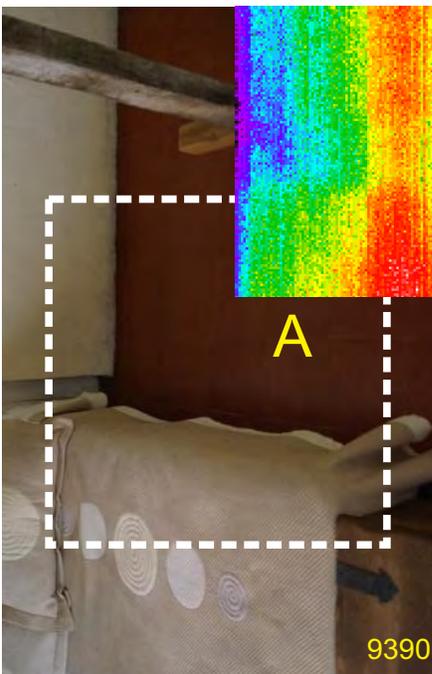


D IR01945.ISI  
13 de Junio de 2013 02:17:55 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.17  
Mínima: 22.81  
Promedio: 25.67  
Temperatura de la superficie: 21.4°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 50.8%HR

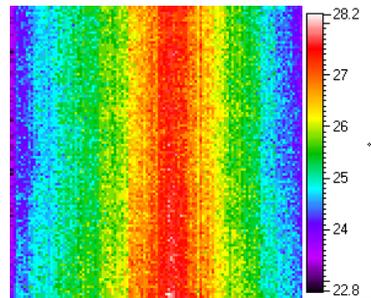
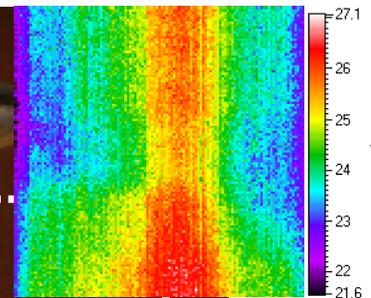
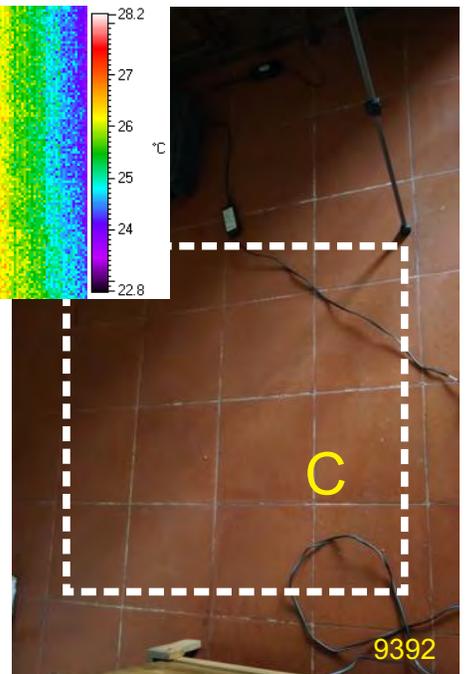


B IR01943.ISI  
13 de Junio de 2013 02:16:17 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.68  
Mínima: 23.22  
Promedio: 25.47  
Temperatura de la superficie: 21.4°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 50.8%HR

C IR01944.ISI  
13 de Junio de 2013 02:16:57 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.82  
Mínima: 23.02  
Promedio: 25.63  
Temperatura de la superficie: 21.4°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 50.8%HR



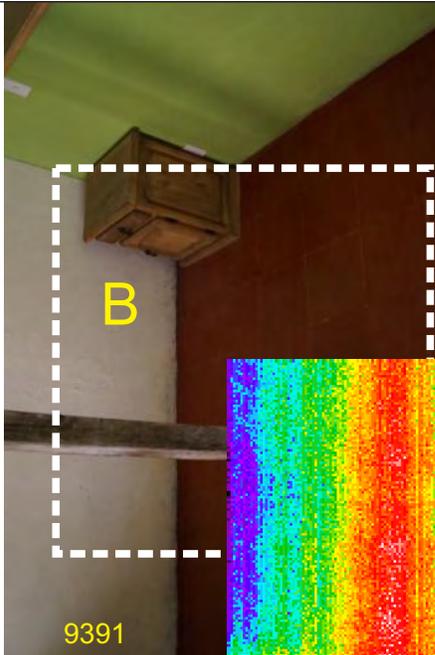
A IR01942.ISI  
13 de Junio de 2013 02:15:31 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.06  
Mínima: 21.56  
Promedio: 24.35  
Temperatura de la superficie: 21.4°C  
Temperatura del aire: 25.4°C  
Humedad relativa del aire: 50.8%HR



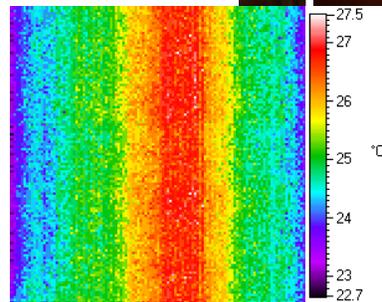
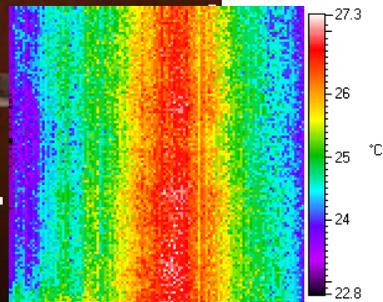
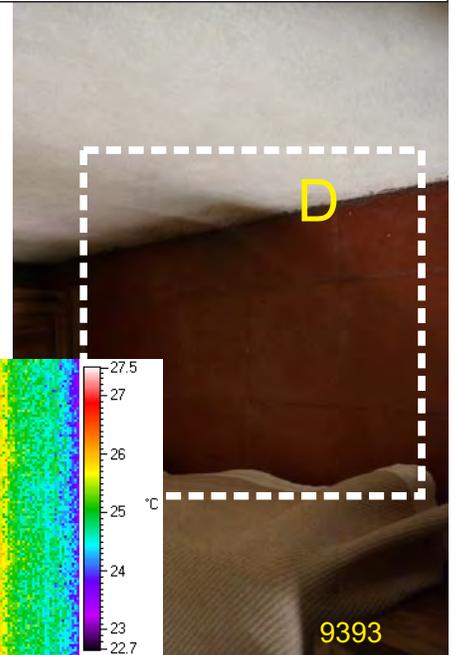
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Habitación 105

Objetivo: Piso

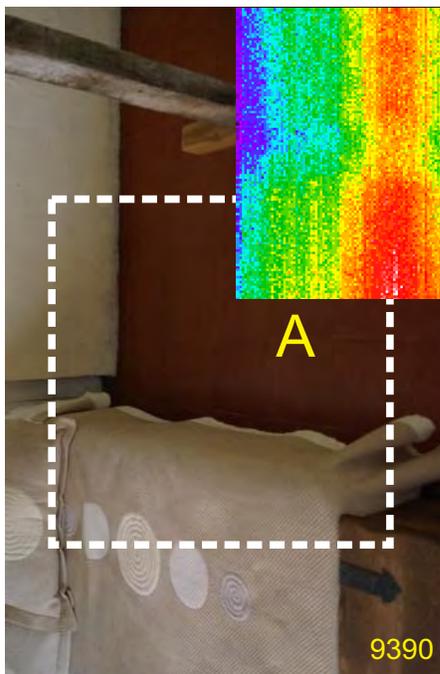


D IR02073.ISI  
13 de Junio de 2013 08:39:35 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.47  
Mínima: 22.67  
Promedio: 25.27  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 24.6°C  
Humedad relativa del aire: 55.6%HR

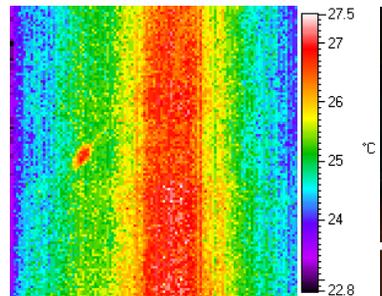
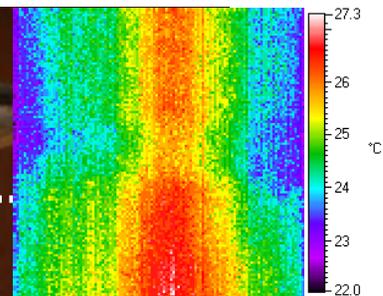
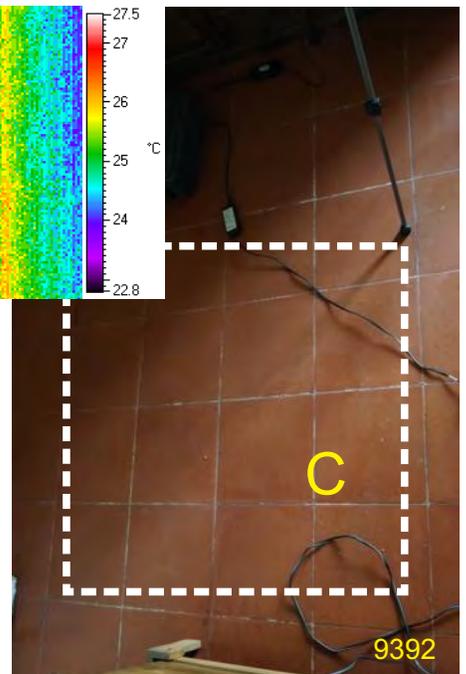


B IR02071.ISI  
13 de Junio de 2013 08:38:55 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.27  
Mínima: 22.81  
Promedio: 25.18  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 24.6°C  
Humedad relativa del aire: 55.6%HR

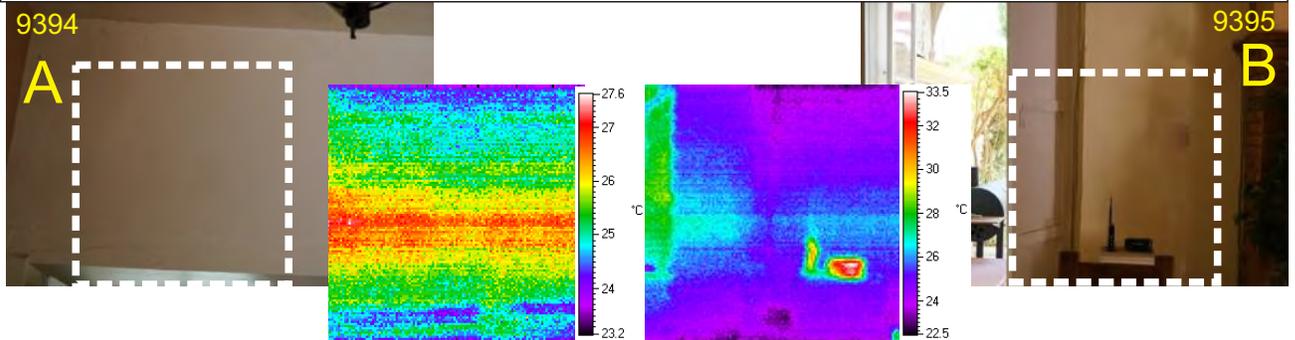
C IR02072.ISI  
13 de Junio de 2013 08:39:21 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.47  
Mínima: 22.81  
Promedio: 25.34  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 24.6°C  
Humedad relativa del aire: 55.6%HR



A IR02070.ISI  
13 de Junio de 2013 08:38:30 p.m.  
temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.27  
Mínima: 22.04  
Promedio: 24.80  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 24.6°C  
Humedad relativa del aire: 55.6%HR

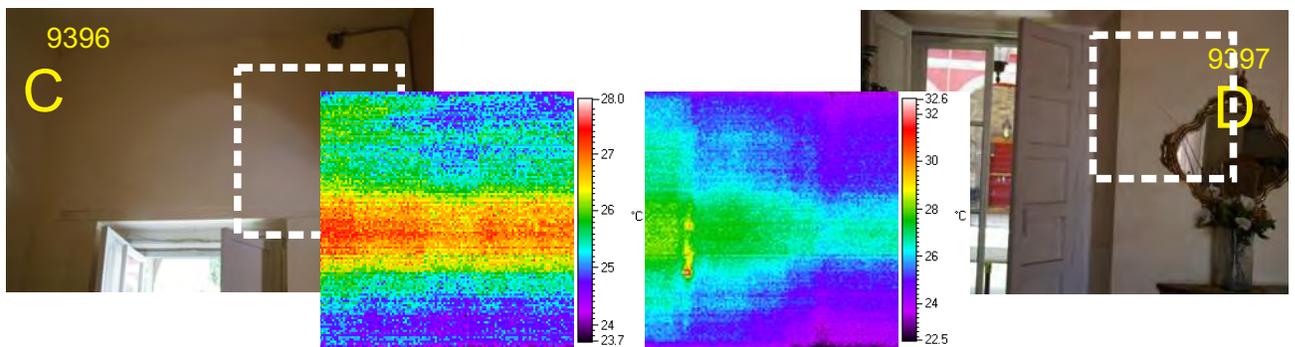


Hotel Casa Limonchelo Propietario: Raúl Duarte	Ubicación: Local: Sala	Objetivo: Muro Norte (Interior)
---	---------------------------	---------------------------------



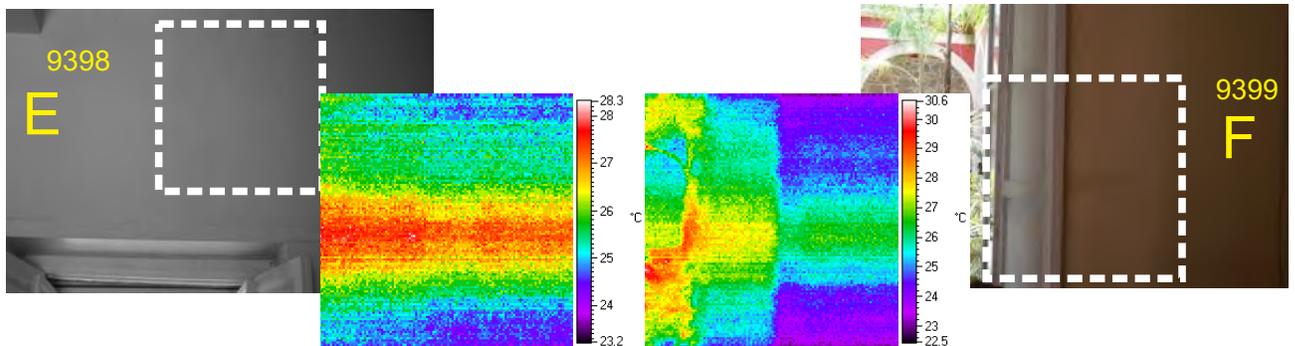
A IR01946.ISI 13 de Junio de 2013 02:35:35 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.61 / Mínima: 23.16 / Promedio: 25.44  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.6%HR

B IR01947.ISI 13 de Junio de 2013 02:36:15 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 33.52 / Mínima: 22.46 / Promedio: 25.36  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.6%HR



C IR01948.ISI 13 de Junio de 2013 02:37:43 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.96 / Mínima: 23.71 / Promedio: 25.74  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.6%HR

D IR01949.ISI 13 de Junio de 2013 02:38:28 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 32.61 / Mínima: 22.46 / Promedio: 25.80  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.6%HR



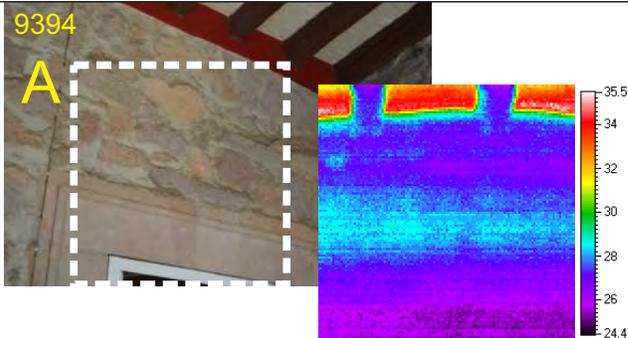
E IR01950.ISI 13 de Junio de 2013 02:38:55 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.31 / Mínima: 23.22 / Promedio: 25.83  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.6%HR

F IR01951.ISI 13 de Junio de 2013 02:39:23 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 30.6 / Mínima: 22.46 / Promedio: 25.82  
Temperatura de la superficie: 21°C  
Temperatura del aire: 25.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.6%HR

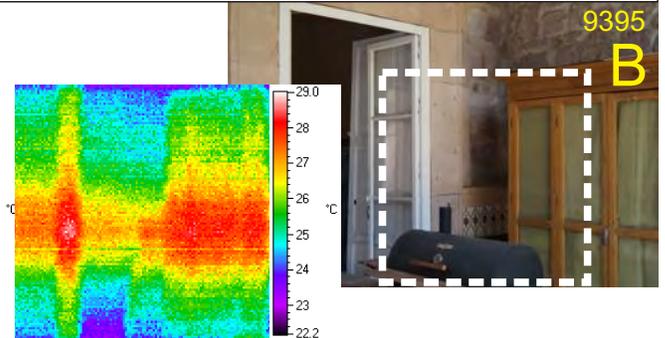
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Sala

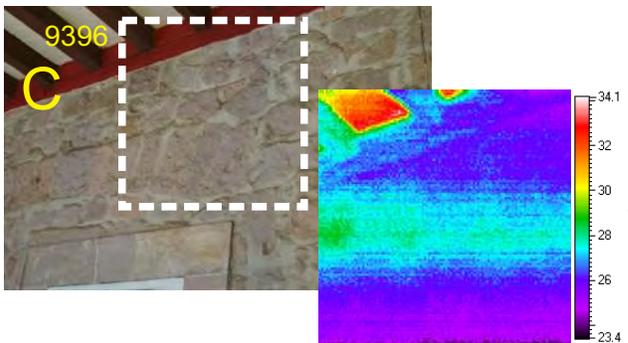
Objetivo: Muro Norte (Interior)



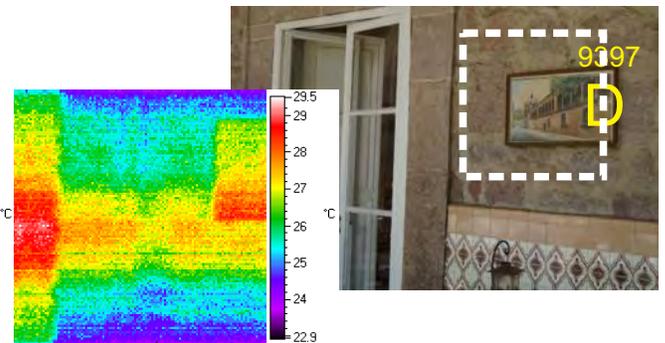
A IR01952.ISI 13 de Junio de 2013 02:50:43  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 35.46 / Mínima: 24.41 / Promedio: 27.66  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.2°C  
Humedad relativa del aire: 43.5%HR



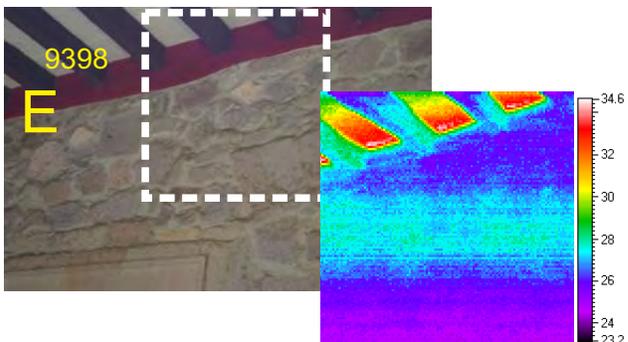
B IR01953.ISI 13 de Junio de 2013 02:52:19  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29 / Mínima: 22.18 / Promedio: 25.96  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.2°C  
Humedad relativa del aire: 43.5%HR



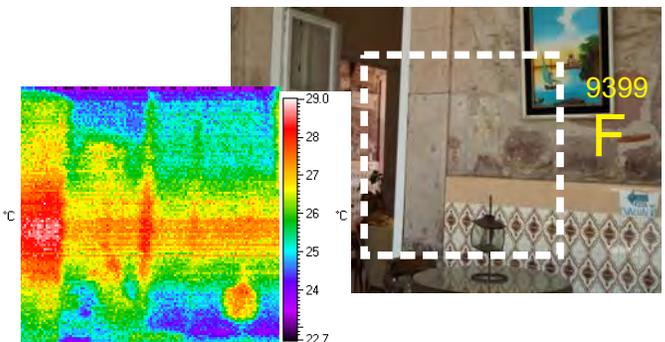
C IR01954.ISI 13 de Junio de 2013 02:52:55  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 34.14 / Mínima: 23.43 / Promedio: 26.75  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.2°C  
Humedad relativa del aire: 43.5%HR



D IR01955.ISI 13 de Junio de 2013 02:53:30  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.49 / Mínima: 22.95 / Promedio: 26.31  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.2°C  
Humedad relativa del aire: 43.5%HR



E IR01956.ISI 13 de Junio de 2013 02:54:18  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 34.63 / Mínima: 23.16 / Promedio: 26.87  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.2°C  
Humedad relativa del aire: 43.5%HR

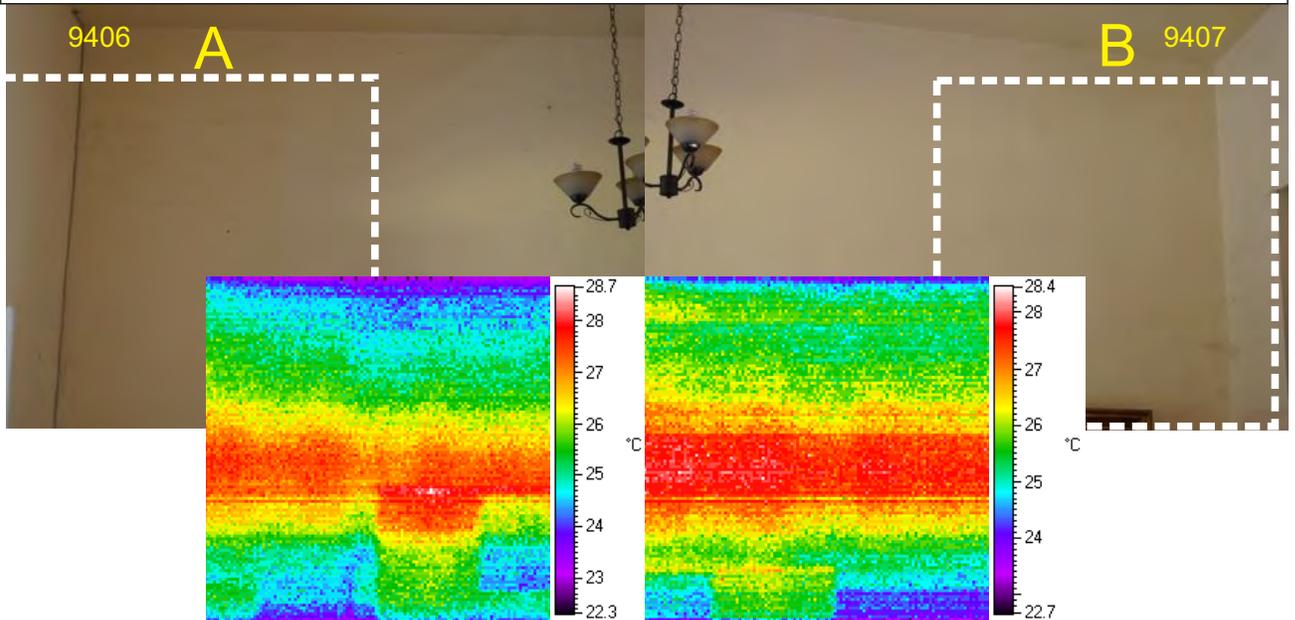


F IR01957.ISI 13 de Junio de 2013 02:54:44  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29 / Mínima: 22.67 / Promedio: 26.05  
Temperatura de la superficie: 23°C  
Temperatura del aire: 26.2°C  
Humedad relativa del aire: 43.5%HR

Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

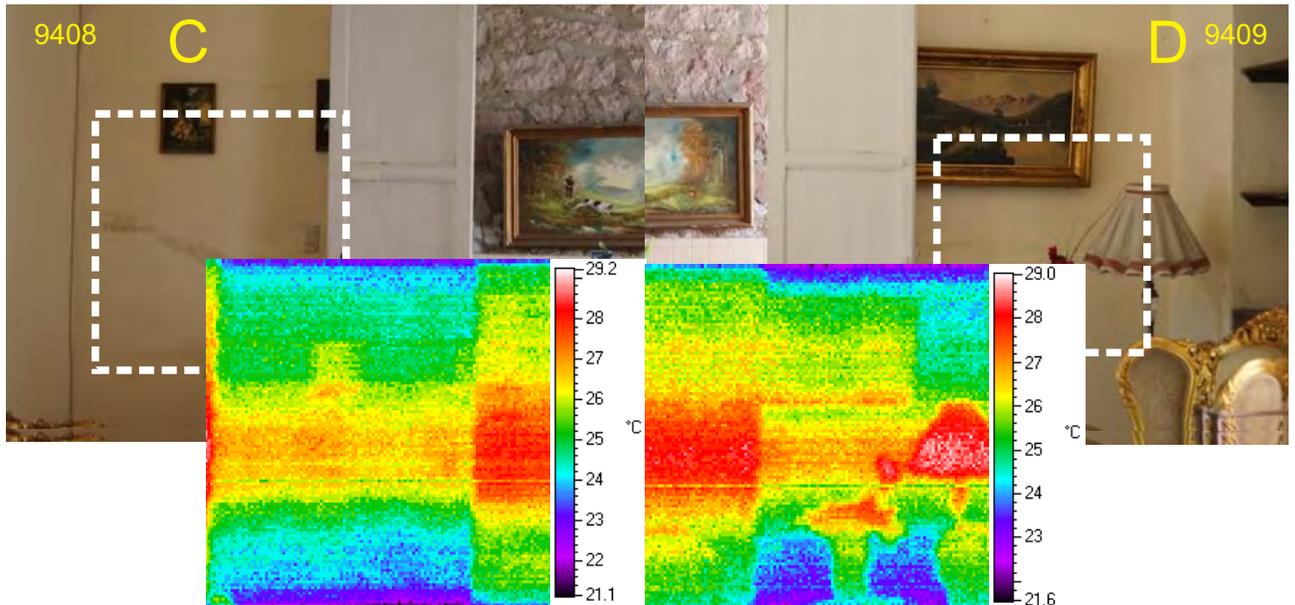
Ubicación:  
Local: Sala

Objetivo: Muro Este



A IR01959.ISI 13 de Junio de 2013 03:04:05 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.65 / Mínima: 22.32/ Promedio: 25.67  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 26°C  
Humedad relativa del aire: 44.1%HR

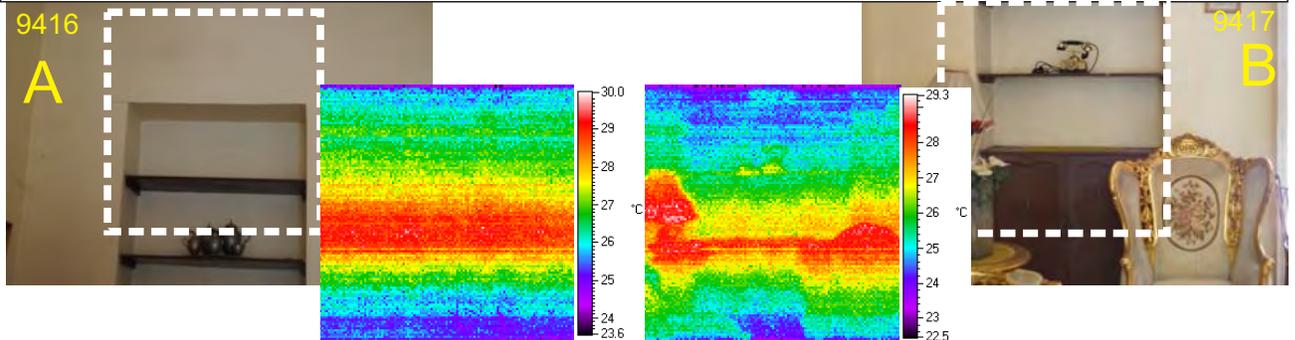
B IR01960.ISI 13 de Junio de 2013 03:04:50 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.45 / Mínima: 22.67/ Promedio: 26.09  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 26°C  
Humedad relativa del aire: 44.1%HR



C IR01961.ISI 13 de Junio de 2013 03:05:34  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.21 / Mínima: 21.14/ Promedio: 25.41  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 26°C  
Humedad relativa del aire: 44.1%HR

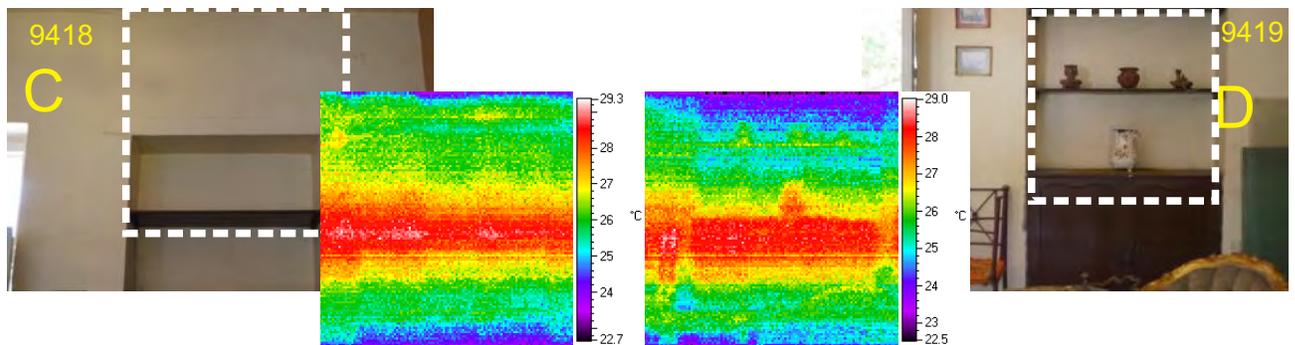
D IR01962.ISI 13 de Junio de 2013 03:05:47 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29 / Mínima: 21.56/ Promedio: 25.81  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 26°C  
Humedad relativa del aire: 44.1%HR

Hotel Casa Limonchelo Propietario: Raúl Duarte	Ubicación: Local: Sala	Objetivo: Muro Sur (interior)
---	---------------------------	-------------------------------



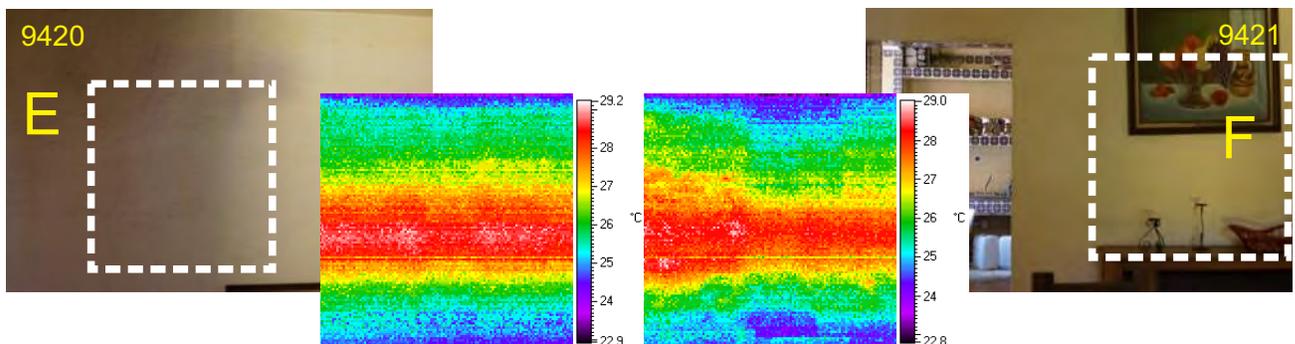
A IR01964.ISI 13 de Junio de 2013 03:13:25 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.97 / Mínima: 23.57 / Promedio: 27.01  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.4%HR

B IR01965.ISI 13 de Junio de 2013 03:14:22 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.35/ Mínima: 22.46/ Promedio: 26.00  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.4%HR



C IR01966.ISI 13 de Junio de 2013 03:15:13 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.35 / Mínima: 22.67/ Promedio: 26.54  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.4%HR

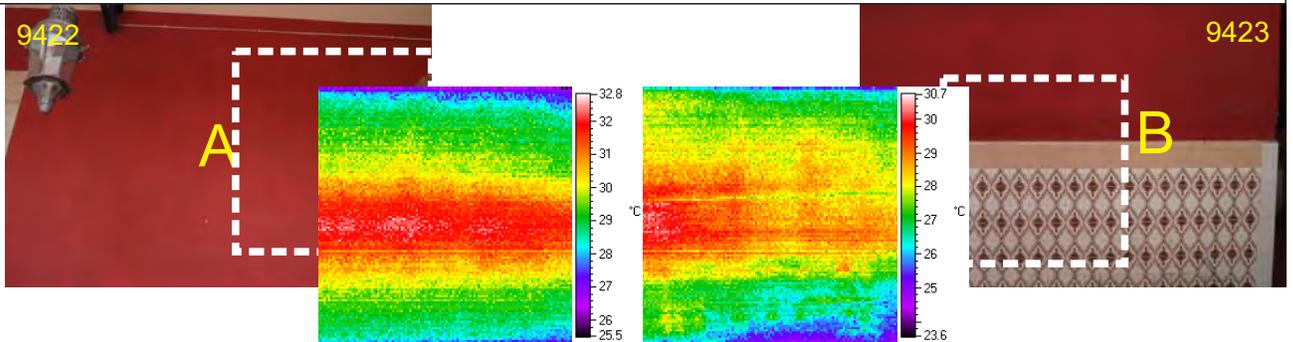
D IR01967.ISI 13 de Junio de 2013 03:15:53 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29 / Mínima: 22.53 / Promedio: 26.00  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.4%HR



E IR01968.ISI 13 de Junio de 2013 03:17:17 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.21 / Mínima: 22.95 / Promedio: 26.52  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.4%HR

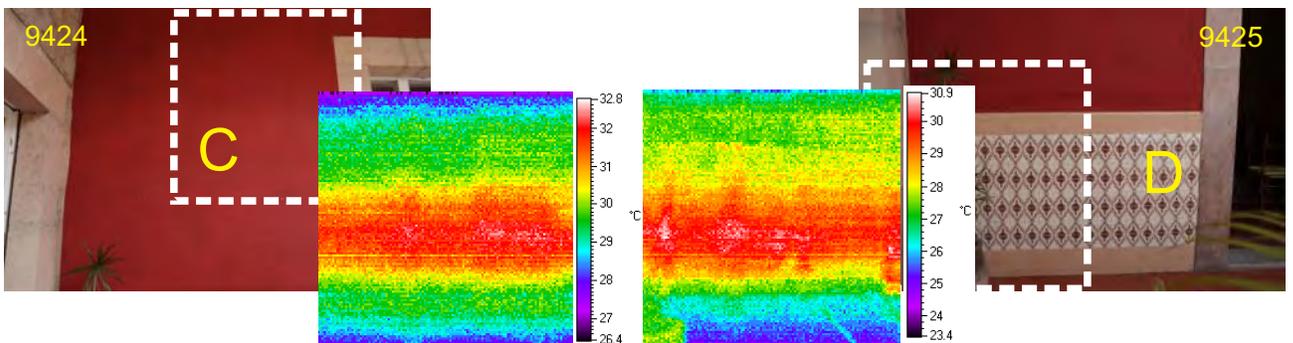
F IR01969.ISI 13 de Junio de 2013 03:17:39 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29 / Mínima: 22.81 / Promedio: 26.24  
Temperatura de la superficie: 21.3°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 45.4%HR

Hotel Casa Limonchelo Propietario: Raúl Duarte	Ubicación: Local: Sala	Objetivo: Muro Sur (interior)
---	---------------------------	-------------------------------



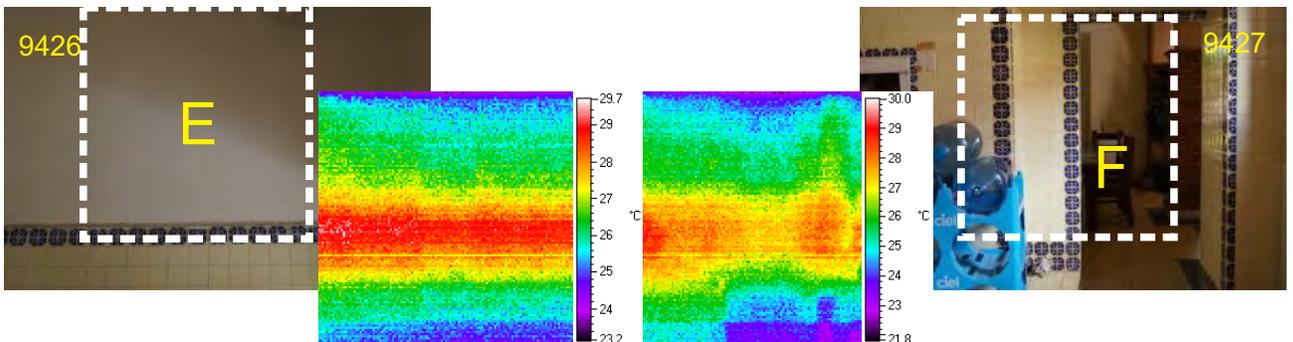
A IR01970.ISI 13 de Junio de 2013 03:27:39 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 32.82 / Mínima: 25.53 / Promedio: 29.91  
Temperatura de la superficie: 25°C  
Temperatura del aire: 27.1°C  
Humedad relativa del aire: 41.5%HR

B IR01971.ISI 13 de Junio de 2013 03:28:06 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 30.74/ Mínima: 23.57/ Promedio: 27.84  
Temperatura de la superficie: 25°C  
Temperatura del aire: 27.1°C  
Humedad relativa del aire: 41.5%HR



C IR01972.ISI 13 de Junio de 2013 03:28:29 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 32.75 / Mínima: 26.43/ Promedio: 26.57  
Temperatura de la superficie: 25°C  
Temperatura del aire: 27.1°C  
Humedad relativa del aire: 41.5%HR

D IR01973.ISI 13 de Junio de 2013 03:28:41 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 30.88 / Mínima: 23.36 / Promedio: 27.90  
Temperatura de la superficie: 25°C  
Temperatura del aire: 27.1°C  
Humedad relativa del aire: 41.5%HR



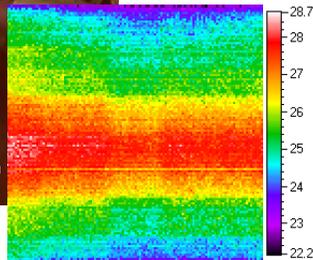
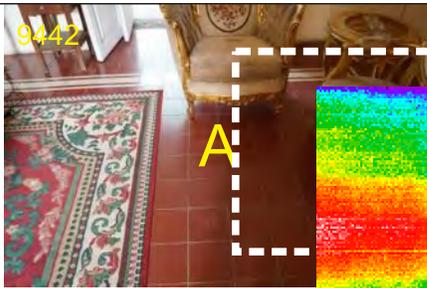
E IR01974.ISI 13 de Junio de 2013 03:31:25 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.7 / Mínima: 23.16 / Promedio: 26.65  
Temperatura de la superficie: 25°C  
Temperatura del aire: 27.1°C  
Humedad relativa del aire: 41.5%HR

F IR01975.ISI 13 de Junio de 2013 03:32:20 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.97 / Mínima: 21.84 / Promedio: 25.88  
Temperatura de la superficie: 25°C  
Temperatura del aire: 27.1°C  
Humedad relativa del aire: 41.5%HR

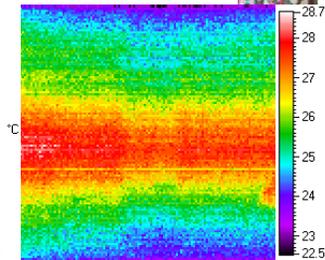
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Sala

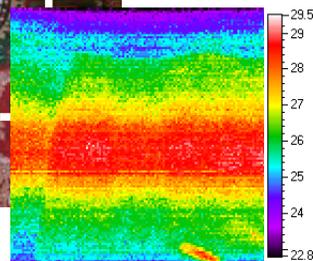
Objetivo: Piso



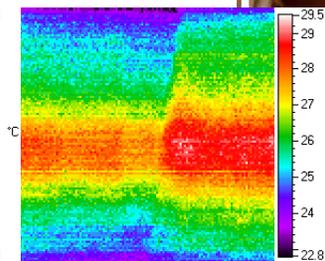
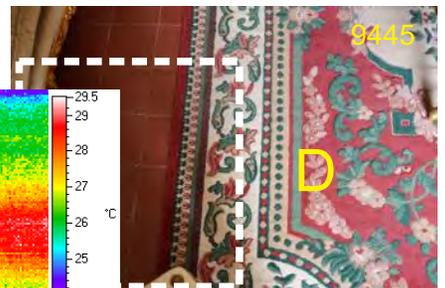
A IR01988.ISI 13 de Junio de 2013 04:05:58 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.65 / Mínima: 22.18 / Promedio: 22.81  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



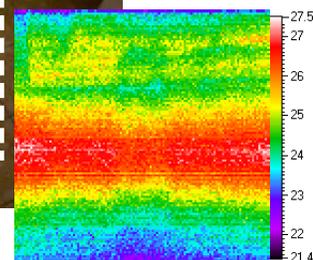
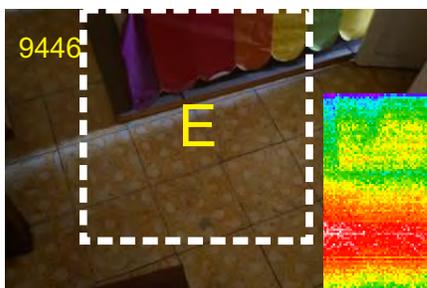
B IR01989.ISI 13 de Junio de 2013 04:06:25 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.65 / Mínima: 22.53 / Promedio: 22.67  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



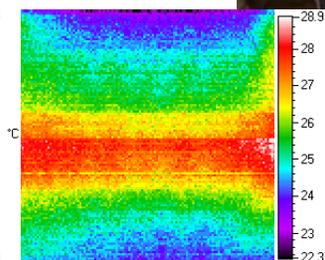
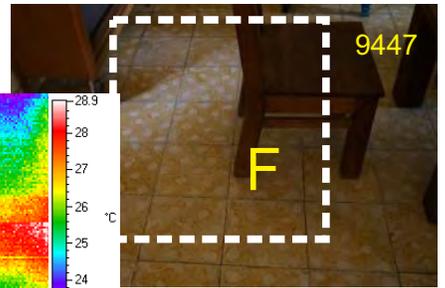
C IR01990.ISI 13 de Junio de 2013 04:06:52 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.49 / Mínima: 22.81 / Promedio: 23.02  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



D IR01991.ISI 13 de Junio de 2013 04:07:14 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.49 / Mínima: 22.81 / Promedio: 22.95  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



E IR01992.ISI 13 de Junio de 2013 04:07:47 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.47 / Mínima: 21.42 / Promedio: 21.42  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR

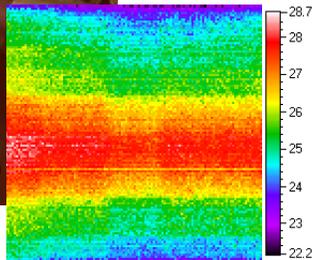
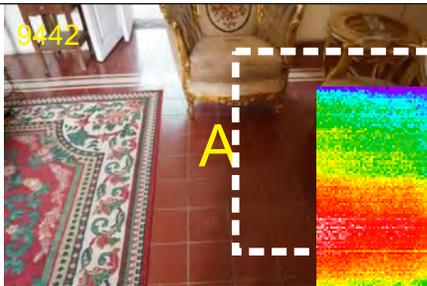


F IR01993.ISI 13 de Junio de 2013 04:08:26 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.86 / Mínima: 22.32 / Promedio: 22.81  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR

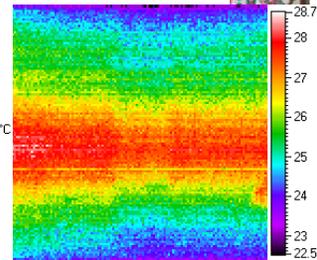
Hotel Casa Limonchelo  
Propietario: Raúl Duarte

Ubicación:  
Local: Sala

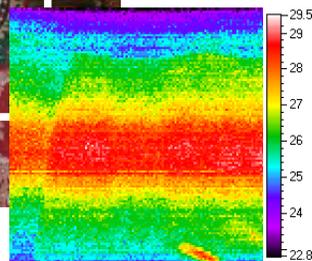
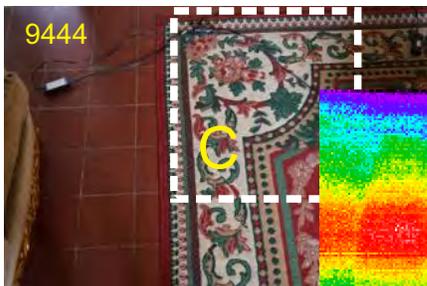
Objetivo: Piso



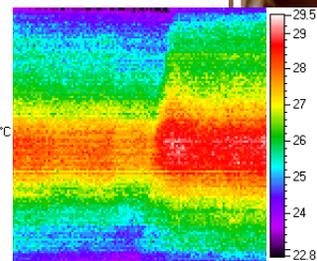
A IR01988.ISI 13 de Junio de 2013 04:05:58 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.65 / Mínima: 22.18 / Promedio: 22.81  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



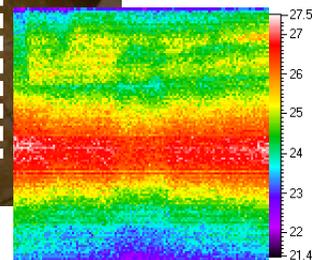
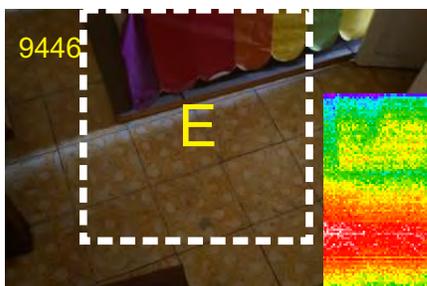
B IR01989.ISI 13 de Junio de 2013 04:06:25 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.65 / Mínima: 22.53 / Promedio: 22.67  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



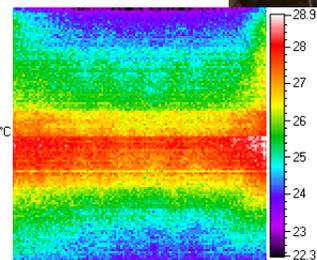
C IR01990.ISI 13 de Junio de 2013 04:06:52 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.49 / Mínima: 22.81 / Promedio: 23.02  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



D IR01991.ISI 13 de Junio de 2013 04:07:14 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 29.49 / Mínima: 22.81 / Promedio: 22.95  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



E IR01992.ISI 13 de Junio de 2013 04:07:47 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 27.47 / Mínima: 21.42 / Promedio: 21.42  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR



F IR01993.ISI 13 de Junio de 2013 04:08:26 p.m.  
Temperaturas imagen Térmica:  
Máxima: 28.86 / Mínima: 22.32 / Promedio: 22.81  
Temperatura de la superficie: 20.4°C  
Temperatura del aire: 27.5°C  
Humedad relativa del aire: 40.3%HR