



6 de febrero de 2024

**H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente**

**La Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas y grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente,** da por recibido el Informe Global del Proyecto de Investigación N-232 “Estrategias de Diseño Bioclimático y Ecotecnologías aplicadas en la Arquitectura Religiosa del Siglo XVI, XVII y XVIII”, cuyo responsable es la Dra. Gloria María Castorena Espinosa, presentado por el Departamento del Medio Ambiente.

Las personas integrantes de la Comisión que estuvieron presentes en la reunión y se manifestaron a favor de recibir el Informe Global: Mtro. Hugo Armando Carmona Maldonado, Mtra. Sandra Luz Molina Mata, Dra. Marcela Burgos Vargas y Mtro. Sergio Dávila Urrutia, así como el Asesor: Dr. Fernando Rafael Minaya Hernández.

**Atentamente  
Casa abierta al tiempo**

**Mtra. Areli García González**  
Coordinadora de la Comisión

JDMA. 039/01.2024  
Ciudad de México, a 24 de enero de 2024

**Mtra. Areli García González**  
Secretaria Académica en funciones de  
Presidente del H. Consejo Divisional  
División de Ciencias y Artes para el Diseño

P r e s e n t e

Estimada Mtra Areli

Por este medio me permito presentar al H. Consejo Divisional que usted preside el **Informe global para la terminación** del proyecto de investigación: **N-232, “Estrategias de Diseño Bioclimático y Ecotecnologías aplicadas en la Arquitectura Religiosa del Siglo XVI, XVII y XVIII”**, cuyo responsable es la **Dra. Gloria María Castorena Espinosa**.

Sin más por el momento, hago propicia la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

*Casa abierta al tiempo*



**Mtro. Luis Yoshiaki Ando Ashijara**  
Jefe del Departamento del Medio Ambiente  
C.c.p. Archivo

Ciudad de México a 23 de enero del 2024.

**Mtro. Luis Yoshiaki Ando Ashijara**  
**Jefe del Departamento de Medio Ambiente**  
**Presente**

Estimado Mtro. Ando

Por medio de la presente me dirijo a Ud. atentamente, para que se realicen los trámites correspondientes ante el Consejo Divisional de CyAD para la Terminación del Proyecto de Investigación N-232 “Estrategias de Diseño Bioclimático y Ecotecnologías aplicadas en la Arquitectura Religiosa del Siglo XVI, XVII y XVIII” registrado en el Área de Investigación de Arquitectura Bioclimática del Departamento de Medio Ambiente.

Anexo a la solicitud los resultados finales que cubren los Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño; objetivos y metas planteados a través del informe global.

Agradeciendo la atención a la presente, quedo a sus órdenes

Atentamente



Dra. Gloria María Castorena Espinosa  
Profesor Investigador  
Área de Arquitectura Bioclimática



Conforme a los **Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño.**

### **3.5 Terminación de un Proyecto**

**3.5.1 Un proyecto se considera concluida ante el Consejo Divisional cuando se entreguen sus resultados finales, en virtud de haber alcanzado los objetivos y metas planteados.**

Se entrega el Acta de Grado de Maestría que engloba la Investigación y la presentación de los Idónea Comunicación de Resultados que justifican los objetivos y metas planteados en la investigación.

**3.5.2 El responsable del Proyecto, además, incluirá un informe global con los siguientes puntos:**

El Informe Global del Proyecto de Investigación “Estrategias de Diseño Bioclimático y Ecotecnologías aplicadas en la Arquitectura Religiosa del Siglo XVI, XVII y XVIII” se realizó bajo la responsabilidad de la Arquitecta Gloria María Castorena Espinosa.

**3.5.2.1 Relación y descripción de actividades y resultados de cada uno de los integrantes.**

Participantes:

Dr. Víctor Armando Fuentes Freixanet. Realizó la actividad de tutoría y conducción de la investigación, como Director de Tesis para la obtención del Grado de Maestría en Diseño en la Línea de Arquitectura Bioclimática.

Dr. Aníbal Figueroa Castrejón realizó la actividad de asesor en el desarrollo de la investigación en la parte del análisis de las tecnologías ambientales

**3.5.2.2 Relación con la docencia, la preservación y difusión de la cultura del Proyecto de Investigación Concluido.**

La Investigación se relaciona con la docencia en la Carrera de Arquitectura a través de las UEA´s de Climatología y Geometría Solar, Confort Higrotérmico y el proyecto Arquitectónico al aplicar como parte del proceso de Diseño Arquitectónico las Estrategias de Diseño Bioclimático y las Tecnologías ambientales.

La preservación y difusión de la Cultura se consigue a través de la publicación de la Tesis de Maestría que integra la investigación.

**3.5.2.3 Aportaciones al campo de conocimiento.**

El aporte al campo de conocimiento consiste en plantear una metodología para documentar el comportamiento bioclimático de los edificios históricos en cuanto a las estrategias de diseño y las tecnologías ambientales que dio habitabilidad al conjunto arquitectónico.

#### **3.5.2.4 Coherencia entre metas, objetivos y resultados finales.**

La meta principal de la investigación es la identificación de las principales Ecotecnologías originales, empleadas para la operación y funcionamiento de los edificios, así como documentar los elementos y dispositivos de diseño evaluados a través de registros de asoleamiento, temperatura y humedad al interior de los edificios. Estas metas y objetivos se desarrollaron en la investigación como parte de la estructura de la investigación.

El resultado final es el documento escrito de la tesis que sustenta el exámen de grado de Maestría en Diseño en la Línea de Arquitectura Bioclimática.

Los objetivos de la investigación de Identificar, analizar y documentar las estrategias de diseño y ecotecnologías empleadas en el Ex Colegio de Tepetzotlán corresponden al objetivo principal de la Tesis de grado.

#### **3.5.2.5 Trascendencia social.**

La trascendencia social es la recuperación del conocimiento empírico e histórico de los ejes de la sustentabilidad.

Se anexan los documentos probatorios.





Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

# ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00061

Matricula: 096100073

"Estrategias de diseño bioclimático y ecotecnologías aplicadas al Ex colegio Jesuita de Tepotzotlán"

En México, D.F., se presentaron a las 10:00 horas del día 14 del mes de septiembre del año 2010 en la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

- DR. JORGE MANUEL ALEJANDRO SANCHEZ DE ANTUÑANO Y BARRANCO
- M. EN C. HUGO EDUARDO DE JESUS SOLIS CORREA
- MTRO. VICTOR ARMANDO FUENTES FREIXANET
- MTRO. RAYMUNDO FERNANDEZ CONTRERAS
- DR. FRANCISCO JOSE SANTOS ZERTUCHE

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretario el último, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN DISEÑO  
DE: GLORIA MARIA CASTORENA ESPINOSA

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

**— APROBAR —**

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

2010

REVISÓ

[Redacted]

[Redacted]

GLORIA MARIA CASTORENA ESPINOSA  
ALUMNA

REVISÓ

[Redacted]

LIC. JULIO CÉSAR DE LARA ISASSI  
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CAD

[Redacted]

MTRO. LUIS CARLOS HERRERA GUTIERREZ DE VELASCO

PRESIDENTE

[Redacted]

DR. JORGE MANUEL ALEJANDRO SANCHEZ DE ANTUÑANO Y BARRANCO

VOCAL

[Redacted]

M. EN C. HUGO EDUARDO DE JESUS SOLIS CORREA

VOCAL

[Redacted]

MTRO. VICTOR ARMANDO FUENTES FREIXANET

VOCAL

[Redacted]

MTRO. RAYMUNDO FERNANDEZ CONTRERAS

SECRETARIO

[Redacted]

DR. FRANCISCO JOSE SANTOS ZERTUCHE

UNIVERSIDAD  
AUTONOMA  
METROPOLITANA

Casa abierta al tiempo



---

**DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO.**

Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño.

**ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO Y ECOTECNOLOGÍAS APLICADAS  
AI EX COLEGIO JESUITA DE TEPOTZOTLÁN.**

**Gloria María Castorena Espinosa.**

Tesis para optar por el grado de *Maestría en Diseño*.

Línea de Investigación: **Arquitectura Bioclimática.**

Miembros del Jurado:

**Dr. Víctor Armando Fuentes Freixanet.**

Director de la tesis.

**Dr. Jorge Sánchez de Antuñano Barranco**

**Dr. Francisco Santos Zertuche**

**Mtro. Hugo Eduardo de Jesús Solís Correa.**

**Mtro. Raymundo Fernández Contreras.**

México D. F. Septiembre del 2010.

---

## RESUMEN

---

Esta investigación se ha desarrollado en torno a los edificios del periodo colonial, tomando como caso de estudio el Ex colegio jesuita (Colegio de Lenguas, Colegio de San Martín y Colegio de San Francisco Javier), localizado en San Pedro Tepetzotlán, hoy Museo Nacional del Virreinato. En ella se han estudiado los efectos de los elementos arquitectónicos, materiales y las formas constructivas con énfasis en sus consecuencias sobre la temperatura, la humedad y la iluminación interior; así como las eco-técnicas que se idearon durante la colonia para el secado de alimentos, la recolección, tratamiento uso y reutilización y tratamiento del agua, así como la medición del tiempo, entre otros.

Los resultados documentan y demuestran que, tanto los conceptos bioclimáticos como los elementos técnicos empleados en el caso de estudio, operaban adecuadamente consumiendo una cantidad mínima de recursos. Es decir, que se trata de construcciones con un grado de autosuficiencia importante y cuyo consumo de recursos se había planeado y ejecutado en una forma racional y ordenada, de tal modo que se obtuviera un nivel de bienestar lumínico, acústico, térmico, higrométrico, de calidad del aire, adecuado a cada una de las actividades y espacios.

Así, esta tesis demuestra que los edificios del Ex colegio jesuita en Tepetzotlán fueron ideados como un sistema interdependiente entre las variables constructivas (inercia y masividad), de desempeño (temperatura, humedad e iluminación) y perceptivas (calidad del espacio, proporciones) produciendo un conjunto funcional, eficiente y confortable.

También se evidencia en este trabajo, que tanto los edificios como los dispositivos fueron construidos y modificados en diferentes etapas a lo largo de doscientos años para poder realizar los ajustes necesarios para su mejor funcionamiento y absorber el incremento de áreas requerido para satisfacer las crecientes necesidades de sus habitantes. Es decir, que una parte del conocimiento aplicado en él tiene su origen en la fusión de la cultura española-europea y la indígena; y otra en un desarrollo empírico de elementos arquitectónicos y constructivos que se dio a través de un extenso periodo de tiempo.

Con el enfoque metodológico desarrollado en esta investigación es posible evaluar otros conjuntos coloniales bajo una perspectiva bioclimática; empleando las técnicas y herramientas disponibles en la actualidad, para verificar la efectividad e implementar las experiencias y principios de diseño en los proyectos contemporáneos para diferentes regiones y climas de nuestro país.



# INDICE

---

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes	
1.2	Planteamiento y delimitación del problema	
1.3	Objetivo general.....	3
1.4	Hipótesis	
1.5	Motivación para elaborar la investigación	
1.6	Procedimiento.....	4
1.7	Desarrollo del documento	
1.8	Resultados y aportaciones.....	5
<b>2</b>	<b>Marco de referencia.....</b>	<b>7</b>
2.1	Marco teórico	
2.1.1	Alcances.....	8
2.1.2	Fuentes bibliográficas	
2.1.3	Fuentes iconográficas.....	9
2.1.4	Fuentes cartográficas	
2.1.5	Otras	
2.2	Marco conceptual.....	10
2.3	Marco metodológico.....	11
2.3.1	Objetivo específico	
2.3.2	Hipotesis	
2.3.3	Preguntas de investigación	
2.3.4	Metodología.....	12
<b>3</b>	<b>El conjunto Arquitectónico.....</b>	<b>15</b>
3.1	Introducción	
3.2	Características de los conjuntos conventuales en México.....	18
3.3	Los colegios jesuitas.....	20

3.4 Etapas de crecimiento del conjunto arquitectónico.....	21
3.5 Antecedentes	
<b>4 Arquitectura Bioclimática.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 El clima</b>	
4.1.1 Clasificación climatológica.....	29
4.1.2 Análisis climatológico.....	33
4.1.3 Parámetros climatológicos	
4.1.3.1 Temperatura	
4.1.3.2 Humedad Relativa	
4.1.3.3 Viento.....	34
4.1.3.4 Precipitación pluvial e índice ombrotérmico	
4.1.3.5 Irradiación solar.....	35
4.1.3.6 Nubosidad y fenómenos especiales.....	36
4.1.3.7 Días grado	
4.1.4 Datos horarios de temperatura y humedad.....	37
4.1.5 Matriz de climatización.....	39
4.1.6 Carta bioclimática.....	40
4.1.7 Diagrama Psicrométrico.....	41
<b>4.2 Estrategias de diseño bioclimático.....</b>	<b>42</b>
4.2.1 Calentamiento / Enfriamiento.....	43
4.2.2 El solarío.....	44
4.2.2.1 Antecedentes del solarío.....	45
4.2.2.2 Estrategias de diseño bioclimático aplicadas al solarío	
4.2.2.3 Emplazamiento.....	46
4.2.2.4 Orientación	
4.2.2.5 Relación vano – masa.....	47
4.2.2.6 Materiales	
4.2.2.7 Temperatura	

4.2.2.8	Bienestar visual	
4.2.3	Humidificación / Deshumidificación	
4.2.4	Inercia térmica y masividad.....	49
4.2.5	Efectos de la masividad en las condiciones higrotérmicas del interior de los espacios	
4.2.5.1	Propiedades físicas de los materiales.....	50
4.2.5.2	Análisis higrotérmico.....	52
4.2.5.3	Temperatura.....	54
4.2.5.4	Humedad.....	56
4.2.5.5	Amortiguamiento térmico.....	58
4.2.6	Ventilación.....	59
4.2.7	El patio como elemento de control climático	
4.2.7.1	El patio de los naranjos.....	60
4.2.7.2	El patio de las cocinas.....	62
4.2.7.3	El patio de la hospedería.....	63
4.2.7.4	El patio de la enfermería.....	64
4.2.8	La iluminación natural.....	65
4.2.8.1	Antecedentes	
4.2.8.2	Niveles de iluminación.....	66
4.2.8.3	Forma y proporción.....	67
4.2.8.4	Materiales y acabados en los elementos de iluminación natural.....	69
4.2.8.5	Los claustros.....	69
4.2.8.6	Los muros.....	71
4.2.8.7	El templo principal y las dependencias anexas.....	72
5	Ecotecnologías.....	77
5.1	Secador de alimentos	
5.2	La cámara de enfriamiento y la cava para la conservación del vino.....	81
5.3	Los relojes solares.....	84

5.3.1 Principios físicos	
5.3.2 La trayectoria solar en la latitud correspondiente a Tepetzotlán	
5.3.3 Los relojes solares en Tepetzotlán.....	86
<b>6 Sustentabilidad.....</b>	<b>89</b>
6.1 Urbanismo, arquitectura y medio ambiente	
6.2 Medio natural.....	90
6.2.1 Conformación orográfica	
6.2.2 Hidrología	
6.2.3 Geología	
6.2.4 Edafología.....	91
6.3 Sustentabilidad en el Ex colegio jesuita de Tepetzotlán.....	92
6.3.1 El agua.....	92
6.3.1.1 Sistema hidráulico.....	94
6.3.1.2 La fuerza motriz del agua.....	96
6.3.1.3 Recreación.....	97
6.3.1.4 El agua de lluvia.....	99
6.3.1.5 El tratamiento del agua y su reutilización.....	102
6.3.2 La huerta.....	104
6.3.2.1 La exclusiva	
6.3.3 El secador solar.....	105
6.3.4 El sistema de abastecimiento de agua.....	107
6.3.5 Los molinos de grano	
6.3.6 El estanque de agua.....	109
6.3.8 Área abierta de la huerta.....	112
<b>7 Conclusiones.....</b>	<b>114</b>
7.1 Arquitectura bioclimática	
7.2 Ecotecnologías	
7.3 Sustentabilidad.....	115

## **Anexos**

<b>Anexo A, Análisis Climático.....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo B.. Diagramas Bioclimáticos.....</b>	<b>128</b>

<b>Bibliografía .....</b>	<b>135</b>
---------------------------	------------

## **Índice de imágenes**

<b>Diagramas .....</b>	<b>137</b>
<b>Fotografías .....</b>	<b>137</b>
<b>Gráficas .....</b>	<b>140</b>
<b>Mapas .....</b>	<b>141</b>
<b>Planos .....</b>	<b>141</b>
<b>Tablas .....</b>	<b>141</b>

<b>Currículum vite .....</b>	<b>143</b>
------------------------------	------------

## Fwd: Solicitud de Terminación de Proyecto N-232 Medio Ambiente

1 mensaje

Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>  
Para: OFICINA TECNICA DIVISIONAL CYAD - <consdivcyad@azc.uam.mx>

25 de enero de 2024, 9:00

Estimada Lic. Lupita,

Te envío el siguiente documento para turnarlo por favor con la Comisión correspondiente, muchas gracias.

Saludos cordiales,

Areli

----- Forwarded message -----

De: CUENTA CORREO DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE - <medioambiente@azc.uam.mx>

Date: mié, 24 ene 2024 a las 16:41

Subject: Solicitud de Terminación de Proyecto N-232 Medio Ambiente

To: Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>

Cc: Dra. Gloria María Castorena Espinosa <gmce@azc.uam.mx>

JDMA. 039/01.2024

Ciudad de México, a 24 de enero de 2024

**Mtra. Areli García González**

Secretaria Académica en funciones de  
Presidente del H. Consejo Divisional  
División de Ciencias y Artes para el Diseño

P r e s e n t e

Estimada Mtra Areli

Por este medio me permito presentar al H. Consejo Divisional que usted preside el **Informe global** para la **terminación** del proyecto de investigación: **N-232, “Estrategias de Diseño Bioclimático y Ecotecnologías aplicadas en la Arquitectura Religiosa del Siglo XVI, XVII y XVIII”**, cuyo responsable es la **Dra. Gloria María Castorena Espinosa**.

Sin más por el momento, hago propicia la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

*Casa abierta al tiempo*

**Mtro. Luis Yoshiaki Ando Ashijara**

Jefe del Departamento del Medio Ambiente  
División de Ciencias y Artes para el Diseño  
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco



**DMA 039-01.2024 Informe Global Terminación Proyecto N-232 Gloria Castorena.pdf**  
2130K