

# Variabilidad climática de la precipitación en el estado de Campeche

Tesis finalizada nivel Licenciatura

**GRUPO DE TRABAJO DEL PROYECTO: “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”, número de aprobación CONAHCYT 319524**





# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

---

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA

VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LA PRECIPITACIÓN EN EL ESTADO  
DE CAMPECHE

TESIS FINALIZADA NIVEL LICENCIATURA

AUTOR  
YESENIA AVILA ORTEGA

DIRECTORA DE TESIS  
DRA. BEATRIZ EDITH VEGA SERRATOS

San Francisco de Campeche, Campeche, México 2023





# Universidad Autónoma de Campeche

## ACTA DE EXAMEN PROFESIONAL



En la ciudad de San Francisco de Campeche; capital del Estado de Campeche, el día 1 del mes de septiembre del año 2023, siendo las 12:00 horas, reunidos en las instalaciones que ocupa EL SALON DE ACTOS de la FACULTAD DE INGENIERIA, de la Universidad Autónoma de Campeche, el Secretario Académico y los CC. Sinodales:  
M. EN I. ALEJANDRA DEL CARMEN CASTRO GONGORA  
DRA. BEATRIZ EDITH VEGA SERRATOS  
PHD GREGORIO POSADA VANEGAS

Quienes fueron designados por la dirección de la escuela o facultad para integrar el sínodo del (la) C. YESENIA AVILA ORTEGA, con número de matrícula 59037, quien cursó y aprobó todas y cada una de las asignaturas o créditos de la carrera de Licenciatura como Ingeniero Civil y Administración, tal como lo disponen la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Campeche publicada en el periódico oficial del estado el veinte de junio de mil novecientos noventa y uno; y el artículo 75 fracción I del Reglamento General de Alumnos.

Se procedió a verificar el examen profesional para obtener el título de Licenciado como Ingeniero Civil y Administración, del (la) ciudadano (a) YESENIA AVILA ORTEGA, quien posterior al interrogatorio resultó APROBADO (A) POR UNANIMIDAD; firmando la presente acta los sinodales que en el intervinieron, en unión del Secretario Académico que certifica.

SECRETARÍA GENERAL

Subdirección de Validación  
Electrónica

M. EN I. ALEJANDRA DEL CARMEN CASTRO GONGORA  
Presidente

DRA. BEATRIZ EDITH VEGA SERRATOS

Sinodal

PHD GREGORIO POSADA VANEGAS

Sinodal

Acta Núm.: 13022-59037-41733

DR. HECTOR MANUEL QUEJ COSGAYA  
Secretario Académico.

YESENIA AVILA ORTEGA  
Sustentante.

El suscrito, Director de el (la) FACULTAD DE INGENIERIA, CERTIFICA, que las firmas que aparecen en la presente acta son auténticas y las mismas que utilizan los CC. Sinodales suscritas en ella.

San Francisco de Campeche, Cam., a 4 de septiembre del año 2023.

Elaboró:

Autorizó: oppc

MTRO. FRANCISCO JAVIER BARRERA LAO  
Director.

## DEDICATORIAS

A mi papá por creer siempre en mí, por apoyarme en cada una de mis decisiones y brindarme todas las herramientas necesarias para poder lograr cada uno de mis objetivos.

A mi mamá por sus oraciones, consejos, paciencia y por ser una de las personas que más me ha motivado a ser la persona que soy hoy en día.

A mis tíos Raúl y Robertha por todo el apoyo y cariño que me han brindado en todos estos años que estuve estudiando la licenciatura y adoptarme como una hija más para ellos.

## AGRADECIMIENTOS

Aprovecho la oportunidad para agradecer a cada una de las personas que me han apoyado en todo momento para poder realizar la siguiente tesis.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por regalarme la dicha de vivir y las bendiciones que me brinda día a día para poder salir adelante en mis objetivos.

A la Dra. Beatriz Edith Vega Serratos por la confianza y todo el apoyo que me ha brindado en todo momento al ser mi directora de tesis para poder terminar satisfactoriamente.

Al Dr. Gregorio Posada Vanegas por su amabilidad y su confianza dada para poder realizar mis prácticas profesionales en el Área de Procesos Costeros e Hidrológicos del Instituto EPOMEX.

A mi papá por apoyarme siempre en mis decisiones y por todos los consejos brindados para poder ser la persona que soy hoy en día.

A mi mamá por creer siempre en mí y motivarme en todo momento.

A mis tíos Raúl y Robertha por la confianza y por todo el cariño que me han brindado siempre.

A mi familia en general por todas sus motivaciones y cariño que me brindan.

A Juan, Felipe e Ismenia del Área de Procesos Costeros e Hidrológicos del Instituto EPOMEX por apoyarme y hacer que mis días fueran más alegres inclusive en los días que no eran tan buenos.

Y de manera general a todas aquellas personas que siempre han creído en mí y me mandan buenas vibras para poder terminar satisfactoriamente.

## ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABLAS .....	11
LISTA ABREVIATURAS .....	11
RESUMEN .....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
1 ANTECEDENTES .....	16
2 JUSTIFICACIÓN .....	22
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo general.....	23
3.2 Objetivos específicos .....	23
4 MARCO TEORICO .....	24
4.1 Precipitación .....	24
4.2 Tipos de precipitación.....	24
4.2.1 Precipitaciones convectivas.....	24
4.2.2 Precipitaciones orográficas.....	25
4.2.3 Precipitación por convergencia .....	25
4.3 Medición de la precipitación.....	25
4.4 Factores meteorológicos .....	26
4.5 Variabilidad climática.....	27
4.5.1 Eventos climáticos .....	28
4.5.2 Calentamiento global.....	29
4.5.3 Efecto invernadero y GEI en la atmósfera .....	30
4.5.4 Escenarios de cambio climático.....	31
4.6 Impactos y vulnerabilidad de la sociedad ante el cambio climático.....	32
4.6.1 Ecosistemas y biodiversidad.....	33
4.6.2 Sistemas alimentarios, seguridad alimentaria y silvicultura .....	33
4.6.3 Sistemas de agua y seguridad de agua .....	33
4.6.4 Salud y bienestar.....	34

4.6.5	Migración y desplazamiento .....	34
4.6.6	Vulnerabilidad humana.....	35
4.6.7	Ciudades asentamiento e infraestructura.....	35
4.6.8	Sectores económicos .....	35
4.7	México y el cambio climático .....	36
4.8	Análisis de precipitación para incrementar resiliencia ante eventos extremos.....	37
4.8.1	Precipitación media.....	37
4.8.2	Estimación de datos faltantes .....	39
5	AREA DE ESTUDIO.....	42
5.1	Localización.....	42
5.2	Estructura geológica.....	44
5.3	Tipos de clima .....	45
5.4	Orografía.....	46
5.5	Suelos.....	46
5.6	Hidrografía .....	48
6	MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
6.1	Servicio Meteorológico Nacional .....	50
6.2	Procesamiento de la base de datos .....	55
6.2.1	Análisis de la calidad de información .....	55
6.2.2	Criterio de selección de estaciones.....	59
6.3	Análisis estadístico de la precipitación por estación climatológica .....	60
6.3.1	Precipitación mensual y anual.....	60
6.3.2	Estimación de eventos excedentes a los umbrales.....	62
7	RESULTADOS .....	64
7.1	Tendencias de precipitación anual.....	66
	Tendencias de precipitación mensual.....	67
7.2	Eventos excedentes a los umbrales de precipitación .....	68
7.3	Presentación de resultados por medio de ArcGis .....	77
8	DISCUSIÓN .....	79
8.1	Precipitación anual.....	79
8.2	Precipitación mensual.....	80
8.3	Eventos excedentes de los umbrales de precipitación .....	80

9	CONCLUSIONES .....	85
10	RECOMENDACIONES.....	87
11	BIBLIOGRAFÍA .....	88