

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



**Balance estacional de calor en la zona costera de
Huatulco, Oaxaca**

Tesis

Que para obtener el Título Profesional de Licenciada en Oceanología

Presenta

Xaní Malagón Pimentel

Director

Dr. Austreberto Cristóbal Reyes Hernández

Puerto Ángel, Oaxaca 2017

*A mi madre y hermanos, los seres más importantes en mi vida y
a quienes les debo todo, por llenar mi vida de alegrías y amor.*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Cristóbal Reyes Hernández, por su empeño en lograr que tuviera la mayor claridad, comprensión y aprendizaje en este trabajo desarrollado bajo su dirección, pero sobre todo, por su enorme paciencia ante mis momentos de inconsistencia y por haber propiciado un ambiente de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

A los revisores de tesis, Dr. Miguel Ángel Ahumada Sempoal, Dr. Jorge Castro López, Dra. Cecilia Enríquez Ortiz, y Dra. María Eugenia Allende Arandía por sus atinadas observaciones que contribuyeron al fortalecimiento de este trabajo.

Al Dr. Andrés López Pérez por proporcionar los datos de los termógrafos.

Al Dr. Pedro Cervantes Hernández, por su ayuda con la parte estadística, por sus recomendaciones y sugerencias.

Al M.C Alberto Sosa Hernández por su predisposición y colaboración en el desarrollo de esta tesis.

Al M.I. Wilmer Rey Sánchez por su apoyo con el manejo del SIG, por su ayuda desinteresada, sus consejos, paciencia y motivación constante.

A mi madre, Patricia, por ser mi pilar más fuerte. Por su presencia incesante, por su constante estímulo y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos Karemi, Siadi, Quetzalli y Gredi, por ser mis cómplices más fieles.

A mi abuela Nina que aunque ya no se encuentre con nosotros físicamente, sigue iluminando mi vida.

A Diana, Sandra, Lore, Sol, Paulina, Luz, Brenda, Ailuj, Berenice, por ser una parte muy importante de mi vida, por haberme acompañado en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad y por hacer de esta etapa un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

A Aurelio, por su amor y cariño, por todo el apoyo brindado, por soportar mis ratos de histeria y, principalmente por hacerme feliz.

A la familia Barragán Martínez por considerarme como parte de la familia y por brindarme su ayuda y cariño desinteresadamente.

A las personas que aquí no están mencionadas, pero que de alguna manera han hecho posible que hoy vea la luz.

RESUMEN

A partir del promedio ensamblado (2006-2011) de datos meteorológicos diarios y datos de temperatura del mar observados a 5 m de profundidad, se calculó el flujo neto de calor a través de la superficie y el flujo de calor advectivo para la zona costera de Huatulco, Oaxaca.

Las condiciones meteorológicas locales se caracterizan por una fluctuación bimodal en el año, en respuesta a la cobertura estacional de nubes que acompaña al desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical hacia el hemisferio norte. La zona costera de Huatulco gana calor a través de la superficie durante todo el año, con promedio anual de 197.5 Wm^{-2} . Los flujos de calor negativos en orden de importancia son: el flujo de onda larga, con promedio anual de -32.3 Wm^{-2} ; el flujo de calor latente, con promedio anual de -7.1 Wm^{-2} y el flujo de calor sensible, con promedio anual de -2.6 Wm^{-2} . La mayor importancia del flujo de onda larga respecto del flujo de calor latente, es un resultado inesperado, ya que estimaciones previas de los componentes de flujo de calor en sitios relativamente cercanos a esta zona lo ubican como el segundo componente en importancia. Durante los meses de octubre a marzo, el flujo de onda larga y el flujo de calor latente se incrementan, pero la magnitud del flujo de calor latente es comparativamente menor al del flujo de onda larga, debido a que la rapidez del viento es moderada. El flujo de calor advectivo, negativo a lo largo del año (-197.5 Wm^{-2} en promedio anual); varía en forma opuesta al flujo neto de calor a través de la superficie. Bajo la suposición de que la capa mezclada mantiene una temperatura igual a la observada a 5 m de profundidad, el flujo de calor advectivo muestra estar en fase con las variaciones temporales del flujo neto de calor, lo cual probablemente no sea una representación realista. Este aspecto sólo será mejorado con la incorporación de modelos de mezcla vertical. Las pérdidas máximas por flujo de calor advectivo ocurren en marzo y agosto.

ÍNDICE

RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	5
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. HIPÓTESIS.....	7
5. OBJETIVOS.....	8
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
5.2 OBJETIVOS PARTICULARES.....	8
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	8
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
7.1. VARIABLES METEOROLÓGICAS Y TEMPERATURA DEL MAR.....	12
7.2. FLUJOS DE CALOR SUPERFICIALES.....	13
7.2.1. FLUJO DE ONDA CORTA (Q_s).....	14
7.2.2. FLUJO NETO DE ONDA LARGA (Q_b).....	15
7.2.3. FLUJO NETO DE CALOR LATENTE (Q_e).....	15
7.2.4. FLUJO DE CALOR SENSIBLE.....	16
7.3. FLUJO DE CALOR ADVECTIVO.....	16
8. RESULTADOS.....	17
8.1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS Y TEMPERATURA DEL MAR.....	18

8.1.1. COBERTURA DE NUBES.....	18
8.1.2. PRECIPITACIÓN.....	18
8.1.3. TEMPERATURA DEL AIRE.....	19
8.1.4. HUMEDAD RELATIVA.....	20
8.1.5. PRESIÓN ATMOSFÉRICA.....	22
8.1.6. VIENTO.....	23
8.1.7. TEMPERATURA DEL MAR.....	25
8.2. FLUJOS SUPERFICIALES DE CALOR.....	26
8.2.1. FLUJO DE ONDA CORTA.....	26
8.2.2. FLUJO DE ONDA LARGA.....	27
8.2.3. FLUJO DE CALOR LATENTE.....	29
8.2.4. FLUJO DE CALOR SENSIBLE.....	30
8.2.5. FLUJO NETO DE CALOR A TRAVÉS DE LA SUPERFICIE.....	31
8.3. FLUJO DE CALOR ADVECTIVO.....	32
9. DISCUSIONES.....	33
10. CONCLUSIONES.....	35
11. BIBLIOGRAFÍA.....	36
12. ANEXO I.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio. Se muestra la posición donde se colocaron los termógrafos.....	9
Figura 2. Configuración esquemática de los sistemas de presión atmosférica alrededor del área de estudio: Alta Presión del Pacífico Norte (APPN), Baja Presión del Noroeste (BPNO), Alta Presión de las Bermudas-Azores (APBA), Baja Presión Ecuatorial (BPE), posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT); Corriente de California (CC) y Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) y el Tazón de Tehuantepec (TT).....	10
Figura 3. a) Cobertura de nubes, b) Precipitación, c) Temperatura del aire, d) Humedad relativa y e) Presión atmosférica.....	21
Figura 4. a) Velocidad diaria del viento en convención meteorológica y b) Rapidez del viento.....	25
Figura 5. Temperatura del mar.....	27
Figura 6. a) Flujo de onda corta sin considerar nubosidad, b) Flujo de onda corta, c) Flujo de onda larga, d) Flujo de calor latente y e) Flujo de calor sensible.....	29
Figura 7. Diferencia entre la temperatura de la superficie del mar y la temperatura del aire ($T_s - T_a$).....	32
Figura 8. a) Flujo neto de calor a través de la superficie, b) Flujo de calor advectivo.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Posiciones de termógrafos.....	11
---	----