



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
GEOLOGÍA MARINA

RESPUESTA DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS A LAS
VARIACIONES OCEÁNICAS DEL PERIODO 2006 – 2009 EN EL
NOROESTE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC.

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:
XINANTECATL ANTONIO NAVA FERNÁNDEZ

TUTOR PRINCIPAL
DRA. MARÍA LUISA MACHAIN CASTILLO
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM

MIEMBROS DEL CÓMITE TUTOR
DR. RAÚL AGUIRRE GÓMEZ
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM
DRA. MARÍA ADELA MONREAL GÓMEZ
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA, UNAM
DR. VÍCTOR ORLANDO MAGAÑA RUEDA
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM
DRA. LIGIA LUCINA PÉREZ CRUZ
INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM

MÉXICO, D.F. SEPTIEMBRE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México



**RESPUESTA DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS A
LAS VARIACIONES OCEÁNICAS DEL PERIODO 2006 – 2009
EN EL NOROESTE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC.**

T E S I S

que para obtener el grado académico de

Maestro en Ciencias

Geología Marina

p r e s e n t a

XINANTECATL ANTONIO NAVA FERNÁNDEZ

Director de Tesis: DRA. MARÍA LUISA MACHAIN CASTILLO

Comité Tutorial:

Presidente: DR. RAÚL AGUIRRE GÓMEZ

Secretario: DRA. MARÍA LUISA MACHAIN CASTILLO

Vocal: DRA. MARÍA ADELA MONREAL GÓMEZ

Suplente: DR. VÍCTOR ORLANDO MAGAÑA RUEDA

Suplente: DRA. LIGIA LUCINA PÉREZ CRUZ

México, D. F., 2013.

Agradecimientos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM y al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología ICMYL, por todo su apoyo y financiamiento en la realización de este proyecto.

Al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología por darme la oportunidad de realizar la maestría en ciencias marinas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por el apoyo económico brindado durante la realización de la maestría.

Al *Department of Geological Sciences, University of South Carolina, Columbia, USA*, por su apoyo y colaboración en este proyecto, en especial al Dr. Robert Thunell y al Dr. Eric Tappa.

A la Dra. María Luisa Machain Castillo por dirigir esta tesis, por sus oportunos comentarios, observaciones y sobre todo por su enseñanza y orientación en mi formación académica; así como, el espacio de trabajo proporcionado en el laboratorio de Micropaleontología.

A mi comité tutorial:

Presidente: Dr. Raúl Aguirre Gómez.

Secretario: Dra. María Luisa Machain Castillo.

Vocal: Dra. María Adela Monreal Gómez.

Suplente: Dr. Víctor Orlando Magaña Rueda.

Suplente: Dra. Ligia Lucina Pérez Cruz.

A todos ellos por sus oportunos comentarios y aportaciones en la realización de este proyecto.

El muestreo y obtención de datos provienen de las campañas Tehua III, IV, V y VI realizadas en los años 2006 – 2009 a bordo del B/O EL PUMA. El financiamiento para el tiempo de barco para la realización de estas campañas fue cubierto por la Universidad Nacional Autónoma de México.

A la tripulación del Buque Oceanográfico “El Puma” de la UNAM, por su apoyo en las maniobras para la recolección de las muestras y por su hospitalidad y amistad durante las campañas. En especial a los Capitanes: Pascual Barajas y Adrián Cantú y al Contraamaestre Abel.

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), por proporcionar las imágenes satelitales utilizadas en este proyecto. En especial al Dr. Sergio Cerdeira y a la Maestra Abigail Uribe.

A la Dra. Elva Escobar Briones, por proporcionar las instalaciones e instrumental necesarios para el procesamiento de muestras, en el laboratorio de Diversidad y Macroecología del ICMYL, a su cargo.

Al laboratorio de Oceanografía Química, por proporcionar material de laboratorio de gran utilidad para el fraccionamiento de las muestras.

Al Dr. Frank Raúl Gío Argáez, a la Dra Elsa Arellano Torres, a la Maestra Lara Bárbara Cuesta Castillo, al Biol. Gabriel González Chávez, al Maestro Alejandro Rodríguez y a mis compañeros de laboratorio por todos sus comentarios y apoyo.

Índice

Abstract	1
Resumen	2
Introducción	4
Área de estudio	5
Pacífico Tropical Oriental	6
Variabilidad estacional (Meteorología y circulación)	7
Variabilidad interanual (ENOS)	8
Climatología del Golfo de Tehuantepec	9
Dinámica local del Golfo de Tehuantepec	10
Objetivo	11
Hipótesis	11
Estudios previos en el Golfo de Tehuantepec.	13
Material y Métodos	15
Trabajo de campo.	16
Trabajo de laboratorio	18
Análisis estadísticos	18
Diversidad	19
Parámetros oceánicos y condiciones meteorológicas	20
Resultados	25
Foraminíferos planctónicos	25
Análisis faunístico	25
Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos	26
Abundancia relativa de foraminíferos planctónicos	28
Asociaciones de foraminíferos planctónicos	33
Diversidad de foraminíferos planctónicos	37
Condiciones meteorológicas	39
Velocidad del viento	39
Esfuerzo del viento	43
Profundidad de la capa de Ekman	46
Posición latitudinal de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)	49
Precipitación	51
Parámetros oceánicos	54
Temperatura superficial del mar (TSM)	54
Anomalía de la TSM, entre el punto de muestreo y el núcleo de menor temperatura	57
Estructura vertical de la columna de agua	59
Variación interanual de la profundidad de la termoclina	61
Variabilidad interanual de las masas de agua	62
Concentración superficial de Clorofila-a (Cl-a)	63
Índice Oceánico El Niño ION	66
Correlación entre los parámetros ambientales analizados y las asociaciones de foraminíferos planctónicos	69
Discusión	70
Contexto ambiental	70

Respuesta de las asociaciones de foraminíferos planctónicos	73
Escenarios Oceanográficos	77
a) Épocas de surgencias en periodos normales	77
b) Épocas de no surgencias en periodos normales	78
c) Época de surgencias durante un periodo El Niño	81
d) Época de no surgencias durante un periodo El Niño	84
e) Época de surgencias durante un periodo La Niña	87
f) Época de no surgencias durante un periodo La Niña	88
Tiempo de respuesta	90
Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos	90
Diversidad de foraminíferos	95
Conclusiones	97
Literatura citada	100

Índice de figuras

Figura 1. Circulación superficial del PTO. Modificado de Molina - Cruz y Martínez – López (1994).	6
Figura 2. Diagrama de flujo que muestra la metodología del presente estudio	15
Figura 3. Sistema de anclaje de las trampas de sedimento en el golfo de Tehuantepec.	16
Figura 4. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos.	27
Figura 5. Abundancia relativa de <i>G. bulloides</i> , <i>G. menardii</i> , <i>G. glutinata</i> y <i>G. ruber</i> durante 2006.	29
Figura 6. Abundancia relativa de <i>G. bulloides</i> , <i>G. menardii</i> , <i>G. glutinata</i> y <i>G. ruber</i> durante 2007.	30
Figura 7. Abundancia relativa de <i>G. bulloides</i> , <i>G. menardii</i> , <i>G. glutinata</i> y <i>G. ruber</i> durante 2008.	31
Figura 8. Abundancia relativa de <i>G. bulloides</i> , <i>G. menardii</i> , <i>G. glutinata</i> y <i>G. ruber</i> durante 2009.	32
Figura 9. Carga del factor durante el periodo de muestreo.	35
Figura 10. Índices de diversidad de Shannon H', Equitatividad J' y Simpson D durante el periodo de muestreo.	38
Figura 11. Velocidad del viento durante el periodo de muestreo.	42
Figura 12. Esfuerzo del viento durante el periodo de muestreo.	45
Figura 13. Profundidad de la capa de Ekman.	48
Figura 14. Desplazamiento latitudinal de la ZCIT sobre los 95° W.	50
Figura 15. Valores de precipitación durante el periodo de muestreo.	53
Figura 16. Temperatura superficial del mar (TSM) sobre el punto de muestreo.	56
Figura 17. Anomalías de TSM y distancia entre el punto de muestreo y el núcleo de menor temperatura.	58
Figura 18. Perfiles verticales de temperatura, salinidad y densidad en invierno (izquierda) y en verano (derecha). En estaciones oceanográficas cercanas a la estación donde se localizan las trampas de sedimento (15° 38'.826 N y 95° 16'.905 W, en abril de 2001) .Invierno: (15° 20' N y 95° 7.8' W y Verano: 15° 20' N y 95° W, en junio de 2003).	59
Figura 19. Diagrama T/S, donde se muestra la presencia de tres distintas masas de agua: el Agua Ecuatorial Superficial (AES), el Agua Subtropical Subsuperficial (ASS) y el Agua Intermedia del Pacífico (AIP), de acuerdo a la clasificación de masas de agua de Torres-Orozco (1993).	60
Figura 20. Perfiles verticales de temperatura en puntos cercanos al punto de muestreo en distintas épocas.	61
Figura 21. Diagrama T/S construido a partir de los lances de CTD en diferentes épocas.	62
Figura 22. Concentración superficial de Clorofila –a durante el periodo de muestreo.	64
Figura 23. Índice Oceánico el Niño 3.4 de 2006 a 2009.	67
Figura 24. TSM mensual estimada por los sensores AVHRR y MODIS durante el periodo de muestreo.	68
Figura 25. Esquema de la sucesión de eventos durante una surgencia en el área de estudio.	70
Figura 26. Esquema de las condiciones oceanográficas durante las épocas sin surgencias.	71
Figura 27. Esquema de los efectos de ENOS sobre la dinámica oceanográfica del área de estudio	72
Figura 28. a)Índice Oceánico el Niño, b)Esfuerzo del viento, c)TSM, d)CI – a e)ZCIT, f)Precipitación y g)Análisis de Factores durante el periodo de muestreo.	76
Figura 29. a)Índice Oceánico el Niño, b)Esfuerzo del viento, c)TSM, d)CI – a, e)Análisis de Factores, f)Abundancia absoluta y g) Índices de diversidad durante el	92

periodo de muestreo

Índice de Tablas

Tabla 1. Campañas oceanográficas en las que se instalaron las trampas, los intervalos de muestreo de cada trampa y los periodos de intersección entre ambas trampas.	17
Tabla 2. <i>Eigenvalue</i> para cada factor.	33
Tabla 3. Valores del factor para cada asociación.	33
Tabla 4. Carga del factor durante el periodo de muestreo.	34
Tabla 5. Distribución temporal de las asociaciones durante el periodo de muestreo.	36
Tabla 6. Índices de diversidad de Shannon (H'), Equitatividad (J'), y Simpson (D) durante el periodo de muestreo.	37
Tabla 7. Promedios de la rapidez del viento por épocas durante el periodo de muestreo.	39
Tabla 8. Número de <i>Tehuano</i> s ocurridos durante el periodo de muestreo.	40
Tabla 9. Promedios semanales de la velocidad del viento.	41
Tabla 10. Promedio, sumatoria y desviación estándar del Índice de Bakun de las épocas de surgencias.	43
Tabla 11. Valores del Esfuerzo del viento.	44
Tabla 12. Promedios, desviación estándar y error estándar por épocas de la profundidad de la capa superficial de Ekman durante el periodo de muestreo.	46
Tabla 13. Promedios semanales de las estimaciones de la profundidad de Ekman durante el periodo de muestreo.	47
Tabla 14. Total semanal de precipitación durante el periodo de muestreo.	52
Tabla 15. Periodos de surgencias y sin surgencias durante el periodo de muestreo.	54
Tabla 16. Promedios semanales de la TSM (°C) en el punto de muestreo.	55
Tabla 17. Anomalías de TSM (°C) y distancia entre el punto de muestreo y el núcleo de menor TSM.	57
Tabla 18. Profundidad de la termoclina en distintas épocas.	61
Tabla 19. Periodos de mayor y menor concentración superficial de clorofila – <i>a</i>	63
Tabla 20. Promedios semanales de la CI – <i>a</i> en punto de muestreo.	64
Tabla 21. Matriz de correlaciones entre las variables analizadas.	69
Tabla 22. Matriz de correlaciones entre las variables analizadas y las asociaciones de foraminíferos planctónicos.	69
Tabla 23. Condiciones oceánicas de los escenarios de surgencias durante el periodo de muestreo.	74
Tabla 24. Condiciones oceánicas de los escenarios de no surgencias durante el periodo de muestreo.	75
Tabla 25. Cuadro comparativo de las cuencas en las que <i>G. bulloides</i> es la especie dominante en condiciones de surgencia.	78
Tabla 26. Cuadro comparativo de las cuencas en las que <i>G. menardii</i> es la especie dominante en condiciones de estratificación de la columna de agua.	80
Tabla 27. Cuadro comparativo de las cuencas en las que se han observado los efectos de El Niño sobre las poblaciones de Foraminíferos planctónicos.	84
Tabla 28. Cuadro comparativo de las cuencas en las que <i>G. glutinata</i> y <i>G. ruber</i> son las especies dominantes.	86
Tabla 29. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos durante las épocas de surgencias.	91
Tabla 30. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos durante las épocas sin surgencias.	91

Abstract

Planktonic foraminiferal populations and their response to oceanographic conditions were analyzed in samples from sediment traps located in the northwestern Gulf of Tehuantepec during 2006-2009 period. The occurrence of the oceanographic phenomenon ENSO (El Niño Southern Oscillation) caused changes in the ocean dynamics annual pattern that were reflected in the planktonic foraminiferal assemblages:

During upwelling-normal conditions, the *Tehuano*s winds promoted the entrainment of subsurface waters up to the surface, thus reducing the sea surface temperature (SST) and rising the chlorophyll *a* surface concentration (Chl-*a*). During these periods, *Globigerina bulloides* was the dominant species in the assemblage. The foraminiferal diversity was low (equitativity $\bar{x} = 0.5$) probably due to the stress generated by the upwelling, and the foraminiferal abundance high ($\bar{x} = 4888$ ind./m²), coherent with the increase in food availability. During La Niña upwelling conditions, the oceanographic setting and the foraminiferal assemblage were similar to those during normal upwelling conditions; however, the foraminiferal abundance decreased.

During non-upwelling normal conditions, high SST and low Chl-*a* concentrations were present. *Globorotalia menardii* was the dominant species in the assemblage, suggesting the presence of a stable thermocline. During this period, higher diversity and lower abundance of planktonic foraminifera than upwelling-normal conditions were observed. The absence of extreme conditions and the consequently decrease in nutrients availability were also found in non-upwelling La Niña conditions.

During upwelling El Niño conditions, the highest SST and lowest Chl-*a* concentrations of all the upwelling periods studied were found. The *G. bulloides* assemblage dominates at the beginning of the period, but it is later replaced by the *G. menardii* assemblage when El Niño conditions were more intense. The presence of *G. menardii* during this period suggests the presence of a deep thermocline which restricts the entrainment of subsurface water up to the surface. Foraminiferal diversity was similar to non-upwelling normal conditions with a thermocline below the wind influence and the increase of ecological niches. However, the foraminiferal abundance was higher than expected under low food availability conditions.

During non-upwelling El Niño conditions, oceanographic settings were intensified relative to the normal periods. The dominance of *Globigerinita glutinata* – *Globigerinoides ruber* assemblage seems to represent the transition from normal to El Niño conditions.

Resumen

Se analizaron las poblaciones de los foraminíferos planctónicos recolectados con un arreglo de trampas de sedimento en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec durante el periodo 2006 – 2009 y su respuesta a las condiciones oceánicas. La presencia del fenómeno oceanográfico El Niño Oscilación del Sur (ENOS) produjo cambios en el patrón anual de la dinámica oceanográfica que fueron reflejados en las asociaciones de foraminíferos planctónicos:

Durante las épocas de surgencias en periodos normales, cuando los vientos *Tehuano*s generaron el afloramiento de aguas subsuperficiales que disminuyeron la temperatura superficial del mar (TSM) y aumentaron la concentración superficial de clorofila – *a* (Cl – *a*), la asociación dominante fue *Globigerina bulloides*. En estas épocas, la diversidad de foraminíferos fue baja (índice de equitatividad $\bar{x} = 0.5$) debido probablemente al estrés generado por las surgencias y la abundancia de foraminíferos alta ($\bar{x} = 4888 \text{ ind./m}^2$) consecuente con el incremento en la disponibilidad de alimento., Las condiciones oceánicas y la asociación de foraminíferos fueron similares en la época de surgencias en condiciones La Niña excepto por la abundancia de foraminíferos, la cual en esta época disminuyó contrario a lo esperado.

En las épocas de no surgencias en condiciones normales, con altas TSM y bajas concentraciones de Cl – *a*, la asociación *Globorotalia menardii* fue dominante, sugiriendo la presencia de una termoclina estable. Durante estas épocas la diversidad fue mayor y la abundancia menor que en los periodos de surgencias en condiciones normales, debido probablemente a la ausencia de condiciones extremas y al decremento en la disponibilidad de nutrimentos, respectivamente. Estas mismas características se encontraron durante la época de no surgencias en condiciones La Niña.

Durante la época de surgencias en condiciones El Niño se presentaron en promedio las TSM más altas y las concentraciones de Cl – *a* más bajas de todas las épocas de surgencias. La típica asociación de *G. bulloides* dominó al inicio del periodo y hacia el final fue reemplazada por la asociación de *G. menardii*, cuando las condiciones El Niño fueron más intensas. La presencia de *G. menardii* sugiere una termoclina por debajo de la acción del viento que limitó el ascenso de aguas subsuperficiales. La diversidad de foraminíferos fue similar a la de las épocas de no surgencias en condiciones normales, debido a la probable presencia de una termoclina por debajo de la influencia del viento y al aumento de nichos ecológicos. La abundancia de foraminíferos fue alta, contrario a lo que se esperaría, ya que la disponibilidad de alimento fue menor.

Durante la época de no surgencias en condiciones El Niño se intensificaron las condiciones oceánicas con respecto a las épocas normales, dominó una nueva asociación: *Globigerinita glutinata* – *Globigerinoides ruber* que parece representar la transición de condiciones normales a condiciones El Niño.

Introducción

Conocer más acerca del clima es de gran importancia para el hombre, ya que las condiciones extremas en el mismo pueden afectar gravemente a distintos sectores de la sociedad (Magaña *et al.*, 2004). Dentro de los procesos que afectan el clima global se encuentran los oceánicos (Sverdrup *et al.*, 2006), entre ellos, la circulación oceánica influye directamente sobre el comportamiento del clima, puesto que, entre otros factores, se encarga de distribuir latitudinalmente el calor que llega a la Tierra (Cronin, 1999). El agua de la capa superficial del océano alberga a distintos grupos de organismos, que son afectados por las características físicas y químicas de las masas de agua. Uno de estos grupos es el de los foraminíferos planctónicos, que son protistas de vida libre que habitan en los primeros 200 m de la columna de agua. Estos organismos son influenciados por las condiciones oceanográficas, en específico, por parámetros ambientales como temperatura, salinidad, concentración de nutrientes y patrones de productividad primaria, a lo cual responden con variaciones en sus patrones de abundancia, composición específica y distribución, así como en su morfología y composición geoquímica (Boltovskoy, 1965. Bé y Tolderlund, 1971; Fairbanks *et al.*, 1982; Fischer y Wefer, 1999).

Cuando estos organismos mueren, su testa de carbonato de calcio permite su preservación en los sedimentos marinos, de donde pueden ser recuperados y utilizados en reconstrucciones paleoceanográficas y paleoclimáticas (Boltovskoy, 1965; Fairbanks *et al.*, 1982; Fischer y Wefer, 1999). Gran parte de la importancia de este grupo, radica en que son una herramienta útil para profundizar en el conocimiento del clima en el pasado y en el reciente.

Particularmente, en las regiones donde ocurren surgencias estacionales, los cambios en los parámetros ambientales mencionados anteriormente son contrastantes, debido a que durante una época del año, las aguas subsuperficiales ricas en nutrientes, fluyen hacia la superficie y generan aumento en la productividad primaria; mientras que, cuando los procesos de surgencias no ocurren, la productividad primaria es menor. Esta dinámica produce cambios en las poblaciones de foraminíferos planctónicos (Reynolds y Thunell, 1991; Guptha *et al.*, 1997; Machain-Castillo *et al.*, 2008).

Con el uso de trampas de sedimento es posible observar fluctuaciones estacionales e interanuales, de las poblaciones planctónicas (de foraminíferos, entre otras), debido a que las muestras que se obtienen representan un registro continuo de períodos cortos de muestreo y las variaciones entre las muestras representan los cambios en las condiciones oceánicas locales en la capa superficial del océano a través del tiempo de muestreo (Reynolds y Thunell, 1991). De hecho, los estudios de foraminíferos recolectados con trampas de sedimento, han permitido conocer con más detalle las afinidades ecológicas (*in-situ*) de distintas especies de foraminíferos (Reynolds y Thunell, 1991) y la información que se obtiene es muy importante para realizar interpretaciones paleoceanográficas en distintas escalas temporales (Curry *et al.*, 1983; Reynolds y Thunell, 1991; Guptha *et al.*, 1997; Thunell *et al.*, 1999).

Área de estudio

El Golfo de Tehuantepec se localiza en el Sur de la República Mexicana entre los 14° 30' y 16° 12' de latitud Norte y los 92° 00' y 96° 00' de longitud Oeste, ocupando una región de aproximadamente 125 000 km². Es la frontera Sur de la Zona Económica Exclusiva de México y forma parte del Pacífico Tropical Oriental (Gallegos y Barberán, 1998).

Pacífico Tropical Oriental (PTO)

El Pacífico Tropical Oriental (PTO) representa la parte Este de la cuenca del Pacífico Tropical, es adyacente a la costa Occidental de América, entre los 30° N - 20° S y los 80° - 160° W. En esta región convergen dos grandes giros subtropicales del Pacífico Norte y Sur, que constituyen el sistema de circulación ecuatorial del Pacífico (Fiedler y Talley, 2006). El giro Norte es definido por el flujo de Norte a Sur de aguas frías de la Corriente de California (CC), la cual se desvía hacia el Oeste aproximadamente a los 23° N para formar parte de la Corriente Norecuatorial. (CNE). El giro Sur es representado por la corriente fría de Perú (CP), que fluye de Sur a Norte junto a las costas de Perú y Ecuador, desviándose hacia el Oeste en el Ecuador, para formar parte de la Corriente Surecuatorial (CSE) (Fiedler y Talley, 2006).

Entre estos dos giros, junto a la costa Sur de México y Centro América, entre 6 y 15° N y los 90 y 120° W se localiza la alberca cálida del PTO (Flores-Morales *et al.*, 2009) cuya temperatura superficial en promedio es superior a los 27.5° C; ésta se conecta con la alberca cálida del Pacífico

Occidental por una banda de agua de 27° C, que representa el ecuador termal, a lo largo de los 7° N (Fiedler y Talley, 2006; Flores-Morales *et al.*, 2009). La Contracorriente Norecuatorial (CCNE) fluye de Oeste a Este sobre el ecuador termal hasta llegar a los 90° W (Fiedler y Talley, 2006), definiendo el domo de Costa Rica y posteriormente alimenta a la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR), la cual fluye de Sur a Norte por la costa centroamericana hasta llegar a los 15° N, donde es desviada hacia el Oeste, para formar parte de la CNE (Fig. 1) (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998).

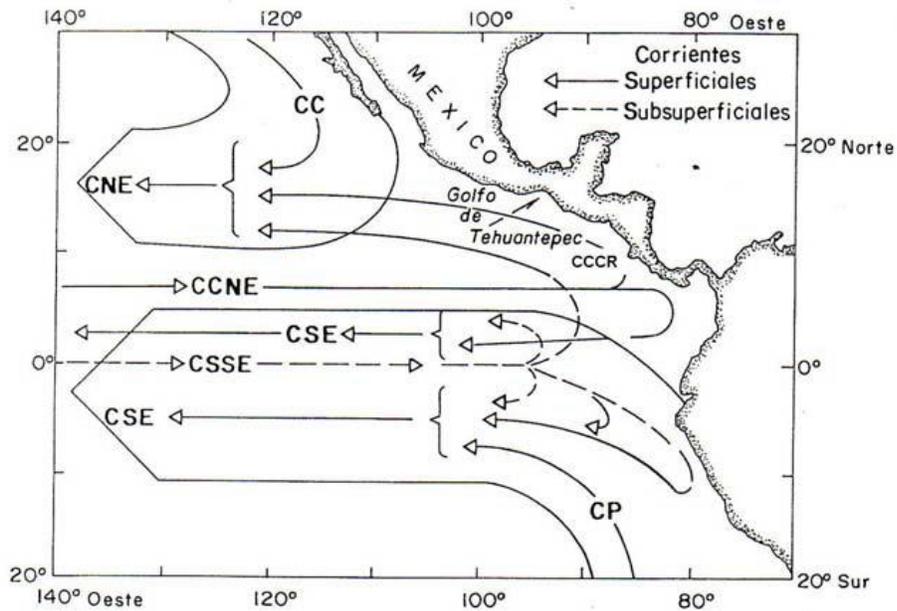


Figura 1. Circulación superficial del PTO. Tomado de Molina-Cruz y Martínez-López (1994). Líneas continuas: corrientes superficiales, líneas punteadas: corrientes subsuperficiales.

La alberca cálida del PTO se forma como resultado de la intensa radiación solar que incide en la región (Fiedler y Talley, 2006), las desviaciones del promedio en la temperatura superficial son producto de cambios estacionales en el patrón de circulación atmosférica (Amador *et al.*, 2006), los mínimos de temperatura se registran en las zonas de surgencia de los Golfos de Tehuantepec, Papagayo y Panamá, asociados con fuertes vientos procedentes del Norte, que cruzan el continente a través de discontinuidades en la orografía local (Amador *et al.*, 2006; Fiedler y Talley, 2006).

En el PTO se distinguen tres masas de agua superficiales: el Agua Tropical Superficial (ATS) con temperatura mayor a 25° C y salinidad menor a 34, el Agua Ecuatorial Superficial (AES) con

temperatura menor a 25° C y salinidad mayor a 34, y el Agua Subtropical Superficial (ASTS) con temperatura menor a 25° C y salinidad mayor a 35 (Fiedler y Talley, 2006).

Variabilidad estacional (Meteorología y circulación)

La dinámica en la circulación superficial oceánica del PTO es afectada de manera estacional por los cambios latitudinales en la radiación solar que inciden sobre la cuenca y por la circulación atmosférica, ambos factores determinan la distribución de la temperatura superficial del océano (Amador *et al.*, 2006; Flores-Morales *et al.*, 2009). La cantidad de radiación solar depende de los movimientos anuales de la Tierra sobre su órbita con respecto al Sol; como consecuencia de la geometría terrestre, la cantidad de radiación que incide sobre cierta latitud es variable a lo largo de un año y ésta es mayor en la banda del ecuador, donde se forma un cinturón de baja presión atmosférica dominante en áreas ecuatoriales. Este cinturón da pie a la formación de un fuerte gradiente de presión entre los trópicos y el ecuador, que acelera masas de aire desde los trópicos hacia el ecuador, conocidas como los vientos alisios del Noreste y del Sureste, los cuales convergen en bajas latitudes transportando humedad y elevando masas de aire en la región conocida como Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), cuya posición latitudinal varía anualmente siguiendo el cenit del Sol (Amador *et al.*, 2006; Fiedler y Talley, 2006).

La ZCIT es reconocible como una banda de nubosidad, en la cual la precipitación excede la evaporación, por lo que su distribución latitudinal determina los patrones de precipitación en los trópicos. En el PTO la posición del núcleo de la ZCIT varía estacionalmente entre los 5° - 12° N, produciendo cambios en la circulación superficial oceánica y consecuentemente, en la distribución de la temperatura superficial de la cuenca (Amador *et al.*, 2006). Durante los meses del invierno boreal, el núcleo de la ZCIT se localiza más al Sur (5° N), cuando los vientos alisios del Noreste son más intensos generando condiciones secas en el Sur de México (Amador *et al.*, 2006), una mayor dominancia de la CC, una disminución de la CNE y la restricción hacia el Sur de la CCCR (Molina-Cruz y Martínez-López 1994; Fiedler y Talley, 2006). Durante los meses del verano boreal el núcleo de la ZCIT se localiza en su posición más al Norte entre los 10° y 12° N, los vientos alisios del Noreste son más débiles, generando circulación atmosférica monzónica en Centroamérica, el Noroeste de México y el Suroeste de Estados Unidos (Amador *et al.*, 2006), la intensificación de la

CCCR y la restricción del flujo de la CC más hacia el Norte (Molina-Cruz y Martínez-López 1994; Trasviña, 2001).

Variabilidad interanual (ENOS)

Los patrones de distribución de la temperatura superficial y la circulación atmosférica del PTO presentan variabilidad interanual, la cual es determinada por la incidencia de fenómenos climático-oceánicos a gran escala, como el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Fiedler y Talley, 2006; Guevara-Díaz, 2008; Flores - Morales *et al.*, 2009). Este fenómeno se caracteriza por un comportamiento anómalo en la distribución de la temperatura superficial y de los patrones de precipitación a lo largo del Pacífico Tropical y en las costas de Centroamérica, Indonesia y Australia (Shen, 1993; Guevara-Díaz, 2008; Amador *et al.*, 2006). Previo a la aparición de este fenómeno, los vientos alisios impulsan aguas con altas temperaturas superficiales desde el Pacífico Tropical Oriental hacia el Pacífico Tropical Occidental, acumulando grandes cantidades de calor en la región Oeste del Pacífico Tropical (Shen, 1993, Flores-Morales *et al.*, 2009).

Cuando ocurre el ENOS, a inicios del invierno boreal (diciembre), los vientos alisios se debilitan e incluso se puede invertir la dirección de su flujo, generando la acumulación de agua cálida de Oeste a Este, produciendo anomalías positivas en la temperatura superficial del PTO (Shen, 1993; Philander, 1990; Guevara-Díaz, 2008), anomalías positivas en el nivel del mar e incrementos en la precipitación invernal en las costas de Centroamérica (Zambrano, 1986; Amador *et al.*, 2006); mientras que, en el Pacífico Tropical Occidental se registran anomalías negativas en la temperatura superficial, el nivel del mar y decrementos en la precipitación sobre las costas de Australia e Indonesia (Zambrano, 1986; Shen, 1993; Amador *et al.*, 2006). La acumulación de aguas cálidas en el PTO produce un hundimiento de la termoclina de 10 a 15 m en promedio (Fiedler y Talley, 2006) y consecuentemente el debilitamiento de los efectos de las surgencias en las costas de América Central (Amador *et al.*, 2006; Fiedler y Talley, 2006). Las máximas temperaturas superficiales en el PTO se registran en el mes de mayo, posteriormente los vientos alisios recobran su intensidad y transportan el agua cálida hacia el Pacífico Central, en el mes de junio las anomalías de temperatura en el PTO son atenuadas. El fenómeno de El Niño es variable en intensidad y su recurrencia es en intervalos de 2 a 7 años. Asimismo el ENOS tiene una fase negativa conocida como La Niña, en la cual se generan condiciones opuestas a las de El Niño (Guevara-Díaz, 2008).

Climatología del Golfo de Tehuantepec.

En el Golfo de Tehuantepec hay una marcada estacionalidad en la dirección y velocidad de los vientos (Romero-Centeno *et al.*, 2003). Los vientos procedentes del Norte se desprenden de sistemas de alta presión que se originan en las grandes planicies de Norteamérica, estos vientos viajan hacia el Sur, cruzando Estados Unidos y el Golfo de México. Al llegar al Sur de la República Mexicana, los vientos encuentran libre paso en el Istmo de Tehuantepec a través de la discontinuidad orográfica de la sierra Madre cuya altitud promedio es de 2000 msnm, la discontinuidad orográfica es conocida como paso “Chivela”, tiene de ancho 40 km y una altitud promedio de 200 msnm (Lavín *et al.*, 1992), los vientos del Norte que cruzan por este paso, son conocidos regionalmente como “*Tehuano*” (Trasviña *et al.*, 1995). Los vientos son intensificados por la constricción en el paso “Chivela” y por la diferencia de presión que se forma entre el Golfo de México y el de Tehuantepec, siendo mayor la presión atmosférica en el Golfo de México que en el de Tehuantepec (Romero-Centeno *et al.*, 2003).

La velocidad de los vientos “*Tehuano*” es de 15 a 20 m/s en promedio (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998) frecuentemente exceden los 20 m/s y ocasionalmente alcanzan los 30 m/s (Romero-Centeno *et al.*, 2003). Los “*Tehuano*” duran de 3 a 5 días, después de los cuales típicamente se presentan vientos débiles (5-6 m/s) que duran de 10 a 15 días (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998).

Los “*Tehuano*” son más frecuentes e intensos en invierno, (de noviembre a febrero) con un máximo en enero (de 15 a 20 m/s). En el mes de marzo se observa un decremento en la intensidad de estos vientos (de 10 a 15 m/s) aunque su frecuencia es alta hasta el mes de abril; en mayo y junio se presenta el mínimo del ciclo anual (4.3 a 7.4 m/s en promedio). En el mes de julio se presenta un máximo relativo en la intensidad del viento (12.3 m/s en promedio), este aumento en intensidad durante el verano, se asocia con el desplazamiento hacia el Oeste de la celda “alta Bermuda” (23° W), que genera un gradiente de presión atmosférica entre el Golfo de México y el Golfo de Tehuantepec, resultando en la intensificación de los vientos (Romero-Centeno *et al.*, 2003). El máximo relativo en la intensidad del viento coincide con el mínimo de precipitación del sur de

México, el cual tiene un patrón de distribución bimodal, con valores máximos de precipitación en junio y de septiembre a octubre (Magaña *et al.*, 1999).

De mayo a octubre el Golfo de Tehuantepec es afectado por el paso de huracanes y tormentas tropicales, que incrementan la precipitación en la zona (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998).

La variabilidad interanual de los vientos en el Golfo de Tehuantepec es afectada por fenómenos de gran escala como El Niño y La Niña. Se ha observado que durante los años Niño, la intensidad y frecuencia de los vientos del Norte aumenta, en relación con los años no Niño y años Niña. Mientras que, durante los años Niña, los vientos del Norte son menos frecuentes e intensos que en años Niño y años no Niño (Magaña *et al.*, 2000; Romero-Centeno *et al.*, 2003).

Dinámica local del Golfo de Tehuantepec

En el Golfo de Tehuantepec, durante las estaciones de invierno y primavera ocurren surgencias inducidas por los vientos regionalmente denominados “*Tehuano*”, que generan un desplazamiento de las aguas superficiales cálidas hacia el Sur, provocando la formación de dos grandes giros, uno anticiclónico al Oeste y uno ciclónico al Este del eje del viento y la surgencia de agua subsuperficial. Esta dinámica genera gradientes horizontales y verticales de parámetros ambientales como la disminución de la temperatura y el aumento en la salinidad, el aumento en la concentración de nutrientes y consecuentemente, el aumento de la productividad primaria. Durante esta época la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se encuentra en su posición más al Sur dentro del PTO (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998; Lara-Lara *et al.*, 1998; Machain-Castillo *et al.*, 2008). Mientras que, durante las estaciones de verano y otoño, cuando la ZCIT alcanza su posición más al Norte, promueve el ingreso de aguas superficiales oligotróficas y cálidas al Golfo de Tehuantepec, por medio de la Corriente Costera de Costa Rica (Molina-Cruz y Martínez-López, 1994; Monreal-Gómez y Salas de León, 1998; Lara-Lara *et al.*, 1998; Machain-Castillo *et al.*, 2008). Dicha variación estacional, produce un fuerte impacto sobre los patrones de abundancia, diversidad y composición específica de los foraminíferos planctónicos del Golfo de Tehuantepec (Machain-Castillo *et al.*, 2008; Nava-Fernández, 2009).

Objetivo

El objetivo del presente estudio es determinar las asociaciones de foraminíferos planctónicos recolectados con un arreglo de trampas de sedimento en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec durante el periodo 2006 - 2009 y su relación con la variación anual e interanual de algunos aspectos de la dinámica oceánica y meteorológica (precipitación, velocidad y esfuerzo del viento, profundidad de la capa de Ekman, posición latitudinal de la ZCIT, temperatura superficial del mar (TSM), concentración superficial de Clorofila - *a* (Cl - *a*) y el índice oceánico El Niño (ION)).

Hipótesis

Si las variaciones estacionales en los parámetros analizados durante las estaciones de invierno-primavera (época de surgencias) y las de verano-otoño (época sin surgencias), determinan los patrones de abundancia y diversidad específica de las asociaciones de foraminíferos planctónicos durante el periodo de muestreo, es de esperar que ocurra un recambio estacional de asociaciones de foraminíferos en función de las variaciones en dichos parámetros. Es decir, que para cada escenario oceanográfico (época de surgencias y condiciones de verano), exista una asociación definida por especies con afinidades ecológicas características de los intervalos de muestreo.

Antecedentes

A continuación se presenta una breve descripción de algunos de los trabajos con relevancia para este estudio, en los cuales se ha analizado la relación entre foraminíferos planctónicos y algunos parámetros oceánico-climáticos, en distintas regiones.

En la cuenca de Cariaco, Venezuela, se analizaron los cambios en las poblaciones de foraminíferos planctónicos durante tres años de muestreo con trampas de sedimento (1997-1999). Se encontró que *Globigerina bulloides* es la especie más abundante (40-80 %) durante la temporada invierno y primavera (febrero a mayo), cuando la ZCIT se localiza en su posición más al Sur y los vientos alisios del Noreste son más intensos (10 m/s) e inducen surgencias, que reducen la TSM hasta 22 °C y aumentan la concentración de nutrientes, estimulando el aumento en la productividad primaria. Mientras que, durante los meses de verano a inicios de invierno (junio a diciembre), *Globorotalia*

menardii es la especie más abundante (30-50 %), cuando la ZCIT tiene una posición más al Norte, los vientos alisios del Noreste generalmente son más débiles (2 m/s) y no hay surgencias, durante esta época la columna de agua se estratifica y la TSM es de 29 °C y la productividad primaria en superficie es menor (0.5 g C/m²/día) (Tedesco *et al.*, 2003 y 2007).

En el Este del Atlántico Norte, se analizó la abundancia absoluta y composición específica de foraminíferos planctónicos en los primeros 100 m de la columna de agua, y la relación con el cambio de la distribución de clorofila-*a* durante la transición de la estación de verano a la de otoño. Se observó que durante el verano, cuando las aguas son oligotróficas, estratificadas, con bajas concentraciones de clorofila-*a* y la capa de mezcla es somera, la abundancia absoluta de foraminíferos es baja y la abundancia de *Neogloboquadrina incompta*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinella siphonifera* y *Globigerinoides ruber* aumentan; mientras que, al iniciar el otoño la comunidad de foraminíferos planctónicos responde al aumento en la productividad del fitoplancton de las aguas superficiales, reflejado como el incremento en la concentración de clorofila-*a*, esta respuesta se caracteriza por un incremento en la abundancia absoluta de foraminíferos y por incrementos en la frecuencia relativa de *G. bulloides* y *Globigerinita glutinata*. Esta última presenta su máximo de abundancia como respuesta al incremento en la producción de diatomeas (Schiebel *et al.*, 2001).

En un estudio realizado en el Pacífico Ecuatorial, mediante arrastres de plancton estratificados, de los 9° N a los 9° S, a lo largo de los 140° W, Watkins, *et al.*, (1996) encontraron altas abundancias de *G. menardii* en la Corriente Surecuatorial (CSE). Este muestreo fue realizado de febrero a marzo de 1992, que coincidió con condiciones El Niño. En las áreas donde esta especie fue más abundante, la TSM fue mayor a 29 °C y la Cl-*a* menor a 0.1 mg/m³, su mayor abundancia fue encontrada entre los 25 y 70 m de profundidad coincidiendo con la termoclina. Las condiciones oceánicas El Niño, produjeron un aumento anómalo de la TSM, un hundimiento de la termoclina y disminuciones en la productividad primaria del transecto muestreado. Estas condiciones oceánicas favorecen el aumento en la abundancia de *G. menardii*, ya que esta especie habita en ambientes en los que la columna de agua se encuentra estratificada y de poca turbidez (Fairbanks *et al.*, 1982).

En un estudio posterior realizado en la misma zona geográfica durante agosto - septiembre de 1992, se encontraron altas abundancias de *G. bulloides*, estos muestreos coincidieron con condiciones

oceánicas La Niña. *G. bulloides* fue más abundante de 0 a 100 m de profundidad y forma parte de la asociación ecuatorial, asociada a la CSE, la cual durante este periodo tiene una extensión de los 5° S a los 3° N y transporta aguas procedentes de zonas de surgencias costeras. Estas aguas tienen temperaturas superficiales de 25 °C, altas concentraciones superficiales de Cl-a (mayor a 2 mg/m³) y de biomasa, que atenúan la penetración de la luz. La presencia de *G. bulloides* en esta región y durante este periodo refleja la elevada productividad de las aguas en este transecto, aguas que fueron acarreadas por la CSE desde zonas de surgencia y que en este punto sostienen una elevada productividad primaria.

En la cuenca de Guaymas, en el Golfo de California, se analizaron las poblaciones de foraminíferos planctónicos de febrero de 1991 a octubre de 1997 con una trampa de sedimentos. Se encontró que durante el invierno, los vientos del Noroeste generan surgencias, las cuales disminuyen la TSM (de 15 a 18 °C) e incrementan la productividad primaria (0.2 – 0.8 g de ópalo/m²/día), en esta época la especie *G. bulloides* es la más abundante; mientras que, durante el verano, cuando los vientos soplan en dirección contraía, aguas cálidas (19 a 30 °C) y estratificadas de origen ecuatorial ingresan en la cuenca, dichas aguas son de menor productividad primaria (0.1 a 0.2 g de ópalo/m²/día) que las de las surgencias, durante esta época *G. menardii* y *G. ruber* incrementan su abundancia. Durante las condiciones El Niño de 1991 – 1992, las condiciones de verano en el Golfo de California se intensificaron con respecto a años normales, la TSM fue de 2 a 3 °C mayor y la productividad primaria fue menor a 0.2 g ópalo/m²/día, durante este periodo *G. ruber* y *G. menardii* fueron más abundantes (Thunell, 1998 y Wejnert *et al.*, 2010).

Estudios previos en el Golfo de Tehuantepec.

En el Golfo de Tehuantepec, se realizó un estudio sobre los patrones de distribución y abundancia de foraminíferos planctónicos recientes en los sedimentos y su relación con la dinámica oceánica (Machain-Castillo *et al.*, 2008). Se observó que durante el invierno e inicios de primavera se presenta un efecto de fertilización (aumentos en la concentración de nitratos) de las aguas superficiales en el eje de la surgencia estacional y en el giro ciclónico que se forma al Este de dicho eje. Mientras que, durante el verano e inicios de otoño, las masas de agua del golfo son típicas del PTO con temperaturas superficiales cálidas, la columna de agua estratificada y concentraciones mínimas de nitratos. Abundancias altas de foraminíferos evidencian el efecto fertilizador de las

surgencias y giros ciclónicos, mientras que, fuera del área de influencia de las surgencias, dicha abundancia decrece, debido probablemente, al giro anticiclónico de baja productividad que se forma al Occidente del golfo y a otros factores como aportes de ríos, la compleja topografía, disolución, dilución y advección.

Asimismo, registraron tres asociaciones de foraminíferos planctónicos; la asociación *G. bulloides* distribuida en la mayor parte del golfo reflejando la fuerte influencia de las surgencias en el área de estudio; la asociación *G. glutinata* indicando aguas densas localizadas en el eje de la surgencia y en el giro ciclónico de alta productividad y bajas temperaturas superficiales; y la asociación *G. menardii* - *N. dutertrei*, relacionada a aguas cálidas de origen ecuatorial y a la influencia de giros anticiclónicos de baja productividad. La distribución de dichas asociaciones refleja las condiciones hidrográficas del Golfo de Tehuantepec durante el invierno e inicios de primavera (Machain-Castillo *et al.*, 2008).

Nava-Fernández (2009) analizó la respuesta de los foraminíferos planctónicos de la columna de agua a variaciones en la dinámica oceanográfica del Golfo de Tehuantepec durante seis meses, en el intervalo del 04 de febrero a 08 de julio de 2006 y encontró cambios en los patrones de abundancia y diversidad de la comunidad de foraminíferos en función de variaciones en distintos parámetros ambientales y condiciones climático-oceánicas (concentración superficial de clorofila-a, temperatura superficial y posición de la Zona de Convergencia Intertropical o ZCIT), durante la época de surgencias y la época sin surgencias.

Durante la época de surgencias, del 04 febrero al 27 de mayo (condiciones invierno-primavera), la concentración superficial de clorofila-a fue alta ($\bar{x} = 3.66 \text{ mg/m}^3$) y el centro de la ZCIT se localizó al Sur del golfo (entre 5 y 7° N). Bajo estas condiciones la producción de foraminíferos fue alta ($\bar{x} = 4684$ individuos/l), la asociación dominante fue *G. bulloides* y la diversidad específica se redujo. Mientras que, a partir del 28 de mayo y hasta el 08 de julio (condiciones primavera-verano), cuando las aguas del golfo se encontraron estratificadas, con altas temperaturas superficiales ($\bar{x} = 29.5^\circ \text{ C}$) y con el núcleo de la ZCIT sobre el golfo (entre 9 y 12° N), la producción de foraminíferos decreció ($\bar{x} = 2016$ individuos/l), la asociación dominante fue *G. menardii* - *G. glutinata* y la diversidad específica aumentó.

Material y Métodos

La metodología del presente estudio consta de tres fases principales: Trabajo de campo, procesamiento y análisis de las asociaciones de foraminíferos y descripción ambiental (Fig. 2).

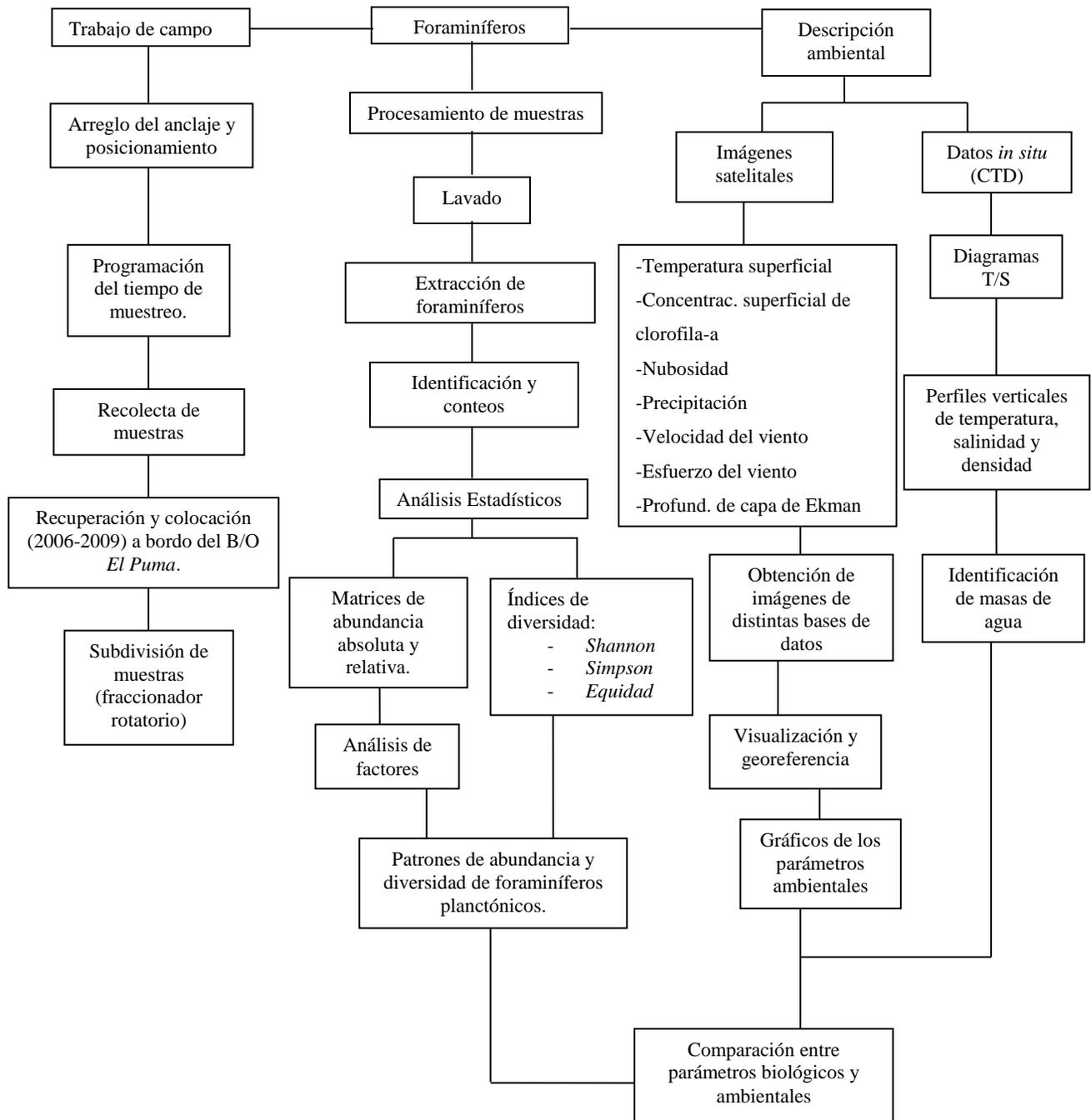


Figura 2. Diagrama de flujo que muestra la metodología del presente estudio.

Trabajo de campo.

Se analizaron las muestras recolectadas mediante dos trampas de sedimento (*McLane*, con un área de captación de 0.5 m²), colocadas en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec (15° 38'.826 N y 95° 16'.905 W). Ambas trampas quedaron suspendidas en la columna de agua gracias a un sistema de boyas y fueron fijadas al fondo por dos pesos muertos. Una trampa fue colocada a 520 m de profundidad (*trampa somera*) y la otra a 620 m (*trampa profunda*). El objetivo de colocar ambas trampas en un mismo arreglo fue maximizar la cobertura temporal del muestreo, ya que cuando la trampa somera está por terminar su muestreo, inicia el muestreo de la trampa profunda (Tabla 1). De acuerdo con los perfiles verticales de temperatura y salinidad, así como los diagramas TS que se han realizado en puntos cercanos al área de estudio (Figuras 21 y 22), las profundidades a las que se encuentran ambas trampas corresponden a la misma masa de agua (Agua Intermedia del Pacífico). El diseño del anclaje consta de un liberador acústico posicionado a 790 m de profundidad y la estación oceanográfica en la que se ubican tiene una profundidad de 800 m (Fig. 3). Cada trampa consta de un carrusel con 21 botellas de 525ml, el cual fue programado para recolectar muestras en intervalos de 7 y 17 días. Las trampas fueron recuperadas en periodos de 6 y 12 meses durante tres años de febrero de 2006 a agosto de 2009. Para preservar la muestra y conservar el pH constante, las botellas se rellenaron con una solución de azida de sodio al 20 % y borato de sodio al 5 %.

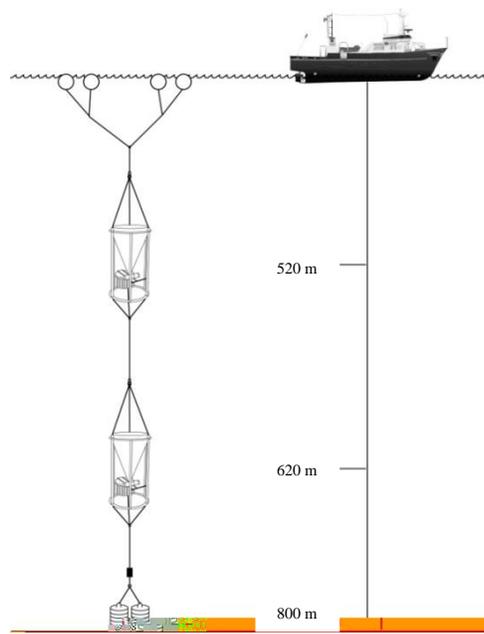


Figura 3. Sistema de anclaje de las trampas de sedimento en el Golfo de Tehuantepec.

Ambas trampas fueron colocadas y recuperadas (mediante un liberador acústico) durante las campañas oceanográficas Tehua III, Tehua IV, Tehua V, Tehua VI y Tehua VII, a bordo del B/O. “El Puma” de la UNAM.

Cada vez que las muestras se recuperaron, fueron etiquetadas y subdivididas en cuatro submuestras a bordo del barco, las muestras que corresponden a la campaña Tehua III, fueron subdivididas con un fraccionador Folsom (el único disponible en este momento) con capacidad para dividir cada muestra en dos submuestras, en este caso cada submuestra fue subdividida dos veces, para obtener un total de cuatro submuestras. Mientras que, durante las campañas Tehua IV a Tehua V, la subdivisión de las muestras se realizó con un fraccionador rotatorio con capacidad para fraccionar cada muestra en cuatro submuestras.

Debido a la disponibilidad de tiempo de barco, existen periodos dentro del tiempo total de muestreo que no fueron cubiertos por ambas trampas, de tal modo que para maximizar la cobertura temporal del muestreo, los carruseles de ambas trampas fueron programados con un desfase temporal, que permite recolectar muestras en periodos ensamblados de diez meses. Dentro de los ensambles hay periodos de muestreo en los que existe registro tanto en la trampa superficial como en la profunda para una misma fecha de muestreo (intersecciones), es importante señalar que en el último intervalo de muestreo (del 19 de agosto de 2008 al 11 de agosto de 2009, que corresponde al cruceo oceanográfico Tehua VI solamente se obtuvieron muestras de la trampa profunda, debido al mal funcionamiento de la trampa superficial (Tabla 1), así mismo, en este periodo de muestreo, las muestras tuvieron una resolución temporal de 15 días.

Tabla 1. Campañas oceanográficas en las que se instalaron las trampas, los intervalos de muestreo de cada trampa y los periodos de intersección entre ambas trampas.

Campaña	Resolución temporal	Profundidad		Periodo de muestreo	Intersección
Tehua III	8 días.	somera	520 m	04/02/06 – 30/06/06	18/02/06 – 07/07/06
	8 días.	profunda	620 m	18/02/06 – 07/07/06	18/02/06 – 07/07/06
Tehua IV	8 días	somera	520 m	09/09/06 – 03/03/07	07/01/07 – 23/02/07
	8 días.	profunda	620 m	07/01/07 – 23/06/07	07/01/07 – 23/02/07
Tehua V	8 días	somera	520 m	02/09/07 – 16/02/08	01/01/08 – 16/02/08
	8 días.	profunda	620 m	01/01/08 – 15/06/08	01/01/08 – 16/02/08
Tehua VI	15 días	profunda	620 m	19/08/08 – 11/08/09	

Trabajo de laboratorio

Cada muestra fue lavada en un tamiz de apertura de malla de 149 μm . Se utilizó esta apertura de malla para garantizar que el estado ontogénico de los individuos corresponda a la etapa adulta, etapa en la cual los caracteres morfológicos diagnósticos de cada especie se encuentran bien definidos. De las muestras ya secas, se extrajeron los foraminíferos planctónicos con ayuda de un pincel fino, utilizando distintos aumentos (1.0x a 1.5x) bajo el microscopio estereoscópico (marca Olympus).

Con el fin de obtener una muestra estadísticamente representativa (300 individuos), se revisaron diferentes fracciones de la muestra húmeda. Se inició con una fracción de $\frac{1}{4}$. Pero, en los casos en que los foraminíferos fueron muy abundantes (tres muestras de la campaña Tehua VI tuvieron más de 2000 individuos), ésta fracción se subdividió mediante un fraccionador de Otto, el cual divide las muestras en seco.

Los organismos extraídos fueron colocados en placas micropaleontológicas. Una vez en las placas, los organismos se determinaron taxonómicamente hasta nivel de especie (Anexo 1) utilizando bibliografía especializada y finalmente, se cuantificó el total de individuos por especie (Anexo 2).

Análisis estadísticos

Una vez identificadas todas las especies y realizados los conteos, se construyeron matrices de abundancia absoluta y abundancia relativa (Filas: especies y Columnas: muestras). Las matrices de abundancia relativa fueron sometidas a un análisis de estadística multivariada (Análisis de factores modo Q). El análisis de factores es una técnica de agrupación que permite resumir la información contenida en grandes matrices de datos, explicando la relación de las variables en forma resumida por medio de factores, que explican el sistema, la agrupación de los datos se realiza con base a sus índices de correlación, dando lugar a una matriz de vectores ortogonales independientes. Los factores se encuentran determinados por su valor propio (*eigenvalue*) que representa la cantidad de varianza explicada por cada factor, en cuanto mayor sea éste, más importante será dicho factor en el sistema. El análisis de factores modo Q da mayor importancia a las correlaciones entre las muestras. La interpretación del análisis de factores se realiza por medio de los *factor scores* (valor del factor) que permiten identificar a las especies importantes asociadas a cada factor; cuanto mayor sea el

valor de éste, mayor será la importancia de la especie en el factor y por los *factor loadings* (carga del factor) que señalan la importancia del factor en cada muestra, mientras más alto sea su valor, más dominante es el factor en la muestra (Hair *et al.*, 2010). Con base a la distribución de los factores en las muestras y a las afinidades ecológicas de las especies que los definen, se realizó la interpretación climático-oceánica del Golfo de Tehuantepec. El análisis de factores se realizó con el Software *STATISTICA* versión 7.0.

Diversidad

Se calcularon los índices de diversidad de Simpson (Krebs, 1989), Shannon (1963) y el índice de equitatividad (Lloyd y Ghelardi 1964) en cada una de las muestras, para hacer una descripción de los patrones de diversidad de los foraminíferos a lo largo del periodo de muestreo. El cálculo de estos índices de diversidad permite obtener información adicional sobre las poblaciones, puesto que la diversidad de una comunidad es el resultado del impacto de distintos factores tanto ambientales (externos tales como estrés ambiental y disponibilidad de alimento), así como de interacciones poblacionales (internos tales como: competencia y depredación (Nybakken, 1982; Begon *et al.*, 1999), de tal forma que al conocer los patrones de diversidad de una comunidad es posible inferir información sobre las variables ambientales que han dado estructura a la comunidad.

A continuación se describen los índices de diversidad utilizados en este trabajo:

Índice de Simpson.

$$D = \sum (n_i (n_i - 1) / N (N - 1))$$

Donde: D = valor del índice de diversidad de Simpson.

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número total de individuos

Índice de Shannon, descrito por Shannon y Weaver (1963)

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde: $\sum p_i = 1$

H' = valor del índice de diversidad Shannon-Wiener

P_i = número de especie i / el total de número de individuos en el muestreo

ln = función logaritmo natural

Σ = sumatoria de

s = número de especies encontrado en el muestreo

La equitatividad se obtuvo con el índice de equidad (J'). Este índice relaciona la diversidad con el número de especies:

$$J' = \frac{H}{H_{\max}}$$

Donde: H_{\max} (índice de diversidad máxima) = $\ln s$
 H = índice de diversidad

Los índices de diversidad fueron calculados utilizando los programas *Microsoft Office Excel 2007* y *BioDiversity Profesional* versión 2.0.

Parámetros oceánicos y condiciones meteorológicas

Se realizó la descripción de algunos parámetros oceánicos y de las condiciones meteorológicas en el área de estudio durante el periodo de muestro, mediante el análisis de imágenes satelitales que muestran la distribución de la temperatura superficial, concentración superficial de clorofila-a y posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Se describió el patrón anual de la velocidad del viento registrado en la estación meteorológica de Salina Cruz (únicamente para los años 2006 y 2008), a partir de estimaciones de magnitud de la velocidad y dirección del viento y de precipitación. La variabilidad interanual fue relacionada con el Índice Oceánico El Niño (ION). Asimismo, se calculó el esfuerzo del viento y la profundidad de la capa superficial de Ekman a partir de las estimaciones de velocidad del viento.

Velocidad del viento: Se analizaron datos de magnitud y dirección del viento cada 30 minutos medido en la estación meteorológica de la Secretaría de Marina (SEMAR) de Salina Cruz, Oaxaca de los años 2006 y 2008 (únicos datos disponibles) y de estimaciones de la base de datos *North American Regional Reanalysis* (NARR); los cuales son estimaciones de reanálisis (promedios de 8 horas de dirección y magnitud de la velocidad del viento), con una resolución espacial de 12 Km², para los años de 2006 a 2009 (Fig. 11). Los datos de la estación meteorológica y los de las estimaciones NARR fueron procesados de la siguiente manera:

Se calculó la magnitud y dirección del viento a partir de las componentes zonal (u) y meridional (v) cada 8 horas. Posteriormente se promedió la velocidad del viento a una resolución temporal de 8

días, para el periodo de enero de 2006 a agosto de 2008 y a una resolución de 17 días, para el periodo de septiembre de 2008 a agosto de 2009. Para conocer la intensidad y dirección del viento dominante, se construyeron Rosas de viento mensuales con el programa *WRPLOT Vew – Freeware* (Anexo 7).

Esfuerzo del viento: este parámetro es utilizado como una medida cuantitativa de la intensidad de las surgencias y se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{\tau}_s = \rho_a c_a |\bar{W}_{10}| \bar{W}_{10}$$

$$10^3 c_a = \begin{cases} 0.87 + 0.067W_{10} & \text{para } 2 < W_{10} < 8 \text{ m/s} \\ 1.20 + 0.025W_{10} & \text{para } 8 \leq W_{10} < 25 \text{ m/s} \\ 0.073W_{10} & \text{para } W_{10} \geq 25 \text{ m/s} \end{cases}$$

Las surgencias en el Golfo de Tehuantepec, se generan con el esfuerzo del viento perpendicular a la costa (τ_{sy}), es decir con la intensidad de la componente meridional del esfuerzo del viento superficial, por lo cual se calculó esta componente durante el periodo de estudio.

Donde:

$\bar{\tau}_s$: es el esfuerzo del viento

ρ_a : es la densidad del aire = (1.025 kg/m³)

c_a : es el coeficiente de arrastre

\bar{W}_{10} : es la velocidad del viento (m/s) a 10 m de altura del nivel del mar.

τ_{sy} : Componente meridional del esfuerzo del viento superficial.

Los valores negativos del esfuerzo del viento indican un transporte vertical de agua hacia la superficie (afloramiento), mientras más altos son dichos valores, mayor es la intensidad de las surgencias. Mientras que los valores positivos indican apilamiento (hundimiento) de agua y ausencia de surgencia, este cálculo se realizó para cada semana del periodo de muestreo y fue graficado (Fig. 12).

Profundidad de la capa superficial de Ekman. Para conocer la profundidad a la cual el viento tiene influencia, se calculó la profundidad de la capa Ekman a partir de los promedios semanales de la

velocidad del viento, en este caso solamente fueron considerados los promedios de velocidad con dirección del Norte, ya que en el Golfo de Tehuantepec son los vientos que soplan perpendiculares a la costa los que generan surgencias (Lavín *et al.*, 1992; Trasviña *et al.*, 1995). La profundidad de Ekman fue calculada a partir de la ecuación descrita por Pickard y Pond, (1993):

$$D_E = 4.3 W_{10} / (\text{sen } |\phi|)^{1/2}$$

Donde:

D_E : Profundidad de la capa superficial de Ekman.

4.3: Constante de arrastre.

W_{10} : Velocidad del viento (m/s)

$|\phi|$: Latitud.

La profundidad de Ekman fue estimada para cada semana del periodo de muestreo (Fig. 13).

Posición de la ZCIT: Las imágenes satelitales de nubosidad que se analizaron en este estudio fueron obtenidas de forma gratuita de la base de datos: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov> (Anexo 6). En este caso se registró la posición latitudinal del núcleo de la ZCIT a 95° W durante el periodo de muestreo (Fig. 14), que se observa como una banda de nubosidad en cada una de las imágenes.

Precipitación: Se analizó una serie de estimaciones de la precipitación global en mm, estas imágenes se encuentran disponibles de forma gratuita en la base de datos:

http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NASA/.GES-DAAC/.TRMM_L3/.TRMM_3B42/.v6/.daily/.precipitation/

Las imágenes que se analizaron son estimaciones de precipitación que se obtienen a partir de los sensores de precipitación superficial de todos los satélites y de datos obtenidos en la superficie terrestre, en estaciones meteorológicas y boyas oceanográficas. Las estimaciones son obtenidas aplicando el algoritmo: *TRMM Multi-Satellite Precipitation Analysis*. El procesamiento de los datos de precipitación en el presente trabajo consistió en la obtención de los datos de precipitación en mm, sobre el punto de muestreo a una resolución temporal de 24 h, una vez descargados todos los datos, se procedió a realizar la sumatoria de los valores por cada semana de muestreo (se realizó la sumatoria de los datos para evitar la atenuación de los valores diarios ya que durante una semana se registran valores de 0.0 mm que al ser promediados producen una reducción artificial de los valores reales), para obtener la precipitación total a una resolución semanal (mm/semana) y se graficaron los totales de cada semana para los años del muestreo (Fig. 15).

Temperatura Superficial del Mar (TSM): se analizaron imágenes satelitales obtenidas por el sensor MODIS del satélite Aqua, proporcionadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). "Promedio semanal de la Temperatura Superficial del Mar (SST)". Producto satelital obtenido del procesamiento de imágenes MODIS/Aqua, a través del Sistema Satelital de Monitoreo Oceánico de la CONABIO, México, del periodo 2006 a 2009 (Anexo 4). Estos datos representan el promedio semanal de la TSM con una resolución espacial de 1Km². Las imágenes fueron visualizadas con el programa *Envi 4.3*, con el cual es posible visualizar las imágenes y conocer la posición geográfica de cada punto del océano, en este caso cada pixel equivale a 1Km², se capturó el dato de temperatura superficial sobre el punto geográfico en donde se localizaron las trampas de sedimento (15° 38' .826 N y 95° 16' .905 W), y se construyó un gráfico de temperatura superficial para cada año del periodo de muestreo (Fig. 16).

Anomalías de TSM. Con el objeto de determinar si las variaciones en la TSM sobre el punto de muestreo son producto de la intensidad de las surgencias o bien de cambios en la distribución de la misma. Se calcularon anomalías entre el punto de muestreo y el núcleo de menor temperatura, también se determinó la distancia que hay entre estos puntos. La anomalía de TSM, de acuerdo con Aguirre-Gómez *et al.*, (2003) se obtuvo restando el valor de menor temperatura durante las épocas de surgencias, al promedio semanal de los cuatro años de los valores de TSM sobre el punto de muestreo (Fig. 17).

Índice Oceánico El Niño 3.4. (Anomalías de TSM en la región Niño 3.4) Se descargaron los valores de este índice de: www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml, correspondientes al periodo de muestreo (Fig. 10). Para corroborar la variabilidad interanual de la TSM, se realizó una comparación de la TSM estimada por el sensor MODIS y la estimada por el sensor AVHRR. Las imágenes de TSM del sensor AVHRR tienen una resolución espacial de 1 Km² y una resolución temporal de 30 días, se consideró un punto cercano al punto de muestreo (15° 27' N y 95° 20' W), para hacer comparables dichos valores, se promediaron los valores semanales estimados por el sensor MODIS y se graficaron juntos por mes (Fig. 18)

Concentración superficial de Clorofila-*a* (Cl-*a*): se analizaron imágenes satelitales obtenidas por el sensor MODIS del satélite Aqua, proporcionadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). "Promedio semanal de la Concentración Superficial de

Clorofila – *a* (CI – *a*)". Producto satelital obtenido del procesamiento de imágenes MODIS/Aqua, a través del Sistema Satelital de Monitoreo Oceánico de la CONABIO, México, del periodo 2006 a 2009 (Anexo 5). Estos datos representan el promedio semanal de la concentración superficial de clorofila-*a* con una resolución espacial de 1 Km². Las imágenes fueron visualizadas con el programa *Envi 4.3* con el cual es posible conocer la posición geográfica de cada punto del océano, se capturó el dato CI-*a* sobre el punto geográfico en donde se localizaron las trampas de sedimento (15° 38' .826 N y 95° 16' .905 W), y se construyó un gráfico de la concentración superficial de clorofila-*a* para cada año del periodo de muestreo (Fig. 20).

Estructura vertical de la columna de agua. La descripción de las masas de agua presentes en el sitio de muestreo se realizó con base en lances de CTD en estaciones oceanográficas cercanas al punto de muestreo del presente estudio, para la época de surgencias (invierno: 15° 20' N y 95° 7.8' W Prof.: 1088 m, en abril de 2001) y la época sin surgencias (verano: 15° 20' N y 95° W Prof.: 1060 m, en junio de 2003), con estos datos se construyó un diagrama T-S para identificar las masas de agua y los perfiles verticales de temperatura, salinidad y densidad de cada estación oceanográfica permitieron definir su ubicación en la columna de agua (Figs. 21 y 22).

Variabilidad interanual de la posición de la termoclina. Para conocer la variabilidad interanual de la profundidad de la termoclina, se realizaron perfiles verticales de temperatura con base a lances de CTD de estaciones oceanográficas cercanas al punto de muestreo (Fig. 23): época sin surgencias en condiciones El Niño en septiembre de 2006, época de surgencias en condiciones La Niña en marzo de 2008 y la época sin surgencias durante condiciones La Niña en septiembre de 2010. Desafortunadamente no se contó con un lance de CTD para alguna época de surgencias durante condiciones El Niño. Asimismo con base a dichos lances de CTD se construyó un diagrama T-S para analizar la variabilidad de las masas de agua en distintas épocas (Fig. 23 y 24).

Los patrones de distribución temporal de estos parámetros y condiciones climáticas, se correlacionaron con los patrones de abundancia y diversidad de las poblaciones de foraminíferos planctónicos durante el periodo de muestreo (Tablas 21 y 23).

Resultados

Foraminíferos planctónicos

Se identificaron 21 especies, 10 géneros, 5 familias y 2 superfamilias según la modificación que realizó Sen Gupta, (1999) a la clasificación de Loeblich y Tappan (1987) (Anexo 1).

Análisis faunístico

Dentro del periodo de tiempo estudiado (febrero 2006 a agosto de 2009), cuatro especies contribuyen con el 87 % de la abundancia total en todas las muestras analizadas (140 muestras): *G. bulloides* (39%), *G. menardii* (21%), *G. glutinata* (13%), *G. ruber* (9%) y *G. aequilateralis* (4 %).

En los intervalos de muestreo de intersección (muestras en ambas trampas, recolectadas en las mismas fechas) se observó la similitud entre las asociaciones, delimitadas por un análisis de factores modo Q y por los coeficientes de correlación aplicados a la abundancia relativa de dichas muestras (Anexo 3). Asimismo, los patrones de abundancia y diversidad fueron similares y no se encontró alguna evidencia de disolución en los organismos en ninguna trampa. Por todo lo anterior, se consideró que se podían utilizar los datos de ambas para complementar los períodos de muestreo; esto es, sólo se utilizaron las muestras de las trampas del fondo posteriores al término del muestreo de las trampas superficiales.

De manera más específica, se analizó el patrón de diversidad y abundancia relativa entre las muestras equivalentes en tiempo (25 muestras), de las cuales un 68 % conservan el mismo patrón general de abundancia relativa; es decir, que en 17 de las 25 muestras las proporciones de las especies más abundantes se mantienen constantes entre la muestra somera y profunda; mientras que, en el 32 % restante (8 muestras) las proporciones difieren entre ambas muestras. En cuanto al patrón de abundancia absoluta de foraminíferos, se observó que en el 80 % de las muestras, la abundancia absoluta es mayor en las muestras de la trampa profunda.

En términos de diversidad (riqueza específica), se observó que las 21 especies encontradas, aparecen tanto en la trampa somera como en la profunda. Sin embargo, la riqueza no es exactamente igual en

ambas trampas, particularmente en especies esporádicas o de baja abundancia relativa (menor al 0.4 %) que están presentes solo en una de las trampas.

Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos

A continuación se muestra el patrón anual de abundancia absoluta de los foraminíferos planctónicos durante el periodo de muestreo (No. ind./m²), 04 de febrero de 2006 a 11 de agosto de 2009 (Fig. 4). En la figura 4, se señalan con las letras ND los intervalos en los que no existen datos entre el término de un muestreo y el inicio del siguiente.

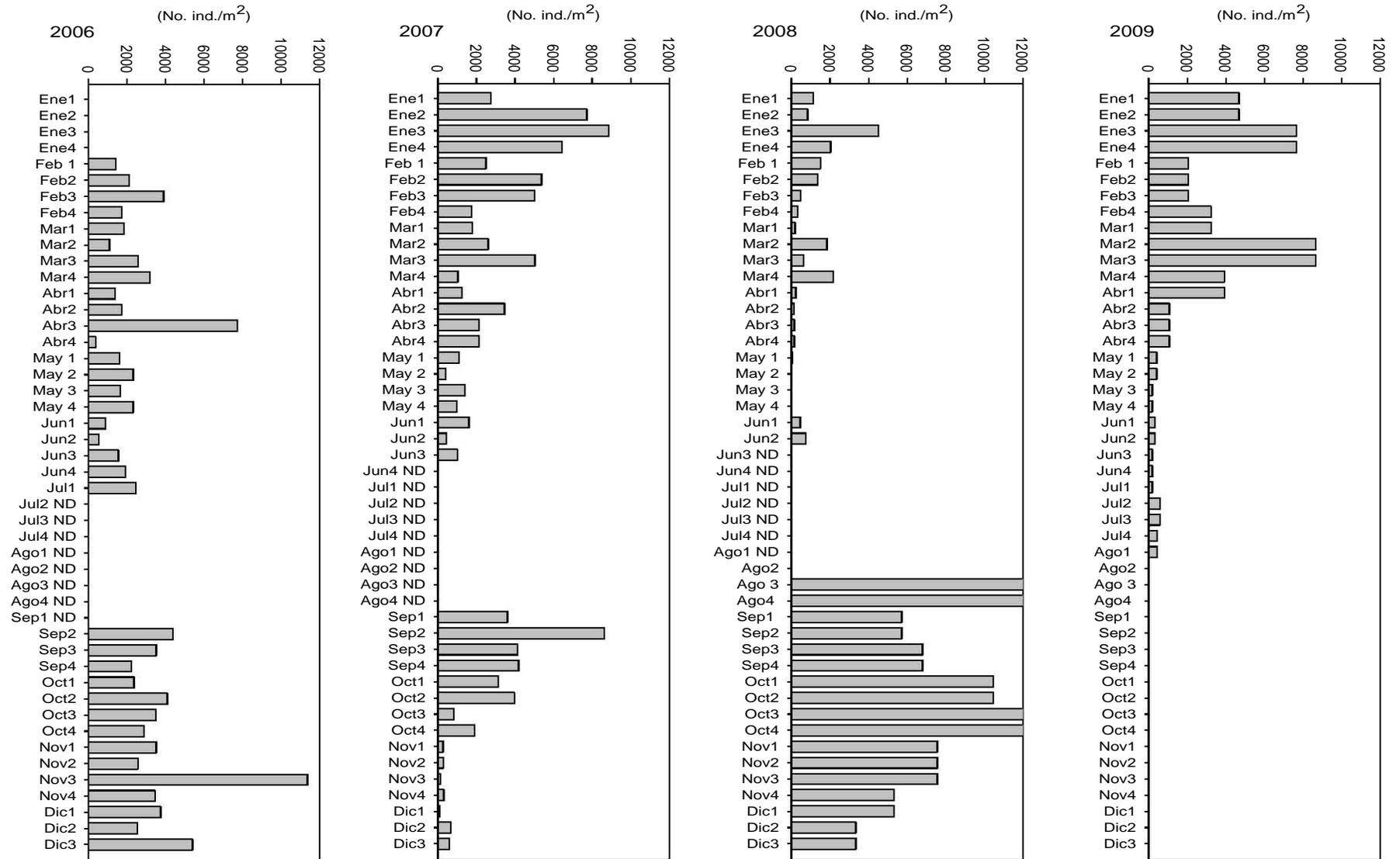


Figura 4. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos. ND: No hay dato.

Abundancia relativa de foraminíferos planctónicos

A continuación se muestra el patrón anual de abundancia relativa de *G. bulloides*, *G. menardii*, *G. glutinata*, *G. ruber* durante el periodo de muestreo (Figs. 5 – 8, las letras AFI indican los períodos en los que la abundancia de foraminíferos fue insuficiente para realizar análisis faunísticos).

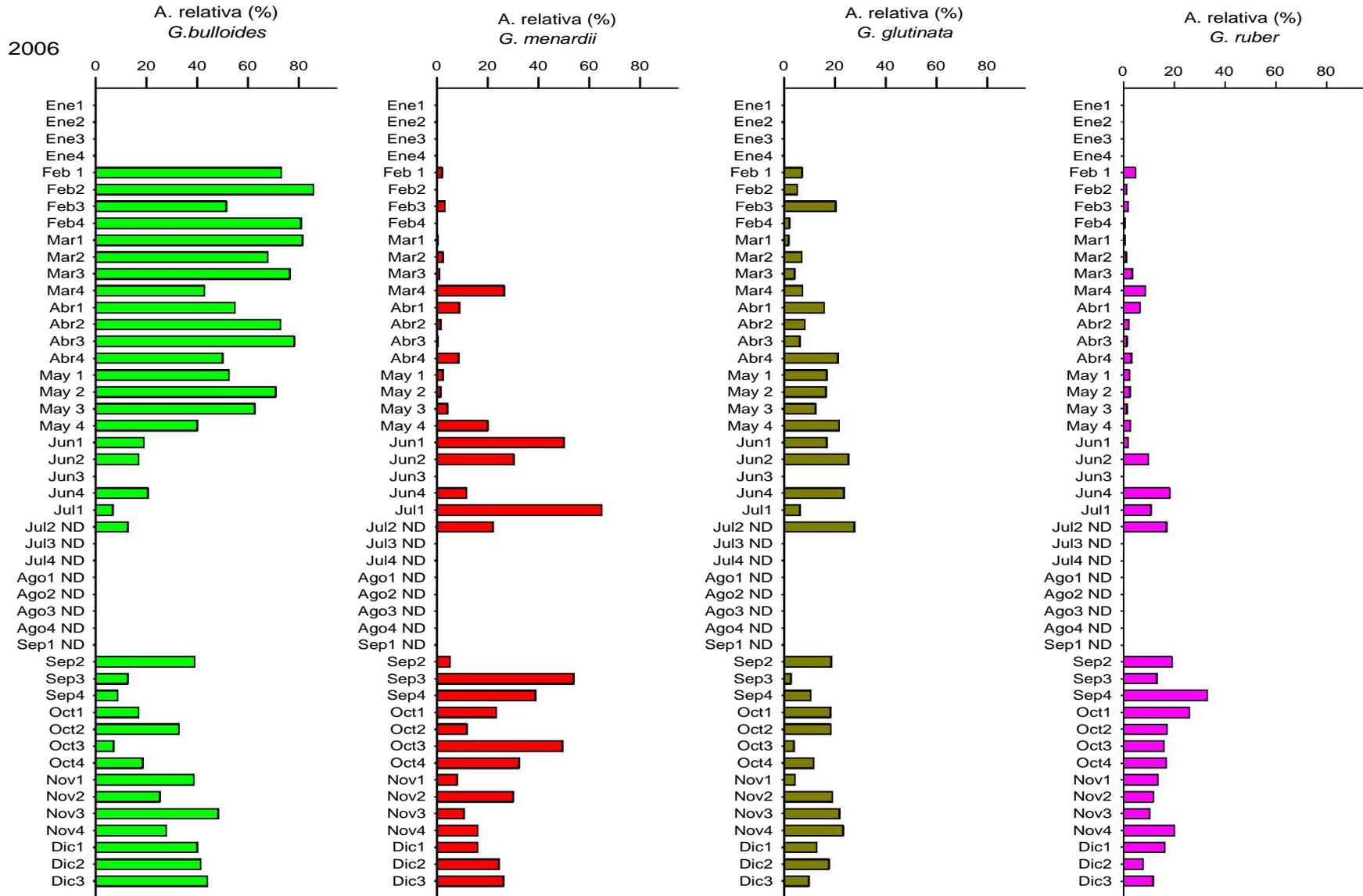


Figura 5. Abundancia relativa de *G. bulloides*, *G. menardii*, *G. glutinata* y *G. ruber* durante 2006. ND: No hay dato, AFI: Abundancia de foraminíferos insuficiente.

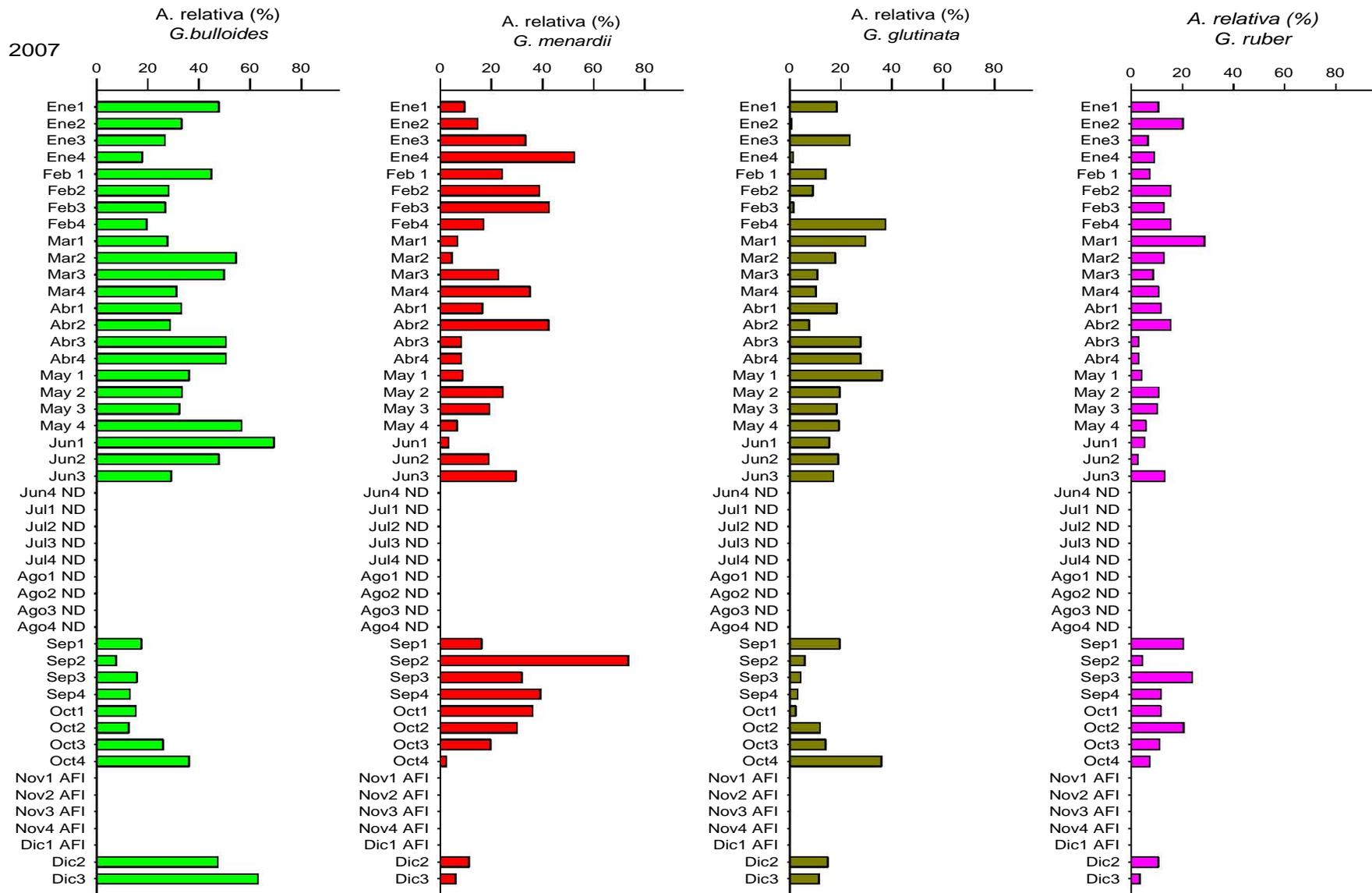


Figura 6. Abundancia relativa de *G. bulloides*, *G. menardii*, *G. glutinata* y *G. ruber* durante 2007. ND: No hay dato, AFI: Abundancia de foraminíferos insuficiente.

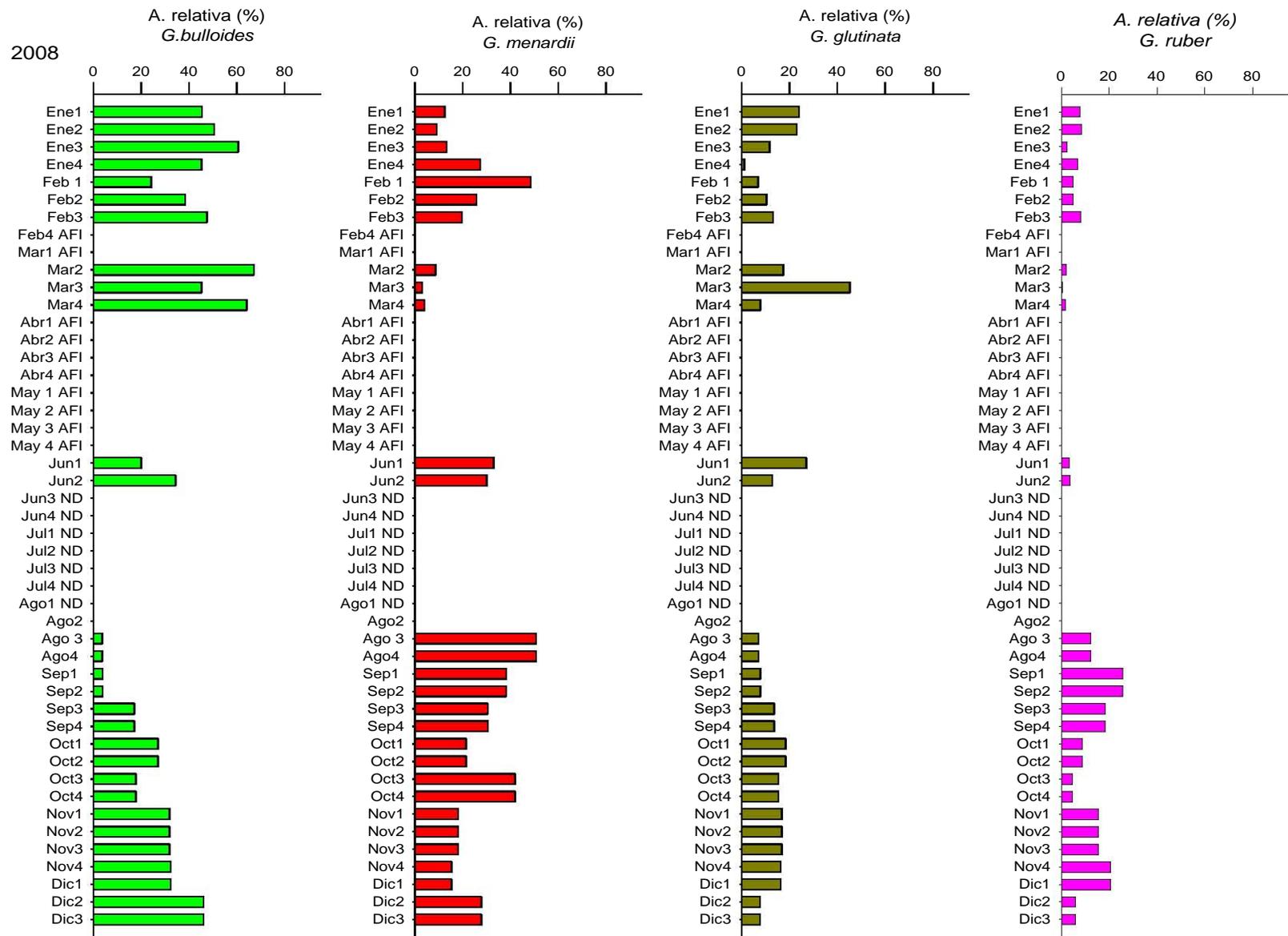


Figura 7. Abundancia relativa de *G. bulloides*, *G. menardii*, *G. glutinata* y *G. ruber* durante 2008. ND: No hay dato, AFI: Abundancia de foraminíferos insuficiente.

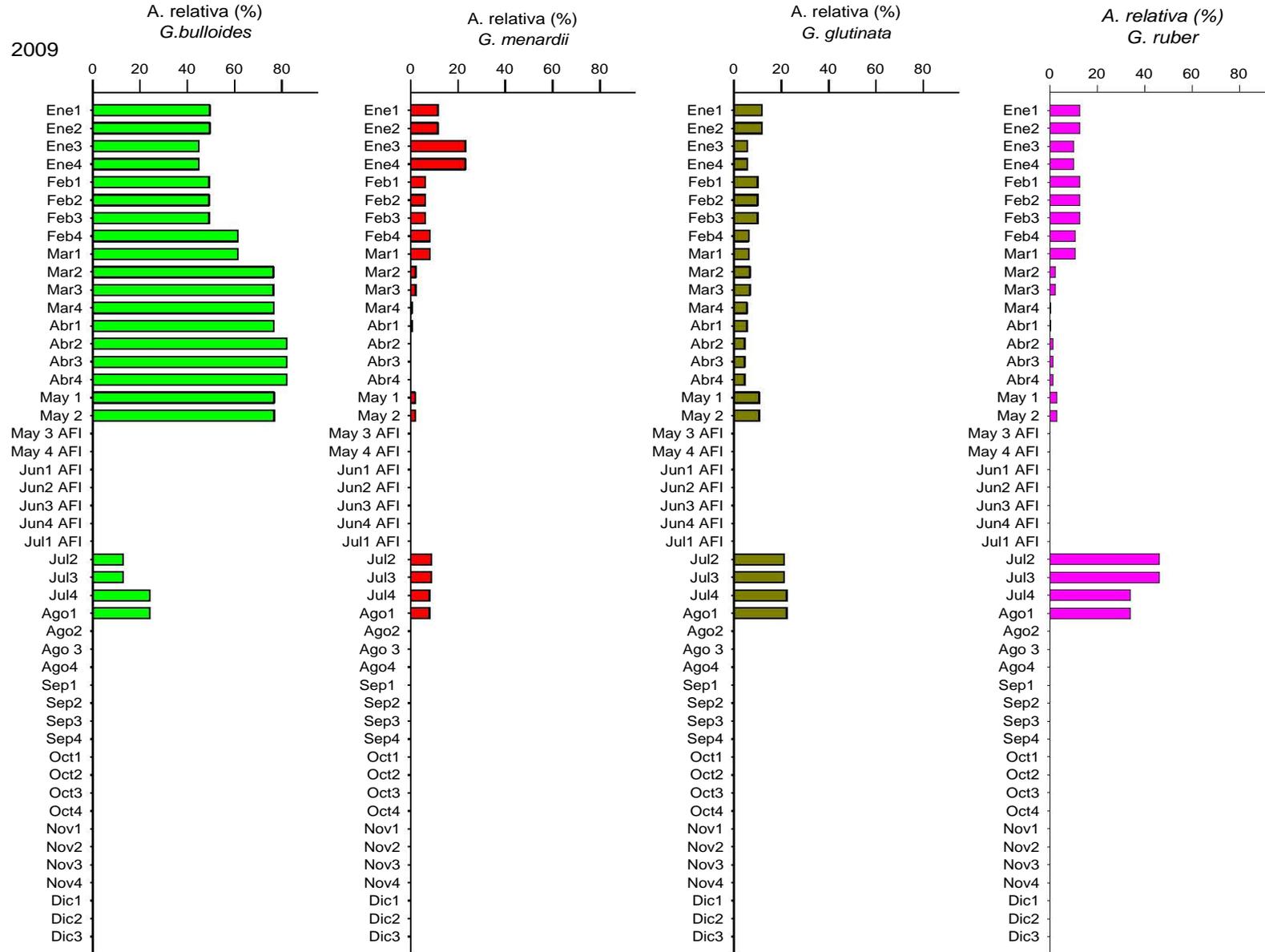


Figura 8. Abundancia relativa de *G. bulloides*, *G. menardii*, *G. glutinata* y *G. ruber* durante 2009. ND: No hay dato, AFI: Abundancia de foraminíferos insuficiente.

Asociaciones de foraminíferos planctónicos

Se realizó un análisis de factores (modo Q) con todas las muestras del período de estudio (2006 a 2009) que contuvieron un número de individuos mayor a 100 (96 muestras), por considerarse que un número menor de organismos podría añadir algún sesgo a los resultados. El análisis muestra la presencia de tres factores principales (en función de su significancia estadística y su coherencia con el comportamiento de las asociaciones a través del periodo de muestreo), que explican un 95.5 % de la varianza total (Tabla 2). El factor 1 explica el 70.7 % de la varianza y está representado por la asociación dominada por *G. bulloides*. El factor 2 explica la varianza en un 18 % y está representado por la asociación caracterizada por *G. menardii*. El factor 3 explica la varianza en un 6.4 % y está representado por la asociación *G. glutinata* - *G. ruber* (Tablas 2, 3 y 4).

Tabla 2. *Eigenvalue* para cada factor.

<i>Eigenvalue.</i>	% total var.	E. acumulado.	% acumulado var.
53.75	70.73	53.75	70.73
14.01	18.44	67.77	89.17
4.87	6.41	72.65	95.59

Tabla 3. Valores del factor para cada asociación.

Especie.	Factor 1	Factor 2	Factor 3
<i>G. bulloides</i>	3.575328	0.300929	0.179071
<i>G. falconensis</i>	-0.217957	-0.502046	-0.455664
<i>G. umbilicata</i>	0.137516	-0.291070	-0.553057
<i>G. obesa</i>	-0.105740	-0.397423	-0.428911
<i>G. aquelateralis</i>	-0.339742	-0.089026	-0.133362
<i>G. praesiphonifera</i>	-0.223642	-0.465656	-0.485858
<i>G. ruber</i>	-0.459008	0.647640	0.983448
<i>G. menardii</i>	-0.505382	3.421810	-0.185764
<i>G. glutinata.</i>	-0.323345	-0.495813	3.339234
<i>G. parkerae</i>	-0.265315	-0.466688	-0.328153
<i>N. dutertrei</i>	-0.256604	-0.285865	-0.390308
<i>N. pachyderma</i>	-0.192800	-0.257642	-0.372874
<i>G. hexagona</i>	-0.255275	-0.494957	-0.365380
<i>P. obliquiloculata</i>	-0.325468	-0.240579	-0.330658
<i>O. universa</i>	-0.242567	-0.383611	-0.471766

Tabla 4. Carga del factor de las muestras durante el periodo de muestreo.

Semana	2006			2007			2008			2009		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
ene.-01				0.88	0.23	0.41	0.81	0.27	0.51	0.90	0.28	0.31
ene.-02				0.71	0.47	0.10	0.86	0.20	0.47	0.90	0.28	0.31
ene.-03				0.42	0.71	0.51	0.94	0.26	0.20	0.83	0.52	0.16
ene.-04				0.16	0.97	0.05	0.72	0.62	0.02	0.83	0.52	0.16
feb.-01	0.99	0.09	0.13	0.80	0.52	0.30	0.30	0.93	0.10	0.93	0.16	0.27
feb.-02	0.99	0.07	0.10	0.42	0.87	0.24	0.75	0.60	0.23	0.93	0.16	0.27
feb.-03	0.92	0.05	0.36	0.39	0.91	0.04	0.85	0.44	0.29	0.93	0.16	0.27
feb.-04	0.99	0.07	0.05	0.26	0.34	0.90				0.95	0.20	0.18
mar.-01	0.99	0.07	0.04	0.45	0.20	0.79				0.95	0.20	0.18
mar.-02	0.98	0.08	0.10	0.91	0.14	0.38	0.94	0.17	0.28	0.99	0.08	0.11
mar.-03	0.99	0.08	0.09	0.84	0.48	0.24	0.66	0.04	0.71	0.99	0.08	0.11
mar.-04	0.78	0.60	0.18	0.53	0.81	0.25	0.98	0.10	0.12	0.99	0.05	0.08
abr.-01	0.93	0.20	0.31	0.72	0.44	0.50				0.99	0.05	0.08
abr.-02	0.99	0.07	0.14	0.40	0.89	0.20				0.99	0.05	0.08
abr.-03	0.99	0.06	0.11	0.84	0.14	0.50				0.99	0.05	0.08
abr.-04	0.89	0.17	0.41	0.84	0.14	0.50				0.99	0.05	0.08
may.-01	0.97	0.10	0.19	0.64	0.12	0.72				0.98	0.07	0.17
may.-02	0.97	0.07	0.23	0.62	0.59	0.49				0.98	0.07	0.17
may.-03	0.97	0.10	0.19	0.69	0.50	0.48						
may.-04	0.87	0.03	0.47	0.92	0.15	0.35						
jun.-01	0.18	0.89	0.25	0.96	0.10	0.26	0.26	0.68	0.57			
jun.-02	0.49	0.45	0.50	0.84	0.37	0.36	0.64	0.69	0.26			
jun.-03				0.52	0.73	0.45						
jun.-04	0.39	0.35	0.79									
jul.-01	0.08	0.98	0.08									
jul.-02	0.11	0.57	0.81							0.05	0.27	0.77
jul.-03 ND										0.05	0.27	0.77
Jul.-04 ND										0.36	0.26	0.79
ago.-01 ND										0.36	0.26	0.79
ago.-02 ND												
ago.-03 ND							-0.14	0.94	0.10			
ago.-04 ND							-0.14	0.94	0.10			
sep.-01 ND				0.29	0.52	0.69	-0.17	0.88	0.30			
sep.-02	0.79	0.18	0.53	0.06	0.96	0.03	-0.17	0.88	0.30			
sep.-03	0.03	0.99	0.05	0.17	0.90	0.19	0.23	0.85	0.45			
sep.-04	0.05	0.86	0.34	0.10	0.96	0.04	0.23	0.85	0.45			
oct.-01	0.21	0.68	0.61	0.19	0.94	0.02	0.60	0.59	0.48			
oct.-02	0.69	0.36	0.57	0.09	0.88	0.40	0.60	0.59	0.48			
oct.-03	0.08	0.98	0.08	0.56	0.58	0.41	0.23	0.90	0.23			
oct.-04	0.27	0.89	0.35	0.65	0.03	0.74	0.23	0.90	0.23			
nov.-01	0.90	0.26	0.14				0.68	0.51	0.52			
nov.-02	0.43	0.74	0.49				0.68	0.51	0.52			
nov.-03	0.85	0.24	0.47				0.68	0.51	0.52			
nov.-04	0.53	0.44	0.68				0.66	0.44	0.57			
dic.-01	0.80	0.44	0.38				0.66	0.44	0.57			
dic.-02	0.74	0.53	0.39	0.88	0.28	0.35	0.81	0.57	0.15			
dic.-03	0.76	0.59	0.25	0.97	0.14	0.20	0.81	0.57	0.15			

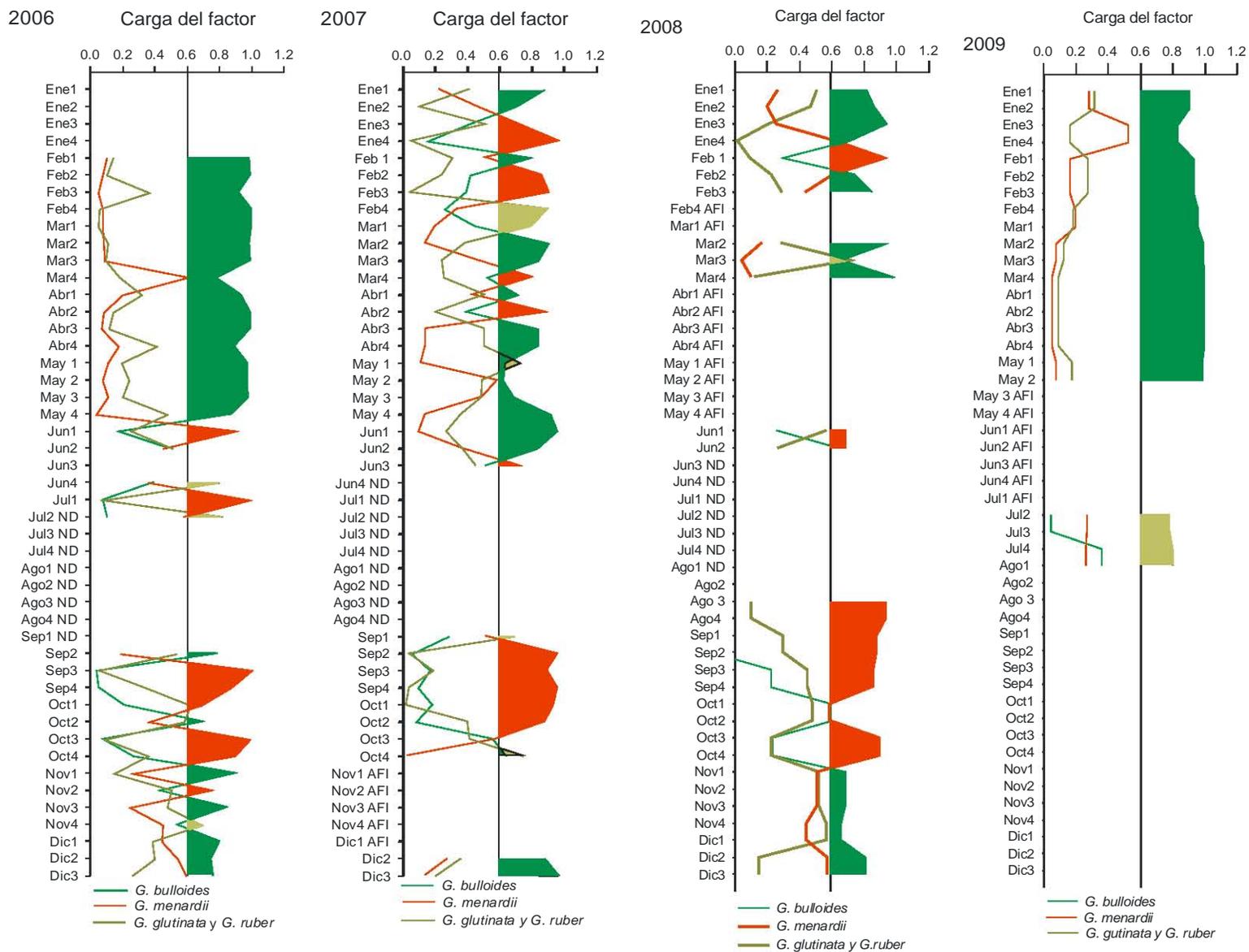


Figura 9. Carga del factor durante el periodo de muestreo. . ND: No hay dato, AFI: Abundancia de foraminíferos insuficiente.

A continuación se muestra el patrón de distribución de las asociaciones durante el periodo de muestreo (Tabla 4,5 y Fig. 9).

Tabla 5. Distribución temporal de las asociaciones durante el periodo de muestreo.

Asociación	2006	2007	2008	2009
Asociación 1	feb ₁ . – may ₃ .	ene. – abr. ₁ (parcial)	ene. - mar.	ene. - may ₂ .
	nov. - dic.	abr. ₃ - jun ₂ dic. ₂₋₃	nov.-dic.	
Asociación 2	jun ₁ , jul ₁ .	ene. – abr. ₂ (parcial)	feb. ₁ , jun ₁ y 2.	
	sep.- oct.	jun. ₃ sep. ₃ – oct. ₃	ago. - oct.	
Asociación 3	jun. ₄ - jul. ₂	feb. ₄ – mar. ₁ may. 1	mar. ₃	
	nov. ₄	sep. ₁ y oct. ₄		jul. – ago.

Diversidad de foraminíferos planctónicos

La diversidad de los foraminíferos, estimada mediante los índices de Shannon (H'), Equitatividad (J'), y Simpson (D), fue variable durante el periodo de muestreo. Los valores de los índices se mantuvieron en un intervalo de 0.65 a 2.08 (H'), 0.28 a 0.76 (J') y 1.36 a 6.7 (D) (Tabla 6 y Fig. 10).

Tabla 6. Índices de diversidad de Shannon (H'), Equitatividad (J'), y Simpson (D) durante el periodo de muestreo.

Semana	2006			2007			2008			2009		
	H'	J'	D									
ene.-01				1.61	0.67	3.51	1.57	0.65	3.50	1.67	0.62	3.44
ene.-02				1.87	0.73	5.10	1.46	0.63	3.10	1.67	0.62	3.44
ene.-03				1.64	0.62	4.11	1.34	0.52	2.48	1.70	0.63	3.68
ene.-04				1.57	0.60	3.10	1.28	0.48	2.27	1.70	0.63	3.68
feb.-01	1.08	0.44	1.83	1.55	0.67	3.52	1.59	0.66	3.34	1.69	0.70	3.54
feb.-02	0.65	0.28	1.36	1.58	0.66	3.82	1.82	0.66	4.28	1.69	0.70	3.54
feb.-03	1.61	0.61	3.16	1.62	0.61	3.64	1.57	0.68	3.50	1.69	0.70	3.54
feb.-04	0.78	0.34	1.50	1.71	0.69	4.35	*	*	*	1.36	0.57	2.47
mar.-01	0.76	0.29	1.48	1.57	0.66	4.01	*	*	*	1.36	0.57	2.47
mar.-02	1.11	0.53	2.06	1.42	0.59	2.86	1.05	0.54	2.05	0.97	0.42	1.69
mar.-03	1.00	0.42	1.68	1.47	0.59	3.12	1.09	0.50	2.45	0.97	0.42	1.69
mar.-04	1.72	0.62	3.74	1.68	0.70	4.11	1.26	0.60	2.29	0.85	0.44	1.66
abr.-01	1.57	0.60	2.96	1.88	0.73	5.20	*	*	*	0.85	0.44	1.66
abr.-02	1.10	0.46	1.84	1.46	0.63	3.44	*	*	*	0.78	0.35	1.47
abr.-03	0.92	0.35	1.61	1.43	0.56	2.94	*	*	*	0.78	0.35	1.47
abr.-04	1.58	0.66	3.30	1.43	0.56	2.94	*	*	*	0.78	0.35	1.47
may.-01	1.39	0.63	2.59	1.63	0.65	3.67	*	*	*	0.90	0.46	1.67
may.-02	1.10	0.41	1.59	1.68	0.76	4.58	*	*	*	0.90	0.46	1.67
may.-03	2.05	0.56	1.99	1.85	0.72	5.14	*	*	*	*	*	*
may.-04	1.71	0.63	3.81	1.39	0.60	2.71	*	*	*	*	*	*
jun.-01	1.57	0.67	3.31	1.09	0.47	1.97	1.64	0.71	4.35	*	*	*
jun.-02	2.05	0.76	6.33	1.51	0.69	3.37	1.78	0.72	4.37	*	*	*
jun.-03	*	*	*	1.71	0.71	4.59				*	*	*
jun.-04	2.08	0.75	6.37							*	*	*
jul.-01	1.30	0.54	2.26							*	*	*
jul.-02	2.03	0.73	5.72				0.72			1.57	0.68	3.56
jul.-03 ND										1.57	0.68	3.56
Jul.-04 ND				0.66			0.69			1.67	0.76	4.42
ago.-01 ND										1.67	0.76	4.42
ago.-02 ND				0.69								
ago.-03 ND							1.44	0.63	3.10			
ago.-04 ND							1.44	0.63	3.10	0.72		
sep.-01 ND				2.08	0.77	6.62	1.67	0.62	4.04			
sep.-02	1.86	0.67	4.38	1.11	0.40	1.81	1.67	0.62	4.04			
sep.-03	1.55	0.60	3.01	1.89	0.79	5.12	1.94	0.73	5.48			
sep.-04	1.56	0.65	3.60	1.92	0.71	4.83	1.94	0.73	5.48			
oct.-01	1.91	0.72	5.41	1.98	0.73	5.21	1.99	0.78	5.86			
oct.-02	1.93	0.73	5.23	2.05	0.74	5.83	1.99	0.78	5.86			
oct.-03	1.70	0.61	3.44	2.01	0.78	6.21	1.81	0.70	4.20			
oct.-04	2.01	0.73	5.41	1.68	0.59	3.70	1.81	0.70	4.20			
nov.-01	2.02	0.75	5.06	*	*	*	1.94	0.72	5.25			
nov.-02	1.83	0.70	4.90	*	*	*	1.94	0.72	5.25			
nov.-03	1.57	0.58	3.31	*	*	*	1.94	0.72	5.25			
nov.-04	1.82	0.69	5.03	*	*	*	1.87	0.71	5.00			
dic.-01	1.83	0.65	4.35	*	*	*	1.87	0.71	5.00			
dic.-02	1.62	0.59	3.75	1.74	0.66	3.71	1.56	0.63	3.33			
dic.-03	1.54	0.62	3.50	1.37	0.57	2.39	1.56	0.63	3.33			

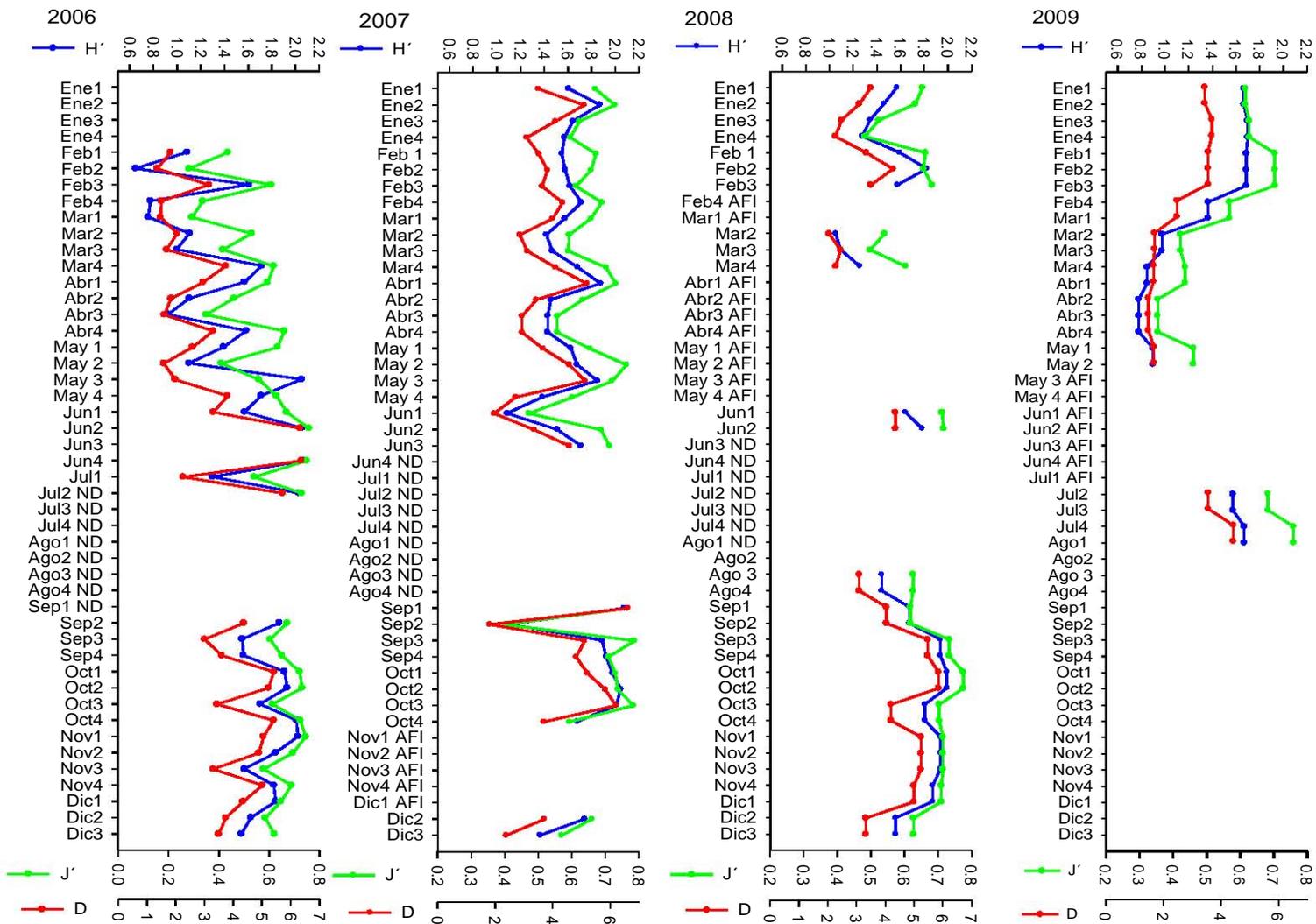


Figura 10. Índices de diversidad de Shannon H' , Equitatividad J' y Simpson D durante el periodo de muestreo. ND: No hay dato, AFI: Abundancia de foraminíferos insuficiente.

Condiciones meteorológicas

Velocidad del viento

Los valores de magnitud y dirección del viento presentaron variaciones durante los años de muestreo (promedios semanales de 0.6 a 16 m/s). Los vientos fueron más intensos, durante los meses de octubre a abril (de 3 a 16 m/s, $\bar{x} = 9$ m/s en la estación meteorológica de Salina Cruz y de 3 a 12.7 $\bar{x} = 7$ m/s en las estimaciones NARR), con dirección predominante N y NNW. Mientras que, los vientos que soplaron de mayo a septiembre, fueron menos intensos (de 0.6 a 12 m/s $\bar{x} = 5$ m/s en la estación meteorológica de Salina Cruz y de 2 a 7.6 m/s $\bar{x} = 3.8$ m/s en las estimaciones NARR), con dirección variable (Fig. 11 y Tablas 7,8 y 9).

Estas dos épocas corresponden a las temporadas de *Tehuano*s y no *Tehuano*s respectivamente (Tabla 3). Un *Tehuano* se define como un evento durante el cual, la velocidad promedio del viento es mayor a 10 m/s, por lo menos durante tres días, con dirección predominante N, NNW y NNE (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998; Magaña *et al.*, 2000, Romero-Centeno *et al.* 2006). Los Nortes se presentaron entre los meses de octubre a abril (Tabla 7 y 8).

Tabla 7. Promedios de la rapidez del viento por épocas durante el periodo de muestreo. Nota: con el objetivo de comparar todas las épocas de *Tehuano*s, se incluyeron en esta tabla los promedios de la magnitud del viento de octubre a diciembre de 2005.

Épocas de <i>Tehuano</i> s		Épocas de sin <i>Tehuano</i> s	
oct. - abr.	promedio	may. - sep.	promedio
	m/s		m/s
2005-2006	6.1	2006	4.1
2006-2007	7	2007	3.5
2007-2008	6.2	2008	4.1
2009-2009	7	2009	3.6

Tabla 8. Número de *Tehuanos* ocurridos durante el periodo de muestreo. (En negritas las épocas de Nortes) Nota: con el objetivo de comparar todas las épocas de *Tehuanos*, se incluyó en esta tabla el número de nortes de septiembre a diciembre de 2005.

Mes	2005		2006		2007		2008		2009
	# de <i>Tehuanos</i> S. Cruz	# de <i>Tehuanos</i> S. Cruz	NARR						
enero		5	5		5	3	3		3
febrero		5	5		3	3	3		4
marzo		2	2		3	3	3		3
abril		2	2		2	2	2		2
mayo		0	0		0	0	0		0
junio		0	0		0	0	0		0
julio		0	0		0	0	0		0
agosto			0		0	0	0		0
septiembre	1	1	1		0	1	1		
octubre	3	2	2		2	2	2		
noviembre	3	3	3		4	2	2		
diciembre	2	3	3		3		4		

El número de *Tehuanos* fue variable durante el periodo de tiempo analizado. La época de *Tehuanos* con mayor número de eventos fue la de septiembre de 2005 a abril de 2006 (23 *Tehuanos*), seguida por la de septiembre de 2006 a abril de 2007 (22 *Tehuanos*), la de octubre de 2008 a abril de 2009 (21 *Tehuanos*) y la época con menor número de *Tehuanos* fue la de septiembre de 2007 a abril de 2008 (20 *Tehuanos*).

Tabla 9. Promedios semanales de la velocidad del viento.

Semana	2006				2007				2008				2009	
	S.Cruz		NARR		NARR		S. Cruz		NARR		NARR			
	m/s	Dir	m/s	Dir.°	m/s	Dir.°	m/s	Dir	m/s	Dir.°	m/s	Dir.°	m/s	Dir.°
ene.-01	11.5	N	8.0	8	7	356	6.6	NNW	12.7	5	7.4	3		
ene.-02	12.9	N	8.9	8	11	5	7.5	NNW	3.0	291	7.4	3		
ene.-03	14.5	N	10.3	6	9	2	8.0	NNW	8.0	2	7.7	8		
ene.-04	7.4	N	3.7	220	8	2	8.1	NNW	7.7	2	7.7	8		
feb.-01	12.6	N	8.5	8	9	2	7.4	NNW	4.5	338	6.9	3		
feb.-02	11.4	N	7.4	6	7	2	5.4	NNW	5.2	350	6.9	3		
feb.-03	9.4	N	6.7	5	8	6	4.9	NNW	4.1	203	6.9	3		
feb.-04	10.3	N	6.2	6	3	20	5.9	NNW	7.4	1	8.3	8		
mar.-01	11.5	N	6.6	6	10	4	6.9	NNW	6.5	355	8.3	8		
mar.-02	9.5	N	3.9	222	5	1	4.1	NNW	4.7	200	6.5	9		
mar.-03	9.0	N	5.0	266	3	343	11.2	NNW	9.8	8	6.5	9		
mar.-04	10.8	N	6.2	4	3	205	3.1	NNW	3.0	202	5.1	206		
abr.-01	9.2	NNW	3.8	245	6	341	3.0	NNW	4.4	195	5.1	206		
abr.-02	14.0	NNW	8.2	4	6	266	9.5	NNW	7.9	6	4.3	357		
abr.-03			4.7	198	3	195	3.4	NNW	3.4	20	4.3	357		
abr.-04			3.3	201	3		3.4	NNW	3.4	20	4.3	357		
may.-01			3.4	197	4	195	4.9	SSW	5.8	329	3.3	202		
may.-02			5.0	194	4	240	3.1	SSW	3.9	199	3.3	202		
may.-03	8.9	SSE	2.9	349	6	4	2.8	SSW	4.0	207	4.8	341		
may.-04	5.5	SSE	2.4	164	3	173	4.9	SSW	5.1	317	4.8	341		
jun.-01	5.9	NNW	3.1	198	4	155	2.7	SE	5.0	7	3.3	185		
jun.-02	7.0	NNW	6.0	21	3	187	2.2	SE	2.3	323	3.3	185		
jun.-03	8.0	NNW	3.6	200	3	208	3.1	SE	3.2	336	3.5	172		
jun.-04	7.0	NNW	2.7	259	3	119	2.5	SE	5.9	11	3.5	172		
jul.-01	12.5	N	7.6	7	2	200	1.7	NNW	3.5	24	3.5	172		
jul.-02	10.0	N	4.9	4	4	87	1.6	NNW	4.6	4	3.6	265		
jul.-03	10.1	N	5.3	14	2	115	2.7	NNW	4.0	3	3.6	265		
jul.-04	10.9	N	5.9	8	2	198	1.7	NNW	3.4	279	3.4	279		
ago.-01	5.9	NNW	2.5	218	2	340	1.8	SSW	3.9	4				
ago.-02	6.2	NNW	1.9	316	4	21	0.6	SSW	2.4	204				
ago.-03	9.8	NNW	5.7	6	3	21	0.8	SSW	2.5	206				
ago.-04	7.8	NNW	3.5	7	3	204	0.8	SSW	2.5	206				
sep.-01	6.8	N	3.3	351	3	353	1.5	NNW	4.3	11				
sep.-02	4.8	N	2.3	216	5	8	1.5	NNW	4.3	11				
sep.-03	3.9	N	2.8	210	4	14	3.7	NNW	5.4	2				
sep.-04	9.7	N	7.3	5	5	358	3.7	NNW	5.4	2				
oct.-01	11.1	NNW	8.4	8	3	301	5.1	NNW	6.5	4				
oct.-02	5.2	NNW	4.0	182	4	221	5.1	NNW	6.5	4				
oct.-03	6.8	NNW	4.0	28	7	14	6.1	NNW	8.7	4				
oct.-04	10.2	NNW	6.3	4	12	6	6.1	NNW	8.7	4				
nov.-01	9.4	NNW	5.8	0	11	9	6.3	NNW	10.3	6				
nov.-02	10.1	NNW	6.5	1	10	7	6.3	NNW	10.3	6				
nov.-03	16.3	NNW	12.1	7	7	0	6.3	NNW	10.3	6				
nov.-04	12.6	NNW	10.0	4	8	0	5.5	NNW	7.5	3				
dic.-01	14.1	NNW	12.1	5	4	351	5.5	NNW	7.5	3				
dic.-02	9.1	NNW	5.8	1	7	3			6.8	2				
dic.-03	9.1	NNW	5.8	1	6	2			6.8	2				



Escala : | = 5 m/s

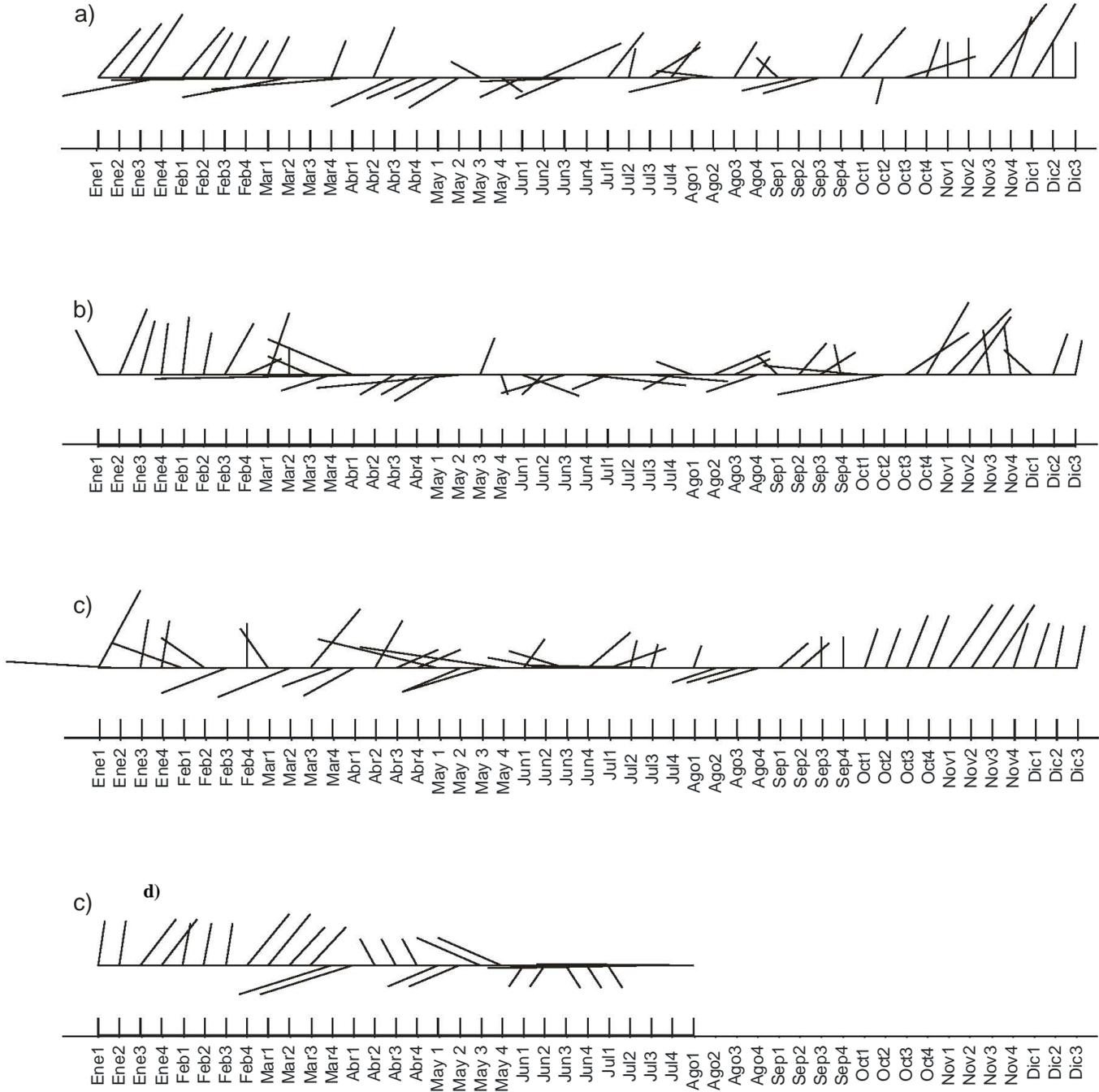


Figura 11. Velocidad del viento durante el periodo de muestreo. La longitud e inclinación de las líneas indica la rapidez y dirección del viento respectivamente para a) 2006, b) 2007, c) 2008 y d) 2009.

Esfuerzo del viento

Los valores del esfuerzo del viento se relacionan con la presencia o la variación de en la intensidad de las surgencias generadas por los vientos *Tehuano*s entre los meses de octubre a abril (Tablas 10, 11 y Fig. 12)

Tabla 10. Promedio, sumatoria y desviación estándar del esfuerzo del viento de las épocas de surgencias.

Épocas de surgencias	E. viento Promedio (N/m ²)	E. viento Sumatoria (N/m ²)	E. viento Desv. Estandar (N/m ²)
oct. - abr.			
2005 - 2007	-0.087	-1.822	0.077
2006 - 2007	-0.079	-1.667	0.065
2007 - 2008	-0.077	-1.534	0.068
2008 - 2009	-0.066	-1.624	0.036

A continuación se muestra el patrón de la intensidad del esfuerzo del viento durante el periodo de muestreo (Tabla 11 y Fig. 12).

Tabla 11. Valores del esfuerzo del viento N/m²

Ts	2006	2007	2008	2009
Semana				
ene.-01	-0.114	-0.067	-0.271	-0.081
ene.-02	-0.113	-0.216	-0.001	-0.081
ene.-03	-0.195	-0.134	-0.107	-0.110
ene.-04	0.005	-0.122	-0.090	-0.110
feb.-01	-0.117	-0.123	-0.015	-0.064
feb.-02	-0.092	-0.064	-0.030	-0.064
feb.-03	-0.069	-0.108	0.021	-0.064
feb.-04	-0.062	0.012	-0.070	-0.118
mar.-01	-0.045	-0.186	-0.046	-0.118
mar.-02	0.004	-0.022	0.015	-0.049
mar.-03	0.001	-0.012	-0.176	-0.049
mar.-04	-0.056	0.009	0.014	0.008
abr.-01	0.002	-0.013	0.034	0.008
abr.-02	-0.103	0.000	-0.094	-0.009
abr.-03	0.029	0.015	0.015	-0.009
abr.-04	0.015	0.022	0.015	-0.009
may.-01	0.017	0.004	-0.010	0.013
may.-02	0.034	-0.033	0.026	0.013
may.-03	-0.007	0.021	0.016	0.000
may.-04	0.006	0.012	-0.007	0.000
jun.-01	0.015	0.012	-0.035	0.014
jun.-02	-0.003	0.005	-0.003	0.014
jun.-03	0.005	0.001	-0.008	0.013
jun.-04	0.001	0.005	-0.063	0.013
jul.-01	-0.106	0.000	-0.016	0.013
jul.-02	-0.039	0.001	-0.036	0.000
jul.-03	-0.049	0.008	-0.015	0.000
jul.-04	-0.062	-0.005	-0.001	-0.001
ago.-01	0.005	-0.012	-0.020	-0.001
ago.-02	-0.002	0.007	0.009	
ago.-03	-0.033	0.004	0.001	
ago.-04	-0.009	0.005	0.001	
sep.-01	-0.018	-0.012	-0.016	
sep.-02	0.004	-0.051	-0.016	
sep.-03	0.009	-0.024	-0.046	
sep.-04	-0.112	-0.032	-0.046	
oct.-01	-0.112	-0.004	-0.072	
oct.-02	0.027	0.016	-0.072	
oct.-03	-0.009	-0.076	-0.132	
oct.-04	-0.075	-0.266	-0.132	
nov.-01	-0.037	-0.224	-0.164	
nov.-02	-0.069	-0.174	-0.164	
nov.-03	-0.241	-0.089	-0.164	
nov.-04	-0.191	-0.104	-0.073	
dic.-01	-0.259	-0.026	-0.073	
dic.-02	-0.046	-0.061	-0.084	
dic.-03	-0.037	-0.049	-0.084	

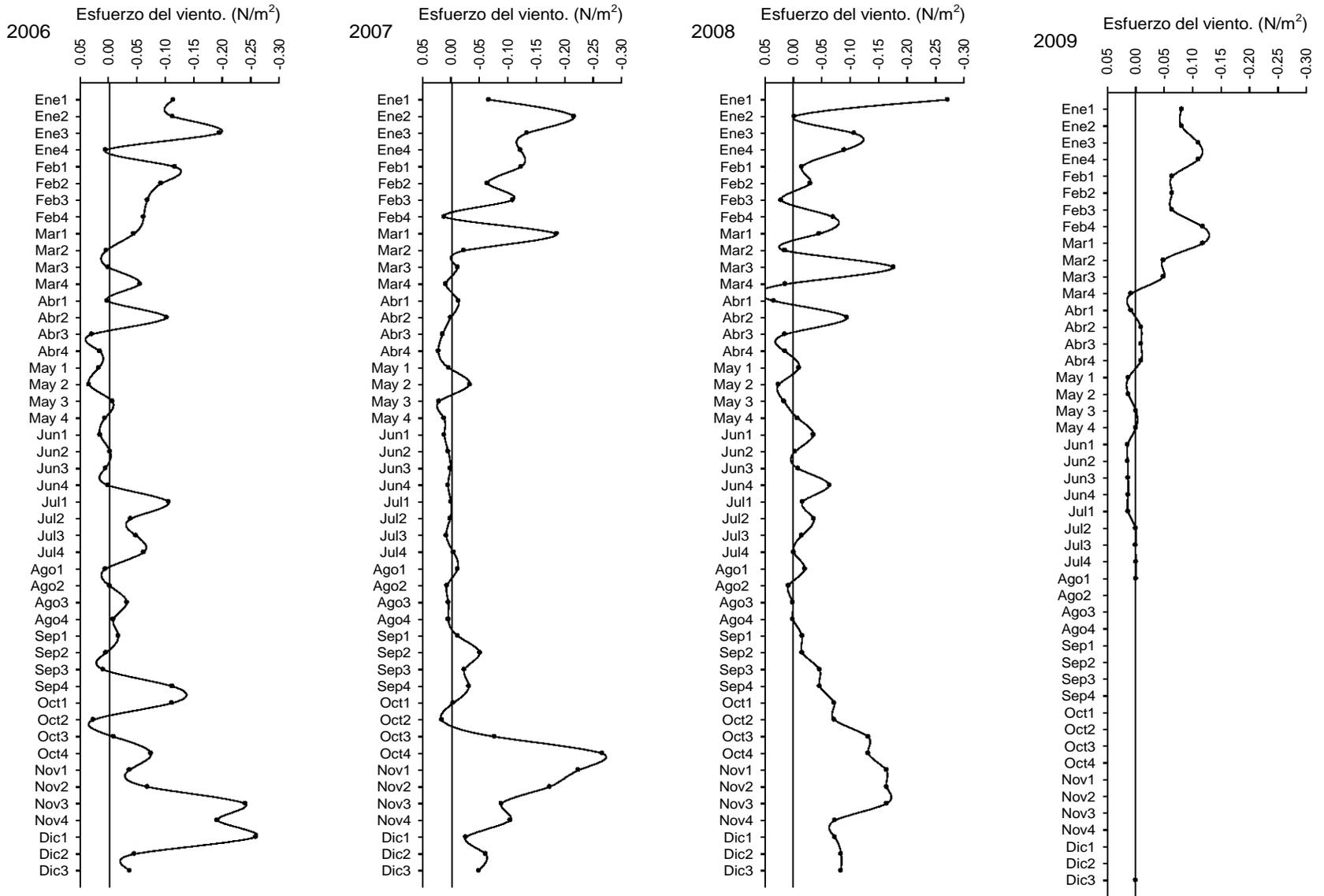


Figura 12. Esfuerzo del viento durante el periodo de muestreo.

Profundidad de la capa de Ekman

La profundidad estimada a la cual el viento ejerció influencia fue variable durante las épocas de surgencias del periodo de muestreo. A continuación se muestra el patrón de dicha variable (Tablas 12, 13 y Fig. 13).

Tabla 12. Promedios, desviación estándar y error estándar por épocas de la profundidad de la capa superficial de Ekman durante el periodo de muestreo.

Año	Mes	Promedio	Desv. Est	E. estándar	Año	Mes	Promedio	Desv. Est	E. estándar
2005	octubre.	32.5	24.7	12.3	2008	enero.	65.0	32.8	16.4
	noviembre.	67.1	37.1	18.5		febrero.	47.2	12.5	7.2
	diciembre.	55.9	25.2	17.8		marzo.	67.5	19.3	13.7
2006	enero.	75.1	9.6	5.5	abril.	65.4	0.0	0.0	
	febrero.	59.6	8.3	4.1	mayo.	45.1	4.1	2.9	
	marzo.	53.0	2.3	1.7	junio.	34.0	13.6	6.8	
	abril.	67.9	0.0	0.0	julio.	32.1	4.6	2.3	
	mayo.	24.0	0.0	0.0	agosto.	32.3	0.0	0.0	
	junio.	49.7	0.0	0.0	septiembre.	40.2	5.3	2.6	
	julio.	49.1	9.9	4.9	octubre.	63.0	10.5	5.3	
	agosto.	30.7	15.8	9.1	noviembre.	78.3	10.8	5.4	
	septiembre.	43.9	23.4	16.6	diciembre.	58.3	3.3	1.9	
	octubre.	51.6	18.2	10.5	2009	enero.	62.5	1.4	0.7
	noviembre.	71.2	24.6	12.3		febrero.	60.1	5.8	2.9
	diciembre.	65.4	30.1	17.4		marzo.	58.8	8.6	5.0
2007	enero.	73.5	12.0	6.0		abril.	35.6	0.0	0.0
	febrero.	56.7	24.2	12.1		mayo.	0.0	0.0	0.0
	marzo.	42.7	28.2	14.1		junio.	0.0	0.0	0.0
	abril.	51.4	0.0	0.0		julio.	28.2	0.0	0.0
	mayo.	33.1	0.0	0.0					
	junio.	0.0	0.0	0.0					
	julio.	19.1	0.0	0.0					
	agosto.	19.9	0.0	0.0					
	septiembre.	36.7	8.2	4.1					
	octubre.	60.2	38.2	22.0					
	noviembre.	74.1	14.3	7.1					
	diciembre.	45.8	10.0	5.7					

Tabla 13. Promedios semanales de las estimaciones de la profundidad de la capa de Ekman durante el periodo de muestreo.

Semana	2006	2007	2008	2009
ene.-01	66.3	62.1	105.2	61.3
ene.-02	73.7	90.3	24.9	61.3
ene.-03	85.3	72.9	66.3	63.8
ene.-04	0.0	68.8	63.8	63.8
feb.-01	70.4	78.7	37.3	57.2
feb.-02	61.3	56.3	43.1	57.2
feb.-03	55.5	68.8	0.0	57.2
feb.-04	51.4	23.2	61.3	68.8
mar.-01	54.7	83.7	53.8	68.8
mar.-02	0.0	38.1	0.0	53.8
mar.-03	0.0	27.3	81.2	53.8
mar.-04	51.4	21.5	0.0	0.0
abr.-01	0.0	51.4	0.0	0.0
abr.-02	67.9	0.0	65.4	35.6
abr.-03	0.0	0.0	0.0	35.6
abr.-04	0.0	0.0	0.0	35.6
may.-01	0.0	0.0	48.0	0.0
may.-02	0.0	33.1	0.0	0.0
may.-03	24.0	0.0	0.0	0.0
may.-04	0.0	0.0	42.2	0.0
jun.-01	0.0	0.0	41.4	0.0
jun.-02	49.7	0.0	19.1	0.0
jun.-03	0.0	0.0	26.5	0.0
jun.-04	0.0	0.0	48.9	0.0
jul.-01	63.0	0.0	29.0	0.0
jul.-02	40.6	0.0	38.1	0.0
jul.-03	43.9	0.0	33.1	0.0
jul.-04	48.9	19.1	28.2	28.2
ago.-01	0.0	19.9	32.3	28.2
ago.-02	15.7	0.0	0.0	
ago.-03	47.2	0.0	0.0	
ago.-04	29.0	0.0	0.0	
sep.-01	27.3	27.3	35.6	
sep.-02	0.0	44.7	35.6	
sep.-03	0.0	32.3	44.7	
sep.-04	60.5	42.2	44.7	
oct.-01	69.6	23.2	53.8	
oct.-02	0.0	0.0	53.8	
oct.-03	33.1	58.0	72.1	
oct.-04	52.2	99.4	72.1	
nov.-01	48.0	91.1	82.8	
nov.-02	53.8	80.4	85.3	
nov.-03	100.2	59.6	82.8	
nov.-04	82.8	65.4	62.1	
dic.-01	100.2	35.6	62.1	
dic.-02	48.0	55.5	56.3	
dic.-03	48.0	46.4	56.3	

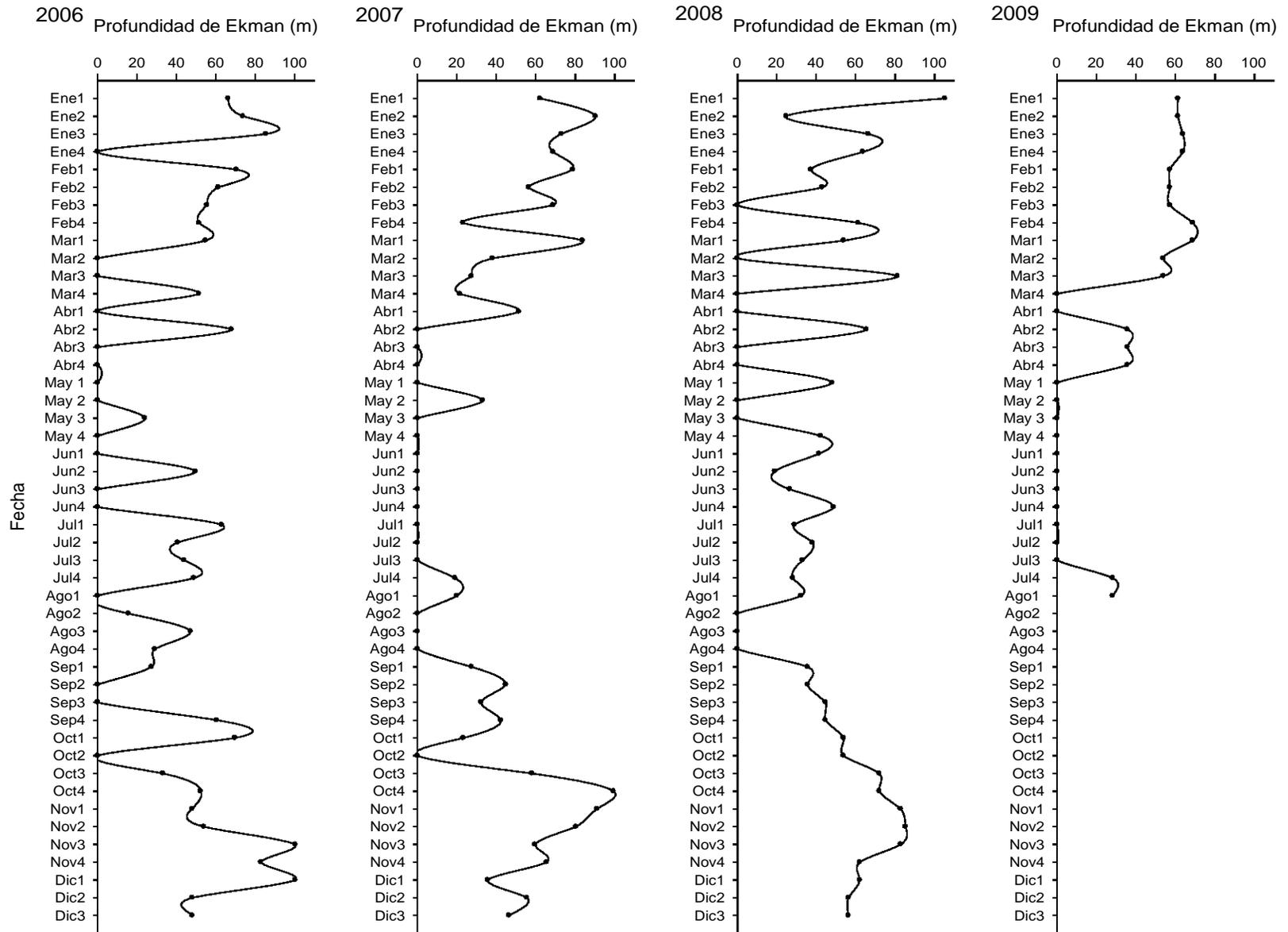


Figura 13. Profundidad de la capa superficial de Ekman.

Posición latitudinal de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT)

El núcleo de la ZCIT presentó variación latitudinal (de 1 a 10° N), durante el periodo de muestreo. Alcanzó su posición más al Sur (1 a 7 $\bar{x} = 4.3$ °N) durante los meses de octubre a abril y su posición más al Norte (5 a 10 $\bar{x} = 7.7$ ° N), durante los meses de mayo a septiembre (Fig. 14).

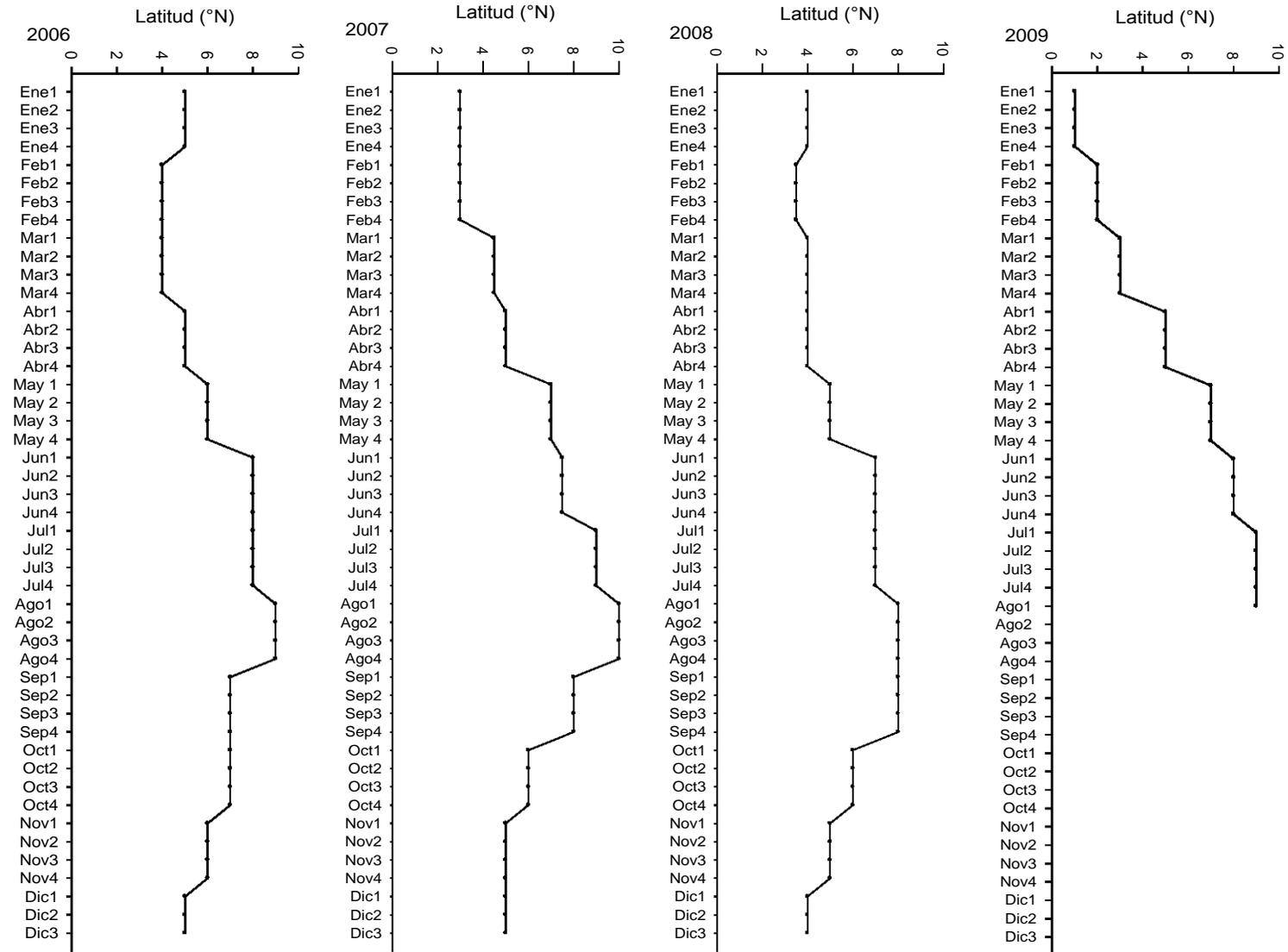


Figura 14. Desplazamiento latitudinal de la ZCIT sobre los 95° W.

Precipitación

Los valores de precipitación presentaron variación durante el periodo de muestreo. Las épocas de secas fueron durante los meses de noviembre a abril y las épocas de lluvias de mayo a octubre. El año con lluvias más intensas (957 mm) fue 2008, seguido por el año 2006 (595 mm) y el año 2007 (453 mm) (Tabla 14 y Fig. 15).

A continuación se muestra el patrón anual de los valores de precipitación, durante el periodo de muestreo (Tabla 14 y Fig. 15).

Tabla 14. Total semanal de precipitación durante el periodo de muestreo.

Precipitación	2006	2007	2008	2009
Semana	mm/sem.	mm/sem.	mm/sem.	mm/sem.
ene.-01	0	0	0	0
ene.-02	0	0	0	0
ene.-03	0	0	0	0
ene.-04	0	0	0	0
feb.-01	0	0	0	0
feb.-02	0	0	0	0
feb.-03	0	0	0	0
feb.-04	0	0	0	0
mar.-01	0	0	0	0
mar.-02	0	0.5	0	0
mar.-03	0	0.0	0	0
mar.-04	0	0.1	0	0
abr.-01	0	0.0	0	0
abr.-02	0	0.0	0	0
abr.-03	0	0.7	0	0
abr.-04	1.9	0.7	0	0
may.-01	3.0	1.4	0	10
may.-02	0.0	0.0	0	10
may.-03	0.0	0.0	11.4	30.1
may.-04	3.1	12.7	2.3	30.1
jun.-01	35.2	1.1	60.7	118.7
jun.-02	24.4	8.1	32.3	118.7
jun.-03	20.9	7.3	6.7	128.9
jun.-04	16.3	0.0	15.6	128.9
jul.-01	0.7	21.5	236.3	128.9
jul.-02	2.5	30.1	29.1	88.0
jul.-03	20.2	3.5	22.6	88.0
jul.-04	16.2	10.4	5.6	152.5
ago.-01	5.3	23.3	23.5	152.5
ago.-02	63.4	58.1	62.9	
ago.-03	0.0	45.2	143.5	
ago.-04	157.9	103.4	143.5	
sep.-01	15.5	39.1	169.7	
sep.-02	57.7	22.2	169.7	
sep.-03	37.2	8.6	73.6	
sep.-04	1.6	12.7	73.6	
oct.-01	0.0	14.4	61.2	
oct.-02	68.7	17.7	61.2	
oct.-03	45.0	12.9	0.0	
oct.-04	0	0	0.0	
nov.-01	0	0	1.0	
nov.-02	16	0	1.0	
nov.-03	0	0	1.0	
nov.-04	0	0	13.4	
dic.-01	0	0	13.4	
dic.-02	0	0	0.0	
dic.-03	0	8.2	0.0	

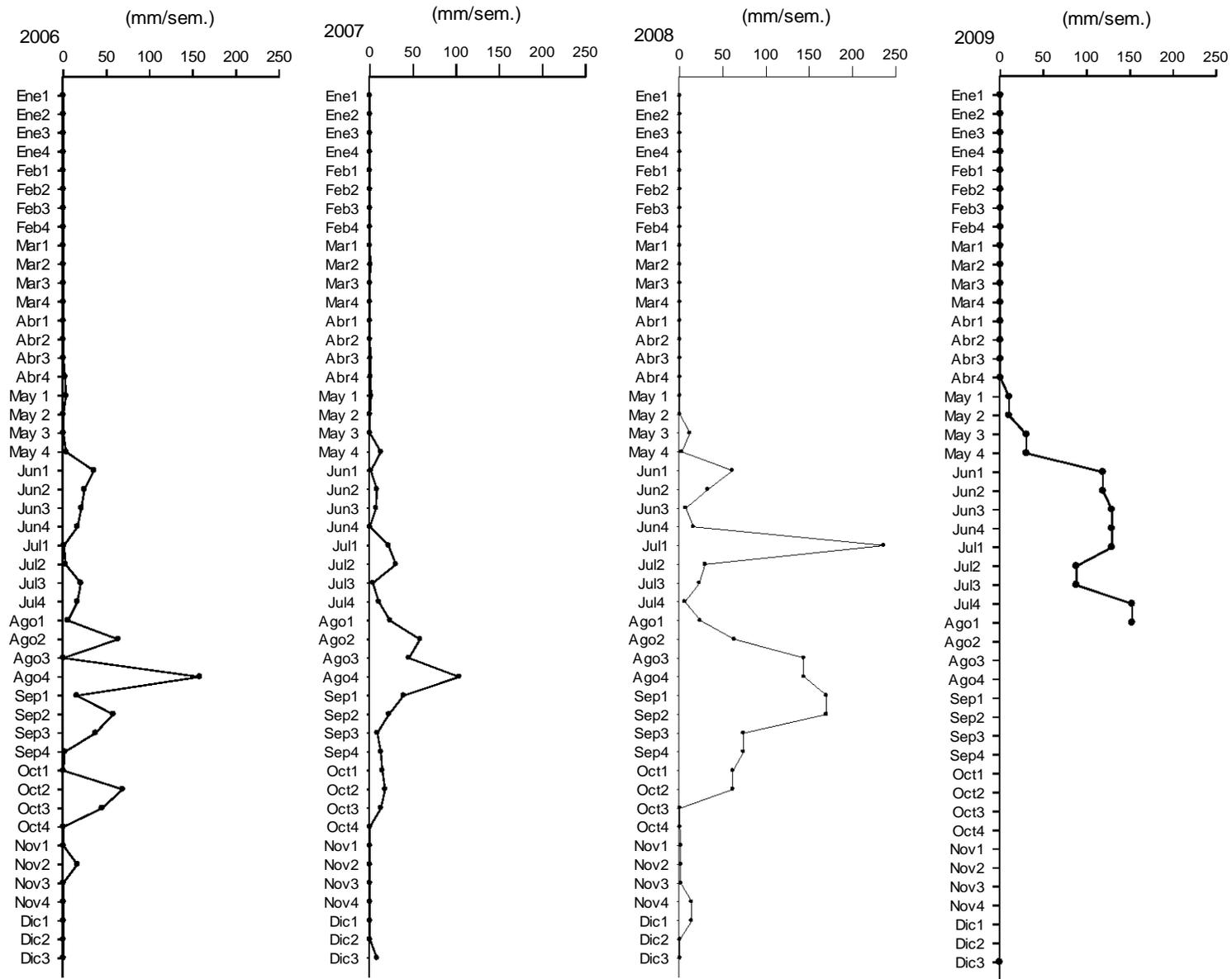


Figura 15. Valores de precipitación durante el periodo de muestreo.

Parámetros oceánicos

Temperatura superficial del mar (TSM)

La temperatura superficial del mar sobre el punto de muestreo, presentó variación a través del tiempo de muestreo (Fig. 16). Así mismo, mediante el análisis de las imágenes satelitales y el patrón de los vientos, se definieron los periodos de surgencias (Tabla 15), de octubre a abril (TSM de 22.3 a 30.0 $\bar{x} = 26.1$ °C) y los periodos en los que no hubo surgencias (Tabla 15), de mayo a octubre (TSM de 27.1 a 32.8 $\bar{x} = 30.0$ °C).

Tabla 15. Periodos de surgencias y no surgencias durante el periodo de muestreo.

Surgencias			No surgencias		
Periodo	Promedio	°C	Periodo	Promedio	°C
2005 - 2006	oct. ₁ - abr. ₃	26	2006	abr. ₄ - oct. ₁	30
2006 - 2007	oct. ₂ - abr. ₄	27.6	2007	may. ₁ - oct. ₂	30.3
2007 - 2008	oct. ₃ - abr. ₂	26	2008	abr. ₃ - sep. ₄	30.1
2008 - 2009	oct. ₁ - abr. ₄	26.3	2009	may. ₁ - ago. ₁	30.1

A continuación se muestra el patrón anual de los valores de TSM durante el periodo de muestreo (Tabla 16 y Fig. 16).

Tabla 16. Promedios semanales de la TSM (°C) en el punto de muestreo.

TSM	2006	2007	2008	2009
Semana	°C	°C	°C	°C
ene.-01	25.3	26.7	26.9	27.2
ene.-02	24.5	26.6	25.5	27.2
ene.-03	23.8	26.9	24.5	25.1
ene.-04	23.7	25.8	24.4	25.1
feb.-01	23.5	27.0	26.7	23.9
feb.-02	24.6	26.8	27.2	23.9
feb.-03	26.1	27.6	27.4	23.9
feb.-04	25.7	28.2	26.2	23.5
mar.-01	27.3	29.1	24.8	23.5
mar.-02	27.1	28.5	26.1	24.8
mar.-03	27.2	27.7	25.6	24.8
mar.-04	27.4	30.0	28.4	26.4
abr.-01	27.7	27.4	28.5	26.4
abr.-02	24.0	28.0	27.2	26.9
abr.-03	27.3	27.5	29.2	26.9
abr.-04	28.7	27.5	29.2	26.9
may.-01	28.8	29.9	28.7	29.2
may.-02	29.8	29.1	30.2	29.2
may.-03	29.6	28.4	29.1	28.7
may.-04	29.4	28.8	29.3	28.7
jun.-01	30.3	29.7	28.8	30.9
jun.-02	29.8	30.3	30.3	30.9
jun.-03	30.6	31.0	30.7	29.9
jun.-04	30.9	30.7	29.6	29.9
jul.-01	30.3	31.2	29.5	29.9
jul.-02	30.2	32.8	28.2	31.1
jul.-03	30.2	30.4	30.0	31.1
jul.-04	29.9	31.0	29.9	30.8
ago.-01	29.5	30.8	30.4	30.8
ago.-02	30.6	30.2	31.0	
ago.-03	31.0	29.5	30.1	
ago.-04	31.2	30.3	30.1	
sep.-01	27.1	30.8	29.6	
sep.-02	29.7	30.4	29.6	
sep.-03	30.5	30.7	28.2	
sep.-04	30.5	30.7	28.2	
oct.-01	30.9	30.0	27.9	
oct.-02	26.2	29.2	27.9	
oct.-03	29.4	28.7	25.6	
oct.-04	29.5	26.8	25.6	
nov.-01	28.8	23.5	22.3	
nov.-02	29.9	23.2	22.3	
nov.-03	25.8	23.7	22.3	
nov.-04	25.8	24.5	24.2	
dic.-01	25.2	26.3	24.2	
dic.-02	26.1	27.1	26.8	
dic.-03	27.2	26.5	26.8	

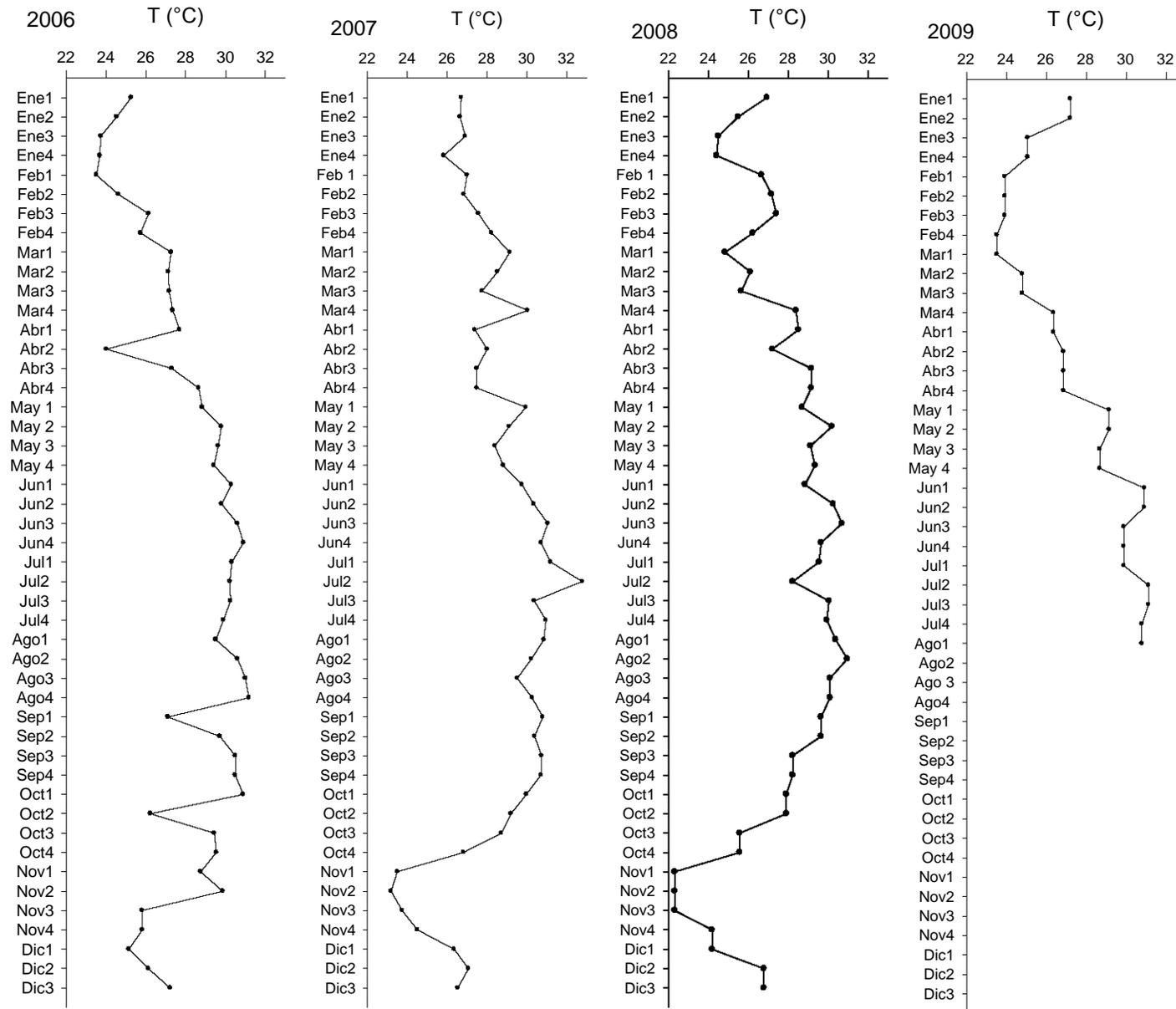


Figura 16. Temperatura superficial del mar (TSM) sobre el punto de muestreo.

Anomalía de la TSM entre el punto de muestreo y el núcleo de menor temperatura

Las anomalías de temperatura superficial, así como la distancia entre el punto de muestreo y el núcleo de menor temperatura, variaron durante los periodos de surgencia, anomalías de 0 a 5.0 °C y distancias de 12 a 248 Km) (Tabla 17 y Figura 17)

Tabla 17. Anomalías de TSM (°C) y distancia entre el punto de muestreo y el núcleo de menor TSM.

Semana	2006		2007		2008		2009	
	Δ (°C)	Km						
ene.-01	4.5	180.2	2.4	74.4	5.2	203.0	2.1	119.0
ene.-02	4.1	284.9	1.4	167.1	0.6	52.6	2.2	118.6
ene.-03	3.5	125.9	0.0	181.1	1.2	77.2	2.5	185.6
ene.-04	3.5	84.2	0.3	105.3	1.3	46.0	2.6	173.4
feb.-01	4.4	29.4	0.1	181.0	0.0	44.0	3.9	103.9
feb.-02	3.8	107.3	0.8	101.0	0.7	70.8	3.4	149.2
feb.-03	3.6	119.9	1.6	73.4	0.0	101.5	2.6	104.7
feb.-04	3.0	84.9	0.0	46.3	1.6	154.0	5.1	35.1
mar.-01	1.5	15.4	2.8	78.5	1.7	23.3	4.7	97.9
mar.-02	1.0	33.7	1.3	13.5	1.1	25.6	4.0	38.3
mar.-03	1.2	269.4	0.0	52.6	1.6	94.0	1.9	128.5
mar.-04	0.8	28.0	0.1	135.1	0.9	34.1	2.7	57.6
abr.-01	3.0	40.4	1.6	70.1	0.0	5.5	2.7	81.6
abr.-02	0.9	86.8	0.8	44.1	1.6	129.5	1.4	44.0
abr.-03	0.0	42.6	1.1	12.3			2.1	46.3
abr.-04			1.3	13.5			1.2	65.4
may.-01								
may.-02								
may.-03								
may.-04								
jun.-01								
jun.-02								
jun.-03								
jun.-04								
jul.-01								
jul.-02								
jul.-03								
jul.-04								
ago.-01								
ago.-02								
ago.-03								
ago.-04								
sep.-01								
sep.-02								
sep.-03								
sep.-04								
oct.-01					0.0	127.3		
oct.-02	0.3	34.2			4.1	44.6		
oct.-03	2.6	72.0	1.9	116.8	3.9	81.5		
oct.-04	0.8	181.6	5.7	172.9	4.3	175.8		
nov.-01	0.0	174.3	5.4	168.6	4.8	41.8		
nov.-02	3.3	225.6	4.2	248.1	0.0	12.3		
nov.-03	1.4	220.5	3.8	248.3	3.9	30.7		
nov.-04	2.7	126.3	3.6	35.4	4.0	45.3		
dic.-01	1.4	35.6	1.9	90.8	4.7	55.8		
dic.-02	0.7	72.7	2.7	130.3	4.4	103.1		
dic.-03	1.6	82.4	2.5	106.9	2.2	83.5		

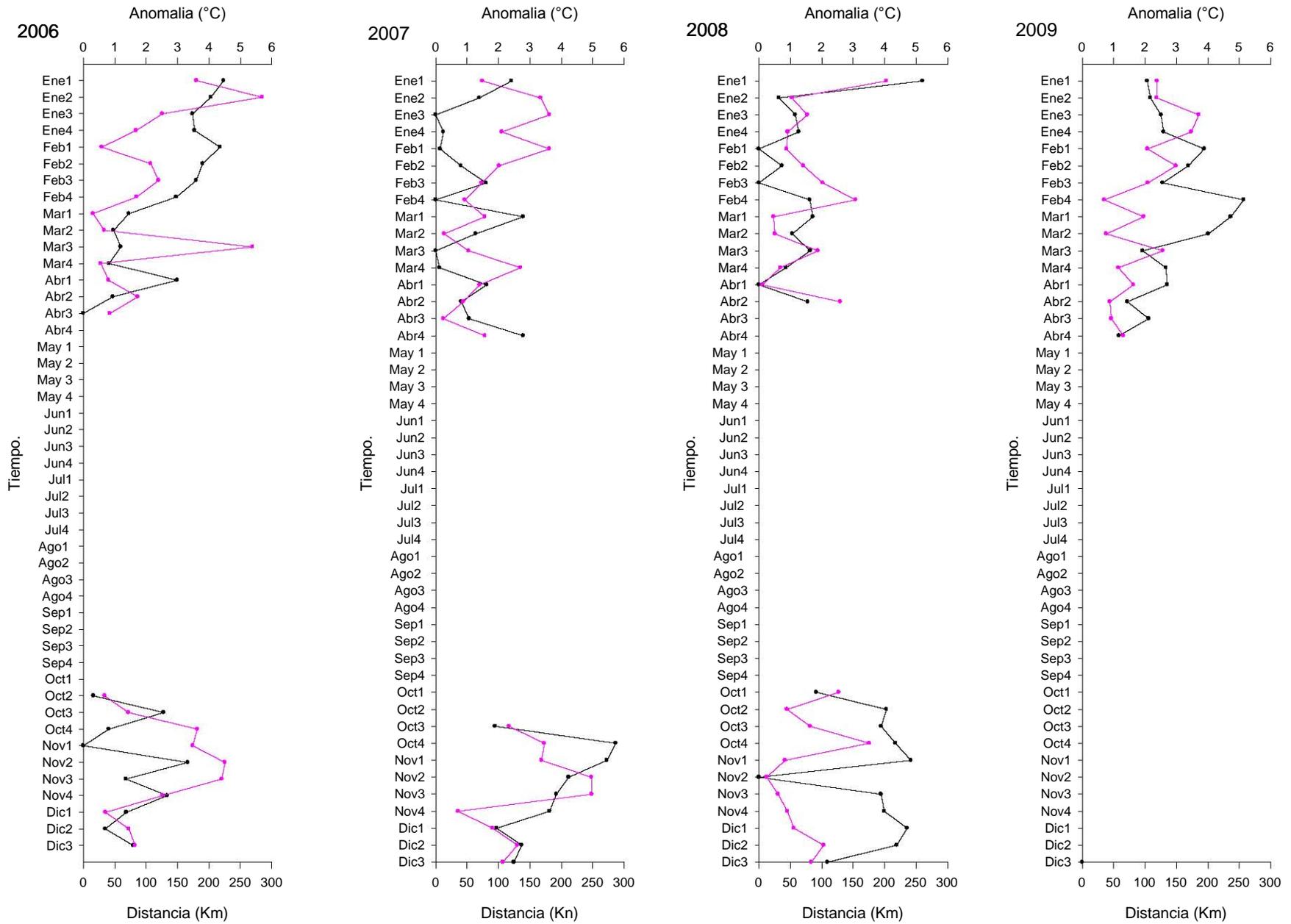


Figura 17. Anomalías de TSM y distancia entre el punto de muestreo y el núcleo de menor temperatura.

Estructura vertical de la columna de agua

Con base en perfiles verticales de temperatura, salinidad y densidad de invierno y verano en áreas cercanas al punto donde se localizan las trampas de sedimento (Fig. 18), se construyó un diagrama TS, que permite identificar diferentes masas de agua en el área de estudio (Fig. 19).

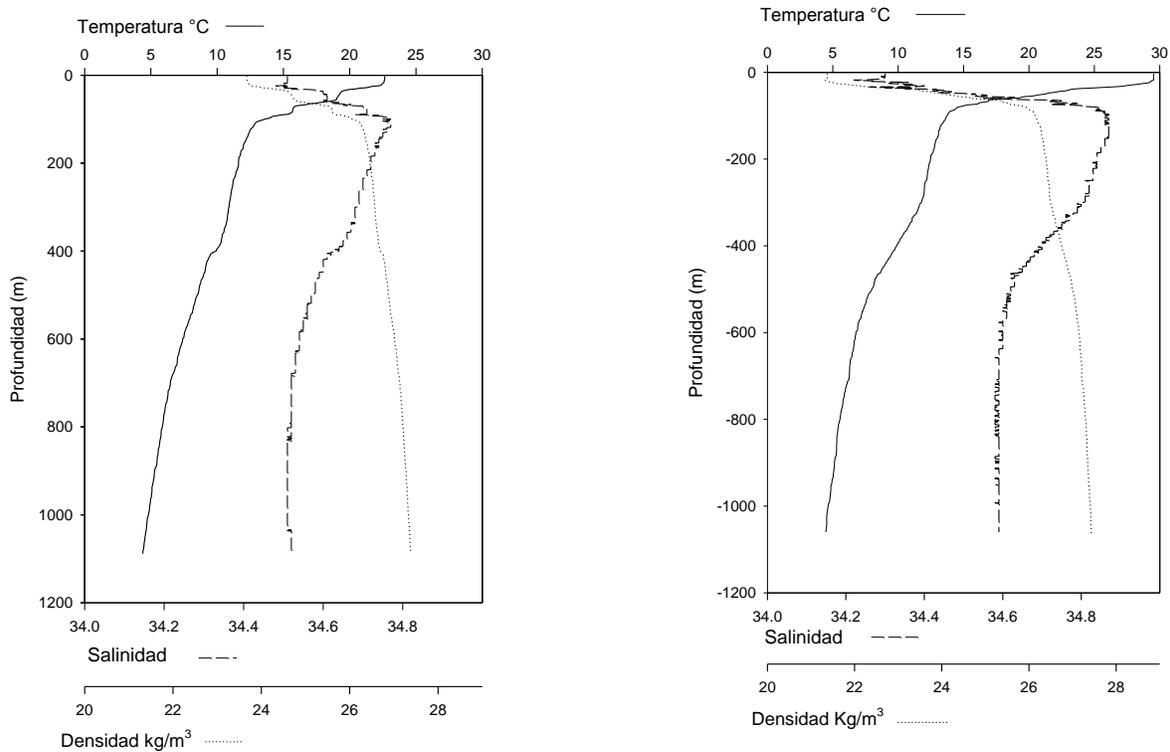


Figura 18. Perfiles verticales de temperatura, salinidad y densidad en invierno (izquierda) y en verano (derecha). En estaciones oceanográficas cercanas a la estación donde se localizan las trampas de sedimento ($15^{\circ} 38'.826$ N y $95^{\circ} 16'.905$ W, en abril de 2001). Invierno: ($15^{\circ} 20'$ N y $95^{\circ} 7.8'$ W y Verano: $15^{\circ} 20'$ N y 95° W, en junio de 2003).

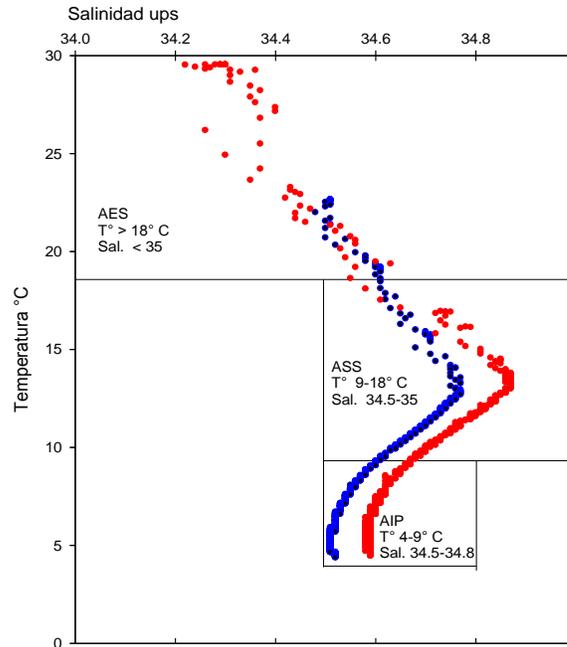


Figura 19. Diagrama TS, donde se muestra la presencia de tres distintas masas de agua: el Agua Ecuatorial Superficial (AES), el Agua Subtropical Subsuperficial (ASS) y el Agua Intermedia del Pacífico (AIP), de acuerdo a la clasificación de masas de agua de Torres-Orozco (1993). Los puntos azules representan valores de invierno y los rojos de verano.

Los perfiles verticales de temperatura y salinidad (Fig. 18), sugieren la siguiente distribución vertical de las masas de agua, de acuerdo a la clasificación de Torres-Orozco (1993):

- Durante el verano el Agua Ecuatorial Superficial (AES) se extiende desde la superficie hasta los 61 m de profundidad (alcanzando los 29.5 °C en superficie (Fig. 18 y 19), de los 61 m hasta los 442 m se encuentra el Agua Subtropical Subsuperficial (ASS) y por debajo de los 442 m se encuentra el Agua Intermedia del Pacífico (AIP), que se extiende hasta los 1060 m de profundidad en esta estación oceanográfica (Figs. 18 y 19).
- En el invierno el AES se extiende desde la superficie hasta los 60 m de profundidad; sin embargo, la máxima temperatura en superficie es de 22.6 °C (Fig. 18 y 19), debajo de los 60 m y hasta 451 m se encuentra el ASS y de los 451 m a los 1088 m de profundidad se encuentra el AIP (Figs. 18 y 19).

Variación interanual de la profundidad de la termoclina

En base a perfiles verticales de temperatura cercanos al punto de muestreo, se determinó la profundidad de la termoclina en distintas épocas (Tabla 18 y Fig. 20), en épocas normales y en las que estuvo presente ENOS en sus distintas fases.

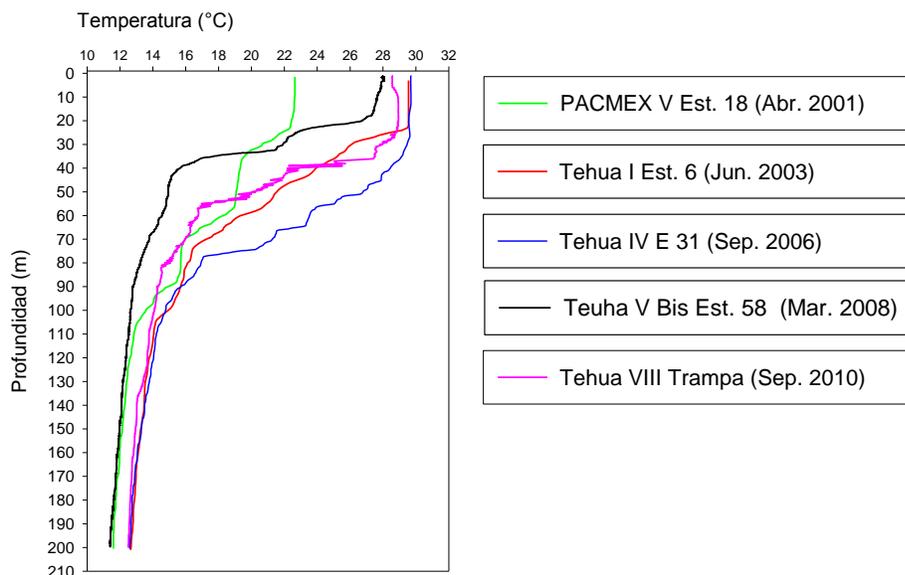


Figura 20. Perfiles verticales de temperatura en puntos cercanos al muestreo, en distintas épocas.

En la tabla 18 se muestra la profundidad promedio la termoclina en las distintas épocas.

Tabla 18. Profundidad de la termoclina en distintas épocas.

Fecha	Crucero y posición.	Época	Profundidad promedio (m)
23 abril 2001	PACMEX V (15.35 N 95.13 W)	Surgencias Normal	50
25 junio 2003	TEHUA I (15.6 N 95.0 W)	No surgencias Normal	61
		Surgencias El Niño	No hay datos
03 septiembre 2006	TEHUA IV (15.65 N 95.23 W)	No surgencias El Niño	70
08 marzo 2008	TEHUA V Bis. (15.9 N 95.18 W)	Surgencias La Niña	31
13 septiembre 2010	TEHUA VIII (15.63 N 95.16 W)	No surgencias La Niña	50

Variabilidad interanual de las masas de agua

Con base a los lances de CTD mostrados en la sección anterior se construyó un diagrama T-S, donde se observa la presencia del AES y ASTSS (Fig. 21)

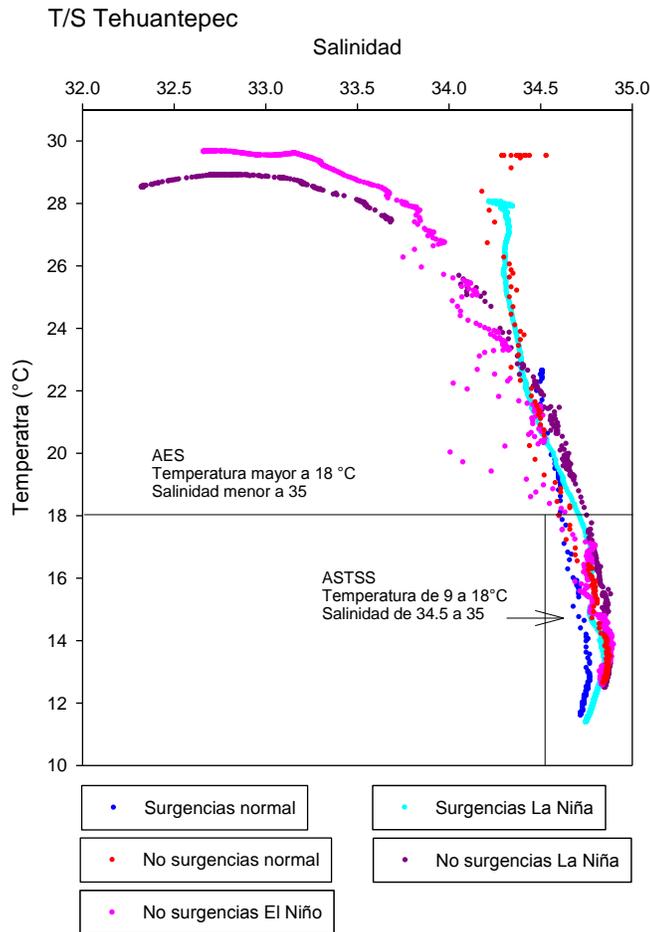


Figura 21. Diagrama T-S construido a partir de los lances de CTD en diferentes épocas.

Los diagramas T-S de las diferentes épocas muestran que durante las épocas sin surgencias, aguas de mayor temperatura y menor salinidad AES tienen mayor presencia en el área de estudio; mientras que, durante las épocas de surgencias en condiciones normales y La Niña, el AES está también presente, solo que la salinidad es mayor y la temperatura en superficie es menor (Fig. 21).

Concentración superficial de Clorofila-*a* (Cl-*a*)

La concentración superficial de clorofila-*a* sobre el punto de muestreo presentó variación (de 0.2 a 8.6 mg/m³) durante el periodo de muestreo (Tablas 19, 20 y Fig. 22). Durante las temporadas de surgencia la concentración superficial de Clorofila-*a* fue de 0.2 a 8.6 $\bar{x} = 2.0$ mg/m³ (Tabla 19). Mientras que, cuando no hubo surgencias, la concentración superficial de clorofila-*a* fue de 0.2 a 1.4 $\bar{x} = 0.3$ mg/m³ (Tabla 19).

Tabla 19. Periodos de mayor y menor concentración superficial de Cl-*a*

Mayor Cl - <i>a</i>			Menor Cl - <i>a</i>		
	Periodo	Promedio mg/m ³		Periodo	Promedio mg/m ³
2006	ene ₁ - abr ₃	2	2006	abr ₄ - oct ₃	0.4
2006 - 2007	oct ₄ - may ₂	1.2	2007	may ₃ - oct ₃	0.3
2007 - 2008	oct ₄ - may ₁	2.4	2008	may ₂ - sep ₄	0.3
2008 - 2009	oct ₁ - may ₂	2.3	2009	may ₃ , jun ₂	0.5

Tabla 20. Promedios semanales de la Cl-a en punto de muestreo.

Cl - a	2006	2007	2008	2009
Semana	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
ene.-01	1.0	0.7	1.2	0.8
ene.-02	1.9	0.7	1.7	0.8
ene.-03	3.6	1.0	2.7	1.8
ene.-04	4.4	0.7	1.5	1.8
feb.-01	5.1	0.9	1.2	2.2
feb.-02	1.5	1.0	1.4	2.2
feb.-03	3.3	0.4	1.2	2.2
feb.-04	2.3	0.2	1.5	2.6
mar.-01	0.7	0.3	6.5	2.6
mar.-02	0.9	1.3	1.7	3.3
mar.-03	0.8	0.7	5.3	3.3
mar.-04	0.6	0.6	1.1	3.3
abr.-01	1.6	3.2	0.8	3.3
abr.-02	0.9	0.6	1.9	5.5
abr.-03	1.8	4.9	1.0	5.5
abr.-04	0.4	4.9	1.0	5.5
may.-01	0.4	0.5	1.4	1.2
may.-02	0.3	0.9	0.4	1.2
may.-03	0.4		0.3	0.7
may.-04	0.3	0.4	0.4	0.7
jun.-01	0.2	0.4		0.2
jun.-02	0.2	0.4	0.2	0.2
jun.-03	0.2	0.3	0.2	
jun.-04	0.3	0.2	0.3	
jul.-01	1.4	0.3	0.4	
jul.-02	0.3	0.3	0.3	
jul.-03	0.7	0.2	0.3	
jul.-04	1.1	0.2	0.2	
ago.-01	0.4	0.3	0.3	
ago.-02	0.3	0.2	0.2	
ago.-03	0.2	0.2	0.2	
ago.-04	0.3	0.2	0.2	
sep.-01	0.3	0.3	0.5	
sep.-02	0.2	0.3	0.5	
sep.-03	0.4	0.2	0.3	
sep.-04	0.2	0.3	0.3	
oct.-01	0.2	0.3	0.8	
oct.-02	0.2	0.4	0.8	
oct.-03	0.2	0.5	2.3	
oct.-04	0.6	3.3	2.3	
nov.-01	1.5	8.6	1.2	
nov.-02	0.3	6.4	1.2	
nov.-03	0.9	2.7	1.2	
nov.-04	0.4	2.4	3.7	
dic.-01	1.3	1.4	3.7	
dic.-02	1.1	1.3	0.9	
dic.-03	0.4	1.4	0.9	

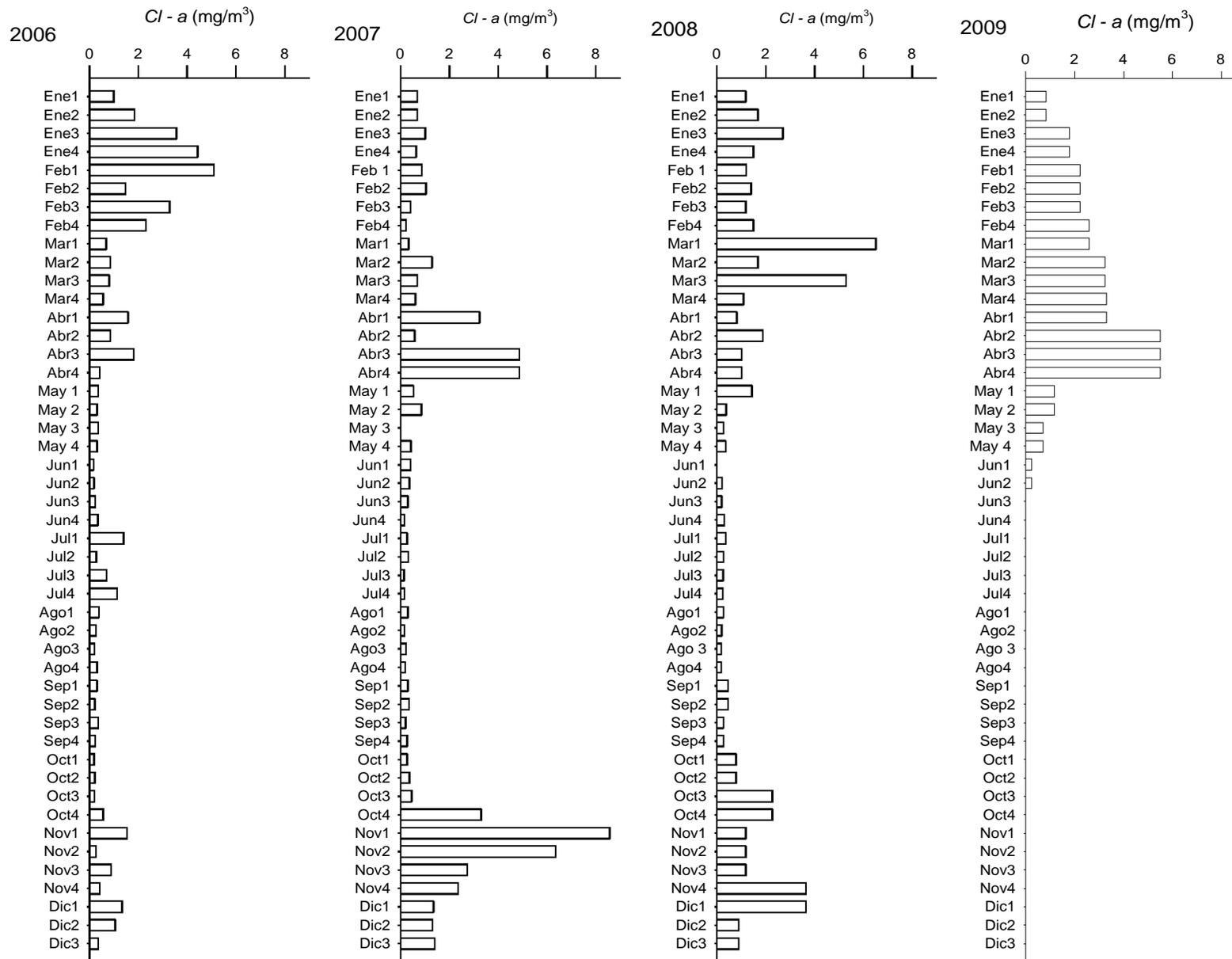


Figura 22. Concentración superficial de Cl-a durante el periodo de muestreo.

Índice Oceánico El Niño ION

El Índice Oceánico El Niño 3.4 (ION) muestra los periodos en los que el fenómeno de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) se presentó en PTO, en su fase positiva y negativa. La interpretación de este índice, se realiza mediante el siguiente criterio: cuando la anomalía térmica es mayor a 0.5 °C y ésta persiste por lo menos durante 5 meses continuos, se considera condiciones El Niño o fase positiva. Si la anomalía térmica es menor a - 0.5 °C y ésta persiste por lo menos durante 5 meses continuos se considera condiciones La Niña o fase negativa, los meses en que la anomalía no alcanza dichos valores o éstos no persisten por cinco meses, se consideran condiciones neutras o normales. (Guevara-Díaz, 2008; www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

Este índice muestra que hubo condiciones anómalas durante el periodo de muestreo, tanto de la fase positiva como de la fase negativa del fenómeno (Fig. 23). Presentándose los siguientes periodos:

- Niño: de septiembre 2006 a febrero 2007, con anomalías positivas de de 0.5 a 1.34 °C.
- Niña: de octubre 2007 a mayo 2008, con anomalías negativas de 0.6 a 1.83 °C.
- Niño: inicia en junio de 2009 y se mantiene hasta diciembre del mismo año, con anomalías positivas de 0.7 a 1.9 °C.

Clasificación de eventos ENOS, utilizando ION (Rasmusson y Carpenter 1982).

- Débil: Anomalía de 0.5 a 0.9 °C.
- Moderado: Anomalía de 1 a 1.4 °C.
- Fuerte: Anomalía mayor a 1.4 °C.

Según la clasificación de Rasmusson y Carpenter (1982), los eventos anómalos que se presentaron durante el periodo de estudio, se consideran:

- Niño 2006 – 2007, de débil a moderado.
- Niña 2007 – 2008, de moderado a fuerte.
- Niño 2009, de moderado a fuerte.

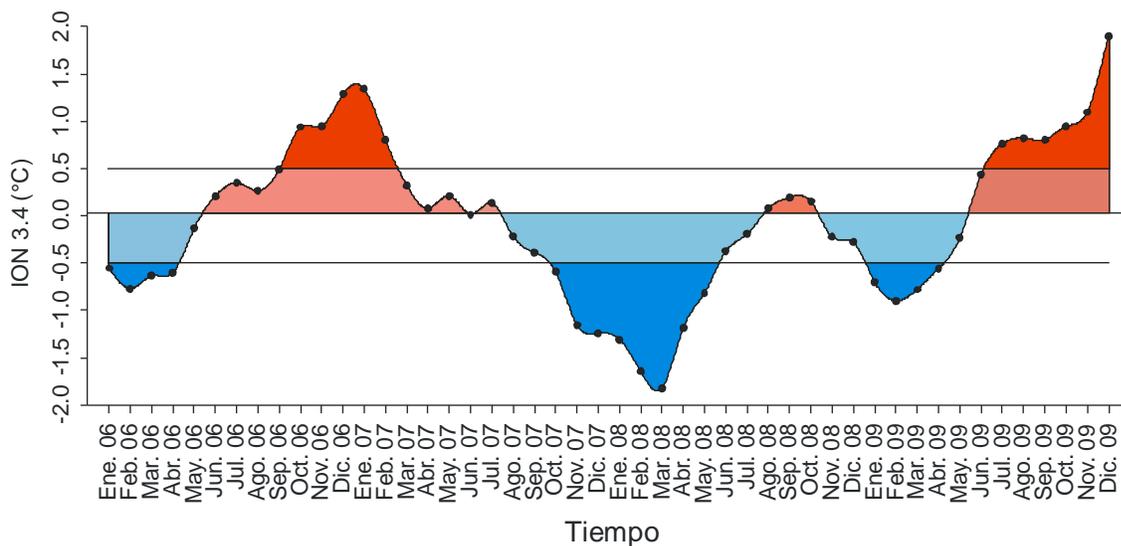


Figura 23. Índice Oceánico El Niño 3.4 de 2006 a 2009.

Para corroborar que los periodos anómalos sugeridos por el ION estuvieran presentes en el área de estudio, se realizó una comparación de la TSM estimada por el sensor MODIS y la TSM estimada por el sensor AVHRR, en la que se observa que en ambas estimaciones, la TSM aumenta durante las condiciones El Niño de 2006 – 2007 y las de 2009. Asimismo, se observa una disminución de la TSM durante las condiciones La Niña 2008 – 2009 (Fig. 24), para calibrar las mediciones de temperatura de ambos sensores, se realizó una correlación estadística entre ambas mediciones y se obtuvo un coeficiente de correlación de $r = 0.95$.

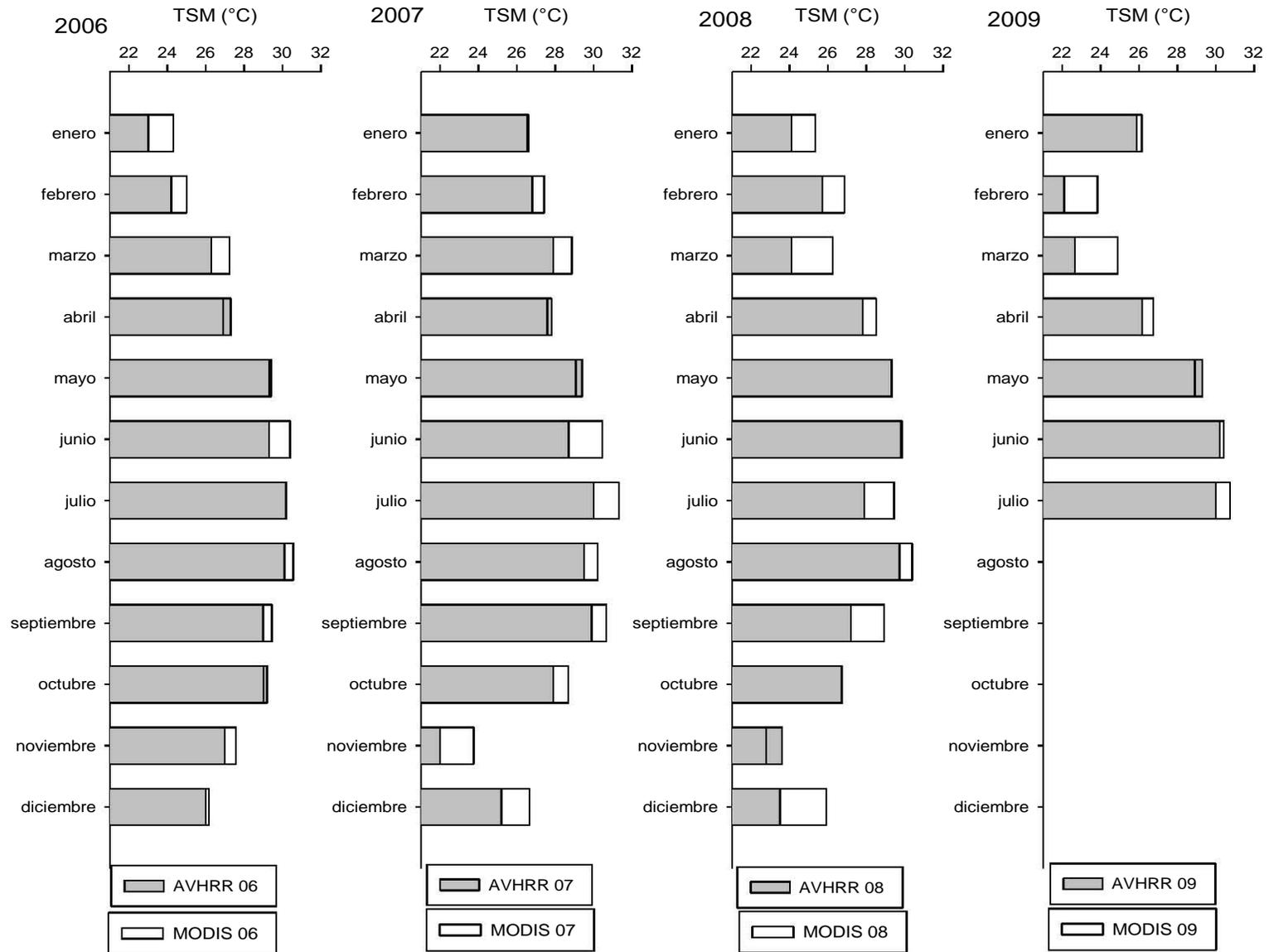


Figura 24. TSM mensual estimada por los sensores AVHRR y MODIS durante el periodo de muestreo.

Correlación entre los parámetros ambientales analizados y las asociaciones de foraminíferos planctónicos

A continuación se muestran las matrices de correlaciones estadísticas entre los parámetros ambientales analizados (Tabla 21) y de éstos con las asociaciones de foraminíferos planctónicos (Tabla 22).

Tabla 21. Matriz de correlaciones entre las variables analizadas.

	Esfuerzo del viento (<i>r</i>)	Profundidad de Ekman (<i>r</i>)	TSM (<i>r</i>)	Cl- <i>a</i> (<i>r</i>)	Posición de ZCIT (<i>r</i>)	Precipitación. (<i>r</i>)	ION (<i>r</i>)
Esfuerzo del viento	1.0	-	-	-	-	-	-
Profundidad de Ekman	-0.89	1.0	-	-	-	-	-
TSM	0.58	-0.61	1.0	-	-	-	-
Cl- <i>a</i>	-0.32	0.34	-0.64	1.0	-	-	-
Posición de ZCIT	0.37	-0.45	0.+73	-0.44	1.0	-	-
Precipitación.	0.28	-0.30	0.42	-0.32	0.54	1.0	-
ION	0.0	-0.04	0.39	-0.44	0.41	0.29	1.0

Tabla 22. Matriz de correlaciones entre las variables ambientales y las asociaciones de foraminíferos planctónicos.

	<i>G. bulloides</i>	<i>G. menardii</i>	<i>G. glutinata</i> – <i>G. ruber</i>
Esfuerzo del viento	-0.04	-0.04	-0.12
TSM	-0.53	0.3	0.19
Cl- <i>a</i>	0.45	-0.45	-0.16
Posición de ZCIT	-0.6	0.3	0.32
Precipitación.	-0.6	0.28	0.22
ION	-0.41	0.34	0.3

Discusión

Contexto ambiental

Durante el periodo de tiempo analizado, en cada año se distinguen dos épocas principales: la época de surgencias y la época de no surgencias.

En términos generales las épocas de surgencias durante el periodo de muestreo ocurren entre los meses de octubre y abril. Durante estos meses la ZCIT se localizó al Sur (Fig. 28), por lo que hubo menor presencia de la CCCR. Las surgencias son provocadas por los vientos *Tehuano*s, que durante estos periodos están presentes en el área (Tabla 8), después de que el viento cruza el paso Chívela genera un desplazamiento de aguas superficiales hacia el Sur como lo indica el esfuerzo del viento (Figs. 12 y 28) así mismo, genera procesos de mezcla turbulenta y aumentos en la profundidad de la capa de Ekman, que remueven aguas subsuperficiales. El agua que asciende hacia la superficie es de mayor profundidad, por tanto de menor temperatura (Figs. 16 y 28). Dicha agua generalmente contiene mayor concentración de nutrientes, por lo que la productividad primaria es estimulada, lo cual es reflejado como incrementos en la concentración superficial de *Cl - a* durante estas épocas (Figs. 22 y 28). A continuación se muestra de forma diagramática un evento de surgencia (Fig. 25).

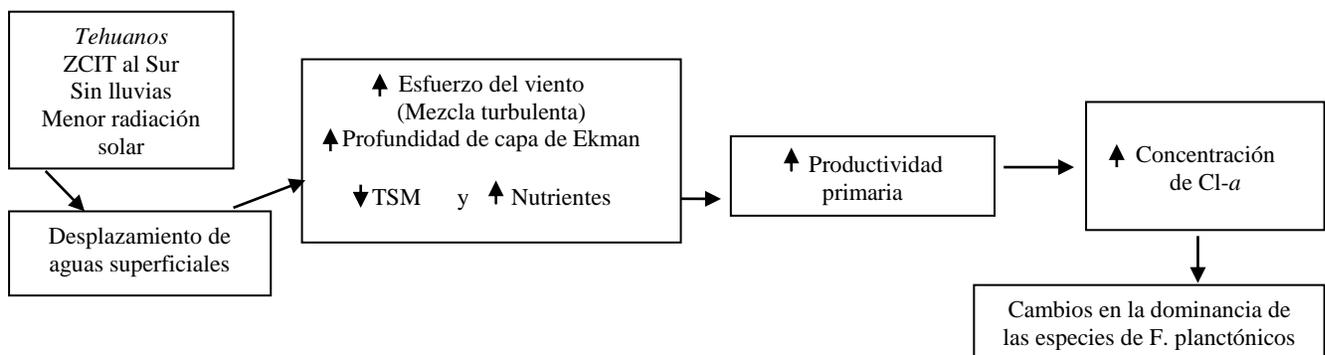


Figura 25. Esquema de la sucesión de eventos durante una surgencia en el área de estudio.

Las épocas de no surgencias durante el periodo de muestreo se presentaron entre los meses de mayo y septiembre. Durante estos periodos la ZCIT se localizó al Norte (Fig. 28), lo que generó una mayor presencia de la CCCR, no hubo presencia de *Tehuano*s (Tabla 8), la velocidad del viento fue menor en relación a las épocas con *Tehuano*s (Fig. 11) y no se presentaron surgencias, como lo indica el esfuerzo del viento y los valores bajos de la profundidad de la capa de Ekman (Figs. 12 y 28). La radiación solar por su parte provoca el calentamiento de las aguas superficiales (Figs. 16 y

28), estimula la formación de un gradiente térmico en la columna de agua, generando condiciones de estratificación, por lo que los nutrientes de aguas subsuperficiales quedan restringidos a mayor profundidad, provocando la disminución de la productividad primaria superficial, lo cual es reflejado por los bajos promedios en la concentración superficial de $Cl - a$ durante estos periodos (Figs. 22 y 28). A continuación se muestra de forma diagramática las condiciones oceanográficas durante las épocas sin surgencias (Fig. 26).

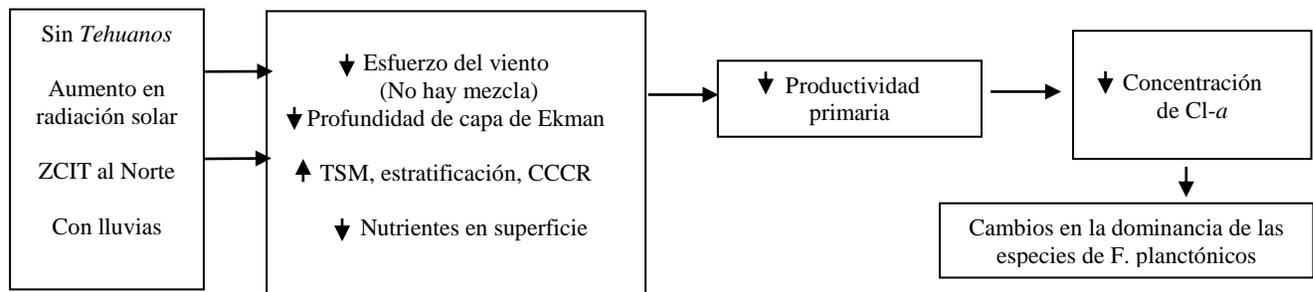


Figura 26. Esquema de las condiciones oceanográficas durante las épocas sin surgencias.

Es importante mencionar que los valores de los parámetros ambientales encontrados en este estudio son promedios semanales, por lo que los valores de velocidad del viento, el esfuerzo del viento, la TSM y la $Cl - a$ se encuentran atenuados y son distintos a los reportados en previos estudios (Romero-Centeno *et al.*, 2003; Lavín *et al.*, 1992; González-Silvera *et al.*, 2004), en los que se reportan valores que fueron medidos diariamente.

Para confirmar estadísticamente las relaciones entre los factores ambientales analizados en este estudio, se realizó una serie de correlaciones estadísticas, que sugiere que en el caso de la TSM, su variabilidad es explicada en un 58 % ($r = 0.58$) por el esfuerzo del viento, que la variabilidad de la $Cl-a$ es explicada en un 64 % ($r = - 0.64$) por la TSM y que la variabilidad de la precipitación es explicada en un 54 % ($r = 0.54$) por la posición latitudinal de la ZCIT (Tabla 21).

Asimismo, durante el periodo de muestreo se presentó variación interanual entre las épocas de surgencias y de no surgencias; dicha variación fue provocada por la presencia del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) en sus distintas fases. De acuerdo con el Índice Oceánico El Niño ION (Figs. 23 y 28), entre 2006 y 2009 se presentaron las distintas fases de ENOS, (condiciones normales, condiciones El Niño y condiciones La Niña), observándose los siguientes escenarios oceánicos:

- a) Épocas de surgencias en periodos normales.
- b) Épocas de no surgencias en periodos normales.
- c) Época de surgencias en periodo El Niño
- d) Época de no surgencias en periodo El Niño
- e) Época de surgencias en periodo La Niña
- f) Época de no surgencias en periodo La Niña.

A continuación se explican de forma diagramática los efectos de ENOS sobre la dinámica oceanográfica del área de estudio (Fig. 27).

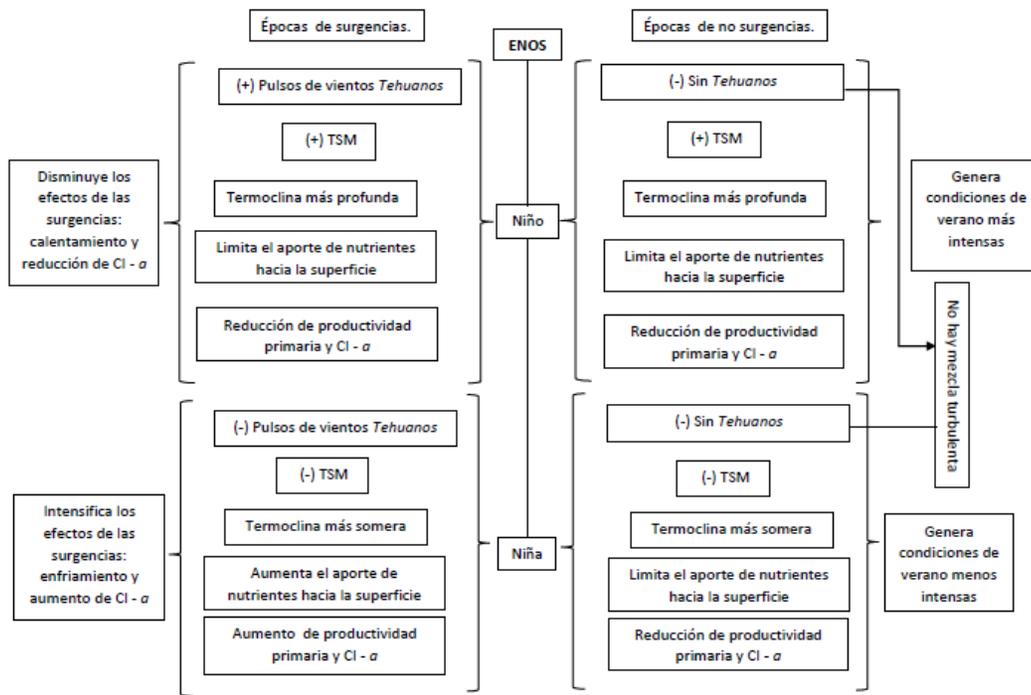


Figura 27. Esquema de los efectos de ENOS sobre la dinámica oceanográfica del área de estudio.

Estos escenarios serán explicados en detalle más adelante

Respuesta de las asociaciones de foraminíferos planctónicos

Las asociaciones de foraminíferos planctónicos responden a las variaciones en las condiciones oceánicas de los escenarios arriba mencionados con cambios en la presencia/ausencia de algunas especies, con un cambio en la dominancia de sus especies o con variaciones en su abundancia absoluta. Así mismo, el tiempo de respuesta a los cambios en las condiciones oceánicas fue variable durante el periodo de muestreo.

En las tablas 23 y 24 y en la figura 28 se integran las asociaciones de foraminíferos con las condiciones oceánicas de los escenarios observados durante el periodo de muestreo.

Tabla 23. Condiciones oceánicas de los escenarios de surgencias durante el periodo de muestreo.

Épocas de surgencias (periodos)	ION	Velocidad del viento \bar{x} (m/s)	Numero de <i>Tehuano</i> s	Esfuerzo del viento \bar{x} (Kg/s)	Profundidad de Ekman \bar{x} (m)	Profundidad de la termoclina (m). Datos históricos	TSM \bar{x} (°C)	Cl-a \bar{x} (mg/m ³)	ZCIT ° Lat.	Asociación dominante
2005 - 2006 (octubre – abril)	Normal	6.1	23 <i>Tehuano</i> s	-0.087	46	No hay dato.	25.6	2.0	4.5	<i>G. bulloides</i>
2006 – 2007 (octubre – mediados de marzo)	Niño	7	22 <i>Tehuano</i> s	-0.079	58	No hay dato.	27.6	1.2	4.7	<i>G. bulloides</i> <i>G. menardii</i>
2007 – 2008 (finales de octubre – mediados de abril)	Niña	6.2	20 <i>Tehuano</i> s	-0.077	49	31 (08 marzo 2008)	26	2.4	4.3	<i>G. bulloides</i>
2008 – 2009 (octubre – mediados de marzo)	Normal	7	21 <i>Tehuano</i> s	-0.066	56	No hay dato.	26.3	2.3	3.7	<i>G. bulloides</i>

Tabla 24. Condiciones oceánicas de los escenarios de no surgencias durante el periodo de muestreo.

Épocas de no surgencias (mayo – septiembre)	ION	Velocidad del viento \bar{x} (m/s)	Numero de <i>Tehuano</i> s	I. Bakun \bar{x} (Kg/s)	Profundidad de Ekman \bar{x} (m)	Profundidad de la termoclina (m). Datos históricos	TSM \bar{x} (°C)	Cl- a \bar{x} (mg/m ³)	ZCIT	Asociación dominante
2006	Normal	4.1	Sin <i>Tehuano</i> s	213.7	25	70 (03 septiembre 2006)	30	0.3	7.6	<i>G. menardii</i>
2007	Normal	3.5	Sin <i>Tehuano</i> s	66.9	11.5	70 (03 septiembre 2006)	30.3	0.3	7	<i>G. menardii</i>
2008	Niña	4.1	Sin <i>Tehuano</i> s	203.2	27.4	No hay dato.	30.1	0.3	7	<i>G. menardii</i>
2009	Niño	3.6	Sin <i>Tehuano</i> s	103.8	28	No hay dato.	30.1	0.4	8.2	<i>G. glutinata</i> – <i>G. ruber</i>

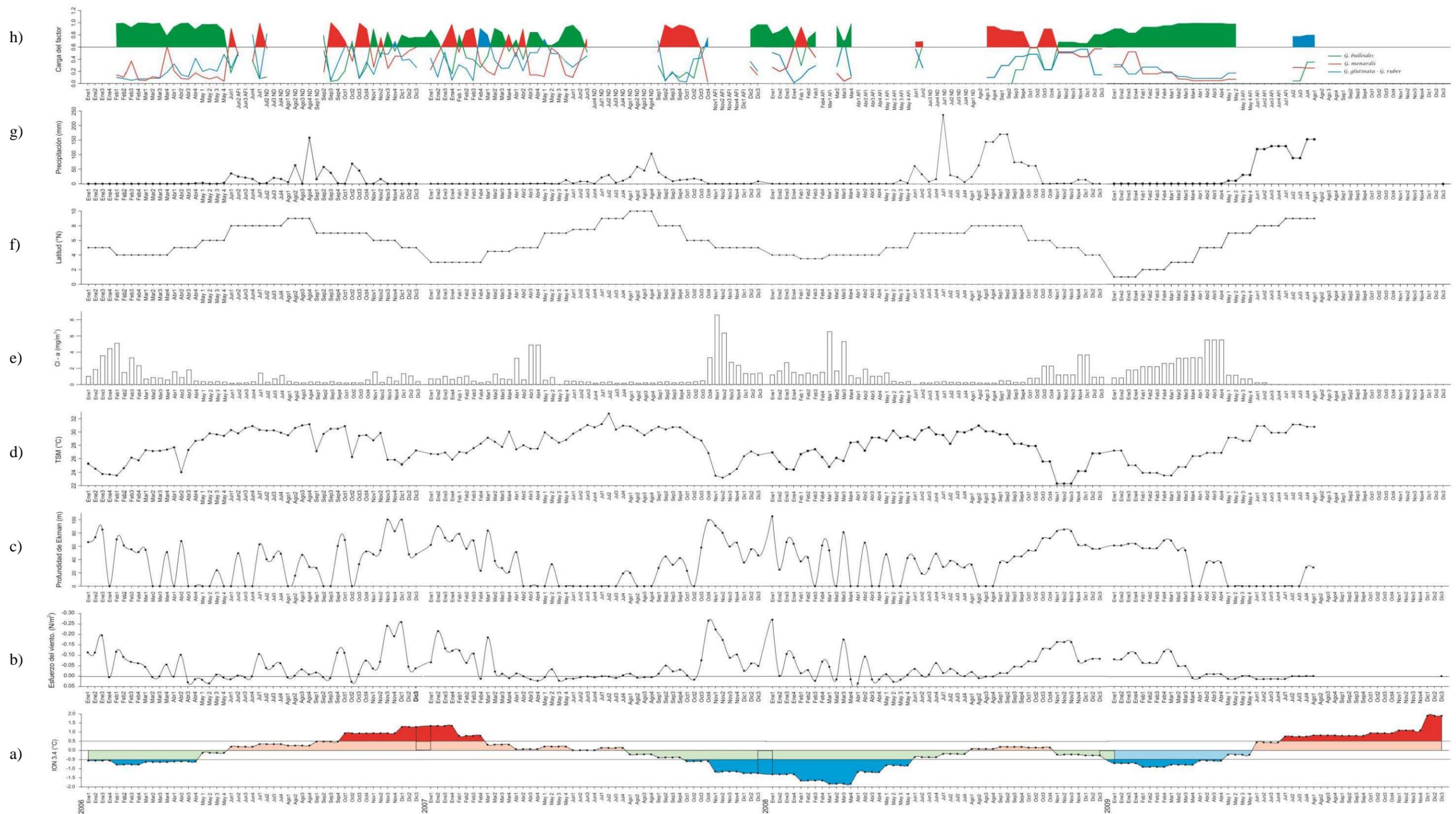


Figura 28. a) Índice Oceánico El Niño, b) Esfuerzo del viento, c) Profundidad de la capa de Ekman, d) TSM, e) Cl – a, f) ZCIT, g) Precipitación y h) Análisis de Factores durante el periodo de muestreo. ND: No hay dato, AFI: Abundancia de foraminíferos insuficiente.

Escenarios Oceanográficos

a) Épocas de surgencias en periodos normales

- febrero – mediados de abril de 2006

- octubre de 2008 – abril de 2009

Estos periodos coinciden con las épocas de *Tehuano*s, en los que el promedio en la velocidad del viento siempre fue mayor, en relación a aquellas épocas sin *Tehuano*s (Tabla 8 y Fig. 11) y la posición Sur de la ZCIT (Fig. 28).

Como se mencionó anteriormente, el flujo del viento provoca un desplazamiento de aguas superficiales, permitiendo que asciendan aguas de mayor profundidad y de menor temperatura (Agua Subtropical Subsuperficial ASTSS) (Lavín *et al.*, 1992; Trasviña *et al.*, 1995), lo cual es reflejado por valores altos del esfuerzo del viento y por los promedios generales de la profundidad de influencia del viento para toda la época (46 m en oct. 2005 – abr. de 2006 y de 56 m en oct. 2008 – abr. 2009) (Tabla 23, Fig. 28). En cuanto a los valores altos del esfuerzo del viento (Fig. 28), éstos son coherentes con los reportados previamente por Velázquez-Muñoz *et al.*, (2011), quienes analizaron el esfuerzo del viento de inicios de febrero a mediados de marzo de 2005 en el área de estudio y encontraron valores altos del esfuerzo del viento generados por pulsos de *Tehuano*s.

Como consecuencia del afloramiento de las aguas subsuperficiales, la TSM bajo el eje del viento disminuye, lo cual es reflejado por la disminución de los valores promedio de la TSM en el punto de muestreo durante estas épocas (Tabla 23, Fig. 28).

Las aguas subsuperficiales que afloran durante las surgencias generalmente son más ricas en nutrientes (Vázquez-Gutiérrez *et al.*, 1998; Machain - Castillo *et al.*, 2008), estimulando el aumento en la productividad primaria (Lluch - Cota., *et al* 1997; Lara-Lara *et al.*, 1998; González-Silvera *et al.*, 2004), observado de manera indirecta como un aumento en la concentración superficial de Cl - a en el punto de muestreo durante estos periodos (Tabla 23 y Fig. 28).

G. bulloides es una especie que habita en ambientes sub-polares a tropicales, tolera un intervalo de temperatura de 5 a 30 °C, pero es más abundante de 10 a 24 °C (Bé y Tolderlund, 1971; Hemleben *et al.*, 1989). Su posición en la columna de agua es de 0 a 50 m, en la capa de mezcla (Fairbanks *et al.*, 1982), es una especie omnívora (fitoplancton y zooplancton) y no tiene simbiontes (Anderson *et*

al., 1979 Hemleben *et al.*, 1989). Esta especie, a pesar de su amplia distribución, ha sido reportada como una de las especies más abundantes en ambientes tropicales influenciados por surgencias (Fairbanks *et al.*, 1982; Thunell, 1984; Hemleben *et al.*, 1989; Watkins *et al.*, 1996), a pesar de las diferencias en los parámetros específicos de cada zona (Tabla 25).

Tabla 25. Cuadro comparativo de las áreas en las que *G. bulloides* es la especie dominante en condiciones de surgencia.

Cuenca	Método	Período de colecta	TSM (°C)	Proxy de productividad	Condiciones oceánicas	Especie dominante	Referencia.
San Pedro	Trampas de sedimento	1988 ene. – jul.	16	5 µg Cl- <i>a</i> /l	Surgencia eólica abr. – jun.	<i>G. bulloides</i>	Reinolds y Thunell, 1991
Guaymas	Trampas de sedimento	1991 - 1997	17.5	> 2.0 mg Cl- <i>a</i> /m ³	Surgencia eólica ene. – feb.	<i>G. bulloides</i>	Wejnert <i>et al.</i> , 2010
Tehuantepec	Sedimento superficial	-	21	3 – 5 µg Nitratos	Surgencia eólica invierno – primavera	<i>G. bulloides</i>	Machain-Castillo <i>et al.</i> , 2008
Panamá	Trampas de sedimento	1979 - 1980	26	25 – 30 mg Cl- <i>a</i> /m ³ /día	Surgencia eólica feb. – mar.	<i>G. bulloides</i>	Thunell y Reinolds, 1984
Pacífico Ecuatorial	Arrastres de plancton (9° N–9° S)	1992 ago. – sep.	25	> a 2.0 mg Cl- <i>a</i> /m ³	Surgencia. CSE Niña	<i>G. bulloides</i>	Watkins <i>et al.</i> , 1998
Cariaco	Trampas de sedimento	1997 - 1999	22	$\bar{x} = 1500$ mg C/m ² /d ⁻¹	Surgencia eólica feb. – mar.	<i>G. bulloides</i>	Tedesco y Thunell, 2003
Bahía de Bengala	Trampas de sedimento	1988 - 1989	27	200 mg/m ² /día (flujo total)	Surgencia jun. – ago.	<i>G. bulloides</i>	Guptha <i>et al.</i> , 1996

b) Épocas de no surgencias en periodos normales

- mayo, junio y septiembre de 2006.
- septiembre de 2007.
- septiembre de 2008.

Durante el verano, la ausencia de *Tehuano*s en el Golfo de Tehuantepec se refleja en valores bajos del esfuerzo del viento (Figs. 12 y 28). Estos resultados son coherentes con los reportados por Flores-Vidal *et al.*, (2011) quienes analizaron el esfuerzo del viento de abril a octubre de 2006 y encontraron valores bajos del esfuerzo del viento a finales de septiembre debido a la ausencia de *Tehuano*s.

Debido a la intensa radiación solar en el área, la TSM es casi siempre mayor a 29.5 °C (Flores-Morales *et al.*, 2009) (Tabla 24 y Fig. 28). Asimismo, en esta época, la ZCIT alcanza su posición más al Norte (Tabla 24 y Fig. 28), generando un desplazamiento del sistema de corrientes ecuatoriales hacia el Norte, resultando en una mayor presencia de aguas superficiales cálidas y estratificadas de origen ecuatorial (CCCR) en Golfo de Tehuantepec (Monreal-Gómez *et al.*, 1999).

Para comprobar la ausencia de surgencias en estas épocas, se utilizó como referencia el perfil vertical de temperatura del 3 de septiembre de 2006 (único perfil disponible al final del periodo sin surgencias en condiciones normales), que muestra que la termoclina se localizó a 70 m el 03 de septiembre de 2006 (Fig. 20 y Tabla 24). Por lo que se esperarían profundidades de 70 m en la primera semana de septiembre de 2006, 2007 y 2008, al considerar los valores de la profundidad de Ekman que son de: de 27 m en la primera semana de septiembre de 2006, de 27 m en primera semana de septiembre de 2007 y de 35 m en la primera semana de septiembre de 2008 (Tabla 13 y Fig. 28), en ninguno de estos casos la termoclina se haría más somera ni se rompería, debido a la ausencia de vientos que la acerquen a la superficie o que la rompan (Fig. 28), lo cual sugiere que en estos periodos no hay surgencias que produzcan procesos de mezcla que afecten la estructura termal de la columna de agua. Por otra parte los valores bajos del esfuerzo del viento, de la profundidad de la capa Ekman, y los valores altos de TSM de estas épocas (Tabla 24 y Fig. 28), sugieren la ausencia de surgencias.

La CCCR cuyas aguas superficiales son menos ricas en nutrientes en relación a las aguas de las surgencias, normalmente poseen abundancias bajas de fitoplancton en la superficie (González-Silvera *et al.*, 2004 y López-Calderón 2006), lo que a su vez se refleja en la baja concentración superficial de Cl - *a* en el punto de muestreo (Tabla 24 y Fig. 28).

La asociación de foraminíferos planctónicos dominante es la de *G. menardii*, la cual es una especie que vive en ambientes subtropicales a ecuatoriales. Tolera un intervalo de temperatura de 18 a 30 °C, pero es más abundante de 21 a 23 °C (Bé y Tolderlund, 1971; Hemleben., *et al* 1989). Habita en la parte inferior de la termoclina, cuya posición varía de 25 a 100 m en las aguas estratificadas de la Corriente Surecuatorial (Watkins *et al.*, 1996), la Contracorriente Norecuatorial (Fairbanks *et al.*, 1982) y las aguas del Golfo de Panamá (Curry *et al.*, 1983; Hemleben., *et al* 1989; Thunell y Reynolds, 1984), es una especie herbívora (diatomeas y crisófitas) y puede tener algas simbiotas (Hemleben., *et al* 1989). En los sedimentos superficiales del Golfo de Tehuantepec se le ha reportado bajo la influencia de aguas de la CCCR (Machain-Castillo *et al.*, 2008) (Tabla 26).

Tabla 26. Cuadro comparativo de las cuencas en las que *G. menardii* es la especie dominante en condiciones de estratificación de la columna de agua.

Cuenca	Método	Fecha de colecta	TSM (°C)	Proxy de productividad	Condiciones oceánicas	Especie dominante	Referencia
Guaymas	Trampas de sedimento	1991 - 1997	28	< a 0.3 mg Cl- a/m ³	Aguas estratificadas de origen ecuatorial.	<i>G. menardii</i>	Wejnert <i>et al.</i> , 2010
Tehuantepec	Sedimento superficial	-	29	< a 1 µg Nitratos	Aguas estratificadas CCCR. Giros cálidos remanentes	<i>G. menardii</i>	Machain-Castillo <i>et al.</i> , 2008
Panamá	Trampas de sedimento	1979 - 1980	29	5 - 10 mg Cl- a/m ³ /día	Aguas estratificadas CCCR.	<i>G. menardii</i>	Thunell y Reynolds, 1984
Pacífico Ecuatorial	Arrastres de plancton (9° N – 5°S)	1992 feb. – mar.	29	< a 0.1 mg Cl- a/m ³	Aguas estratificadas CSE Niño.	<i>G. menardii</i>	Watkins <i>et al.</i> , 1996
Cariaco	Trampas de sedimento	1997 - 1999	29	$\bar{x} = 0.5$ mg C/m ² /d ⁻¹	Aguas estratificadas jun. - ene.	<i>G. menardii</i>	Tedesco y Thunell, 2003
Bahía de Bengala	Trampas de sedimento	1988 - 1989	30	100 mg/m ² /día (flujo total)	Aguas estratificadas feb. – mar.	<i>G. menardii</i>	Guptha <i>et al.</i> , 1996

c) Época de surgencias durante un periodo El Niño
- octubre de 2006 – febrero de 2007

Este periodo coincide con condiciones El Niño, la presencia de *Tehuano*s y la posición al Sur de la ZCIT, aunque es ligeramente más al Norte en relación a los otros periodos de surgencias (Tabla 23 y Fig. 28).

De acuerdo con estudios previos en el Golfo de Tehuantepec (Trasviña *et al.*, 2004), durante condiciones El Niño los *Tehuano*s inducen surgencias. Durante el periodo de estudio dichas surgencias son reflejadas por valores altos del esfuerzo del viento y el promedio en la profundidad de influencia del viento, que es de 58 m (Tabla 23 y Fig. 28). Sin embargo, aunque dichos valores son más altos que los encontrados para condiciones neutrales en este estudio, los efectos de las surgencias son diferentes a los producidos durante condiciones normales (Tabla 23 y Fig. 28).

Algunos de los efectos que produce ENOS en el Pacífico Tropical Mexicano son: La presencia de aguas cálidas de origen ecuatorial en latitudes más altas, con respecto a periodos normales y La Niña (Aguirre-Gómez *et al.*, 2003) y el paso de ondas costeras tipo Kelvin, que producen el hundimiento de la termoclina (Trasviña *et al.*, 2004; Alexander *et al.*, 2012).

Específicamente en el Golfo de Tehuantepec, durante las condiciones El Niño 1982 – 1983, se presentaron anomalías positivas en la TSM y una termoclina más profunda (de 40 a 70 m, estimada a partir de promedios mensuales para todo el golfo), asociada con una disminución en la cobertura espacial de aguas productivas (Lluch-Cota., *et al* 1997).

Por otra parte, Barber *et al.* (1985) analizaron los efectos de El Niño 1982 – 1983 sobre la productividad primaria en aguas ecuatoriales influenciadas por surgencias a lo largo de dos transectos perpendiculares a la línea de costa peruana. Los autores encontraron que durante las condiciones El Niño 1982 – 1983 (marzo y mayo de 1983), el hundimiento de la termoclina (de 80 a 100 m respectivamente) cerca de la costa, produjo una disminución en el aporte de nutrientes hacia la superficie, que propició drásticas disminuciones en la productividad primaria ($27 \text{ mg/C/m}^3/\text{día}$ y $10 \text{ /C/m}^3/\text{día}$ en promedio en marzo y mayo de 1983 respectivamente); mientras que, en condiciones normales como las de noviembre de 1981, julio de 1983 y marzo de 1984, una termoclina somera (entre 0 y 25 m) produjo un mayor aporte de nutrientes hacia la superficie, propiciando aumentos en la productividad primaria ($219 \text{ mg/C/m}^3/\text{día}$ en julio de 1983 y $245 \text{ mg/C/m}^3/\text{día}$ en marzo de 1984).

Las disminuciones de la Cl-a observadas en esta época de surgencias durante condiciones El Niño en el presente estudio (Tabla 23 y Fig. 28) son coherentes con los resultados de Barber *et al.*, (1985) y Lluch-Cota., *et al* (1997) y pueden deberse, al igual que en dichos casos, a la presencia de una termoclina más profunda. Sin embargo, no se tienen datos sobre la profundidad de la termoclina en la zona de estudio durante este período para confirmarlo. Aunque Lluch-Cota *et al*, (1997) reportan una termoclina promedio para todo el golfo, de 40 a 65m durante los meses de octubre a abril de 1982 – 1983, Machain-Castillo *et al.* (2008) reportan que la termoclina en el Golfo de Tehuantepec no es homogénea durante las épocas de surgencia; sino que presenta una pendiente de Oeste a Este, siendo más profunda (70 m) en la parte Oeste y más somera (35 – 40 m) en la parte Este. Por lo tanto se esperarían profundidades mayores de 70 m en el punto de muestreo, que restringirían el aporte de nutrientes de aguas subsuperficiales, ya que la profundidad de Ekman en esta época es de 58 m (Tabla 23 y Fig. 28).

Durante esta época se presentan tres asociaciones:

Durante octubre la asociación dominante es la de *G. menardii*, que indica la presencia de agua cálida y de una termoclina, que refleja la parte final de las condiciones de verano.

De noviembre a mediados de enero la asociación dominante es la de *G. bulloides*, que refleja condiciones de surgencia, las cuales se presentan durante este periodo.

De finales de enero a finales de febrero la asociación dominante es la de *G. menardii*, que indica la presencia de aguas cálidas de origen ecuatorial (CCCR). Esta discordancia se debe a la presencia de condiciones El Niño, que como ya se mencionó, probablemente produjeron la presencia de una termoclina más profunda, debido a un mayor volumen de agua cálida superficial, lo cual provoca que el agua que asciende provenga de la capa de mezcla (agua cálida), que contiene una menor concentración de nutrientes que las aguas subsuperficiales, por lo que no se propicia una mayor productividad primaria y la dominancia de *G. bulloides* (Tabla 24 y Fig. 28).

En febrero terminaron las condiciones El Niño, en la última semana de este mes y en la primera de marzo la asociación dominante fue la de *G. glutinata* – *G. ruber*, que está representada únicamente por dos muestras (Fig. 28), lo que dificulta su interpretación oceanográfica; sin embargo, parece coincidir con la transición de la época de surgencias El Niño a surgencias normales.

De la segunda semana de marzo en adelante predomina la asociación de *G. bulloides* con excepción de la cuarta semana de marzo y la segunda de abril, donde nuevamente predomina *G. menardii*, lo cual coincide con una ligera disminución del viento y la concentración de Cl – a.

En previos estudios se han observado los efectos de ENOS sobre las poblaciones de foraminíferos planctónicos:

En la cuenca de Guaymas, Sonora, *G. menardii* y *G. ruber* incrementan su abundancia durante los meses de verano, cuando las aguas del Pacífico Ecuatorial tienen presencia en la cuenca, lo cual resulta en condiciones de estratificación de la columna de agua y menor productividad primaria (Wejnert *et al.*, 2010). En esta cuenca las condiciones de verano se intensifican durante condiciones El Niño, hay una mayor presencia de aguas del Pacífico Ecuatorial, que intensifican la estratificación térmica de la columna de agua y la TSM es de 2 a 3 °C mayor que en años no Niño. El enriquecimiento de nutrientes de las aguas superficiales es menor, conduciendo a una disminución de la productividad primaria (Thunell, 1998) y al aumento en las poblaciones de *G. menardii* y *G. ruber* (Wejnert *et al.*, 2010). (Tabla 27).

En la cuenca de Santa Bárbara, California las especies más abundantes durante todo el año son *G. bulloides*, *G. quinqueloba*, *N. pachyderma* y *N. dutertrei* éstas conforman entre el 85 y 95 % de la abundancia durante años normales (no Niño). Durante la primavera e inicios del verano (marzo a junio), dominan vientos intensos del Norte, que inducen surgencias y reducen la TSM a 10.5 °C, durante esta época *G. quinqueloba* es la especie más abundante. Mientras que, durante el otoño e invierno los vientos del Norte se debilitan y el calentamiento de las aguas superficiales produce TSM de 17.5 °C y la estratificación de la columna de agua, durante esta época *G. bulloides*, *N. pachyderma* y *N. dutertrei* son las especies más abundantes. (Kincaid *et al.*, 2000 y Black *et al.*, 2001).

Durante las condiciones El Niño 1993 – 1994 y 1997 se observó un calentamiento de las aguas superficiales de entre 1 y 2 °C. Durante las temporadas de surgencias la TSM fue 1 °C mayor (aproximadamente 11.5 °C) y durante la temporada de estratificación la TSM aumento aproximadamente 2 °C (20 °C). Es durante la temporada de mayor calentamiento y estratificación (meses de otoño e invierno), cuando *G. ruber* presentó sus valores máximos de abundancia (5 a 7

%). La presencia de esta especie cálida en la cuenca de Santa. Bárbara, está restringida a periodos de calentamiento anómalo producidos por las condiciones El Niño (Kincaid *et al.*, 2000 y Black *et al.*, 2001) (Tabla 27).

Los resultados de dichos estudios y los del presente trabajo, muestran que El Niño produce variaciones sobre las poblaciones de foraminíferos planctónicos (aunque las especies no sean las mismas), el efecto de este fenómeno consiste en la presencia de especies de origen ecuatorial durante las épocas de surgencias.

Tabla 27. Cuadro comparativo de las cuencas en las que se han observado los efectos de El Niño sobre las poblaciones de foraminíferos planctónicos.

Cuenca	Método	Periodo Niño	Efectos de El Niño		Condiciones oceánicas	Especie dominante	Referencia
			TSM Aumento °C	P. Primaria. Disminución			
Guaymas	Trampas de sedimento	1991 – 1992 1997	de 2 a 3	< a 0.2 mg Cl-a/m ³	Aguas estratificadas de origen ecuatorial.	<i>G. menardii</i> y <i>G. ruber</i>	Thunell <i>et al.</i> , 1999 Wejnert <i>et al.</i> , 2010
Sta. Bárbara	Trampas de sedimento	1991 – 1993	de 1 a 2	No lo miden	Aguas estratificadas de origen tropical.	<i>G. ruber</i>	Kincaid <i>et al.</i> , 2000 y Black <i>et al.</i> , 2001

d) Época de no surgencias durante un periodo El Niño
- julio de 2009

Durante esta época se presentaron condiciones El Niño, no hubo *Tehuano*s, la posición de la ZCIT fue más al Norte y coincidió con la temporada de lluvias (Tabla 24 y Fig. 28).

Cuando el fenómeno de El Niño se presenta en el Pacífico mexicano durante los meses de verano hay una presencia aun mayor de aguas cálidas de origen ecuatorial (Fiedler *et al.*, 1992). En el Golfo de Tehuantepec se han reportado anomalías positivas de la TSM cuando el fenómeno de El Niño se

presenta (Lluch-Cota *et al.*, 1997). En el presente estudio la TSM es mayor a 29.5 °C (Tabla 24 y Fig. 28).

De acuerdo con el estudio realizado por Lluch-Cota *et al.*, (1997), durante las condiciones El Niño 1982 - 1983, la termoclina en el Golfo de Tehuantepec se encontró hundida en promedio para todo el golfo (60 - 70 m de profundidad) durante los meses de verano, dichos valores coinciden con los valores mínimos de cobertura espacial de aguas productivas. En el presente estudio los valores bajos de Cl - a, son coherentes con los resultados de Lluch-Cota *et al.*, (1997) y pueden deberse, como en dicho estudio a la presencia de una termoclina profunda; sin embargo, no se cuenta con datos sobre la profundidad de la termoclina de este periodo para confirmarlo. Por otra parte los bajos valores bajos del esfuerzo del viento muestran que en julio de 2009 no hay surgencias, por lo que no hay un mecanismo que provoque el aumento en la Cl - a (Tabla 24 y Fig. 28).

La asociación característica durante este periodo es la de *G. glutinata* – *G. ruber*.

G. glutinata, es una especie que ha sido considerada como oportunista; habita en ambientes subpolares a sub-tropicales, tolera un intervalo de temperatura de 5 a 30 °C (euritermal) (Hemleben *et al.*, 1989), su distribución en la columna de agua es de 0 – 100 m (Fairbaks *et al.*, 1982). Esta especie incrementa su abundancia, al encontrar su fuente de alimento disponible, sin importar la estructura térmica de la columna de agua (Fairbaks *et al.*, 1982), se alimenta principalmente de diatomeas y puede tener algas simbiotes (Hemleben *et al.*, 1989; Watkins *et al.*, 1996) y es abundante en zonas de frentes oceánicos (Schiebel *et al.*, 2001) (Tabla 28).

G. ruber, es una de las especies más abundantes en ambientes subtropicales a ecuatoriales, tolera un amplio intervalo de salinidad (eurihalina), y un intervalo de temperatura de 20 a 31 °C, aunque es más abundante de 25 – 31 °C (Hemleben *et al.*, 1989). Su distribución en la columna de agua es de 0 a 25 m, en la capa de mezcla, se alimenta de fitoplancton y alberga algas simbiotes (Fairbaks *et al.*, 1982 y Hemleben *et al.*, 1989) (Tabla 28).

Tabla 28. Cuadro comparativo de las cuencas en las que *G. glutinata* y *G. ruber* son las especies dominantes.

Cuenca	Método	Fecha de colecta	TSM (°C)	Proxy de productividad	Condiciones oceánicas	Especie dominante	Referencia
Guaymas	Trampas de sedimento	1991 - 1997	29	< a 0.3 mg Cl- a/m ³	Aguas estratificadas de origen ecuatorial. jun. – sep. Niño	<i>G. ruber</i>	Wejnert <i>et al.</i> , 2010
Tehuantepec	Sedimento superficial	-	22	3 – 5 µg Nitratos	Bajo el eje de la surgencia eólica.	<i>G. glutinata</i>	Machain-Castillo <i>et al.</i> , 2008
Panamá	Trampas de sedimento	1979 - 1980	29	5 - 10 mg Cl- a/m ³ /día	Aguas estratificadas CCCR.	<i>G. ruber</i>	Curry <i>et al.</i> , 1983
Panamá	Trampas de sedimento	1979 - 1980	26	25 – 30 mg Cl-a/m ³ /día	Surgencia eólica y CCCR feb. – mar.	<i>G. glutinata</i>	Thunell y Reynolds, 1984
Cariaco	Trampas de sedimento	1997 - 1999	29	$\bar{x} = 0.5$ mg C/m ² /d ⁻¹	Aguas estratificadas de baja salinidad jun. - ene.	<i>G. ruber</i>	Tedesco y Thunell, 2003
Bahía de Bengala	Trampas de sedimento	1988 - 1989	27	200 mg/m ² /día (flujo total)	Surgencia Monzón. jun. – ago.	<i>G. glutinata</i>	Guptha <i>et al.</i> , 1996
Atlántico Norte	Arrastre de plancton	1996 sep. – oct.	17	0.5 mg Cl- a/m ³	Frente oceánico.	<i>G. glutinata</i>	Schiebel <i>et al.</i> , 2001

A inicios de esta época, de finales de mayo a inicios de julio, la abundancia de foraminíferos fue insuficiente para determinar las asociaciones de foraminíferos (Fig. 28 y 29), esta disminución en la abundancia de foraminíferos será discutida en la siguiente sección.

De la segunda semana de julio y hasta la primera de agosto domina la asociación de *G. glutinata* – *G. ruber*, su dominancia en este corto periodo de tiempo (dos muestras) hace difícil encontrar su relación con la dinámica oceánica, porque como ya se ha dicho hay un tiempo de respuesta entre el cambio oceanográfico y el cambio en las asociaciones de foraminíferos planctónicos y no se tienen datos posteriores a esta fecha. Sin embargo, la asociación parece coincidir con la transición de condiciones normales a condiciones El Niño, similar a lo que se encontró durante la transición de la época de surgencias El Niño a surgencias normales (2007).

e) Época de surgencias durante un periodo La Niña
- octubre de 2007 - abril de 2008.

En esta poca se presentaron condiciones La Niña, los vientos *Tehuano*s estuvieron presentes y la posición al Sur de la ZCIT (Tabla 23 y Fig. 28).

Los valores altos del esfuerzo del viento y la profundidad promedio de influencia del viento de 49 m muestran la presencia de surgencias durante esta época, aunque los efectos de dichas surgencias son diferentes a las de los periodos anteriores, ya que la TSM fue la menor y la Cl - *a* la mayor de todo el periodo de muestreo del presente trabajo (Tabla 23 y Fig. 28).

Algunos autores han reportado que cuando se presentan condiciones La Niña en el Golfo de Tehuantepec, la frecuencia e intensidad de los vientos es menor con respecto a condiciones normales y El Niño (Schults *et al.*, 1998; Romero – Centeno *et al.*, 2001; Magaña *et al.*, 2004; Karnauskas, 2008; Bernnan *et al.*, 2009); sin embargo, en el presente estudio el número de *Tehuano*s en esta época es muy similar con respecto a todas las otras épocas estudiadas (Tabla 23 y Fig. 28).

En cuanto a los efectos oceánicos de La Niña en el Golfo de Tehuantepec, se ha reportado que las surgencias producen TSM menores y mayor productividad primaria debido al paso de ondas costeras tipo Kelvin, que acercan la termoclina hacia la superficie (Alexander *et al.*, 2012) aumentando la disponibilidad de nutrientes hacia la superficie, que propician el aumento en la productividad primaria (Fiedler *et al.*, 1992), lo cual coincide con lo encontrado en este estudio (Tabla 23 y Fig. 28).

Por otra parte, Lluch-Cota *et al.*, (1997) encontraron que durante las condiciones La Niña de octubre de 1984 a julio de 1985, durante la época de surgencias (octubre – abril) la termoclina fue más somera (de 40 a 50 m) en promedio para todo el golfo, lo cual coincide con valores altos de cobertura espacial de aguas productivas.

El aumento en la Cl - *a* en esta época de surgencias durante condiciones La Niña en el presente estudio (Tabla 23 y Fig. 28) es coherente con los resultados de Lluch-Cota *et al.*, (1997) y probablemente se deben a un acercamiento de la termoclina hacia la superficie. Para comprobar que

la termoclina fue más somera durante este periodo, se utilizó como referencia el perfil vertical de temperatura del 8 de marzo de 2008 (único perfil disponible, al final de la época de surgencias en condiciones La Niña), que muestra que la termoclina se encontró a 31 m de profundidad (Tablas 18, 23 y Fig. 20), lo cual sugiere que en marzo de 2008 el afloramiento de aguas subsuperficiales fue de mayor profundidad, ya que el promedio de la profundidad de la capa de Ekman en la primera semana de marzo de 2008 fue de 53 m, (Tabla 12), bajo estas condiciones la fuente de nutrientes se encuentra más cerca de la superficie, lo cual propició el aumento en la Cl - *a* durante esta semana (Tabla 20 y Fig. 28). Considerando que este perfil vertical de temperatura no es representativo de toda la época, el incremento en la productividad primaria durante esta época es sugerido también por los valores altos del esfuerzo del viento, de la profundidad de la capa de Ekman, las bajas TSM y las concentraciones superficiales altas de Cl - *a* (Tabla 23 y Fig. 28).

Durante esta época la asociación *G. bulloides* es dominante de diciembre a marzo y refleja condiciones de surgencia, las cuales se presentan durante este periodo.

f) Época de no surgencias durante un periodo La Niña
- mayo – junio de 2008.

Durante este periodo no hubo *Tehuano*s y la posición de la ZCIT fue al Norte (Tabla 24 y Fig. 28). La ausencia de surgencias es reflejada por los valores bajos del esfuerzo del viento, las TSM altas y las Cl - *a* bajas durante esta época (Tabla 24 y Fig. 28).

Los efectos de las condiciones La Niña en el Golfo de Tehuantepec son: un ligero enfriamiento del agua superficial, de aproximadamente de 0.5 °C y un levantamiento de la termoclina debido al paso de ondas costeras Kelvin (Fiedler *et al.*, 1992; Trasviña *et al.*, 2004).

Lluch-Cota *et al.*, (1997) encontraron baja cobertura espacial de aguas productivas durante las condiciones La Niña de mayo a julio de 1985, la cual coincide con una termoclina de 35 - 45 m en promedio para todo el golfo.

La baja Cl - *a* durante esta época en el presente estudio (Tabla 24 y Fig. 28) es coherente con los resultados de Lluch-Cota *et al.*, (1997). En ambos casos la baja productividad es explicada por la

ausencia de surgencias, a pesar de que la termoclina se encuentre más cerca de la superficie, ya que durante estos periodos no hay vientos que induzcan surgencias (Tabla 24 y Fig. 28). En el presente estudio no se cuenta con un perfil de temperatura para comprobar la presencia de una termoclina más somera. Por otra parte, los valores bajos del esfuerzo del viento, los valores altos de TSM y las bajas concentraciones de Cl - *a* sugieren que en esta época no hubo surgencias (Tabla 24 y Fig. 28).

Durante este periodo no hay suficientes foraminíferos en las muestras, excepto en las dos primeras semanas de junio, donde la asociación dominante es *G. menardii*, que como ya se mencionó indica la presencia de aguas cálidas y de una termoclina, las cuales están presentes durante este periodo.

Tiempo de respuesta

El tiempo de respuesta a los cambios en las condiciones oceánicas fue variable. Durante el intervalo de muestreo hubo tres periodos normales de cambio entre surgencias y no surgencias; en dos de ellos (abril de 2006 y septiembre de 2008) se observó un tiempo de respuesta en las asociaciones dominantes de cuatro a cinco semanas posteriores al cambio en las condiciones oceánicas. En el tercer periodo (septiembre de 2007) también parece haber este lapso de cuatro a cinco semanas, pero solo se tiene una muestra posterior al cambio de dominancia de las asociaciones (Figs. 28 y 29).

En los cambios de condiciones durante el Niño (octubre de 2006 – febrero de 2007), hay una alternancia de asociaciones de foraminíferos planctónicos así como de los valores del esfuerzo del viento y de la concentración de $Cl - a$ y no es claro el tiempo de respuesta. Durante El Niño (julio de 2009) la abundancia de organismos fue muy baja para determinar asociaciones dominantes, al igual que durante las condiciones La Niña (octubre de 2007 – mayo de 2008) (Figs. 28 y 29).

Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos

El patrón de abundancia absoluta de foraminíferos (No. ind./m²) durante el periodo de estudio muestra que, en términos generales, a excepción de un par de muestras en septiembre de 2007 y agosto de 2008 (se discuten más adelante), durante las épocas de surgencias en condiciones normales (feb. – abril 2006 y oct. 2008 – abr. 2009), el promedio en la abundancia de foraminíferos aumenta con respecto a las épocas sin surgencias normales (may. - jun. y sep. de 2006; sep. 2007 y 2008) (Tablas 29, 30 y Fig. 29).

En distintas cuencas oceánicas como: Guaymas (Thunell *et al.*, 1996), Cariaco (Tedesco y Thunell *et al.*, 2003) y en el Atlántico Norte (Schiebel *et al.*, 2001), se ha observado que la productividad de foraminíferos planctónicos aumenta después de que la productividad primaria es estimulada por procesos de surgencia ya que los foraminíferos planctónicos son consumidores primarios, por lo que incrementan su abundancia cuando su fuente de alimento (fitoplancton) se encuentra disponible (Fairbanks *et al.*, 1982; Hemleben *et al.*, 1989). De acuerdo con el estudio de Thunell *et al.*, (1996) sobre sucesiones planctónicas en zonas de surgencia, en primera instancia hay un aumento en la producción de diatomeas, seguido por el aumento de silicoflagelados, coccolitofóridos y finalmente de foraminíferos.

Como se mencionó anteriormente, los períodos de la segunda semana de septiembre de 2007 y las dos últimas semanas de agosto de 2008 no siguen el patrón general, ya que en ambos periodos la abundancia de foraminíferos es mayor con respecto a las épocas de surgencias (Fig. 29). En estos dos periodos no hay una correlación clara entre la abundancia de foraminíferos y la concentración de Cl - a, ya que se esperaría que hubiera un aumento previo en la Cl - a y dicho aumento no se presentó (Fig. 29). Por otra parte, antes de estos dos periodos no se cuenta con muestras de foraminíferos, por lo que no se conoce el patrón de la abundancia absoluta previo a estas dos muestras (Fig. 29), lo que hace difícil explicar los aumentos en la abundancia de foraminíferos durante estos dos periodos.

Tabla 29. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos durante las épocas de surgencias.

Épocas de surgencias (periodos)	ION	Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos \bar{x} (No. individuos/m ²)
2006 (febrero – abril)	Neutro	2615
2006 – 2007 (octubre – mediados de marzo)	Niño	4078
2007 – 2008 (finales de octubre – mediados de abril)	Niña	903
2008 – 2009 (octubre – mediados de marzo)	Neutro	7160

Tabla 30. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos durante las épocas de no surgencias.

Épocas de no surgencias (mayo – septiembre)	ION	Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos \bar{x} (No. individuos/m ²)
2006	Neutro	may. – jun. 1568 sep. – oct. 3162 $\bar{x} = 2365$
2007	Neutro	may. – jun. 992 sep. – oct. 4616 $\bar{x} = 2804$
2008	Niña	may. – jun. 207 ago. – sep. 10803 $\bar{x} = 5505$
2009	Niño	may. – ago. 358

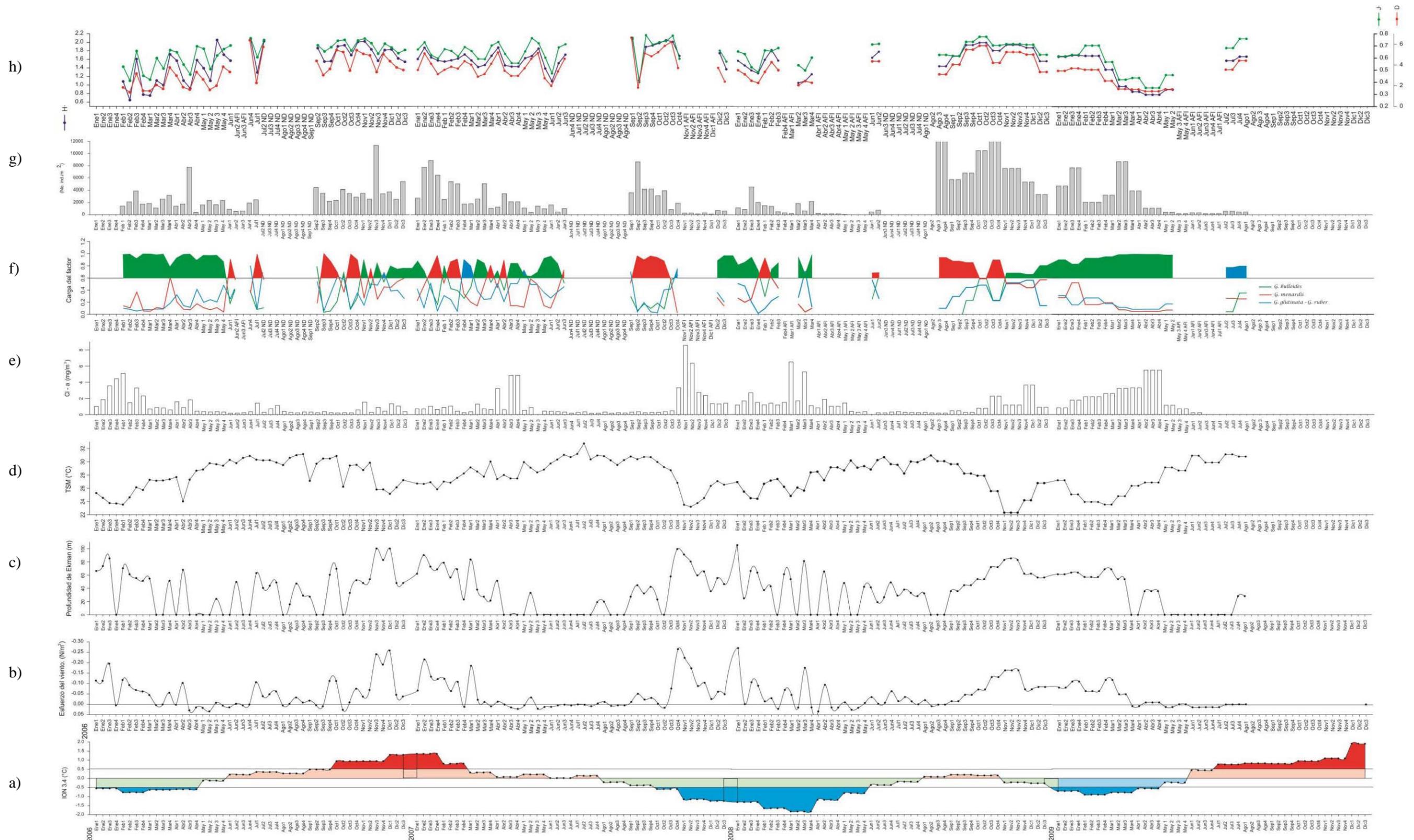


Figura 29. a) Índice Oceánico El Niño, b) Esfuerzo del viento, c) Profundidad de la capa de Ekman, d) TSM, e) Cl-a, f) Análisis de factores, g) Abundancia absoluta, h) Índices de diversidad durante el periodo de muestreo.

La presencia de ENOS en sus distintas fases, también produjo variaciones en los patrones de abundancia absoluta de foraminíferos:

Condiciones oceánicas El Niño

Considerando los efectos de las condiciones El Niño en la época de surgencias de octubre de 2006 – marzo de 2007: el aumento en la TSM y la disminución en la CI - *a*, se esperaría que la abundancia de foraminíferos fuese menor, puesto que la cantidad de alimento se redujo (Tabla 29 y Fig. 29). Sin embargo, durante esta época la abundancia de foraminíferos fue mayor con respecto a la época de no surgencias anterior e incluso que en la época de surgencias de 2006 (condiciones normales) (Tablas 29, 30 y Fig. 29).

Durante la época sin surgencias en condiciones El Niño (may. – ago. 2009), la abundancia absoluta de foraminíferos disminuyó drásticamente, particularmente de la segunda semana de mayo a la segunda de julio, cuando la abundancia de foraminíferos fue insuficiente para determinar las asociaciones de foraminíferos. En general durante toda la época la abundancia de foraminíferos fue baja y como en el caso de las épocas de condiciones normales, es explicada por la ausencia de alimento disponible, como lo muestran los valores bajos en la CI - *a* (Fig. 29).

Condiciones oceánicas La Niña

Durante la época de surgencias en condiciones La Niña (oct. 2007 - abr. 2008), la abundancia de foraminíferos disminuyó drásticamente y fue insuficiente para determinar las asociaciones de foraminíferos en la mayor parte de la época (Tabla 29 y Fig. 29), dicha disminución coincide con valores altos del esfuerzo del viento y los valores más altos de CI - *a* (Fig. 29) de esta época.

En la época de no surgencias durante condiciones La Niña (may. – jun. 2008), de la primera a la cuarta semana de mayo, la abundancia de foraminíferos en las muestras fue muy baja (AFI) en la primera y segunda semana de junio aumentó ligeramente (Fig. 29), la baja abundancia en esta época se debe a que durante estos periodos, como en el caso de las épocas de no surgencias en periodos normales la concentración superficial de CI - *a* fue baja (Fig. 29).

En cuanto a las épocas de surgencias en condiciones El Niño y La Niña, no se encontró una relación clara entre la abundancia de foraminíferos y la productividad primaria, ya que se esperaría que durante El Niño la abundancia disminuyera, debido al decremento en la productividad primaria (Fig. 29) y que durante La Niña la abundancia de foraminíferos aumentara, debido a que la productividad primaria fue mayor, en relación a las épocas de surgencias en condiciones normales (Fig. 29), por lo que hay que considerar otros factores que pueden modificar la abundancia de foraminíferos planctónicos, factores como:

- Dilución por otros organismos planctónicos y aportes terrígenos: Los eventos de surgencia en el Golfo de Tehuantepec, estimulan el florecimiento de distintos grupos fitoplanctónicos y consecuentemente de consumidores planctónicos (Farber-Lorda *et al.*, 2004), por lo que una posibilidad es que los foraminíferos se encuentren diluidos en la biomasa generada por las surgencias.
- El transporte generado por el viento y los procesos de mezcla turbulenta: Durante los eventos de surgencia se crean fuertes corrientes superficiales que generan grandes movimientos de agua hacia el Sur y de mezcla turbulenta (Lavín *et al.*, 1992). Durante este periodo el esfuerzo del viento, sugiere un fuerte transporte vertical (Fig. 12). Lo cual puede limitar el crecimiento de foraminíferos o bien desplazar las poblaciones de foraminíferos hacia el Sur antes de que estos se depositen en las trampas. En un trabajo previo en el área de estudio, se observó que en los sedimentos superficiales que se localizan bajo el eje del viento, la abundancia de foraminíferos planctónicos es menor a 1000 ind./g; mientras que, en otras áreas es de 5000 a 35000 ind./g de sedimento, ya que los organismos son transportados por las corrientes superficiales (Machain-Castillo *et al.*, 2008).

Diversidad de foraminíferos

Durante el periodo de muestreo el patrón de diversidad específica de foraminíferos, muestra que existen dos periodos en los que la diversidad es relativamente menor, en relación al resto del periodo de muestreo, estos periodos son: la época de surgencias durante condiciones normales de 2006 y de marzo a abril de 2009 (Fig. 29), estos periodos coinciden con periodos de mayor intensidad de las surgencias, como lo muestran los valores altos del esfuerzo del viento, la profundidad de Ekman, los valores bajos de TSM y las altas concentraciones de *Cl-a* (Tabla 23 y Fig. 29).

Las surgencias en el Golfo de Tehuantepec modifican las condiciones ambientales, generan procesos de mezcla turbulenta en los primeros 50 - 70 metros de la columna de agua bajo el eje del viento y alteran la estructura termal de la columna de agua (Lavín *et al.*, 1992; Monreal-Gómez y Salas de León, 1998). Ante dichos eventos la comunidad de foraminíferos se hace menos diversa, ya que la presencia de las especies que no son capaces de soportar dichas variaciones ambientales queda limitada; mientras que, las especies capaces de soportar la modificación en el ambiente incrementan su abundancia relativa. En el presente estudio, durante las épocas de surgencia en condiciones normales, particularmente en los periodos de febrero a inicios de marzo de 2006 y de mediados de marzo a abril de 2009 *G. bulloides* es la especie más abundante, presentando valores de abundancia relativa de más del 70 %, lo cual disminuye la equitatividad y diversidad de la comunidad (Figs. 5, 8 y 29).

Durante los periodos sin surgencias en condiciones normales la diversidad de foraminíferos aumenta (Fig. 29), debido a que las condiciones son menos extremas y a la presencia de aguas cálidas y estratificadas de la CCCR (Monreal-Gómez y Salas de León 1999; Machain-Castillo *et al.*, 2008), lo cual permite el establecimiento de un mayor número de nichos ecológicos disponibles para un mayor número de especies (Hemleben *et al.*, 1989; Darling y Wade, 2008).

La diversidad específica de foraminíferos también fue afectada por la presencia de ENOS en sus distintas fases.

Durante la época de surgencias en condiciones El Niño, la diversidad de foraminíferos se mantuvo alta (Fig. 29), como ya se mencionó en la sección de asociaciones de foraminíferos, durante esta época los efectos de las surgencias fueron distintos: con TSM más altas y *Cl - a* más bajas (Fig. 29), producidas por la probable presencia de una termoclina más profunda. Dichas condiciones

permitieron no sólo la presencia de las especies típicas de surgencia, sino las características de la termoclina y de las aguas más cálidas de la CCCR (Fig. 29).

En la época de no surgencias durante condiciones El Niño la diversidad fue mayor, debido a que como ocurre en las épocas normales, no hay surgencias que afecten la estructura termal de la columna de agua y a una mayor presencia de la CCCR, que como ya se mencionó permite el establecimiento de un mayor número de especies y por lo tanto el aumento en la diversidad (Fig. 29).

En la época de surgencias en condiciones La Niña, como ya se explicó en la sección de abundancia absoluta, hubo una drástica disminución en la abundancia de foraminíferos en la mayor parte de la época, por lo que no fue posible determinar las asociaciones de foraminíferos ni los índices de diversidad específica (Fig. 29). Estos resultados, también implican disminuciones en la diversidad de foraminíferos, ya que indican la ausencia de especies de foraminíferos en este periodo. Como en el caso de la abundancia absoluta, podrían deberse a otros factores como la dilución o el transporte generado por el viento (estrés).

Durante la época de no surgencias en condiciones La Niña la diversidad fue alta, similar a la de las épocas de surgencias en condiciones normales (Fig. 29).

Conclusiones

La respuesta de las asociaciones de foraminíferos planctónicos a las condiciones oceánicas es influenciada tanto por las surgencias generadas por los vientos *Tehuano*s como por la presencia del fenómeno oceanográfico ENOS en sus distintas fases.

En épocas de surgencias en periodos normales (feb. – abr. 2006 y oct. 2008 – mar. 2009), los vientos *Tehuano*s generan surgencias que propician la disminución de la TSM, el aporte de nutrientes hacia la superficie y el incremento en la Cl - a. La asociación dominante en estas épocas es la de *G. bulloides*.

Durante épocas de no surgencias en periodos normales (jun. – sep. de 2006 y 2008), el viento es menos intenso, no hay surgencias y hay una mayor presencia de aguas cálidas y menos productivas en superficie. La asociación dominante durante estas épocas está representada por *G. menardii*.

En la época de surgencias durante El Niño (sep. 2006 – feb. 2007), los *Tehuano*s generan surgencias, pero los valores de temperatura son más altos y de Cl - a más bajos, en relación al resto de los periodos de surgencia analizados, debido probablemente a la presencia de una termoclina más profunda, que limita el aporte de nutrientes hacia la superficie y consecuentemente disminuye la productividad primaria superficial. Al inicio de este periodo dominó la asociación de *G. bulloides* y hacia el final, cuando las condiciones El Niño fueron más fuertes, esta asociación fue reemplazada por la de *G. menardii*, cuya especie dominante habita preferencialmente en la termoclina. Lo cual sugiere una termoclina profunda, por debajo de la acción de las surgencias.

En la época de no surgencias durante El Niño (julio de 2009), la posición de la ZCIT es más hacia el Norte, no hay surgencias, la TSM es alta y los valores de Cl - a bajos. La asociación dominante es *G. glutinata* – *G. ruber*.

En la época de surgencias durante La Niña (oct. 2007 – may. 2008), los *Tehuano*s generaron surgencias; sin embargo, las TSM fueron más bajas y los valores de Cl-a mayores con respecto a las otras épocas de surgencia. Esto se debe a que cuando las condiciones La Niña se presentan en el área, la termoclina se encuentra más cerca de la superficie, por lo que las aguas que afloran son de menor temperatura, mayor concentración de nutrientes y consecuentemente, hay mayor Cl - a. En esta época la asociación de surgencias *G. bulloides* es dominante.

En la época sin surgencias durante La Niña (junio de 2007), las condiciones oceánicas son similares a las de épocas sin surgencias en periodos normales, en los que las aguas cálidas y con Cl - a bajas están presentes en el área. La asociación de aguas cálidas *G. menardii*, es dominante en el área.

Durante el periodo estudiado, no se observó un patrón claro en cuanto al tiempo de respuesta de las asociaciones de foraminíferos a los cambios en las condiciones oceanográficas. Lo anterior podría deberse a que el periodo de tiempo analizado es muy corto y no hay suficientes periodos similares que puedan compararse.

En cuanto a la abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos, en términos generales, ésta aumenta durante las épocas de surgencias en periodos normales con respecto a las épocas sin surgencias en periodos normales, ya que las surgencias incrementan la disponibilidad de alimento para los foraminíferos.

La presencia de ENOS en sus distintas fases provocó variaciones al patrón general de abundancia: durante la época de surgencias en condiciones El Niño, la abundancia de foraminíferos fue alta y durante la época de surgencias en condiciones La Niña, la abundancia disminuyó drásticamente, en ambos casos contrario a lo que se esperaría.

La diversidad de foraminíferos disminuye durante las épocas de surgencias en periodos normales (feb. 2006 y feb. – abril de 2009), en los que las condiciones de estrés generadas por las surgencias, limitan la presencia de las especies que no son capaces de soportar el cambio en las condiciones ambientales; mientras que, durante las épocas de no surgencias en condiciones normales la diversidad es mayor, debido a la ausencia de condiciones extremas y a la presencia de aguas estratificadas de la CCCR, que permiten el establecimiento de un mayor número de especies.

La diversidad de foraminíferos durante las fases de ENOS fue modificada, en relación a las épocas de surgencias en condiciones normales. Durante la época de surgencias en condiciones El Niño la diversidad fue mayor, debido a que como se mencionó anteriormente, se atenúan las condiciones extremas de los cambios producidos por las surgencias y la probable presencia de condiciones de estratificación de la columna de agua; mientras que, durante la época de surgencias en condiciones La Niña la diversidad fue menor, debido probablemente a una intensificación de las condiciones producidas por las surgencias.

El presente estudio profundiza sobre el conocimiento de la dinámica meteorológica - oceánica del Golfo de Tehuantepec y de algunos aspectos del fenómeno oceanográfico ENOS, como su frecuencia, intensidad, sus efectos en el área de estudio y la influencia que tiene sobre las poblaciones de foraminíferos planctónicos, lo cual es útil para tener una interpretación más detallada del registro paleoceanográfico.

Literatura citada

- Alexander, M. A., Seo, H., Xie, S. P., Scott, J. D., 2012. ENSO's Impact on the Gap Wind Regions of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Journal of Climate*. V. 25, p. 3549 – 3565.
- Aksu, A., Kaminski, M. A., 1989. Neogene and Quaternary planktonic foraminifer biostratigraphy. Proceedings of the Ocean Drilling. *Scientific Results*. V. 105, p. 287-304.
- Amador, J. A., Alfaro, E. J., Lizano, O. G., Magaña, V. O., 2006. Atmospheric forcing of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*. V. 60, p. 101-142.
- Anderson, O. R., Spindler, M. Bé, A. W. H., Hemleben, C., 1979. Trophic activity of planktonic foraminifera. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. V. 59, p. 791 – 799.
- Bakun, A. 1973. Coastal upwelling indices, west coast of North America, 1946-71. U.S. Dept. of Commerce, NOAA Tech. Rep., NMFS SSRF-671, 103 p.
- Barber, R. T., Kogelschatz, J. E. Chavez, F. P., 1985. Origin of productivity anomalies during the 1982 – 1983 El Niño. *CalCOFI Rep*. V. XXVI, p. 65 - 71
- Bé, A. W. H., Tolderlund, D. S., 1971. Distribution and Ecology of living planktonic foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans. In Funnel, B. M., Riedel, W. R., Eds. *The micropaleontology of the oceans*. London: Cambridge University Press, p. 105-149.
- Begon, M., Harper, J. L., Townsend, 1999. *Ecología, Individuo, Poblaciones y Comunidades*. 3ª Edición. Omega. Barcelona, 1148p.
- Black D. E., Thunell R. C., Tappa E. J., 2001. Planktonic foraminiferal response to the 1997–1998 El Niño: A sediment-trap record from the Santa Barbara Basin. *Geology*. V. 29(12), p. 1075–1078.

- Botlvtovskoy, E. 1965. *Los Foraminíferos recientes. Biología, métodos de estudio, aplicación oceanográfica*. Edit. Eueba Buenos Aires. 510 p.
- Brennan , M. J., Cobb III, H. D.Y., Knabb, R. D., 2009. Observations of Gulf of Tehuantepec Gap Wind Events from QuikSCAT: An Updated Event Climatology and Operational Model Evaluation. *Weather and Forecasting*. V. 25, p. 646 – 658.
- Carpenter, W. B., Parker, W. K., Jones, T. R., 1862. *Introduction of the Foraminifera*. Ray Society. London.
- Cronin, T. M., 1999. *Principles of Paleoclimatology*. Columbia University Press. New York.
- Curry, W. B., Thunell, R. C., Honjo, S., 1983. Seasonal changes in the isotopic composition of planktonic foraminifera collected in Panama Basin sediment traps. *Earth and Planetary Science Letters*. V. 64 (1), p. 33–43.
- Darling K. F., Wade C. M., 2008. The genetic diversity of planktonic foraminifera and the global distribution of ribosomal RNA genotypes. *Marine Micropaleontology*. V. 67, p. 216-138.
- Dowsett, H.J., Ishman, S. E., 1995. Middle Pliocene planktonic and benthic foraminifers from the subarctic North Pacific: Sites 883 and 887. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. V. 145, p. 141-156.
- Eichwald, C.E. von., 1830. *Zoologia specialis*. Vilnae: D.E. Eichwaldus. V. 2, p. 1-323.
- Fairbanks, R.G., Sverdllove, M., Free, R., Wiebe, P. H., Bé, A. W. H., 1982. Vertical distribution and isotopic fractionation of living planktonic foraminifera from the Panama Basin. *Nature*. V. 298, p. 841–844.
- Fiedler, P. C., Chavez, F. P., Behringer, D. W., Reilly, S. B., 1992. Physical and biological effects of Los Niños in the eastern tropical Pacific, 1986 – 1989. *Deep-sea Research*. V. 39(2), p. 199-219.

- Fiedler, P. C., Talley, L. D., 2006. Hydrography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*. V. 69, p. 143–180.
- Fischer G, Wefer G., 1999. *Use of proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Flores-Morales, A. L., Parés-Sierra A., Marinote, S. G., 2009. Seasonal variability of sea surface temperature in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Geofísica Internacional*. V. 48(3), p. 337-349.
- Flores-Vidal, X., Durazo, R., Chavanne, C., Flament, P., 2011. Circulación costera en ausencia de viento en el golfo de Tehuantepec, México: Observaciones con radares de alta frecuencia. *Ciencias Marinas*. 37(4A): p. 493-512.
- Gallegos, G. A., Y J. Barberán., 1998. Surgencia Eólica. Cap. 3: 27-34. en *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Tapia, G. M. (ed) 240 p. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México 1998.
- Gonzalez-Silvera, A., Santamarina-del Ángel, E., Millán-Nuñez, R., Manzo-Monroy, H., 2004. Satellite observations of mesoscale eddies in the Gulfs of Tehuantepec and Papagayo (Eastern Tropical Pacific). *Deep-Sea Research II* V.51, p. 587-600.
- Guevara – Díaz, J. M., 2008. El ABC de los índices usados en la identificación y definición cuantitativa de El Niño – Oscilacion del Sur (ENSO). *Terra*. V. XXIV, p. 85 – 140.
- Gupta B., K., 1999. Systematic of modern foraminifera. *Modern foraminifera*. p. 7-36. Klawer Academic publishers. Printed in Great Britain.
- Guptha, M. V. S., Curry, W. B., Ittekkot, V., Muralinath, A. S., 1997. Seasonal variation in the flux of planktic foraminifera: Sediment trap results from Bay of Bengal, Northern Indian Ocean. *Journal of Foraminiferal Research*. p. 5-19.

- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R., 2010. *Multivariate Data Analysis* (7th ed.): Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA.
- Hemleben, Ch., Spindler, M., Anderson, O.R., 1989. *Modern Planktonic Foraminifera*. Springer-Verlag, New York Inc. 363 p.
- Karnauskas, Kristopher B., Antonio J. Busalacchi, Raghu Murtugudde., 2008: Low-Frequency Variability and Remote Forcing of Gap Winds over the East Pacific Warm Pool. *J. Climate*. V. 21, p. 4901–4918.
- Kennett, J.P., Srinivasan, M.S., 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera. A phylogenetic atlas*. Hutchinson Ross Publishing Company, New York. 263 p.
- Kessler, W. S., 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, V. 69, p. 181-217.
- Kincaid, E., Thunell, R., Le, J., Lange, C., Weinheimer, A., Reid, F., 2000. Planktonic foraminiferal fluxes in the Santa Barbara Basin: response to seasonal and interannual hydrographic changes. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*. V. 47(5-6), p. 1157-1176.
- Krebs, C. J., 1989. *Ecological Methodology*. HarperCollins Publishers, New York.
- Lara-Lara, J. R., Robles-Jarero, E. G., Bazán-Guzmán, M. C., Millán-Núñez, E., 1998. Productividad del Fitoplancton. p. 51-58. In: Tapia-García, M., (Ed.) *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- Lavín, M. F., Robles, J. M., Argote, M. L., Barton, E. D., Smith, R., Brown, J., Kosro, M., Trasviña, A., Vélez, H. S., García, J., 1992. Física del Golfo de Tehuantepec. *Ciencia y Desarrollo*. V. 18(103), p. 98-108.

- Leckie, R.M., Farnham, C., Schnidh, M. G., 1993. Oligocene Oligocene planktonic foraminifer biostratigraphy of Hole 803 D (Ontong Java Plateau) and Hole 628 A. In Berger, W.H., Koenke, L.W., Mayer, L.A, et. al., Proc. ODP. Sci. Results 130: College Station, T.X. (ODP) Lloyd y Ghelardi 1964.
- López-Calderón, H., Manzo-Monroy, E., Santamaría-del-Ángel, R Castro, A., González-Silvera, R., Millán-Núñez., 2006. Variabilidad de mesoescala del Pacífico tropical mexicano mediante datos de los sensores TOPEX y SeaWiFS. *Ciencias Marinas*. V. 32(3), p. 539–549.
- Lluch-Cota, S. E., Alvarez-Borrego, S., Santamaría del Ángel, E. M., Müller-Karger, F. E., Hernández-Vázquez, S., 1997. The Gulf of Tehuantepec and adjacent areas: Spatial and temporal variation of satellite-derived photosynthetic pigments. *Ciencias Marinas*. V. 23, p. 329–340.
- Machain-Castillo, M. L., Monreal-Gómez, M. A., Arellano-Torres, E., Merino-Ibarra, M., González-Chávez, G., 2008. Recent planktonic foraminiferal distribution patterns and their relation to hydrographic conditions of the Gulf of Tehuantepec, Mexican Pacific. *Marine Micropaleontology*. V. 66, p. 103-119.
- Magaña, V. O., Amador, J. A., Medina, S., 1999. The mid-summer drought over Mexico and Central America. *Journal of Climate*. V.12, p.1577-1588.
- Magaña, V. O., Pérez, J. L., Vázquez, J. L., Carrisoza, E., Pérez, J., 2004: El Niño y el Clima. *Los Impactos de El Niño en México*, V. Magaña, Ed., p. 23–66.
- Matoba, Y., Oda, M., 1982. Late Pliocene to Holocene planktonic foraminifers of the Guaymas basin, Sites 477, through. pp. 1003-1026. Initial reports of Deep Sea Drilling project. V. LXIV, Part 2 Mazatlan, México to long beach, California. *National Science Foundation*. National Ocean Sediment Coring.

- Molina-Cruz, A., Martínez-López, M., 1994. Oceanography of the Gulf of Tehuantepec, Mexico, indicated by Radiolaria remains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. V. 110, p. 179-195.
- Monreal-Gómez, M. A., Salas-de-León, D. A., 1998. Dinámica y estructura termohalina. In: Tapia-García, M. (Ed.), *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*. UAM-Iztapalapa, México, p. 13–26.
- Monreal-Gómez, M. A., Salas-de-León, D. A., Aldeco-Ramírez, J., 1999: “Las surgencias costeras de América”, *Revista Geofísica* (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México), No. 51, Julio - Diciembre, p. 7- 43.
- Nava-Fernández, X., A., 2009. Respuesta de los foraminíferos planctónicos a cambios estacionales del periodo febrero – julio de 2006 en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias.
- Nybakken, J. W., 1982. *Marine Biology and Ecological Approach*. Harper and Row, Publishers, New York.
- Pennington, T., Mahoney, K. L., Kuwahara, V. S., Kolber, D. D., Calienes, R., Chavez, F. P., 2006. Primary production in the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*. V. 69, p. 285–317.
- Philander, S. G. H., 1990. *El Niño, La Niña and the Southern Oscillation*. Academic Press, San Diego, CA, 289 p.
- Rasmusson, E. M., Carpenter, T. H., 1982. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the Southern Oscillation / El Niño. Monthly. *Weather Review*. V.110, p. 354-384.

- Reynolds S. L., Sancetta C., 1992. Seasonal associations of phytoplankton and planktic foraminifera in an upwelling region and their contribution to the seafloor. *Marine Micropaleontology*. V 18, p. 263-278.
- Reynolds, S. L., Thunnell, R. C., 1991. Planktonic foraminiferal response to upwelling and seasonal hydrographic conditions: sediment trap results from San Pedro basin, Southern California Bight. *Journal of foraminiferal Research*. V. 21(4) p. 347-363.
- Reynolds S. L., Thunell, R., C. 1992. Planktonic foraminiferal response to upwelling and seasonal hydrographic conditions: sediment trap results from San Pedro Basin, Southern California Bight. *Journal of Foraminiferal Research*. V. 21(4), p. 347 - 363.
- Romero-Centeno, R., Zavala-Hidalgo, J., Gallegos, A., O'Brien, J.J., 2003. Isthmus of Tehuantepec wind climatology and ENSO signal. *Journal of Climate*. V.16, p. 2628-2639.
- Schiebel, R., Waniek, J., Bork, M., Hemleben, Ch., 2001. Planktic foraminiferal production stimulated by chlorophyll redistribution and entrainment of nutrients. *Deep-Sea Research I*. V. 48, p. 721-740.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1963. *The mathematical theory of Communication*. Univ. of Illinois Press. 117 p.
- Shen, G. T., 1993. Reconstruction of El Niño history from reef corals. *Bull. Inst. fr. études andines*. V. 22(1), p. 125 -158.
- Sverdrup, K.A., Armbrust, E. V., 2008. *An Introduction to the World's Oceans, 9th edition*, McGraw-Hill Publishers, 521 p.
- Tedesco K. A., Thunell R. C., 2003. Seasonal and interannual variations in planktonic foraminiferal flux and assemblage composition in the Cariaco Basin, Venezuela. *Journal of Foraminiferal Research*. V. 33(3), p. 192 – 210.

- Tedesco, K., Thunell, R. C., Astor, Y., Muller-Karger, F., 2007. The oxygen composition of planktonic foraminifera from the Cariaco Basin, Venezuela: Seasonal and interannual variations. *Marine Micropaleontology*. V. 62, p. 180-193.
- Thunell, R. C., Pride, C., Ziveri, P., Muller-Karger, F. E., Sancetta, C., Murray, D., 1996. Plankton response physical forcing in the Gulf of California. *Journal of Plankton Research*. V. 18(1), p. 2017-2026.
- Thunell, R., C., 1998. Seasonal and anual variability in particle fluxes in the Gulf of California: A response to climate forcing. *Deep – Sea Research I*. V. 45, p. 2059 – 2083.
- Thunell, R. C., Reynolds, L. A., 1984. Sedimentation of planktonic foraminifera: seasonal changes in species flux in the Panama Basin. *Micropaleontology*. V. 30(3), p. 243–262.
- Torres-Orozco E., 1993. Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Baja California México. 80 p.
- Trasviña, A., Barton, E. D., Brown, J., Velez, H. S., Kosro, P. M., Smith, R. L., 1995. Offshore wind forcing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: the asymmetric circulation. *Journal of Geophysical Research*. V. 100(C10), p. 20649–20663.
- Trasviña, A., Barton, E. D., Velez, H. S., Brown, J., 2003. Frontal subduction of a cool surface wáter mass in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Geofísica Internacional*. V. 42 (1), p. 101 – 114.
- Trasviña A., Lluch-Cota D., Filonov A. E., Gallegos, A., 2004. Oceanografía y El Niño. *Los impactos de El Niño en México*. V. Magaña, Ed., Cap. 3, p. 69 – 101.
- Vázquez-Gutiérrez, F., Salvador-López, G., Ramírez-Álvarez, A., Turner-Garces, M., Frausto-Castillo, A., Alexander-Valdez, H., 1998. Química del agua. In: Tapia-García, M. (Ed.). *El*

Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. p. 35-50.

Velázquez-Muñoz, Martínez J.A., Chavanne, C., Durazo, R., Flament, P. 2011. Circulación costera forzada por el viento en el golfo de Tehuantepec, México. *Ciencias Marinas*. 37 (4A) p. 443-456.

Watkins, J. M., Mix, A. C., Wilson, J., 1996. Living planktonic foraminifera: tracers of circulation and productivity regimes in the central equatorial Pacific. *Deep-Sea Research II*. V. 43(4-6), p. 1257-1282.

Watkins, J. M., Mix, A. C., Wilson, J., 1998. Living planktonic foraminifera in the central tropical Pacific Ocean: articulating the equatorial “cold tongue” during La Niña 1992. *Marine Micropaleontology*. V. 33, p. 157 – 174.

Wejnert, K. E., Pride C. J., Thunell R. C., 2010. The oxygen isotope composition of planktonic foraminifera from the Guaymas Basin, Gulf of California: Seasonal, annual, and interspecies variability. *Marine Micropaleontology*. V. 74, p. 29-37.

William, F., Ruddiman, W. H., 2001. *Earth's climate: past and future*. Freeman and company. 465 p.

Zambrano, E. 1986. El fenómeno de El Niño y la Oscilación del Sur. *Acta oceanográfica del Pacífico*. INOCAR – Ecuador. V. 3(1), p. 195 – 2003.

Anexo 1

Clasificación taxonómica de las especies de foraminíferos planctónicos encontrados en el presente estudio.

Las 21 especies que se encontraron, fueron identificadas con base a las siguientes referencias:

- Kennett y Srinivasan, 1983 (a).
- Matoba y Oda, 1982 (b).
- Aksu y Kaminski, 1989 (c).
- Dowsett y Ishman, 1995 (d).
- Hemleben *et al.*, 1989 (e).
- Leckie *et al.*, 1993 (f).

Las letras entre paréntesis después de cada referencia, son utilizadas posteriormente, para indicar que trabajos fueron consultados para identificar cada una de las especies.

Reino **Protista** Goldfuss, 1821

Phylum **Granuloreticulosa** Schamarda, 1871

Clase **Foraminífera** Loeblich y Tappan, 1992

Orden **Foraminiferida** Eichwald, 1830

Suborden **Globigerinina** Delage y Herouart, 1896

Superfamilia: **Globigerinacea** Carpenter, Parker y Jones, 1862

Familia: **Globigerinidae** Carpenter, Parker y Jones, 1862

Género: *Bella* Banner y Blow, 1960.

- *Bella digitata* (Brady, 1879); (a) lám. 58, fig 2, 6-8.

Género: *Globigerina* d' Orbigny, 1826

- *Globigerina bulloides* d' Orbigny, 1826; (a) lám. 6, fig. 4-6; (b) lám. 1, fig 4-6; (c) lám. 4, fig. 8.

- *Globigerina falconensis* Blow, 1959; (a) p. 40, pl. 7, fig. 1-3; (c) lám 4, fig. 9.

- *Globigerina quinqueloba* Natland, 1938; (a) lám. 5, fig. 4-6.

Género: *Globigerinoides* Cushman, 1927

- *Globigerinoides conglobatus* (Brady, 1879); (a) lám. 12, fig. 4-6.

- *Globigerinoides quadrilobatus* (d' Orbigny 1846); (a) lám. 14, fig 1-3.

- *Globigerinoides ruber* (d' Orbigny, 1839); (a) lám. 17, fig 1-3 ; (e) lám. 2.2 fig. k-i.

- *Globigerinoides sacculifer* (Brady, 1877); (e) lám. 2.2 fig. m, q-r

Género: *Globigerinella* Cushman, 1927

- *Globigerinella aequilateralis* (Brady 1879); (a) lám. 60, fig. 4-6.

- *Globigerinella calida* (Parker, 1962); (a) lám. 60, fig.4-6.

- *Globigerinella obesa* (Bolli, 1957); (a) lám. 60, fig. 4-6; (f) lám. 7 fig. 15-16;

- *Globigerinella praesiphonifera* (Blow, 1969); (a) lám. 60, fig. 1-3.

Género: *Orbulina* d' Orbigny, 1839.

- *Orbulina universa* d' Orbigny, 1839; (a) lám. 20, fig. 4-6.

Superfamilia: **Globorotaliacea** Cushman, 1927

Familia: **Globorotaliidae** Cushman, 1927

Género: *Globorotalia* Cushman, 1927

- *Globorotalia menardii* (Parker, Jones y Brady, 1865); (a) lám. 29, fig. 1-3.

Género: *Neogloboquadrina* Bandy, Frerichs & Vincent, 1967

- *Neogloboquadrina dutertrei* (d' Orbigny, 1839); (a) lám. 48, fig. 7-9.

- *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg, 1861); (a) lám. 47, fig. 6-8.

Familia: **Candeinidae** Cushman, 1927

Género: *Globigerinita* Brönnimann, 1951

- *Globigerinita glutinata* (Egger, 1839); (a) lám. 56, fig 3-5; (b), lám. 2, fig. 12

- *Globigerinita parkerae* (Bermudez, 1961); (a) lám. 57, fig. 1,3-5.

- *Globigerinita uvula* (Ehrenber, 1861); (a) lám l. 56, fig. 6-8.

Familia: **Catapsidae** Bolli, Loeblich y Tappan, 1957.

Género: *Globorotaloides* Bolli, 1957

- *Globorotaloides hexagona* (Natland, 1938); (a) lám. 54, fig. 3-5.

Familia: **Pulleniatinidae** Cushman, 1927

Género: *Pulleniatina* Cushman, 1927

- *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker y Jones, 1865); (a) lám. 50, fig. 6-9.

Anexo 2

Matrices de abundancia absoluta y relativa de foraminíferos planctónicos.

Tabla 1. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos de la trampa somera. Tehua III. Del 4 de febrero al 30 de junio de 2006.

Especie.	Feb. 04-10	Feb. 11-17	Feb. 18-24	Feb. 25-Mar. 03	Mar. 04-10	Mar. 11-17	Mar. 18-24	Mar. 25-31	Abr. 01-07	Abr. 08-14	Abr. 15-21	Abr. 22-28	Abr. 29-May. 05	May. 06-12	May. 13-19	May. 20-26	May. 27-Jun 02	Jun. 03-09	Jun. 10-16	Jun. 17-23	Jun. 24-30
<i>Gobigerina bulloides</i> .	261	453	119	275	426	59	376	142	118	449	831	47	28	-	51	-	-	29	-	53	16
<i>Gobigerina falconensis</i> .	3	2	12	4	8	2	11	2	4	14	10	1	7	-	0	-	-	0	-	1	0
<i>Gobigerinella calida</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	-	0	-	-	3	-	0	2
<i>Gobigerinella obesa</i> .	5	6	6	2	2	1	8	6	5	21	35	1	5	-	3	-	-	3	-	4	4
<i>Gobigerinella aequilateralis</i> .	1	0	2	2	2	2	5	7	1	9	8	3	4	-	0	-	-	22	-	29	13
<i>Gobigerinella praesiphonifera</i>	6	8	4	9	4	0	4	3	1	4	9	0	0	-	0	-	-	2	-	1	2
<i>Gobigerinoides ruber</i> .	17	7	4	2	3	1	17	29	14	14	15	3	4	-	1	-	-	2	-	47	26
<i>Gobigerinoides quadrilobatus</i> .	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	-	0	-	-	0	-	0	0
<i>Gobigerinoides sacculifer</i> .	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	-	0	1
<i>Gobigerinoides conglobatus</i> .	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	1	-	0	0
<i>Globorotalia menardii</i> .	7	1	7	1	2	2	5	88	19	9	4	8	4	-	3	-	-	23	-	30	155
<i>Globigerinita glutinata</i> .	25	27	47	7	9	6	20	24	34	50	66	20	99	-	9	-	-	25	-	61	15
<i>Globigerinita parkerae</i> .	0	0	1	0	1	0	2	3	0	0	2	3	4	-	2	-	-	7	-	2	0
<i>Globigerinita uvula</i> .	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	-	4	0
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> .	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	1	0	-	0	-	-	1	-	9	1
<i>Neogloboquadrina</i>	2	0	0	0	2	0	0	4	1	4	2	0	0	-	0	-	-	1	-	3	0
<i>Globorotaloides hexagona</i> .	0	0	5	0	3	0	3	2	3	1	3	0	0	-	0	-	-	0	-	6	0
<i>Pulentiata obliquiculata</i> .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	-	1	0
<i>Bella digitata</i> .	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	-	0	-	0	0
<i>Orbulina universa</i> .	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	0	-	-	1	-	0	4
<i>Globigerina quinqueloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-	0	-	-	1	-	4	0
No. individuos por muestra.	357	529	231	340	523	87	492	332	215	617	1064	94	167	-	73	-	-	125	-	258	239
Fracción de la muestra	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	-	1/2	-	-	1/2	-	1/2	1/2

Tabla 2. Abundancia relativa de foraminíferos planctónicos de la trampa somera. Tehua III. Del 4 de febrero al 30 de junio de 2006.

Especie.	Feb. 04-10	Feb. 11-17	Feb. 18-24	Feb. 25-Mar. 03	Mar. 04-10	Mar. 11-17	Mar. 18-24	Mar. 25-31	Abr. 01-07	Abr. 08-14	Abr. 15-21	Abr. 22-28	Abr. 29-May. 05	May. 06-12	May. 13-19	May. 20-26	May. 27-Jun 02	Jun. 03-09	Jun. 10-16	Jun. 17-23	Jun. 24-30
<i>Gobigerina bulloides</i> .	73.1	85.6	51.5	80.9	81.5	67.8	76.4	42.8	54.9	72.8	78.1	50.0	16.8	-	69.9	-	-	23.2	-	20.5	6.7
<i>Gobigerina falconensis</i> .	0.8	0.4	5.2	1.2	1.5	2.3	2.2	0.6	1.9	2.3	0.9	1.1	4.2	-	0.0	-	-	0.0	-	0.4	0.0
<i>Gobigerinella calida</i>	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.0	-	0.0	-	-	2.4	-	0.0	0.8
<i>Gobigerinella obesa</i> .	1.4	1.1	2.6	0.6	0.4	1.1	1.6	1.8	2.3	3.4	3.3	1.1	3.0	-	4.1	-	-	2.4	-	1.6	1.7
<i>Gobigerinella aequilateralis</i> .	0.3	0.0	0.9	0.6	0.4	2.3	1.0	2.1	0.5	1.5	0.8	3.2	2.4	-	0.0	-	-	17.6	-	11.2	5.4
<i>Gobigerinella praesiphonifera</i>	1.7	1.5	1.7	2.6	0.8	0.0	0.8	0.9	0.5	0.6	0.8	0.0	0.0	-	0.0	-	-	1.6	-	0.4	0.8
<i>Gobigerinoides ruber</i> .	4.8	1.3	1.7	0.6	0.6	1.1	3.5	8.7	6.5	2.3	1.4	3.2	2.4	-	1.4	-	-	1.6	-	18.2	10.9
<i>Gobigerinoides quadrilobatus</i> .	0.3	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.0	-	0.0	0.0
<i>Gobigerinoides sacculifer</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.0	-	0.0	0.4
<i>Gobigerinoides conglobatus</i> .	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.8	-	0.0	0.0
<i>Globorotalia menardii</i> .	2.0	0.2	3.0	0.3	0.4	2.3	1.0	26.5	8.8	1.5	0.4	8.5	2.4	-	4.1	-	-	18.4	-	11.6	64.9
<i>Globigerinita glutinata</i> .	7.0	5.1	20.3	2.1	1.7	6.9	4.1	7.2	15.8	8.1	6.2	21.3	59.3	-	12.3	-	-	20.0	-	23.6	6.3
<i>Globigerinita parkerae</i> .	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.4	0.9	0.0	0.0	0.2	3.2	2.4	-	2.7	-	-	5.6	-	0.8	0.0
<i>Globigerinita uvula</i> .	0.0	0.0	0.9	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.0	-	1.6	0.0
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.4	0.0	0.0	1.1	0.0	-	0.0	-	-	0.8	-	3.5	0.4
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> .	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.2	0.5	0.6	0.2	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.8	-	1.2	0.0
<i>Globorotaloides hexagona</i> .	0.0	0.0	2.2	0.0	0.6	0.0	0.6	0.6	1.4	0.2	0.3	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.0	-	2.3	0.0
<i>Pulentiata obliquiculata</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.0	-	0.4	0.0
<i>Bella digitata</i> .	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.0	-	0.0	0.0
<i>Orbulina universa</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.8	-	0.0	1.7
<i>Globigerina quinqueloba</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	-	0.0	-	-	0.8	-	1.6	0.0

Tabla 3. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos de la trampa profunda. Tehua III. Del 18 de febrero al 14 de julio de 2006.

Especie.	Feb. 18-24	Feb. 25-Mar. 03	Mar. 04-10	Mar. 11-17	Mar. 18-24	Mar. 25-31	Abr. 01-07	Abr. 08-14	Abr. 15-21	Abr. 22-28	Abr. 29-May.	May. 06-12	May. 13-19	May. 20-26	May. 27-Jun. 02	Jun. 03-09	Jun. 10-16	Jun. 17-23	Jun. 24-30	Jul. 01-07	Jul. 08-14
<i>Gobigerina bulloides.</i>	1332	405	318	374	542	503	256	167	2204	-	334	414	475	233	42	24	-	153	41	78	-
<i>Globigerina falconensis.</i>	14	4	4	3	2	2	2	2	15	-	0	3	4	2	0	0	-	1	2	4	-
<i>Globigerinella calida</i>	0	0	3	0	1	0	0	0	1	-	2	0	4	2	0	0	-	4	2	1	-
<i>Globigerinella obesa.</i>	6	7	3	3	18	8	2	5	71	-	32	6	5	15	7	2	-	13	10	7	-
<i>Globigerinella aequilateralis.</i>	2	4	1	0	6	3	0	0	0	-	6	0	0	4	9	5	-	12	34	25	-
<i>Globigerinella praesiphonifera</i>	7	9	4	0	7	14	7	4	48	-	20	7	7	3	3	0	-	8	5	6	-
<i>Globigerinoides ruber.</i>	27	5	7	1	59	96	23	9	37	-	17	15	10	16	4	14	-	88	58	105	-
<i>Globigerinoides quadrilobatus.</i>	0	2	0	0	0	7	3	0	2	-	0	0	0	0	2	0	-	3	4	5	-
<i>Globigerinoides sacculifer.</i>	0	2	0	1	0	2	1	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	3	2	0	-
<i>Globigerinoides conglobatus.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	-	1	0	0	-
<i>Globorrotalia menardii.</i>	7	7	0	3	8	374	58	12	8	-	34	8	18	116	111	43	-	49	478	136	-
<i>Globigerinita glutinata.</i>	231	28	18	21	70	190	94	22	170	-	107	96	181	126	37	36	-	158	53	171	-
<i>Globigerinita parkerae.</i>	8	0	1	1	0	11	6	0	19	-	13	5	18	22	0	3	-	13	6	8	-
<i>Globigerinita uvula.</i>	5	0	0	0	0	0	2	0	0	-	4	0	1	0	0	0	-	3	0	0	-
<i>Neogloboquadrina dutertrei.</i>	1	0	0	0	2	10	4	0	5	-	3	0	4	2	1	3	-	3	10	24	-
<i>Neogloboquadrina pachyderma.</i>	4	0	0	1	5	9	3	3	11	-	6	4	1	3	1	7	-	1	8	22	-
<i>Globorrotaloides hexagona.</i>	11	4	2	4	0	2	6	4	3	-	0	0	0	0	0	4	-	2	1	12	-
<i>Pulentiata obliquiloculata.</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	1	-	1	0	0	0	0	0	-	0	1	0	-
<i>Bella digitata.</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	1	-	0	0	0	1	0	0	-	0	0	1	-
<i>Orbulina universa.</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	-	0	0	0	1	0	0	-	1	0	0	-
<i>Globigerina quinqueloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0	-
No. individuos por muestra.	1721	529	403	465	793	1261	479	252	2807	-	637	584	758	583	222	142	-	524	721	617	-
Fración de la muestra utilizada.	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	-	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	-	1/2	1/2	1/2	-

Tabla 4. Abundancia relativa de foraminíferos planctónicos de la trampa profunda. Tehua III. Del 18 de febrero al 14 de julio de 2006.

Especie.	Feb. 18-24	Feb. 25-Mar. 03	Mar. 04-10	Mar. 11-17	Mar. 18-24	Mar. 25-31	Abr. 01-07	Abr. 08-14	Abr. 15-21	Abr. 22-28	Abr. 29-May.	May. 06-12	May. 13-19	May. 20-26	May. 27-Jun. 02	Jun. 03-09	Jun. 10-16	Jun. 17-23	Jun. 24-30	Jul. 01-07	Jul. 08-14
<i>Gobigerina bulloides.</i>	77.4	76.6	78.9	80.4	68.3	39.9	53.4	66.3	78.5	-	52.4	70.9	62.7	40.0	18.9	16.9	-	29.2	5.7	12.6	-
<i>Globigerina falconensis.</i>	0.8	0.8	1.0	0.6	0.3	0.2	0.4	0.8	0.5	-	0.0	0.5	0.5	0.3	0.0	0.0	-	0.2	0.3	0.6	-
<i>Globigerinella calida</i>	0.0	0.0	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.3	0.0	0.5	0.3	0.0	0.0	-	0.8	0.3	0.2	-
<i>Globigerinella obesa.</i>	0.3	1.3	0.7	0.6	2.3	0.6	0.4	2.0	2.5	-	5.0	1.0	0.7	2.6	3.2	1.4	-	2.5	1.4	1.1	-
<i>Globigerinella aequilateralis.</i>	0.1	0.8	0.2	0.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	-	0.9	0.0	0.0	0.7	4.1	3.5	-	2.3	4.7	4.1	-
<i>Globigerinella praesiphonifera</i>	0.4	1.7	1.0	0.0	0.9	1.1	1.5	1.6	1.7	-	3.1	1.2	0.9	0.5	1.4	0.0	-	1.5	0.7	1.0	-
<i>Globigerinoides ruber.</i>	1.6	0.9	1.7	0.2	7.4	7.6	4.8	3.6	1.3	-	2.7	2.6	1.3	2.7	1.8	9.9	-	16.8	8.0	17.0	-
<i>Globigerinoides quadrilobatus.</i>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.6	0.6	0.0	0.1	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	-	0.6	0.6	0.8	-
<i>Globigerinoides sacculifer.</i>	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.6	0.3	0.0	-
<i>Globigerinoides conglobatus.</i>	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.2	0.0	0.0	-
<i>Globorrotalia menardii.</i>	0.4	1.3	0.0	0.6	1.0	29.7	12.1	4.8	0.3	-	5.3	1.4	2.4	19.9	50.0	30.3	-	9.4	66.3	22.0	-
<i>Globigerinita glutinata.</i>	13.4	5.3	4.5	4.5	8.8	15.1	19.6	8.7	6.1	-	16.8	16.4	23.9	21.6	16.7	25.4	-	30.2	7.4	27.7	-
<i>Globigerinita parkerae.</i>	0.5	0.0	0.2	0.2	0.0	0.9	1.3	0.0	0.7	-	2.0	0.9	2.4	3.8	0.0	2.1	-	2.5	0.8	1.3	-
<i>Globigerinita uvula.</i>	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	-	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-	0.6	0.0	0.0	-
<i>Neogloboquadrina dutertrei.</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.8	0.0	0.2	-	0.5	0.0	0.5	0.3	0.5	2.1	-	0.6	1.4	3.9	-
<i>Neogloboquadrina pachyderma.</i>	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	0.7	0.6	1.2	0.4	-	0.9	0.7	0.1	0.5	0.5	4.9	-	0.2	1.1	3.6	-
<i>Globorrotaloides hexagona.</i>	0.6	0.8	0.5	0.9	0.0	0.2	1.3	1.6	0.1	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	-	0.4	0.1	1.9	-
<i>Pulentiata obliquiloculata.</i>	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.1	0.0	-
<i>Bella digitata.</i>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.2	-
<i>Orbulina universa.</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	-	0.2	0.0	0.0	-
<i>Globigerina quinqueloba</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.1	0.0	-

Tabla 5. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos de la trampa somera. Tehua IV. Del 9 de septiembre de 2006 al 23 de febrero de 2007.

Especie.	Sep 09-16	Sep 17-24	Sep 25-Oct 02	Oct 03-10	Oct 11-18	Oct 19-26	Oct 27-Nov 03	Nov 04-11	Nov 12-19	Nov 20-27	Nov 28-Dic 05	Dic 06-13	Dic 14-21	Dic 22-29	Dic 30 - Ene. 06	Ene. 07 - 14	Ene. 15 - 22	Ene. 23 - 30	Ene. 31 - Feb 07	Feb. 08 - 15	Feb. 16 - 23
<i>Gobigerina bulloides</i> .	214	56	24	50	168	31	67	170	81	685	120	188	132	297	166	141	310	121	106	109	146
<i>Globigerina falconensis</i> .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinella calida</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinella obesa</i> .	11	2	2	0	9	2	6	26	5	17	13	7	3	5	16	14	15	36	4	9	19
<i>Globigerinella aequilateralis</i> .	16	39	5	11	39	50	7	22	6	5	0	10	2	21	2	12	22	3	0	1	10
<i>Globigerinella praesiphonifera</i>	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
<i>Globigerinoides ruber</i> .	105	58	92	77	88	70	61	60	38	146	87	76	25	79	37	86	76	62	17	60	69
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> .	0	0	1	0	3	5	2	3	2	9	1	0	0	2	0	2	1	2	0	0	0
<i>Globigerinoides sacculifer</i> .	0	0	0	1	0	1	3	0	2	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Globigerinoides conglobatus</i> .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globorotalia menardii</i> .	28	237	108	69	60	216	117	35	96	151	69	75	78	177	33	62	387	357	57	150	231
<i>Globigerinita glutinata</i> .	102	12	29	54	94	17	42	19	61	309	100	60	56	66	64	3	273	9	33	35	8
<i>Globigerinita parkerae</i> .	6	3	3	2	0	1	3	4	3	9	3	1	2	2	2	0	2	3	1	0	0
<i>Globigerinita uvula</i> .	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4	0	1	0	0	0	0	3	1	0	1	0
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> .	8	5	5	7	17	9	16	17	11	10	4	5	2	0	2	27	6	18	4	2	5
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> .	14	6	6	5	12	12	12	21	11	18	13	14	4	0	5	57	43	42	6	8	10
<i>Globorotaloides hexagona</i> .	9	0	0	0	3	0	0	0	0	23	1	5	1	10	0	0	4	0	0	2	0
<i>Pulentiina obliquiloculata</i> .	4	3	0	8	6	3	6	5	3	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Bella digitata</i> .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orbulina universa</i> .	3	13	3	4	6	14	3	5	1	3	3	6	1	6	2	1	2	5	1	0	2
<i>Globigerina quinqueloba</i>	2	3	0	0	3	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
No. individuos por muestra.	549	440	278	296	512	437	361	440	321	1420	431	469	319	675	348	425	1161	681	236	387	543
Fracción de la muestra utilizada.	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4

Tabla 6. Abundancia relativa de foraminíferos planctónicos de la trampa somera. Tehua IV. Del 9 de septiembre de 2006 al 23 de febrero de 2007.

Especie.	Sep 09-16	Sep 17-24	Sep 25-Oct 02	Oct 03-10	Oct 11-18	Oct 19-26	Oct 27-Nov 03	Nov 04-11	Nov 12-19	Nov 20-27	Nov 28-Dic 05	Dic 06-13	Dic 14-21	Dic 22-29	Dic 30 - Ene. 06	Ene. 07 - 14	Ene. 15 - 22	Ene. 23 - 30	Ene. 31 - Feb 07	Feb. 08 - 15	Feb. 16 - 23- 23
<i>Gobigerina bulloides</i> .	39.0	12.7	8.6	16.9	32.8	7.1	18.6	38.6	25.2	48.2	27.8	40.1	41.4	44.0	47.7	33.2	26.7	17.8	44.9	28.2	26.9
<i>Globigerina falconensis</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Globigerinella calida</i>	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Globigerinella obesa</i> .	2.0	0.5	0.7	0.0	1.8	0.5	1.7	5.9	1.6	1.2	3.0	1.5	0.9	0.7	4.6	3.3	1.3	5.3	1.7	2.3	3.5
<i>Globigerinella aequilateralis</i> .	2.9	8.9	1.8	3.7	7.6	11.4	1.9	5.0	1.9	0.4	0.0	2.1	0.6	3.1	0.6	2.8	1.9	0.4	0.0	0.3	1.8
<i>Globigerinella praesiphonifera</i>	0.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
<i>Globigerinoides ruber</i> .	19.1	13.2	33.1	26.0	17.2	16.0	16.9	13.6	11.8	10.3	20.2	16.2	7.8	11.7	10.6	20.2	6.5	9.1	7.2	15.5	12.7
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> .	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6	1.1	0.6	0.7	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
<i>Globigerinoides sacculifer</i> .	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.8	0.0	0.6	0.1	0.7	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
<i>Globigerinoides conglobatus</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Globorotalia menardii</i> .	5.1	53.9	38.8	23.3	11.7	49.4	32.4	8.0	29.9	10.6	16.0	16.0	24.5	26.2	9.5	14.6	33.3	52.4	24.2	38.8	42.5
<i>Globigerinita glutinata</i> .	18.6	2.7	10.4	18.2	18.4	3.9	11.6	4.3	19.0	21.8	23.2	12.8	17.6	9.8	18.4	0.7	23.5	1.3	14.0	9.0	1.5
<i>Globigerinita parkerae</i> .	1.1	0.7	1.1	0.7	0.0	0.2	0.8	0.9	0.9	0.6	0.7	0.2	0.6	0.3	0.6	0.0	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0
<i>Globigerinita uvula</i> .	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.3	0.0
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> .	1.5	1.1	1.8	2.4	3.3	2.1	4.4	3.9	3.4	0.7	0.9	1.1	0.6	0.0	0.6	6.4	0.5	2.6	1.7	0.5	0.9
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> .	2.6	1.4	2.2	1.7	2.3	2.7	3.3	4.8	3.4	1.3	3.0	3.0	1.3	0.0	1.4	13.4	3.7	6.2	2.5	2.1	1.8
<i>Globorotaloides hexagona</i> .	1.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.2	1.1	0.3	1.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Pulentiina obliquiloculata</i> .	0.7	0.7	0.0	2.7	1.2	0.7	1.7	1.1	0.9	0.0	0.2	0.2	0.3	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
<i>Bella digitata</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Orbulina universa</i> .	0.5	3.0	1.1	1.4	1.2	3.2	0.8	1.1	0.3	0.2	0.7	1.3	0.3	0.9	0.6	0.2	0.2	0.7	0.4	0.0	0.4
<i>Globigerina quinqueloba</i>	0.4	0.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4

Tabla 9. Abundancia absoluta de foraminíferos planctónicos de la trampa somera. Tehua V. Del 2 de septiembre de 2007 al 16 de febrero de 2008.

Especie.	Sep. 02 -09	Sep. 10 -17	sep. 18 -25	Sep. 26 - oct. 03	Oct. 04 -11	Oct. 12 -19	Oct. 20 -27	Oct. 28 -Nov. 04	Nov. 05 -12	Nov. 13 -20	Nov. 21 -28	Nov. 29 -Dic. 06	Dic. 07 -14	Dic. 15 -22	Dic. 23 -30	Dic. 31 -Ene. 07	Ene. 08 -15	Ene. 16 -23	Ene. 24 -31	Feb. 01 -08	Feb. 09 -16
<i>Gobigerina bulloides</i> .	79	82	81	68	60	62	54	171	7	39	11	41	15	80	94	112	88	481	47	25	232
<i>Globigerina falconensis</i> .	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Globigerinella calida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
<i>Globigerinella obesa</i> .	6	7	0	9	6	12	0	6	1	0	1	1	0	5	1	0	3	8	2	1	5
<i>Globigerinella aequilateralis</i> .	21	21	30	32	25	39	8	5	0	0	0	0	0	1	2	4	3	5	2	4	39
<i>Globigerinella praesiphonifera</i>	0	2	8	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	2
<i>Globigerinoides ruber</i> .	92	47	123	61	45	102	23	35	7	3	0	0	2	18	5	19	15	20	32	5	30
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> .	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Globigerinoides sacculifer</i> .	3	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Globigerinoides conglobatus</i> .	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Globorrotalia menardii</i> .	73	793	165	205	141	149	41	11	6	9	7	6	1	19	9	31	16	105	195	50	156
<i>Globigerinita glutinata</i> .	88	63	22	16	9	59	29	170	32	10	2	7	4	25	17	59	40	93	5	7	63
<i>Globigerinita parkerae</i> .	9	6	0	0	0	1	3	6	1	0	0	1	0	2	0	3	0	0	0	1	5
<i>Globigerinita uvula</i> .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> .	7	11	12	29	7	13	4	1	2	1	1	3	0	5	4	5	0	5	6	3	12
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> .	4	4	13	4	7	9	0	4	0	1	1	3	1	5	4	3	0	12	7	4	13
<i>Globorrotaloides hexagona</i> .	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Puleniatina obliquiloculata</i> .	52	31	29	56	43	21	32	32	7	3	3	6	0	5	0	0	0	5	1	2	0
<i>Bella digitata</i> .	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
<i>Orbulina universa</i> .	6	3	1	1	2	6	2	1	3	0	0	0	1	1	0	0	1	3	3	0	20
<i>Globigerina quinqueloba</i>	0	0	0	2	3	2	1	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1
No. individuos por muestra.	452	1079	517	523	391	496	208	474	66	70	32	77	25	169	149	246	174	794	306	103	604
Fracción de la muestra utilizada.	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/4	1/2	1/2	1/2

Tabla 10. Abundancia relativa de foraminíferos planctónicos de la trampa somera. Tehua V. Del 2 de septiembre de 2007 al 16 de febrero de 2008.

Especie.	Sep. 02 -09	Sep. 10 -17	sep. 18 -25	Sep. 26 - oct. 03	Oct. 04 -11	Oct. 12 -19	Oct. 20 -27	Oct. 28 -Nov. 04	Nov. 05 -12	Nov. 13 -20	Nov. 21 -28	Nov. 29 -Dic. 06	Dic. 07 -14	Dic. 15 -22	Dic. 23 -30	Dic. 31 -Ene. 07	Ene. 08 -15	Ene. 16 -23	Ene. 24 -31	Feb. 01 -08	Feb. 09 -16
<i>Gobigerina bulloides</i> .	17.5	7.6	15.7	13.0	15.3	12.5	26.0	36.1	10.6	55.7	34.4	53.2	60.0	47.3	63.1	45.5	50.6	60.6	15.4	24.3	38.4
<i>Globigerina falconensis</i> .	0.2	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Globigerinella calida</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2
<i>Globigerinella obesa</i> .	1.3	0.6	0.0	1.7	1.5	2.4	0.0	1.3	1.5	0.0	3.1	1.3	0.0	3.0	0.7	0.0	1.7	1.0	0.7	1.0	0.8
<i>Globigerinella aequilateralis</i> .	4.6	1.9	5.8	6.1	6.4	7.9	3.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.3	1.6	1.7	0.6	0.7	3.9	6.5
<i>Globigerinella praesiphonifera</i>	0.0	0.2	1.5	0.0	0.3	0.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3
<i>Globigerinoides ruber</i> .	20.4	4.4	23.8	11.7	11.5	20.6	11.1	7.4	10.6	4.3	0.0	0.0	8.0	10.7	3.4	7.7	8.6	2.5	10.5	4.9	5.0
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Globigerinoides sacculifer</i> .	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
<i>Globigerinoides conglobatus</i> .	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3
<i>Globorrotalia menardii</i> .	16.2	73.5	31.9	39.2	36.1	30.0	19.7	2.3	9.1	12.9	21.9	7.8	4.0	11.2	6.0	12.6	9.2	13.2	63.7	48.5	25.8
<i>Globigerinita glutinata</i> .	19.5	5.8	4.3	3.1	2.3	11.9	13.9	35.9	48.5	14.3	6.3	9.1	16.0	14.8	11.4	24.0	23.0	11.7	1.6	6.8	10.4
<i>Globigerinita parkerae</i> .	2.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	1.3	1.5	0.0	0.0	1.3	0.0	1.2	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8
<i>Globigerinita uvula</i> .	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i> .	1.5	1.0	2.3	5.5	1.8	2.6	1.9	0.2	3.0	1.4	3.1	3.9	0.0	3.0	2.7	2.0	0.0	0.6	2.0	2.9	2.0
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> .	0.9	0.4	2.5	0.8	1.8	1.8	0.0	0.8	0.0	1.4	3.1	3.9	4.0	3.0	2.7	1.2	0.0	1.5	2.3	3.9	2.2
<i>Globorrotaloides hexagona</i> .	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Puleniatina obliquiloculata</i> .	11.5	2.9	5.6	10.7	11.0	4.2	15.4	6.8	10.6	4.3	9.4	7.8	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3	1.9	0.0
<i>Bella digitata</i> .	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Orbulina universa</i> .	1.3	0.3	0.2	0.2	0.5	1.2	1.0	0.2	4.5	0.0	0.0	0.0	4.0	0.6	0.0	0.0	0.6	0.4	1.0	0.0	3.3
<i>Globigerina quinqueloba</i>	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.4	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

Anexo 3

Comparación entre la fauna encontrada en la trampa somera y la profunda.

Los datos de abundancia relativa de foraminíferos planctónicos de las trampas de sedimento fueron comparados, con el objeto de analizar las diferencias y similitudes de los patrones de abundancia relativa entre la trampa superficial y la profunda. Debido a que la programación del tiempo de muestreo de las trampas no es igual en la trampa superficial que en la profunda, existen 6 intervalos en los que se cuenta con el registro del mismo periodo de muestreo (intersección) (Tabla 1), es en estos intervalos donde es posible realizar una comparación entre la fauna que se encontró en la trampa superficial con la que se encontró en la trampa profunda.

Tabla 1. Periodos de muestreo y de intersección de ambas trampas.

Campaña	Periodo de muestreo	Intersección
Tehua III Somera	04/02/06 – 30/06/06	18/02/06 – 07/07/06
Tehua III Profunda	18/02/06 – 07/07/06	18/02/06 – 07/07/06
Tehua IV Somera	09/09/06 – 03/03/07	07/01/07 – 23/02/07
Tehua IV Profunda	07/01/07 – 23/06/07	07/01 – 23/02 2007
Tehua V Somera	02/09/07 – 16/02/08	01/01/08 – 16/02/08
Tehua V Profunda	01/01/08 – 15/06/08	01/01/08 – 16/02/08
Tehua VI Profunda	19/08/08 – 11/08/09	

Se realizó un análisis de factores modo Q, con las muestras de la trampa somera y la profunda que son equivalentes en tiempo.

Tabla 2. Eigenvalue para cada factor.

	Eigenvalue	% T. variante	Cumulative E.	Cumulative %
F1	37.67354	72.44911	37.67354	72.44911
F2	10.21262	19.63965	47.88615	92.08876

Tabla 3. Valores del factor para cada asociación.

Especie	F1	F2
<i>Globigerina bulloides</i>	3.339121	0.453004
<i>Globigerina falconensis</i>	-0.294044	-0.542442
<i>Globigerina umbilicata</i>	0.033257	-0.473711
<i>Globigerinella obesa</i>	-0.258615	-0.353079
<i>Globigerinella aequilateralis</i>	-0.308804	-0.260516
<i>Globigerinella praesiphonifera</i>	-0.302454	-0.515983
<i>Globigerinoides ruber</i>	-0.202355	0.311828
<i>Globorotalia menardii</i>	-0.819839	3.285418
<i>Globigerinita glutinata</i>	0.485763	0.166514
<i>Globigerinita parkerae</i>	-0.316948	-0.473747
<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>	-0.339286	-0.385156
<i>Neogloboquadrina pachyderma</i>	-0.334833	-0.251280
<i>Globorotaloides hexagona</i>	-0.326403	-0.501557
<i>Orbulina universa</i>	-0.354559	-0.459293

Tabla 4. Carga del factor durante el periodo de intersección 2006

Trampa somera			Trampa profunda		
P. muestreo	F1	F2	P. muestreo	F1	F2
feb. 18 - 24	0.97214	0.14940	feb. 18 - 24	0.98723	0.13453
feb. 25 - mar. 03	0.96836	0.11046	feb. 25 - mar. 03	0.97513	0.12771
mar. 04 - 10	0.96714	0.11133	mar. 04 - 10	0.97550	0.11191
mar. 11 - 17	0.96834	0.12784	mar. 11 - 17	0.97354	0.11914
mar. 18 - 24	0.97342	0.12572	mar. 18 - 24	0.98189	0.13659
mar. 25 - mar. 31	0.74647	0.65080	mar. 25 - mar. 31	0.69180	0.71707
abr. 01 - 07	0.95739	0.28206	abr. 01 - 07	0.93016	0.34389
abr. 08 - 14	0.98109	0.13402	abr. 08 - 14	0.97408	0.18086
abr. 15 - 21	0.97891	0.12003	abr. 15 - 21	0.97875	0.11820
abr. 29 - may. 05	0.38874	0.08648	abr. 29 - may. 05	0.97199	0.19766
may. 13 - 19	0.97880	0.17697	may. 13 - 19	0.97424	0.16304
jun. 03 - 09	0.55512	0.56171	jun. 03 - 09	0.28283	0.83757
jun. 17 - 23	0.54687	0.44972	jun. 17 - 23	0.70734	0.35644
jun. 24 - 30	-0.14981	0.98384	jun. 24 - 30	-0.16320	0.98076

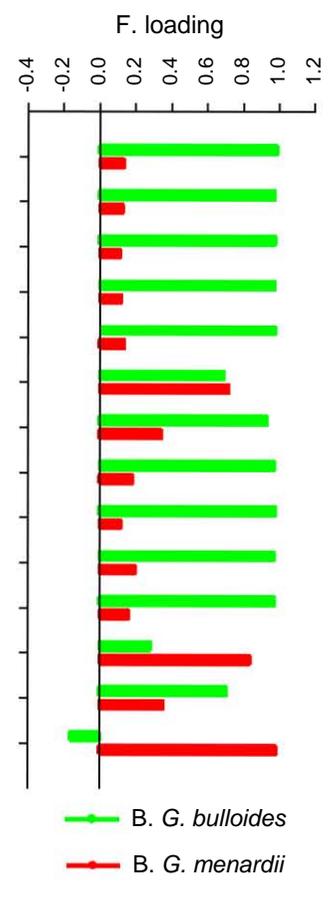
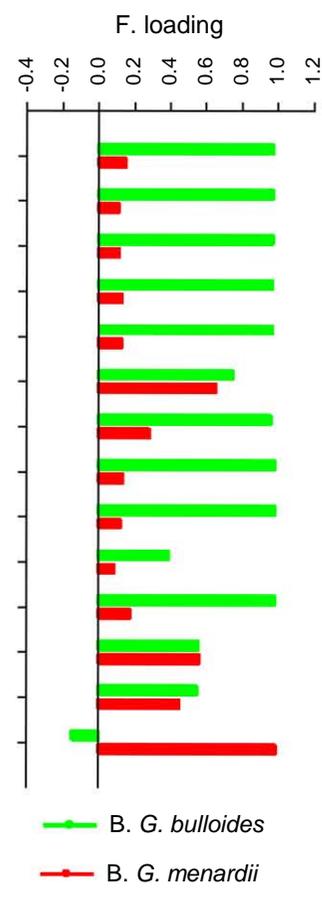
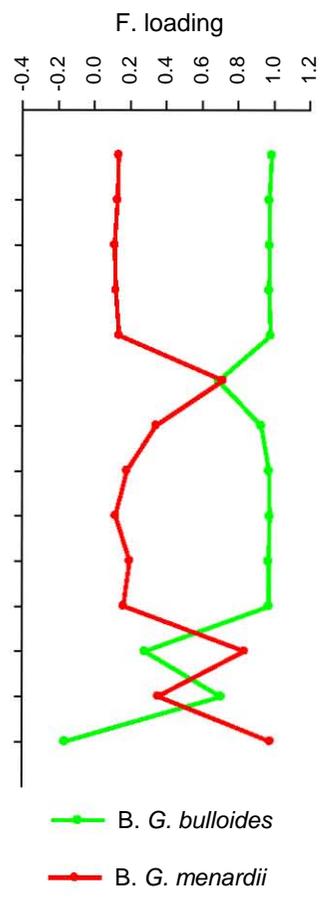
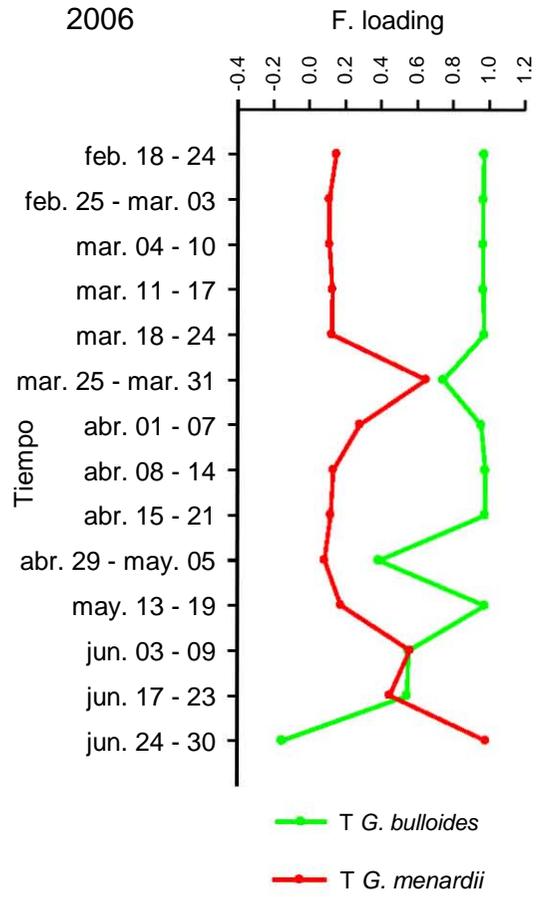
Tabla 4. Carga del factor durante el periodo de intersección 2007

Trampa somera			Trampa profunda		
P. muestreo	F1	F2	P. muestreo	F1	F2
ene. 07 - 14	0.67281	0.46164	ene. 07 - 14	0.88615	0.29998
ene. 15 - 23	0.46259	0.82943	ene. 15 - 23	0.22618	0.96318
ene. 24 - 30	0.05733	0.97556	ene. 24 - 30	0.30679	0.93394
ene. 30 - feb. 07	0.79732	0.60090	ene. 30 - feb. 07	0.62329	0.77974
feb. 07 - 15	0.39135	0.90639	feb. 07 - 15	0.60853	0.77887
feb. 16 - 23	0.30961	0.91704	feb. 16 - 23	0.63505	0.75458

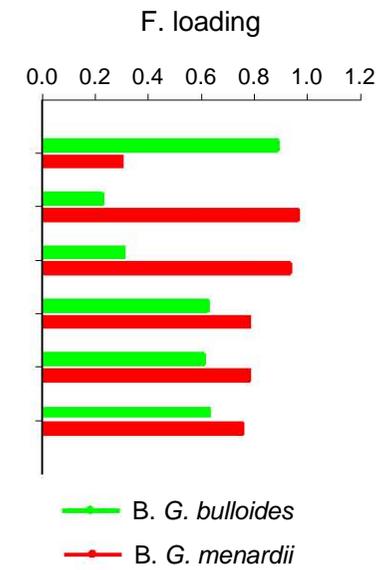
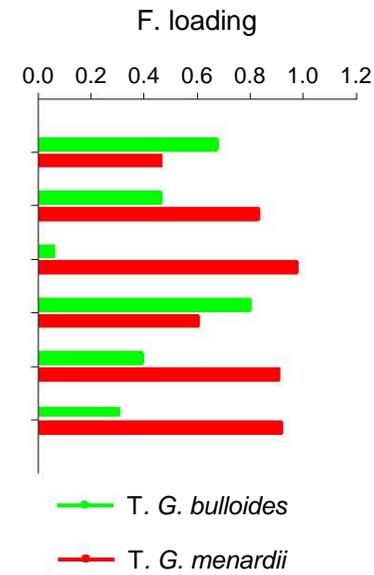
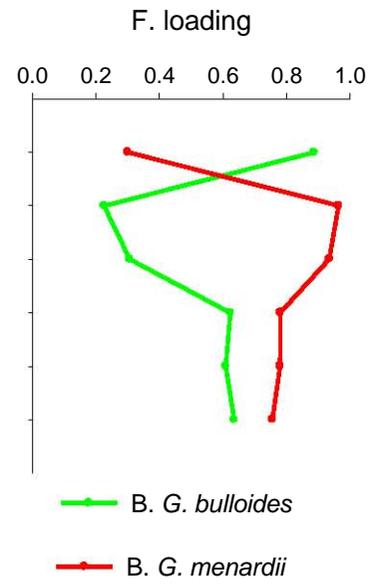
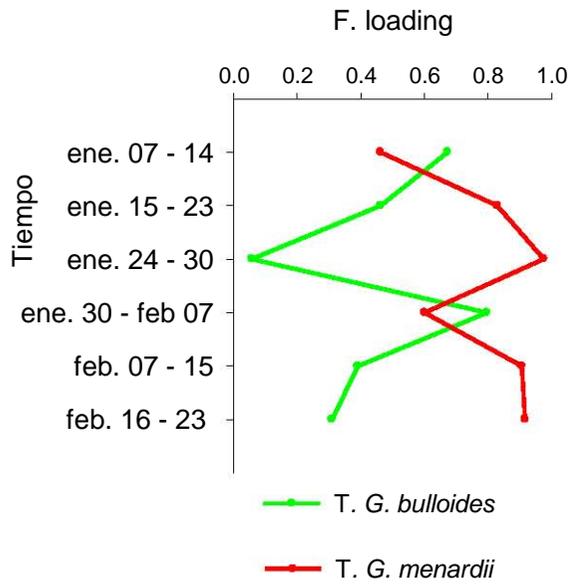
Tabla 4. Carga del factor durante el periodo de intersección 2008

Trampa somera			Trampa profunda		
P. muestreo	F1	F2	P. muestreo	F1	F2
dic. 31 - ene. 07	0.88997	0.38383	dic. 31 - ene. 07	0.93190	0.34443
ene. 08 - 15	0.93018	0.30800	ene. 08 -15	0.86716	0.40920
ene. 16 - 23	0.93859	0.33133	ene. 16 - 23	0.87312	0.48166
ene. 24 - 31	-0.02002	0.98723	ene. 24 - ene. 31	0.72837	0.62243
feb. 01 - 08	0.22534	0.96141	feb. 01 - 08	-0.14920	0.97679
feb. 09 - 16	0.72475	0.67234	feb. 09 - 16	0.50351	0.83126

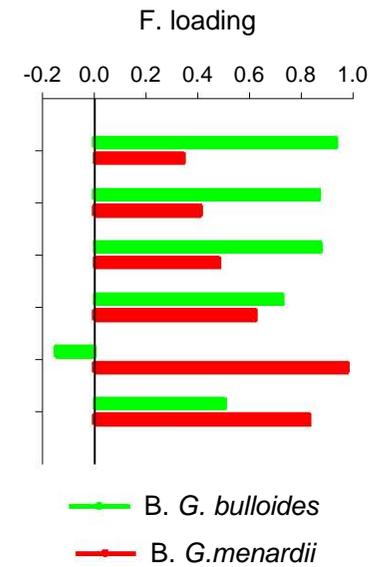
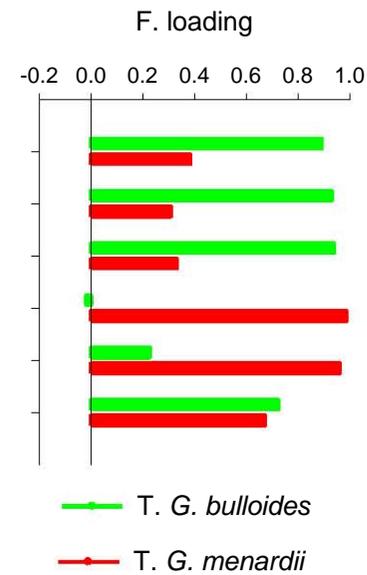
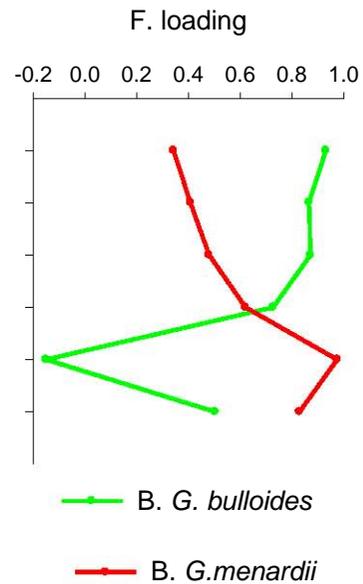
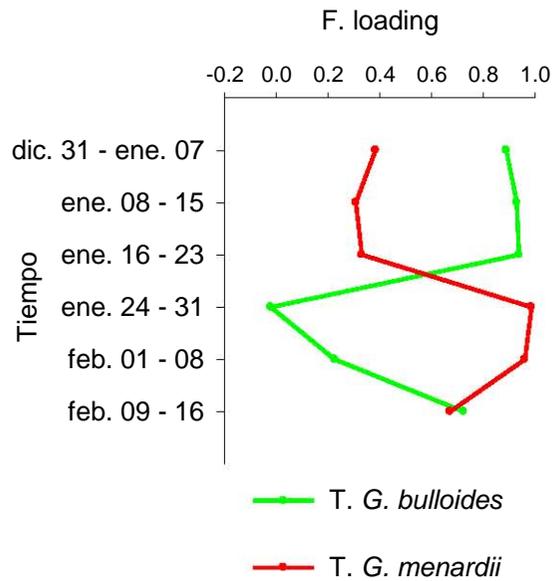
2006



2007



2008



Las Tablas 5 a 7 muestran el valor del coeficiente de correlación, calculado con a las abundancias relativas de las especies encontradas en ambas trampas, en los periodos de intersección de 2006, 2007 y 2008.

Tabla 5. 2006

P. muestreo	r^2
feb. 18 – 24	0.971
feb. 25 - mar. 03	0.999
mar. 04 – 10	0.999
mar. 11 – 17	0.993
mar. 18 – 24	0.995
mar. 25 - mar. 31	0.980
abr. 01 – 07	0.993
abr. 08 – 14	0.996
abr. 15 – 21	1.000
abr. 29 - may. 05	0.498
may. 13 – 19	0.979
jun. 03 – 09	0.812
jun. 17 – 23	0.938
jun. 24 – 30	0.998

Tabla 6. 2007

P. muestreo	r^2
ene. 07 - 14	0.719
ene. 15 - 23	0.888
ene. 24 - 30	0.924
ene. 30 - feb. 07	0.971
feb. 07 - 15	0.964
feb. 16 - 23	0.932

Tabla 7. 2008

P. muestreo	r^2
dic. 31 – ene. 07	0.981
ene. 08 - 15	0.984
ene. 16 - 23	0.978
ene. 24 - 31	0.663
feb. 01 - 08	0.923
feb. 09 - 16	0.956

De manera más específica, se analizó el patrón de diversidad y abundancia relativa entre las muestras equivalentes en tiempo (25 muestras), de las cuales un 68 % conservan el mismo patrón general de abundancia relativa, es decir, que en 17 de las 25 muestras las proporciones de las especies más abundantes se mantienen constantes entre la muestra del fondo y de la superficie; mientras que, en el 32 % restante (8 muestras) las proporciones difieren entre ambas muestras.

En cuanto al patrón de abundancia absoluta de foraminíferos, se observó que en el 80 % de las muestras, la abundancia absoluta es mayor en las muestras del fondo.

En términos de diversidad, específicamente en la riqueza específica, se observó que las 22 especies encontradas aparecen tanto en la trampa superficial como en la de fondo. Sin embargo, la riqueza no es exactamente igual en ambas trampas, existen especies cuya abundancia relativa es menor al 8% que están presentes en una de las trampas, mientras que, en la otra trampa dichas especies están ausentes.

Anexo 4

Imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (TSM), generadas por el sensor MODIS del satélite Aqua durante el periodo de muestreo. Con una resolución espacial de 1 Km² y resolución temporal de 8 días.

2006

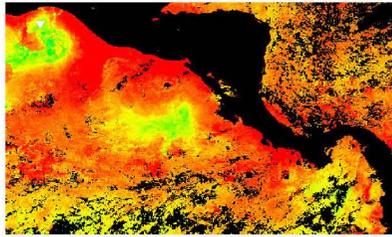


Fig.1 Ene 01-08

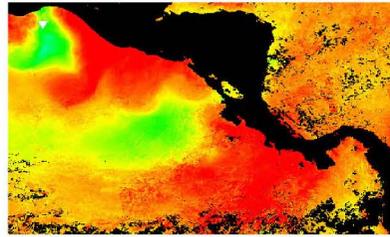


Fig.2 Ene 09-16

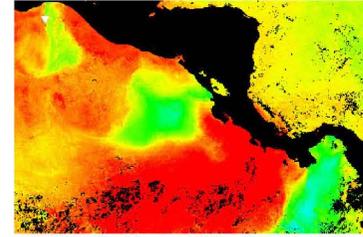


Fig.9 Mar 06-13

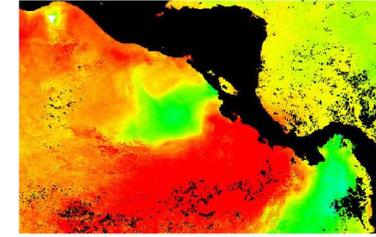


Fig.10 Mar 14-21

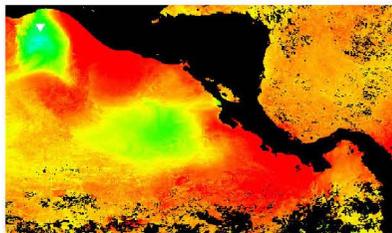


Fig.3 Ene 17-24

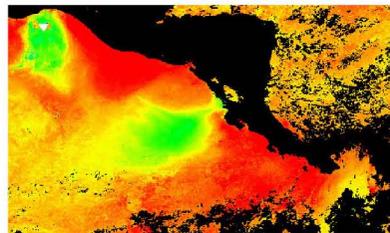


Fig.4 Ene 25-Feb 01

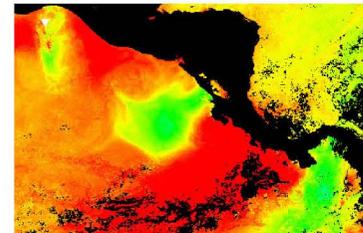


Fig.11 Mar 22-29

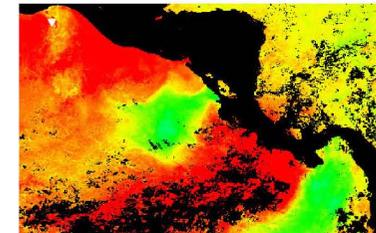


Fig.12 Mar 30-Abr 06

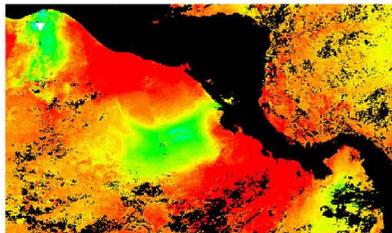


Fig.5 Feb 02-09

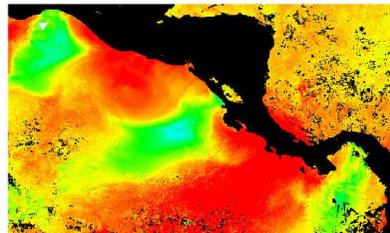


Fig.6 Feb 10-17

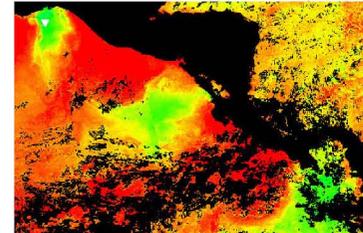


Fig.13 Abr 07-14

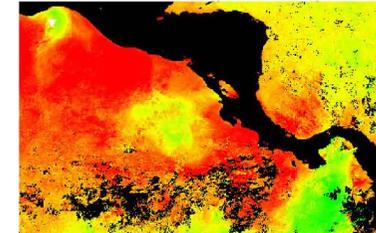


Fig.14 Abr 15-22

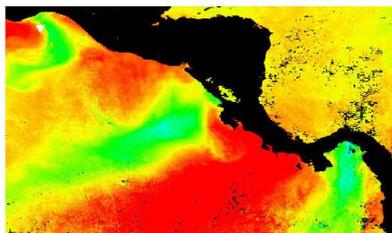


Fig.7 Feb 18-25

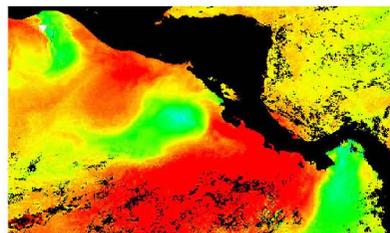


Fig.8 Feb 26-Mar 05

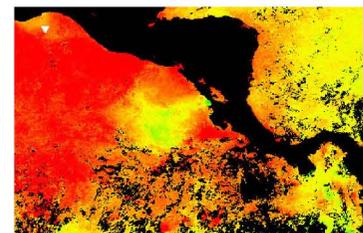


Fig.15 Abr 23-30

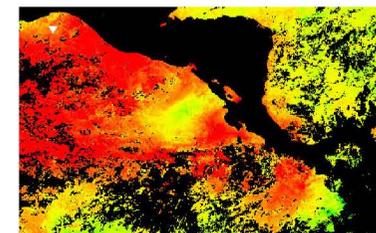
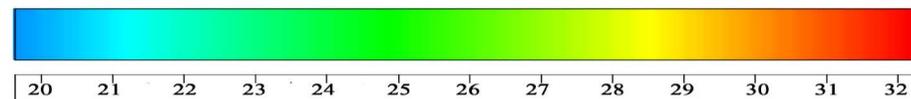


Fig.16 May 01-08

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



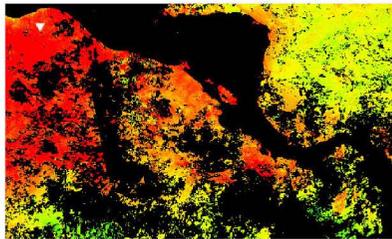


Fig.17 May 09-16

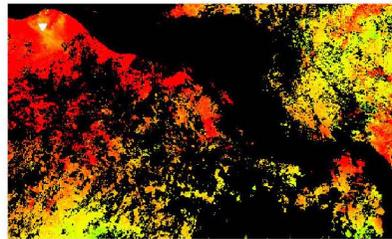


Fig.18 May 17-24

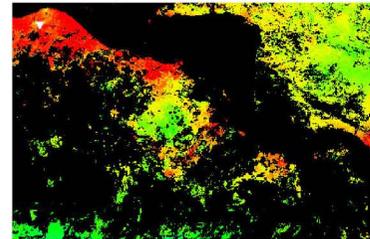


Fig.25 Jul 12-19

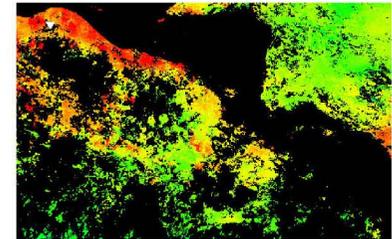


Fig.26 Jul 20-27

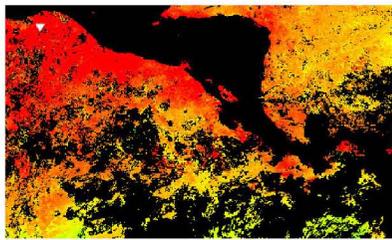


Fig.19 May 25-Jun 01

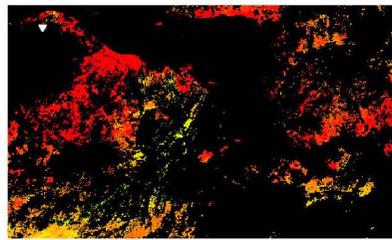


Fig.20 Jun 02-09

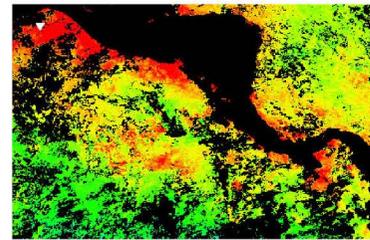


Fig.27 Jul 28-Ago 04

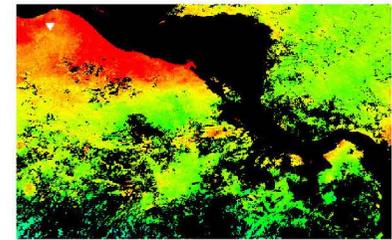


Fig.28 Ago 05-12

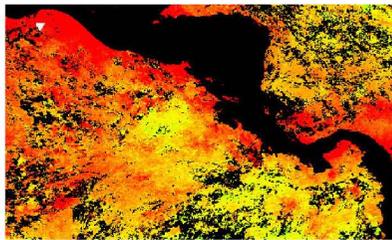


Fig.21 Jun 10-17

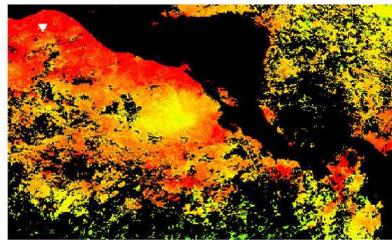


Fig.22 Jun 18-25

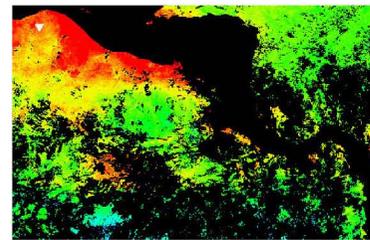


Fig.29 Ago 13-20

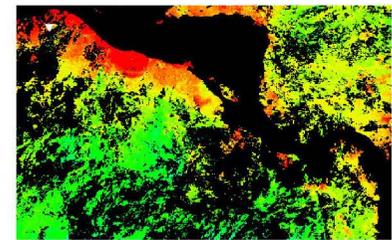


Fig.30 Ago 21-28

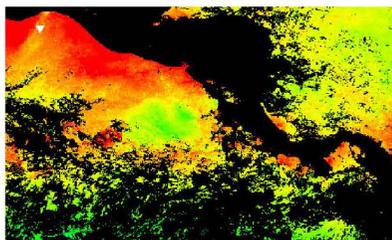


Fig.23 Jun 26-Jul 03

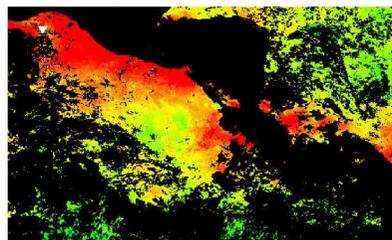


Fig.24 Jul 04-11

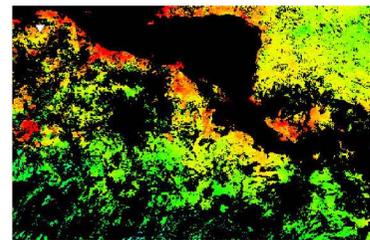


Fig.31 Ago 29-Sep 05

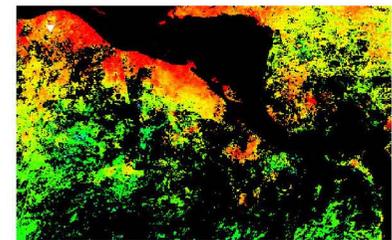
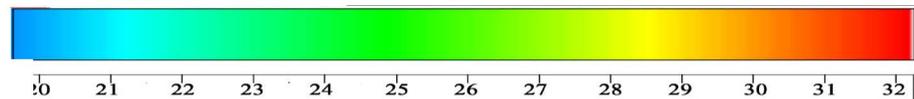


Fig.32 Sep 06-13

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



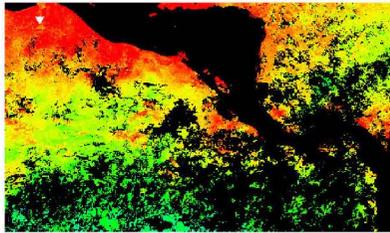


Fig.33 Sep 14-21

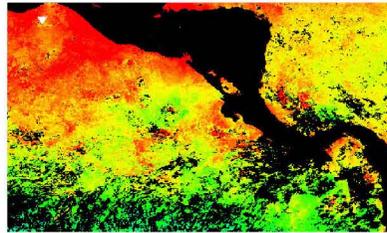


Fig.34 Sep 22-29

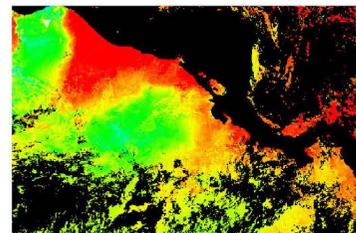


Fig.41 Nov 15-22

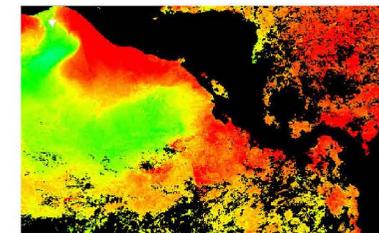


Fig.42 Nov 23-30

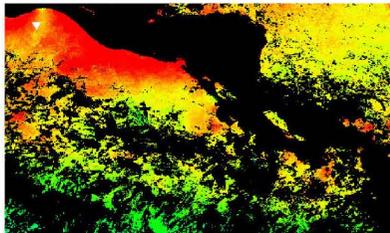


Fig.35 Sep 30-Oct 05

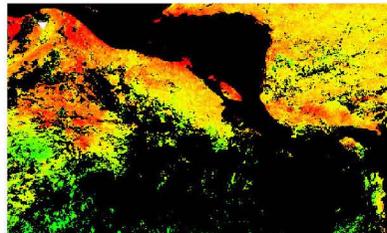


Fig.36 Oct 06-13

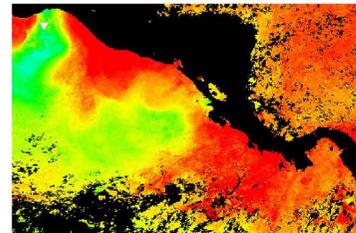


Fig.43 Dic 01-08

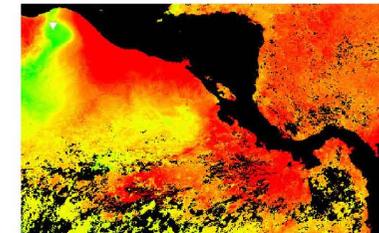


Fig.44 Dic 09-16

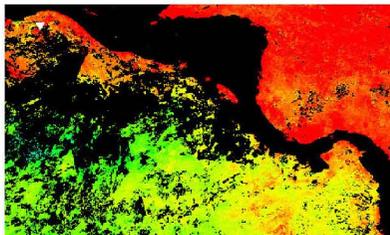


Fig.37. Oct 14-21

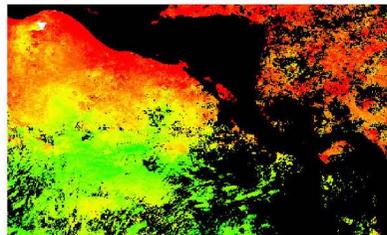


Fig.38 Oct 22-29

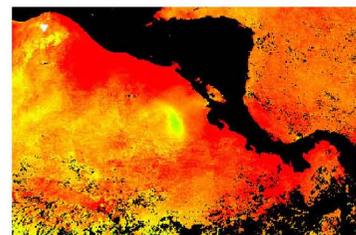


Fig.45 Dic 19-24

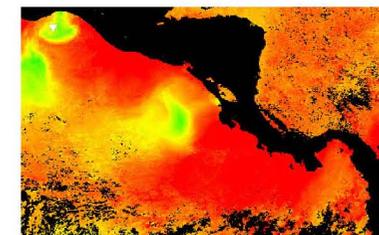


Fig.46 Dic 25-Ene 03

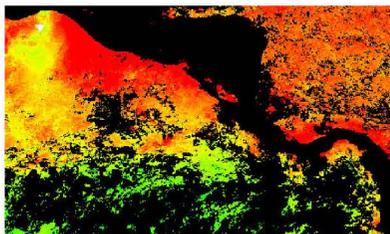


Fig.39 Oct 30-Nov 06

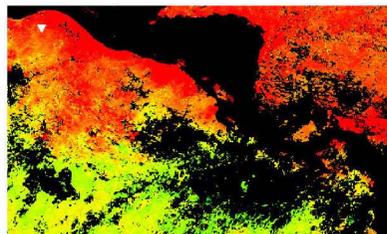
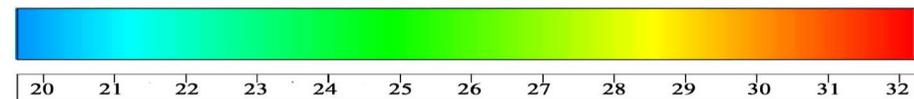


Fig.40 Nov 07-14

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



2007

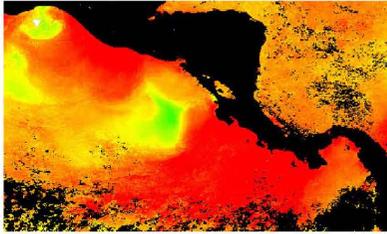


Fig.1 Ene 01-08

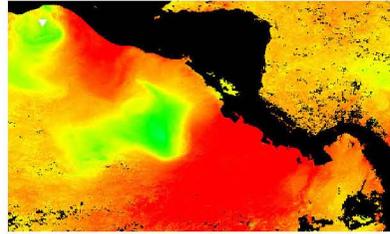


Fig.2 Ene 09-16

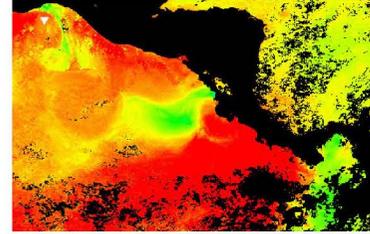


Fig.9 Mar 06-13

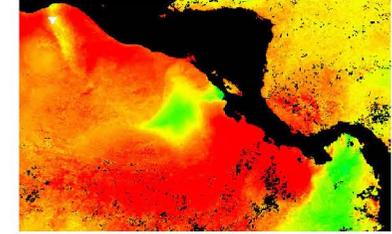


Fig.10 Mar 22-29

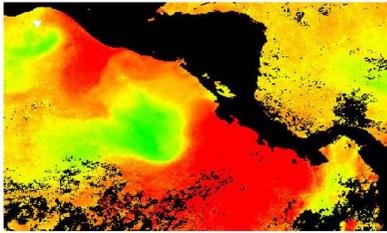


Fig.3 Ene 17-24

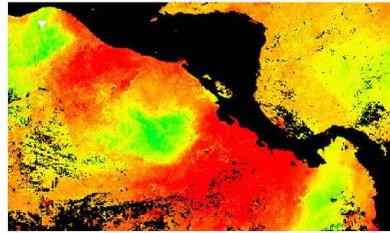


Fig.4 Ene 25-Feb 01

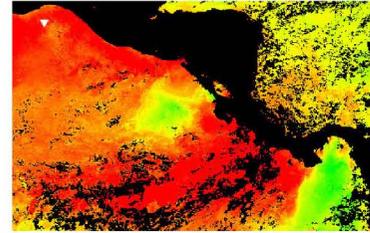


Fig.11 Mar 30-Abr 06

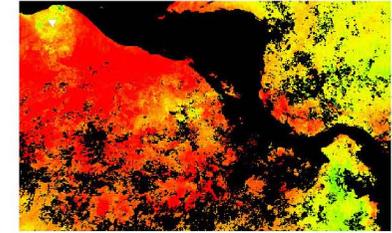


Fig.12 Abr 07-14

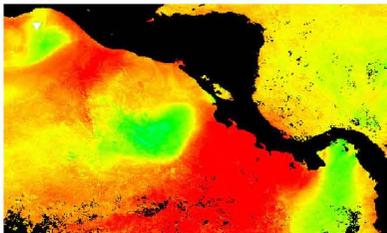


Fig.5 Feb 02-09

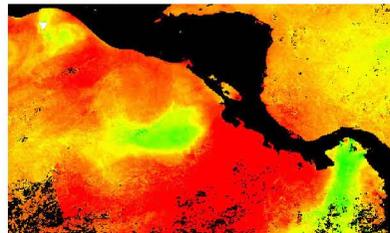


Fig.6 Feb 10-17

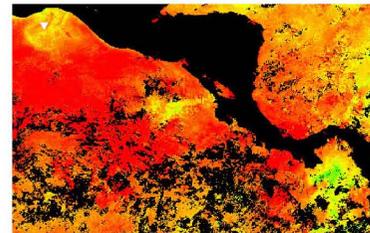


Fig.13 Abr 15-22

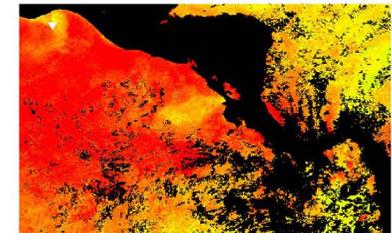


Fig.14 Abr 23-30

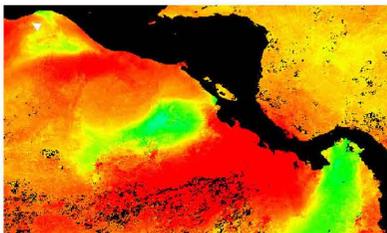


Fig.7 Feb 18-25

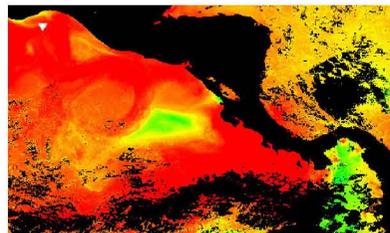


Fig.8 Feb 26-Mar 05

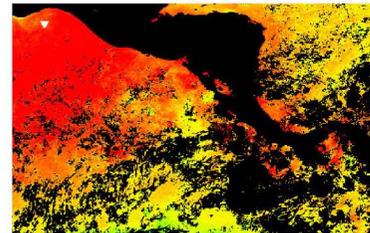


Fig.15 May 01-08

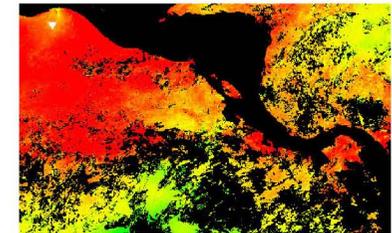
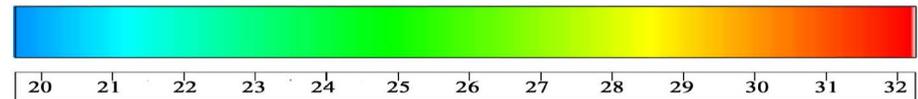


Fig.16 May 09-16



Temperatura superficial del mar TMS (°C)

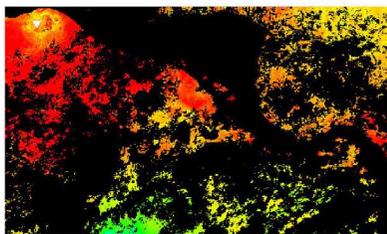


Fig.17 May 17-24

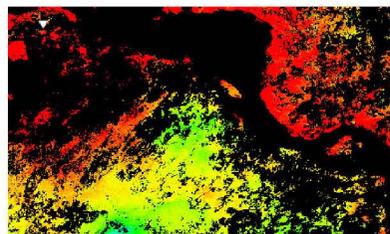


Fig.18 May 25-Jun 01

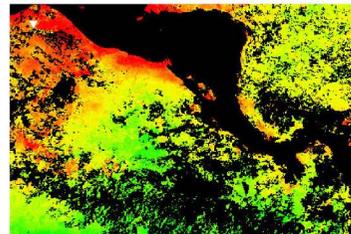


Fig.25 Jul 20-27

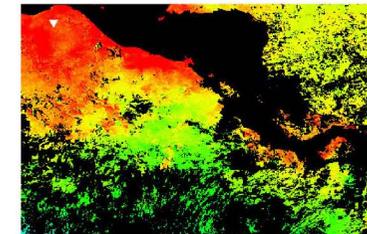


Fig.26 Jul 28-Ago 04

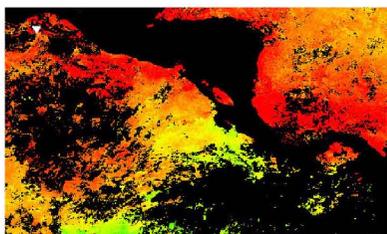


Fig.19 Jun 02-09

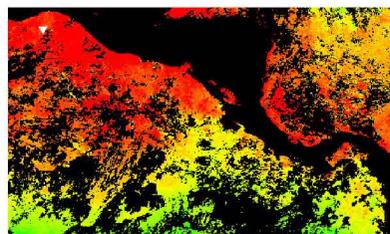


Fig.20 Jun 10-17

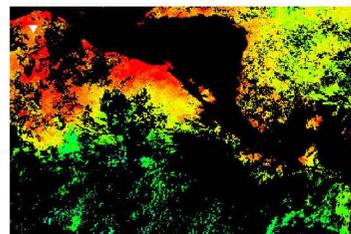


Fig.27 Ago 05-12

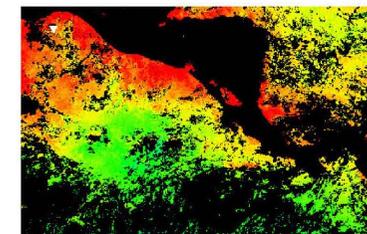


Fig.28 Ago 13-20

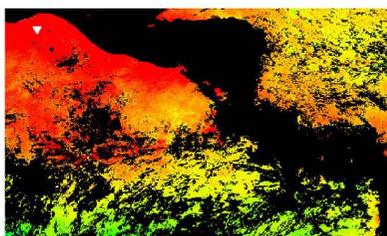


Fig.21 Jun 18-25

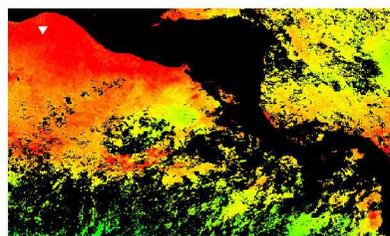


Fig.22 Jun 26-Jul 03

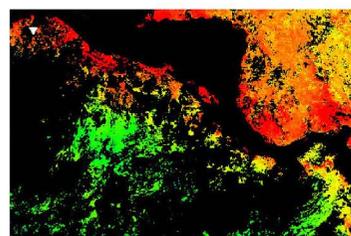


Fig.29 Ago 21-28

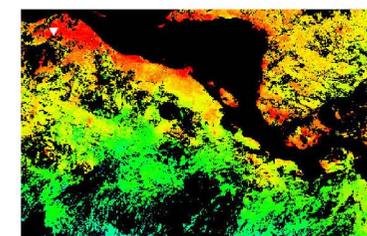


Fig.30 Ago 29-Sep05

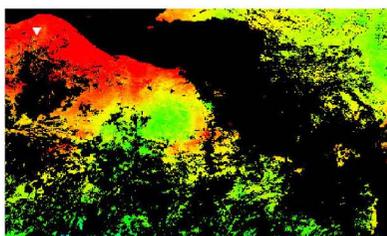


Fig.23 Jul 04-11

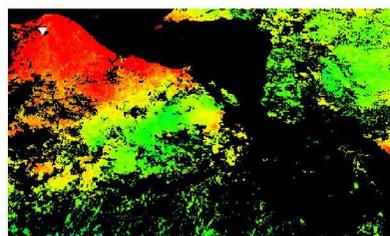


Fig.24 Jul 12-19

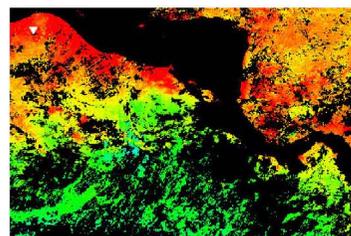


Fig.31 Sep 14-21

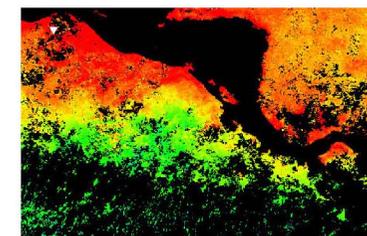
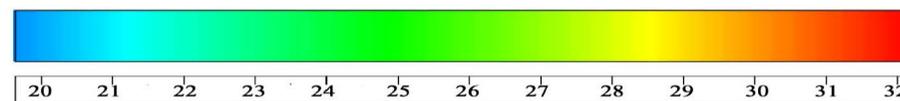


Fig.32 Sep 22-29

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



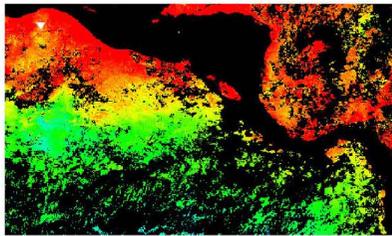


Fig.33 Sep 30-Oct 07

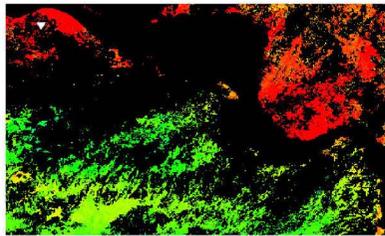


Fig.34 Oct 08-15

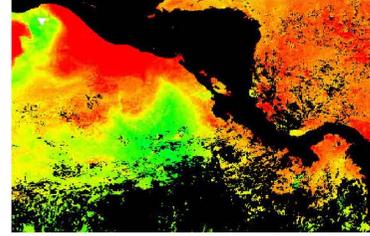


Fig.41 Dic 03-10

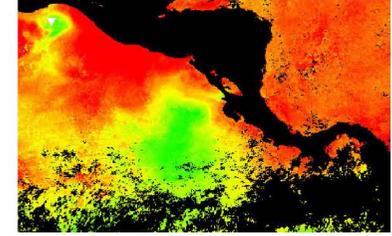


Fig.42 Dic 11-18

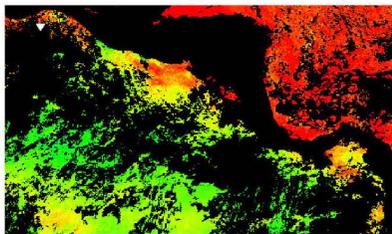


Fig.35. Oct 16-23

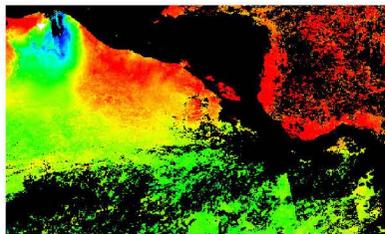


Fig.36 Oct 24-31

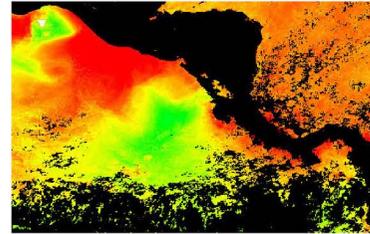


Fig.43 Dic 19-26

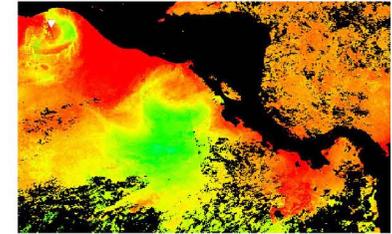


Fig. 44 Dic 27-Ene 03

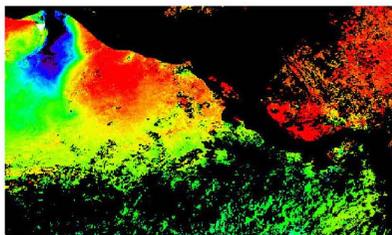


Fig.37 Nov 01-08

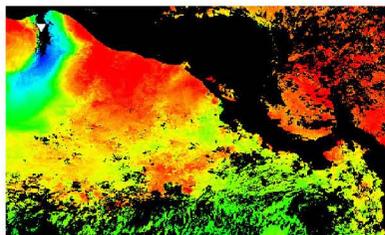


Fig.38 Nov 09-16

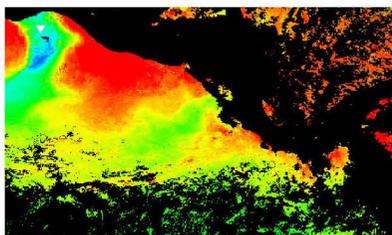


Fig.39 Nov 17-24

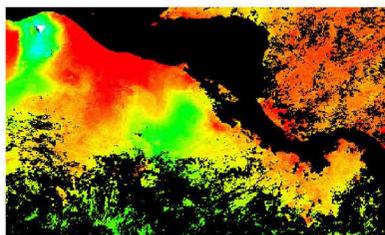
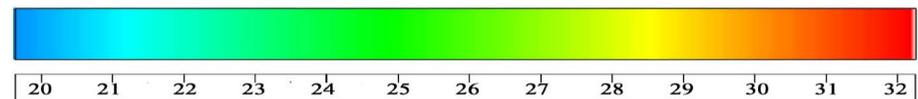


Fig.40 Nov 25-Dic 02

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



2008

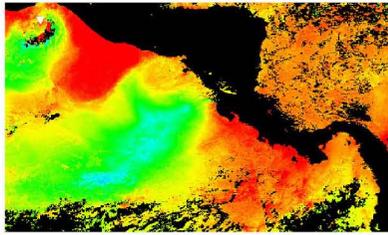


Fig.1 Ene 01-08

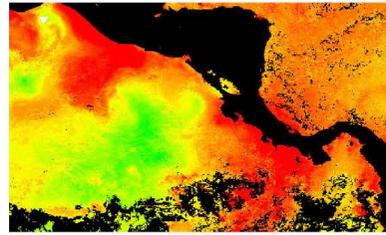


Fig.2 Ene 09-16

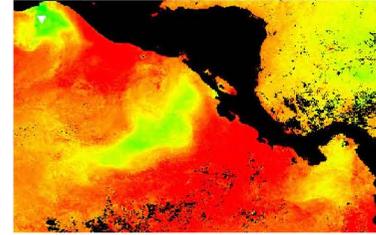


Fig.9 Mar 06-13

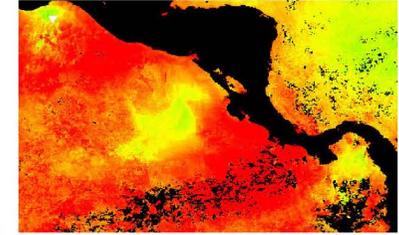


Fig.10 Mar 14-21

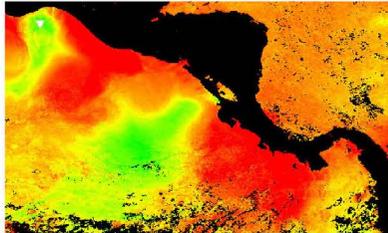


Fig.3 Ene 17-24

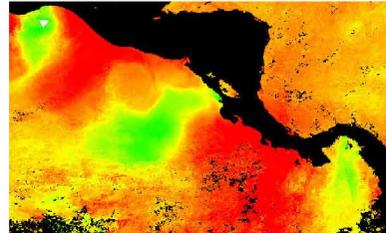


Fig.4 Ene 25-Feb 01

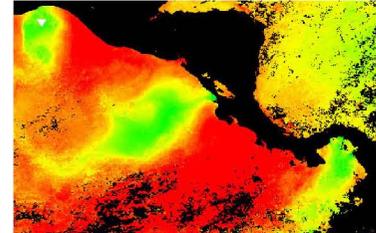


Fig.11 Mar 22-29

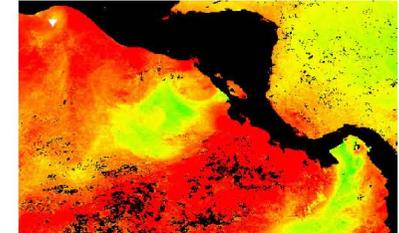


Fig.12 Mar 30-Abr 06

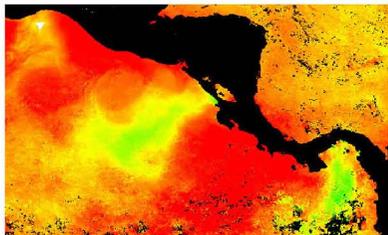


Fig.5 Feb 02-09

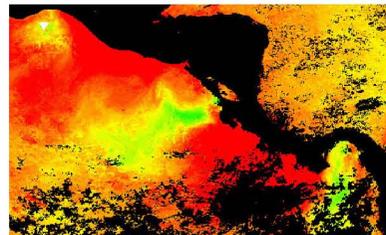


Fig.6 Feb 10-17

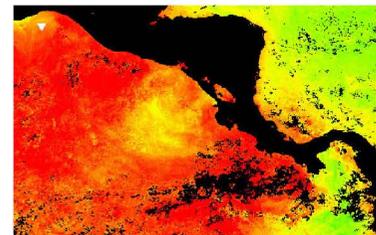


Fig.13 Abr 07-14

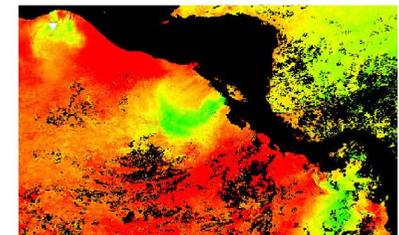


Fig.14 Abr 15-22

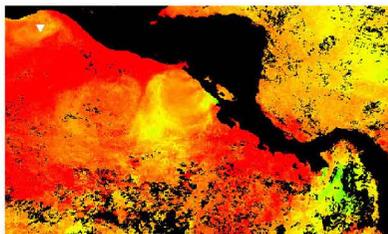


Fig.7 Feb 18-25

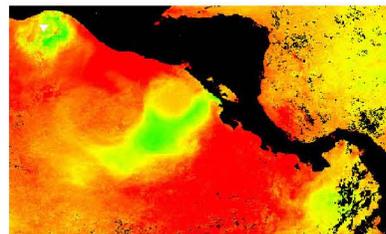


Fig.8 Feb 26-Mar 05

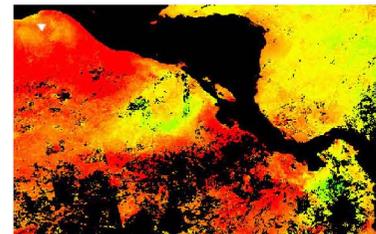


Fig.15 Abr 23-30

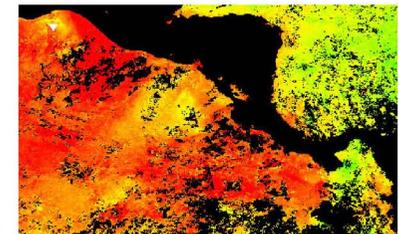
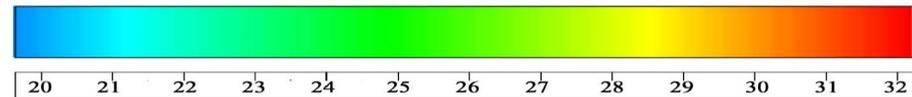


Fig.16 May 01-08

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



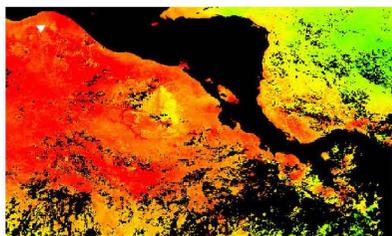


Fig.17 May 09-16

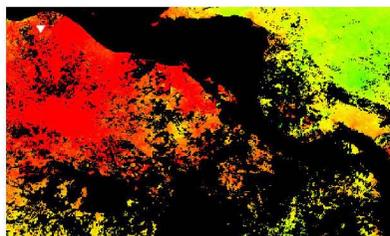


Fig.18 May 17-24

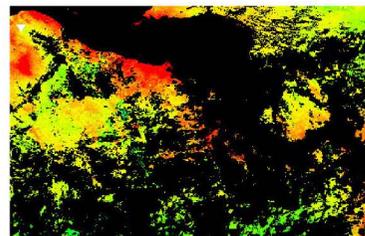


Fig.25 Jul 12-19

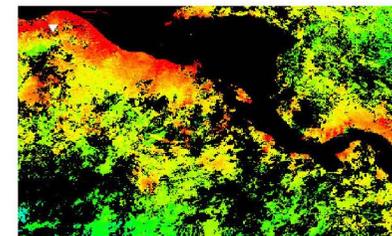


Fig.26 Jul 20-27

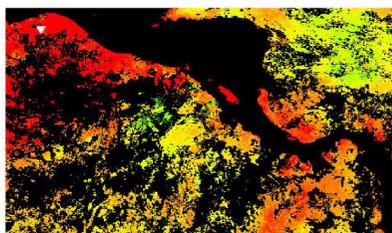


Fig.19 May 25-Jun 01

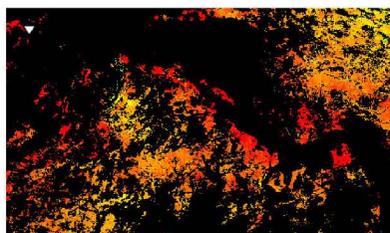


Fig.20 Jun 02-09

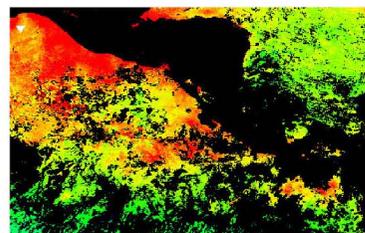


Fig.27 Jul 28-Ago 04

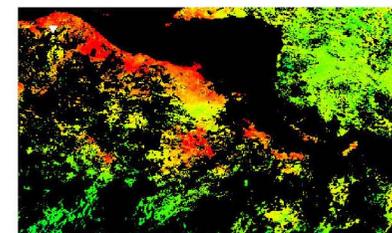


Fig.28 Ago 05-12

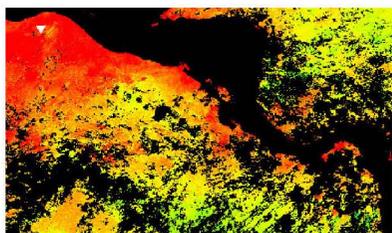


Fig.21 Jun 10-17

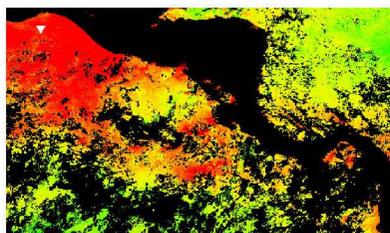


Fig.22 Jun 18-25

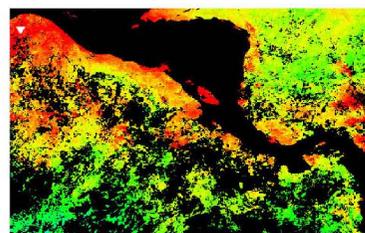


Fig.29 Ago 13-20

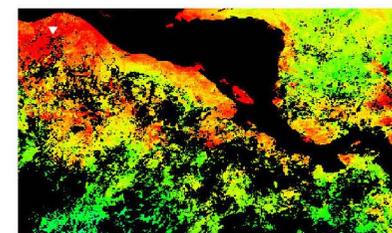


Fig.30 Ago 21-28

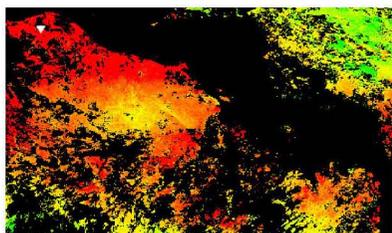


Fig.23 Jun 26-Jul 03

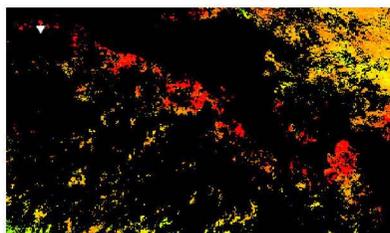


Fig.24 Jul 04-11

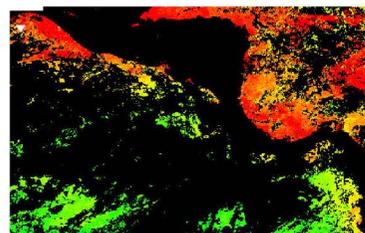


Fig.31 Ago 29-Sep 05

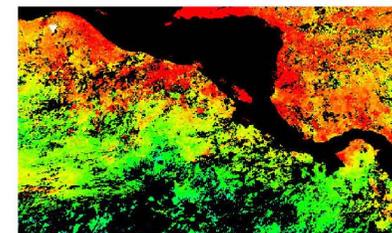
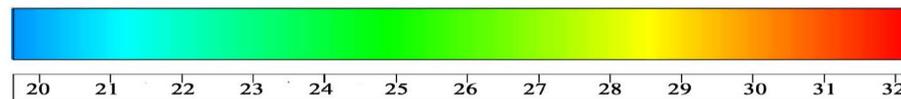


Fig.32 Sep 06-13

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



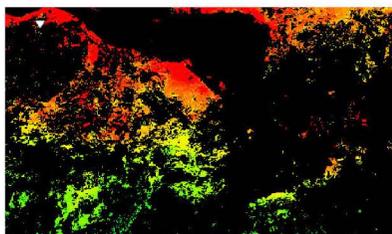


Fig.33 Sep 14-21

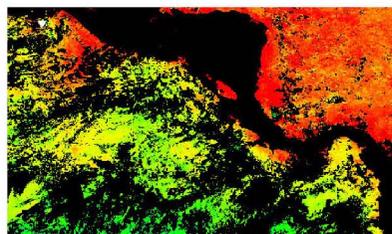


Fig.34 Sep 22-29

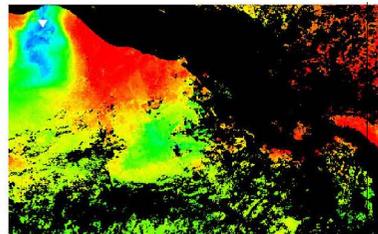


Fig.41 Nov 17-24

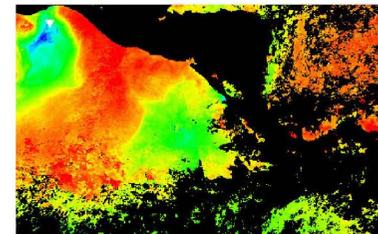


Fig.42 Nov 25-Dic 02

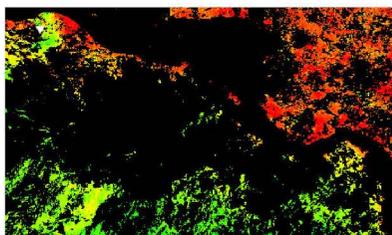


Fig.35 Sep 30-Oct 07

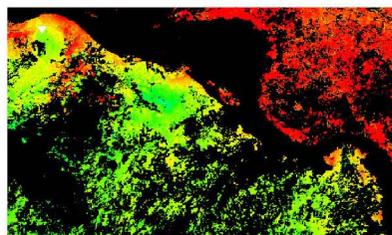


Fig.36 Oct 08-15

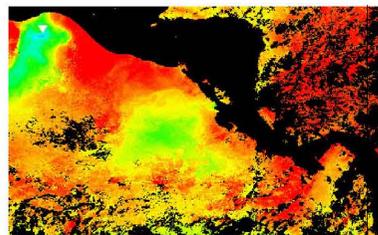


Fig.43 Dic 03-10

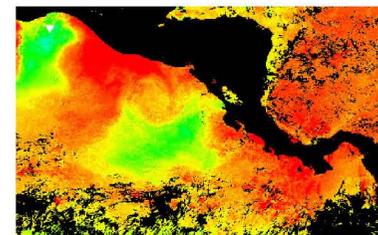


Fig.44 Dic 11-18

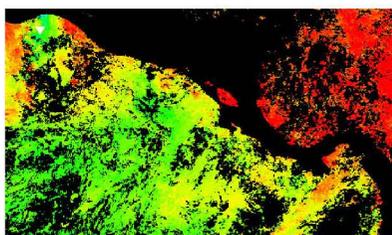


Fig.37. Oct 16-23

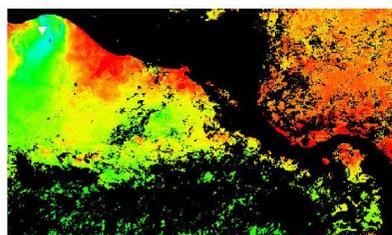


Fig.38 Oct 24-31

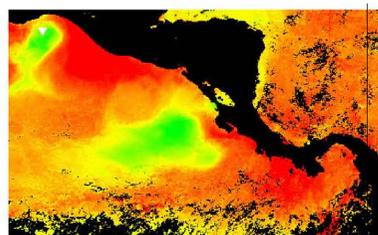


Fig.45 Dic 19-26

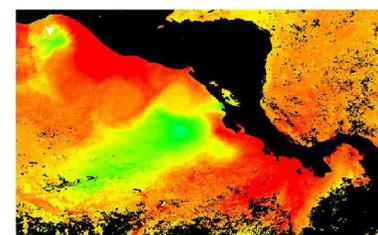


Fig.46 Dic 27-Ene 03

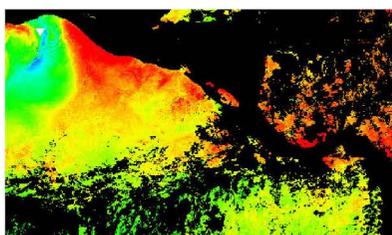


Fig.39 Nov 01-08

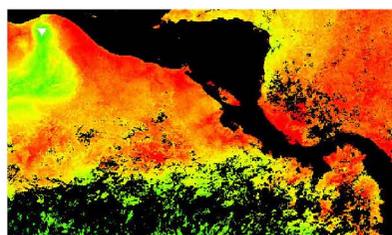
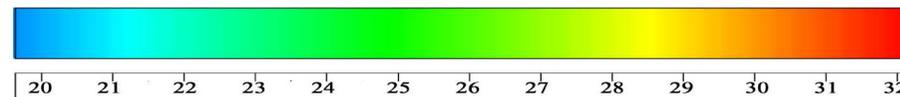


Fig.40 Nov 09-16

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



2009

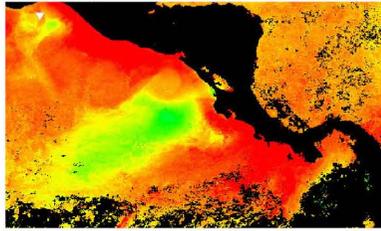


Fig.1 Ene 01-08

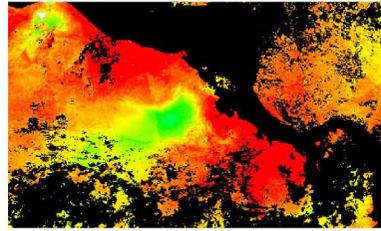


Fig.2 Ene 09-16

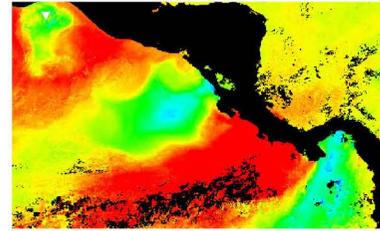


Fig.9 Mar 06-13

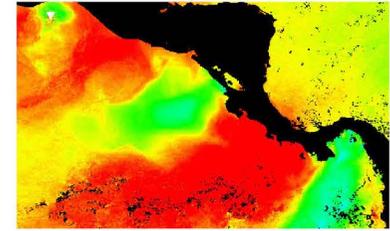


Fig.10 Mar 14-21

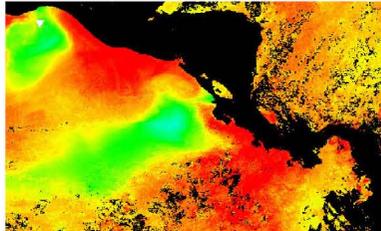


Fig.3 Ene 17-24

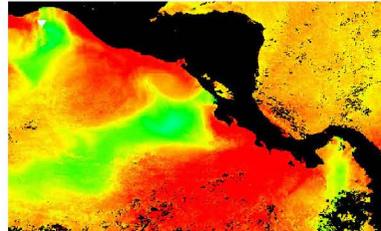


Fig.4 Ene 25-Feb 01

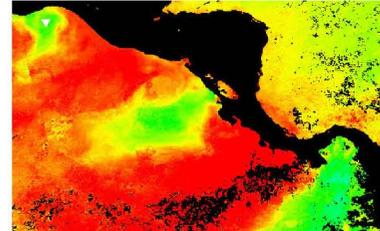


Fig.11 Mar 22-29

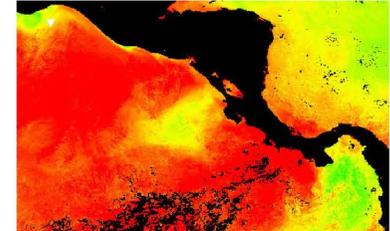


Fig.12 Mar 30-Abr 06

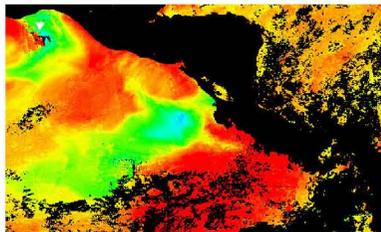


Fig.5 Feb 02-09

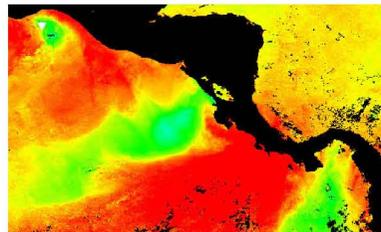


Fig.6 Feb 10-17

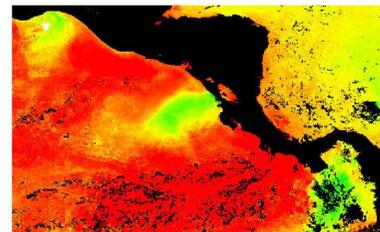


Fig.13 Abr 07-14

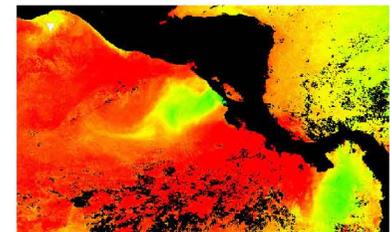


Fig.14 Abr 15-22

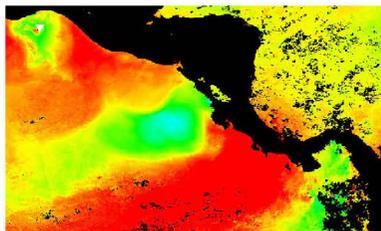


Fig.7 Feb 18-25

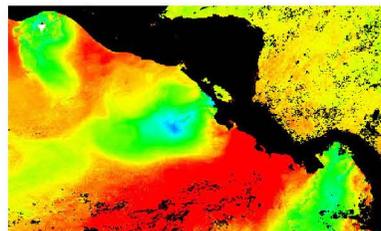


Fig.8 Feb 26-Mar 05

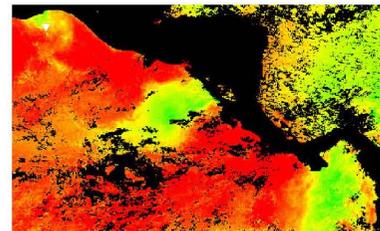


Fig.15 Abr 23-30

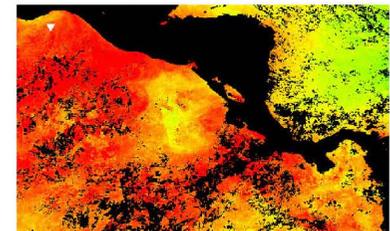
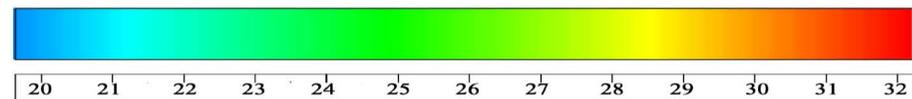


Fig.16 May 01-08

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



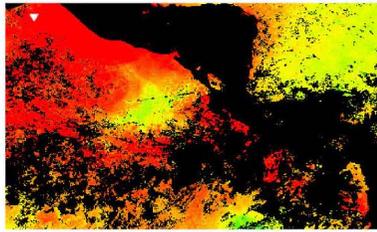


Fig.17 May 09-16

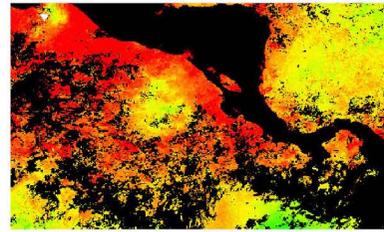


Fig.18 May 17-24

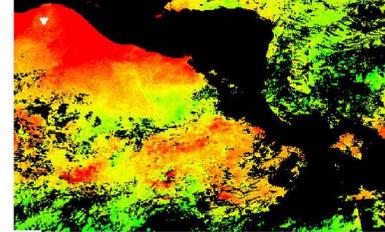


Fig.25 Jul 12-19

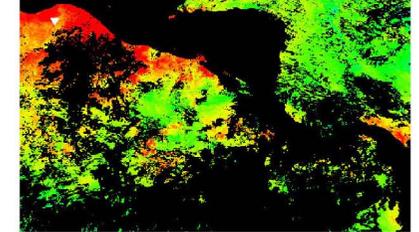


Fig.26 Jul 20-27

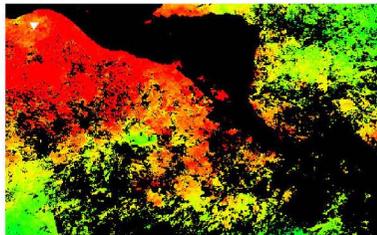


Fig.19 May 25-Jun 01

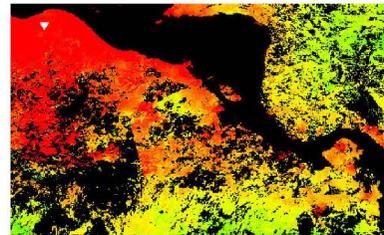


Fig.20 Jun 02-09

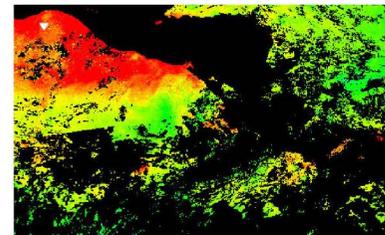


Fig.27 Jul 28-Ago 04

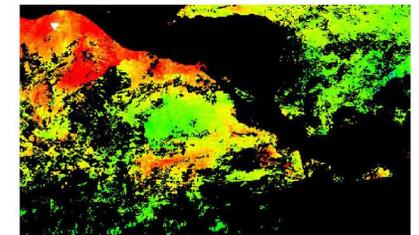


Fig.28 Ago 05-12

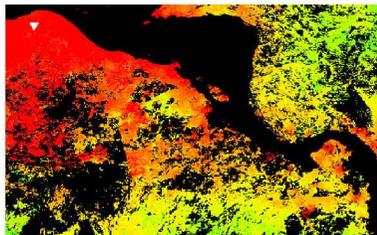


Fig.21 Jun 10-17

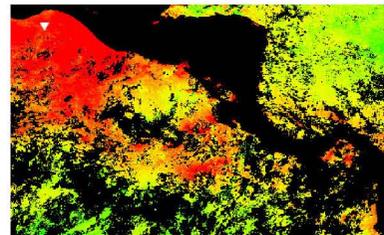


Fig.22 Jun 18-25

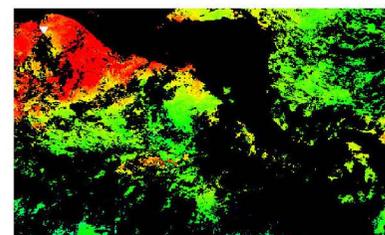


Fig.29 Ago 13-20

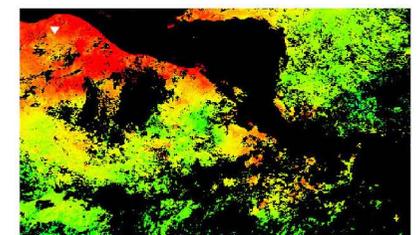


Fig.30 Ago 21-28

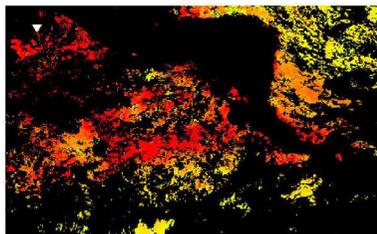


Fig.23 Jun 26-Jul 03

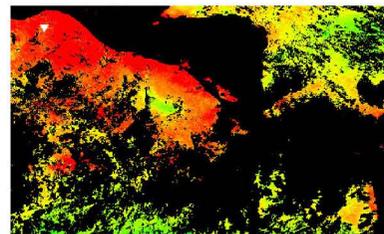


Fig.24 Jul 04-11

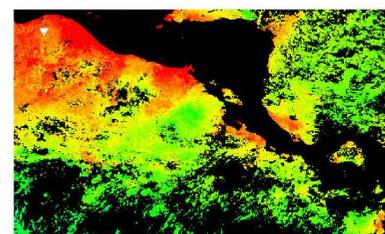


Fig.31 Ago 29-Sep 05

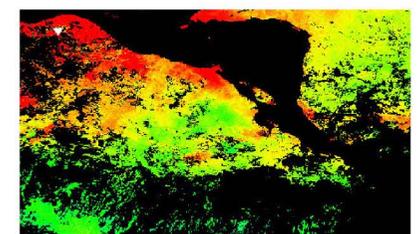
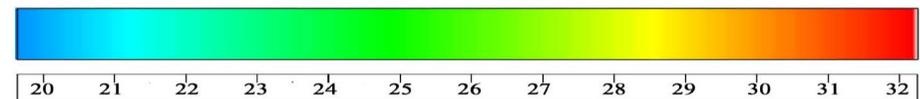


Fig.32 Sep 06-13

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



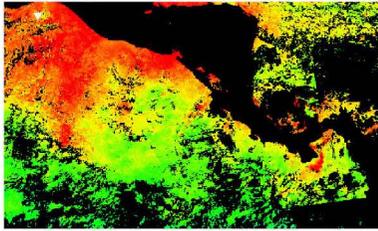


Fig.33 Sep 14-21

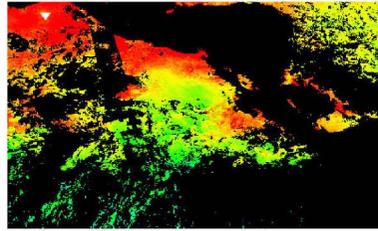


Fig.34 Sep 22-29

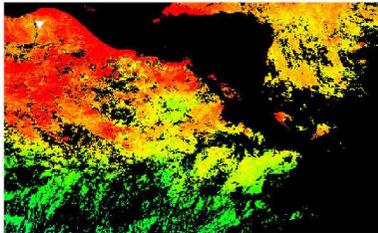


Fig.35 Sep 30-Oct 07

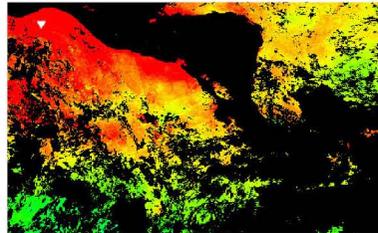


Fig.36 Oct 08-15

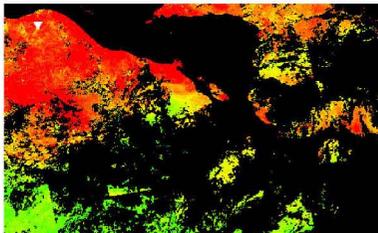


Fig.37. Oct 16-23

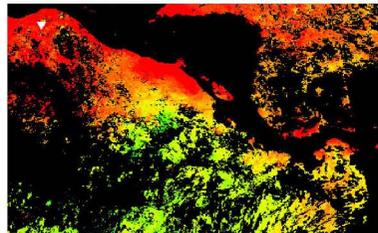


Fig.38 Oct 24-31

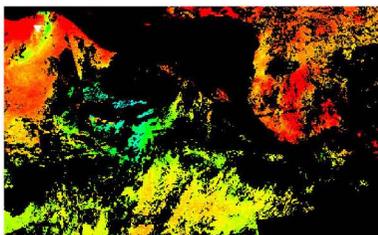


Fig.39 Nov 01-08

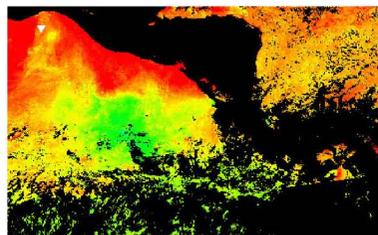
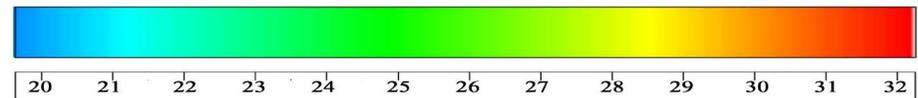


Fig.40 Nov 09-16

Temperatura superficial del mar TMS (°C)



Anexo 5

Imágenes satelitales de concentración superficial de clorofila – a (Cl – a) generadas por el sensor MODIS del satélite Aqua durante el periodo de muestreo. Con una resolución espacial de 1 Km² y resolución temporal de 8 días.

2006

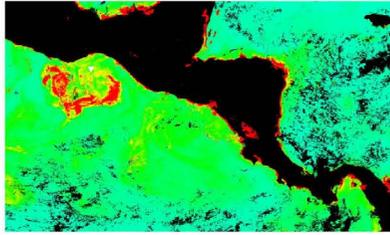


Fig.1 Ene 01-08

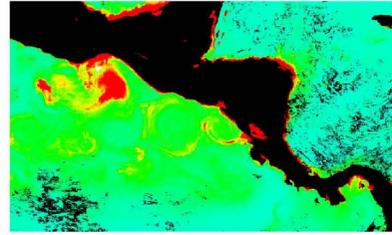


Fig.2 Ene 09-16

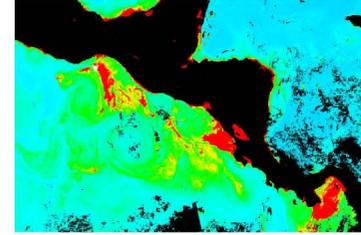


Fig.9 Mar 06-13

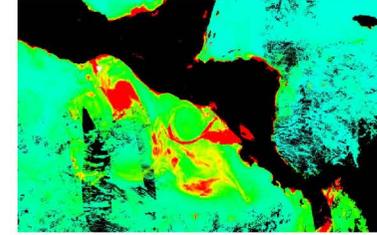


Fig.10 Mar 14-21

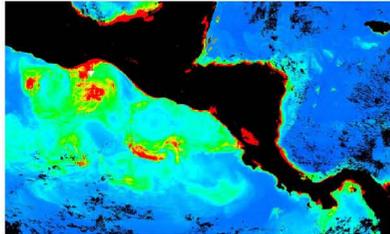


Fig.3 Ene 17-24

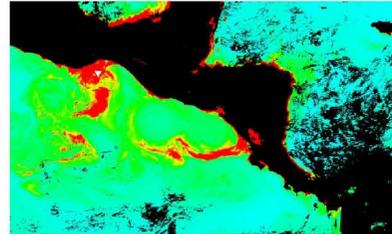


Fig.4 Ene 25-Feb 01

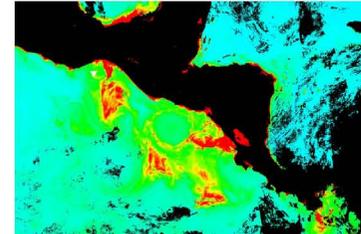


Fig.11 Mar 22-29

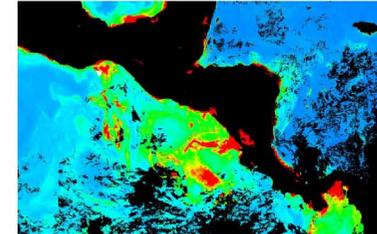


Fig.12 Mar 30-Abr 06

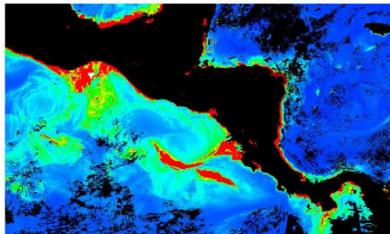


Fig.5 Feb 02-09

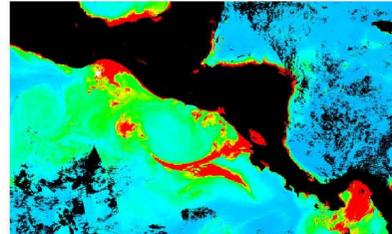


Fig.6 Feb 10-17

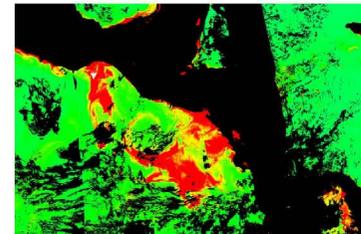


Fig.13 Abr 07-14

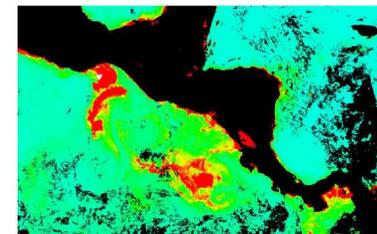


Fig.14 Abr 15-22

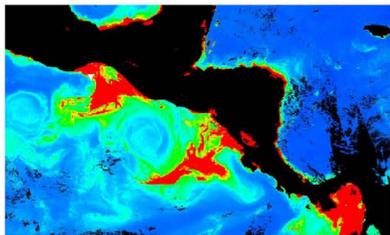


Fig.7 Feb 18-25

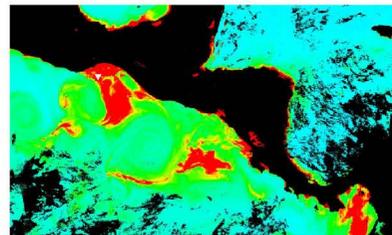


Fig.8 Feb 26-Mar 05

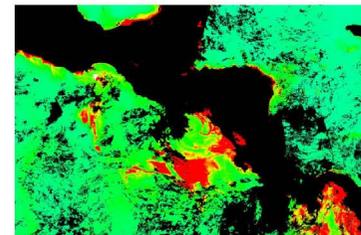


Fig.15 Abr 23-30

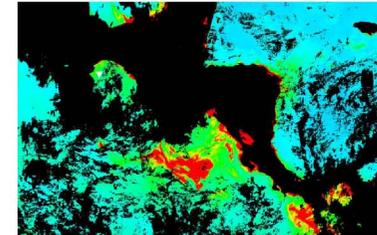
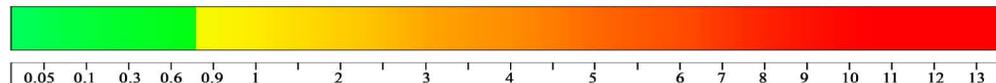


Fig.16 May 01-08

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



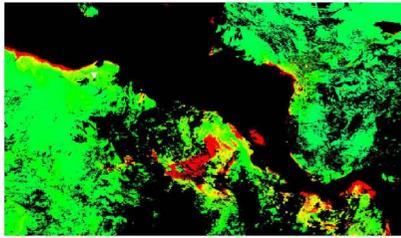


Fig.17 May 09-16

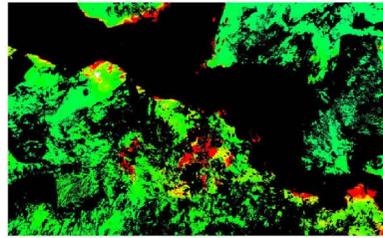


Fig.18 May 17-24

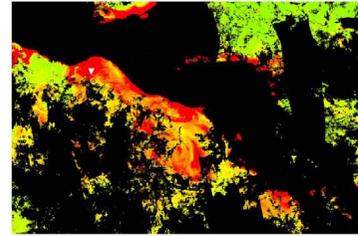


Fig.25 Jul 12-19

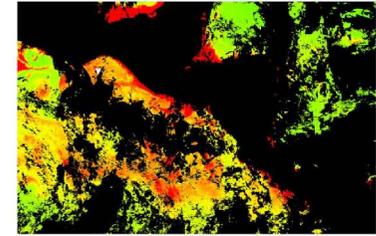


Fig.26 Jul 20-27

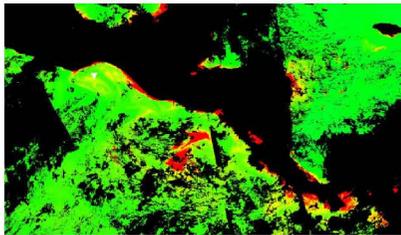


Fig.19 May 25-Jun 01

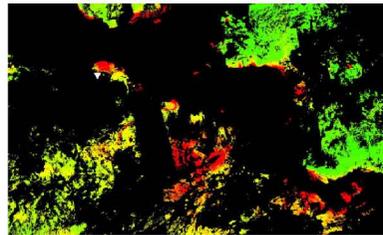


Fig.20 Jun 02-09

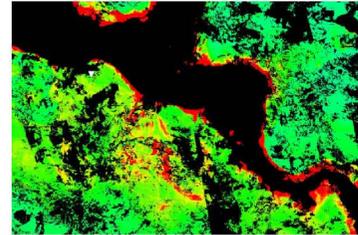


Fig.27 Jul 28-Ago 04

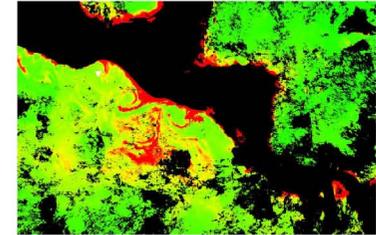


Fig.28 Ago 05-12

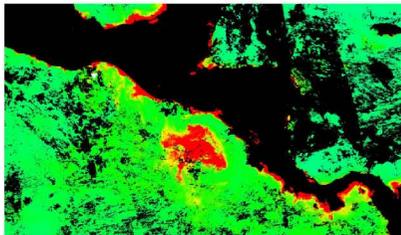


Fig.21 Jun 10-17

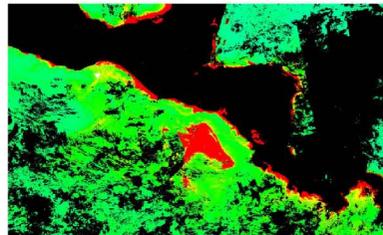


Fig.22 Jun 18-25

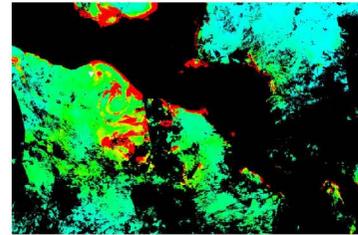


Fig.29 Ago 13-20

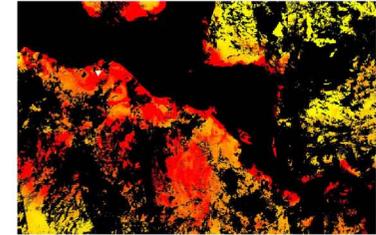


Fig.30 Ago 21-28

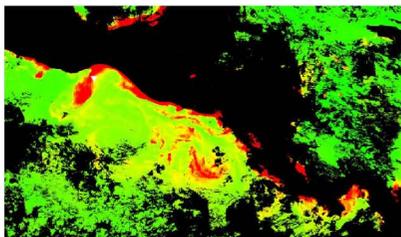


Fig.23 Jun 26-Jul 03

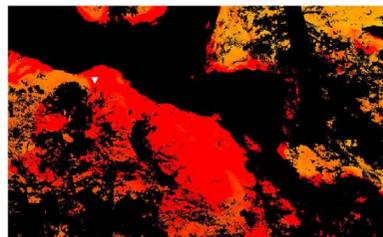


Fig.24 Jul 04-11

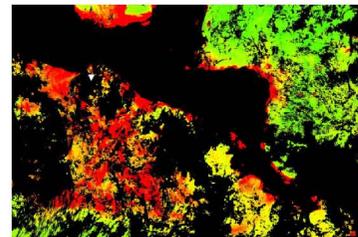


Fig.31 Ago 29-Sep 05

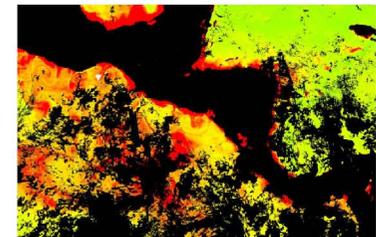
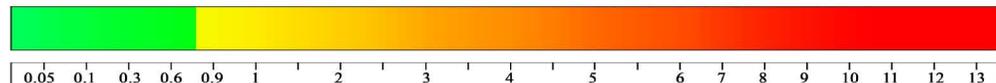


Fig.32 Sep 06-13

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



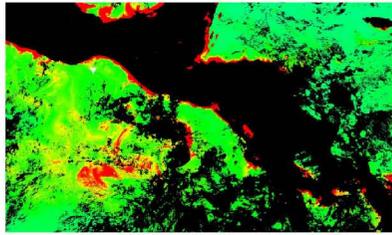


Fig.33 Sep 14-21

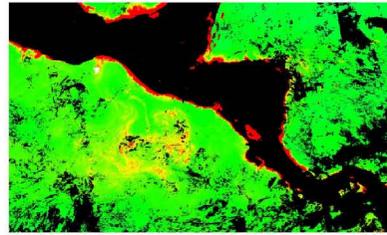


Fig.34 Sep 22-29

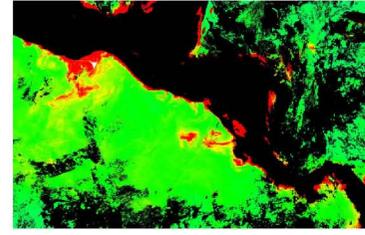


Fig.41 Nov 17-24

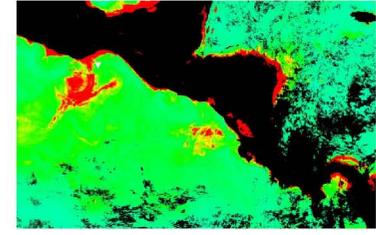


Fig.42 Nov 25-Dic 02

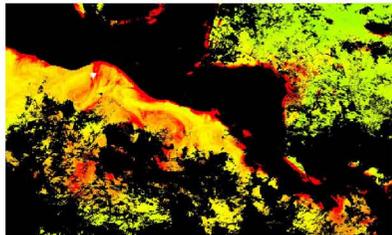


Fig.35 Sep 30-Oct 07

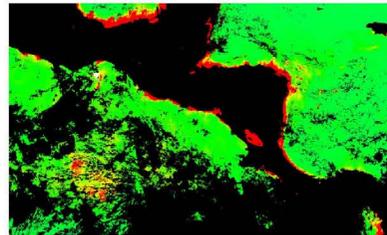


Fig.36 Oct 08-15

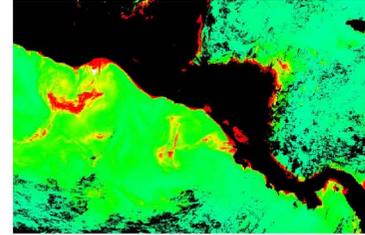


Fig.43 Dic 03-10

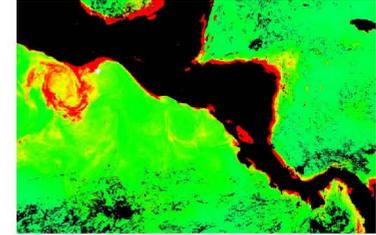


Fig.44 Dic 11-18

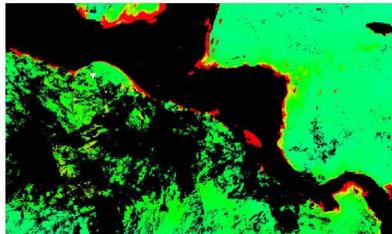


Fig.37. Oct 16-23

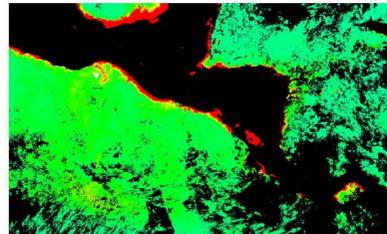


Fig.38 Oct 24-31

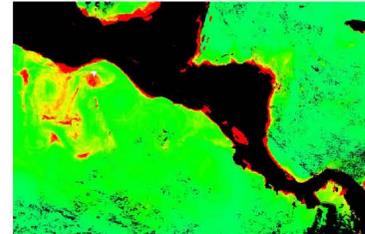


Fig.45 Dic 19-26

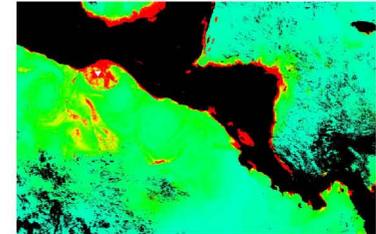


Fig.46 Dic 27-Ene 03

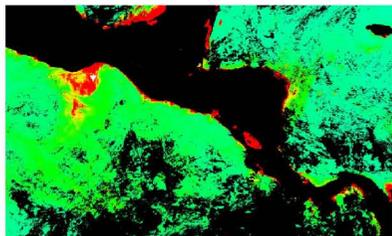


Fig.39 Nov 01-08

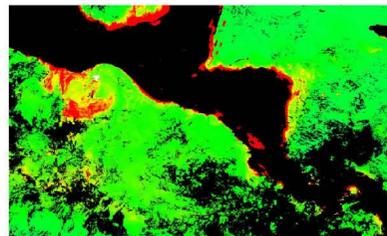
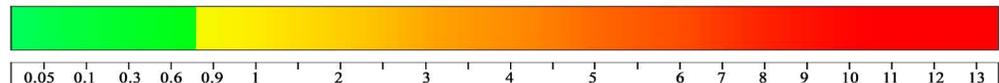


Fig.40 Nov 09-16

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



2007

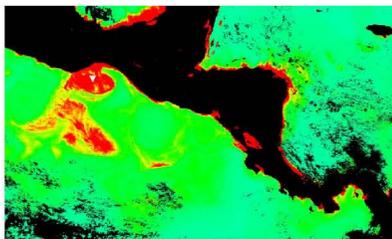


Fig.1 Ene 01-08

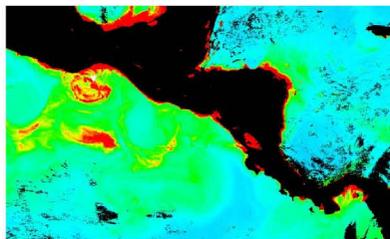


Fig.2 Ene 09-16

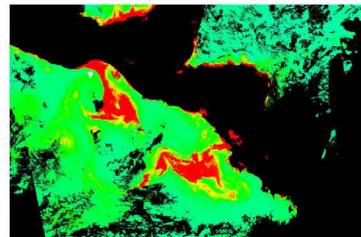


Fig.9 Mar 06-13

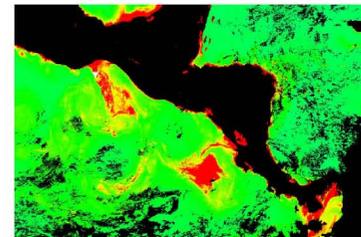


Fig.10 Mar 14-21

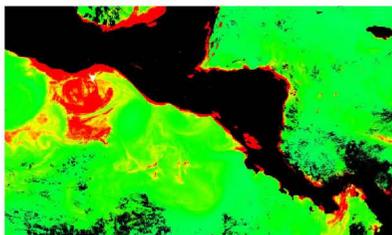


Fig.3 Ene 17-24

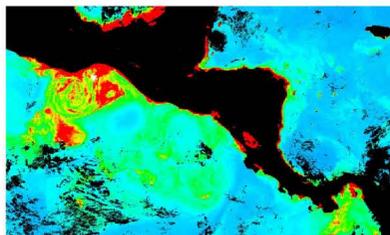


Fig.4 Ene 25-Feb 01

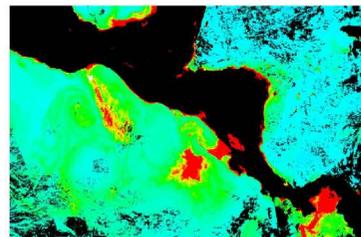


Fig.11 Mar 22-29

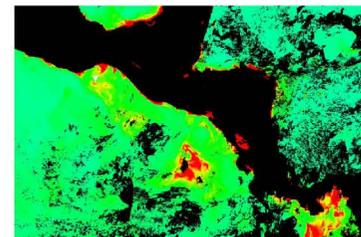


Fig.12 Mar 30-Apr 06

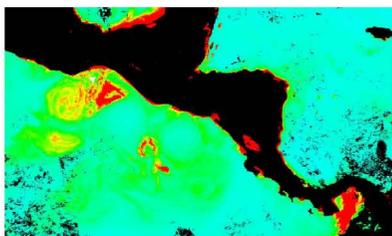


Fig.5 Feb 02-09

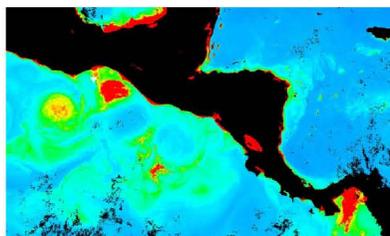


Fig.6 Feb 10-17

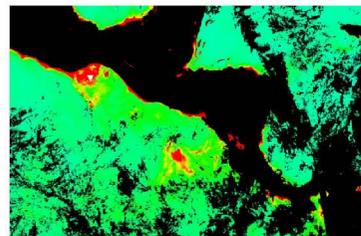


Fig.13 Abr 07-14

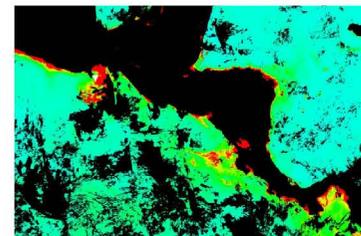


Fig.14 Abr 15-22

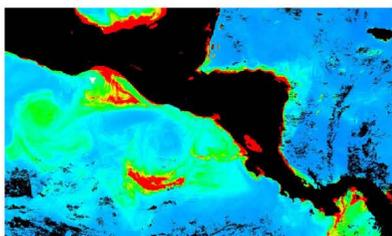


Fig.7 Feb 18-25

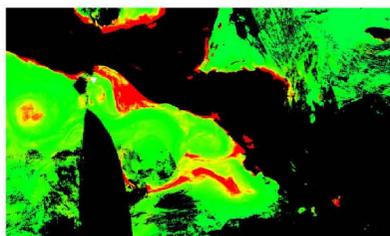


Fig.8 Feb 26-Mar 05

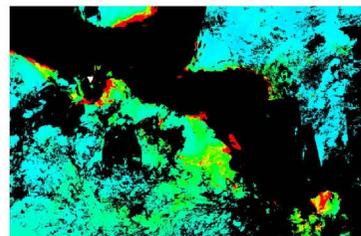


Fig.15 Abr 23-30

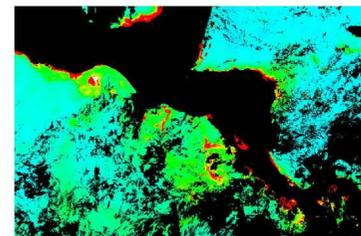
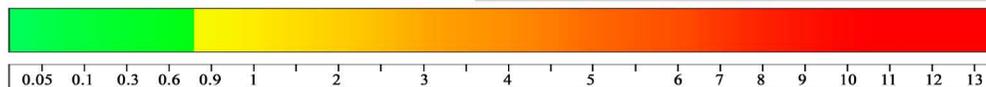


Fig.16 May 01-08

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



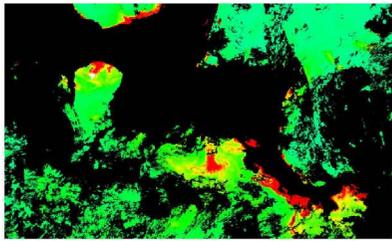


Fig.17 May 09-16

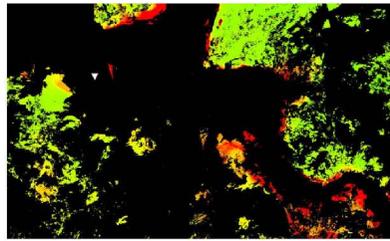


Fig.18 May 17-24

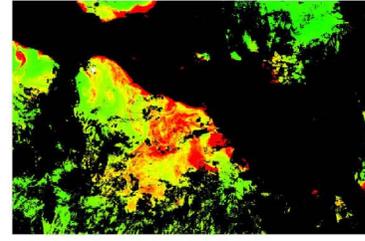


Fig.25 Jul 12-19

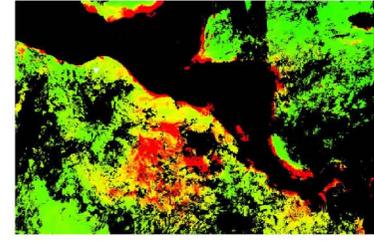


Fig.26 Jul 20-27

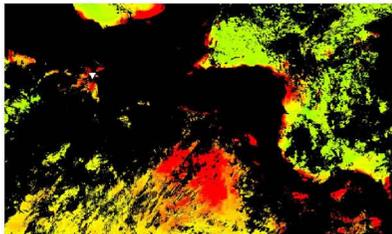


Fig.19 May 25-Jun 01

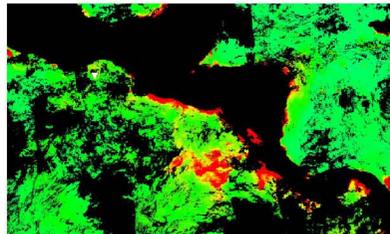


Fig.20 Jun 02-09

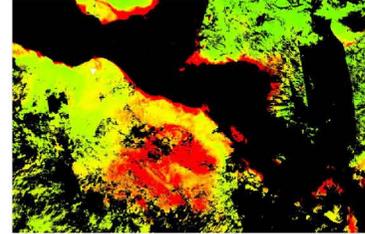


Fig.27 Jul 28-Ago 04

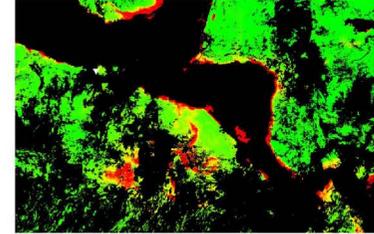


Fig.28 Ago 05-12

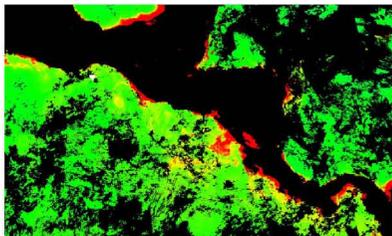


Fig.21 Jun 10-17

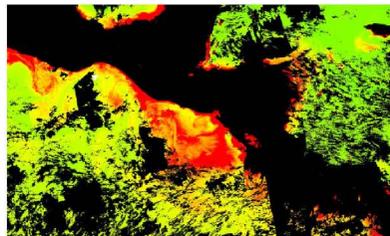


Fig.22 Jun 18-25

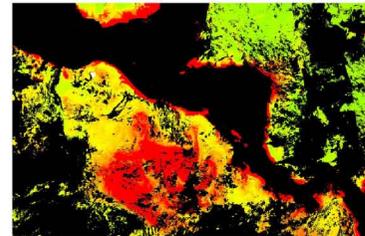


Fig.29 Ago 13-20

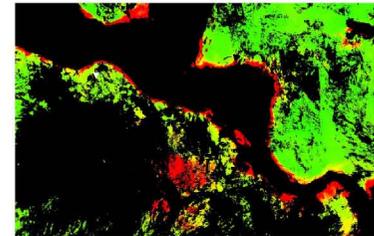


Fig.30 Ago 21-28

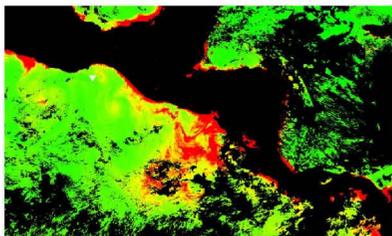


Fig.23 Jun 26-Jul 03

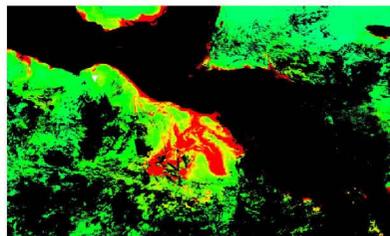


Fig.24 Jul 04-11

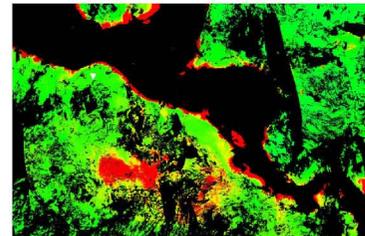


Fig.31 Ago 29-Sep 05

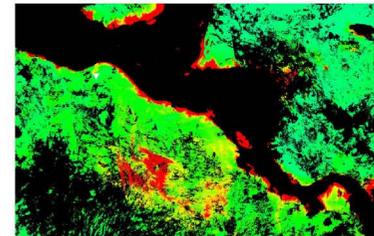
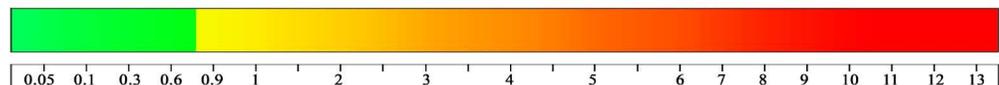


Fig.32 Sep 06-13

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



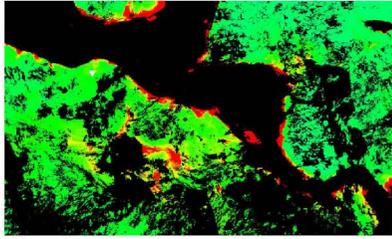


Fig.33 Sep 14-21

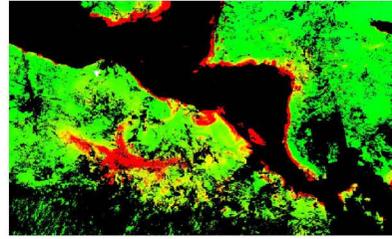


Fig.34 Sep 22-29

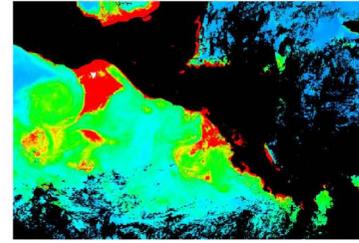


Fig.41 Nov 17-24

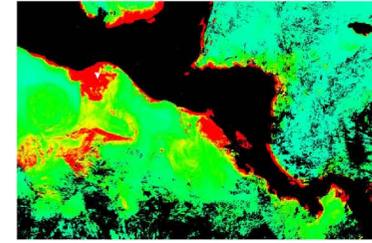


Fig.42 Nov 25-Dic 02

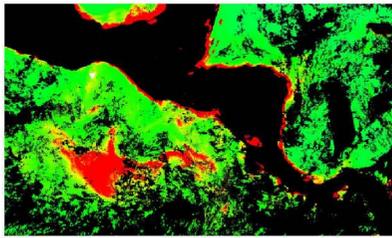


Fig.35 Sep 30-Oct 07

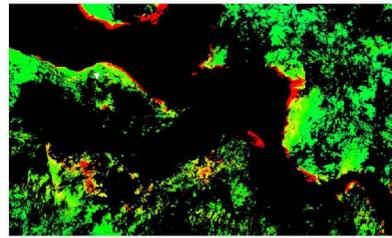


Fig.36 Oct 08-15

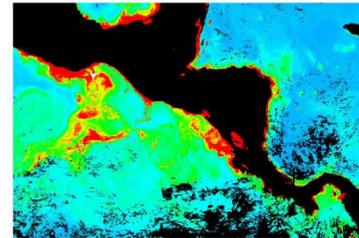


Fig.43 Dic 03-10

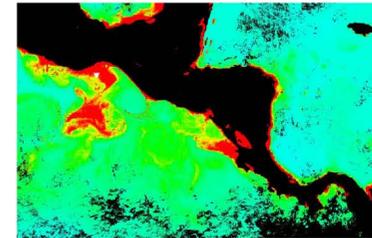


Fig.44 Dic 11-18

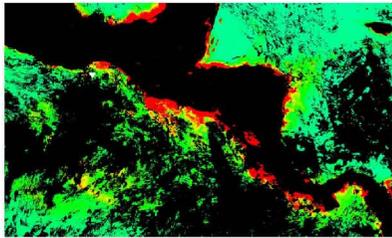


Fig.37. Oct 16-23

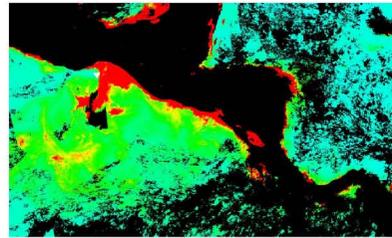


Fig.38 Oct 24-31

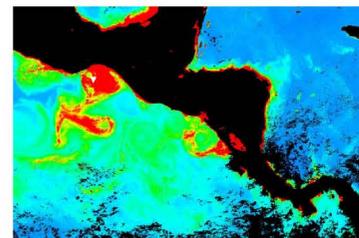


Fig.45 Dic 19-26

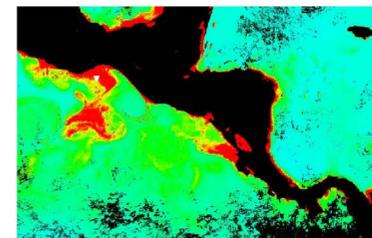


Fig.46 Dic 27-Ene 03

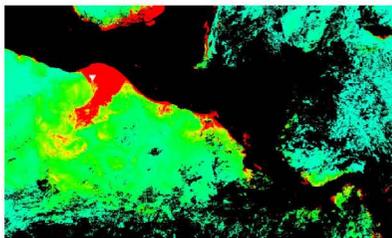


Fig.39 Nov 01-08

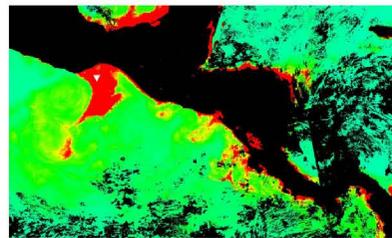
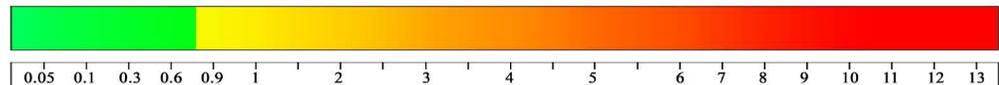


Fig.40 Nov 09-16

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



2008

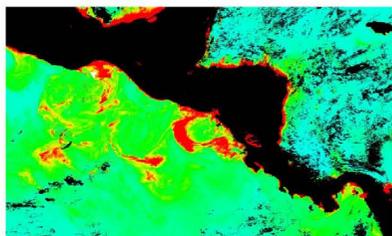


Fig.1 Ene 01-08

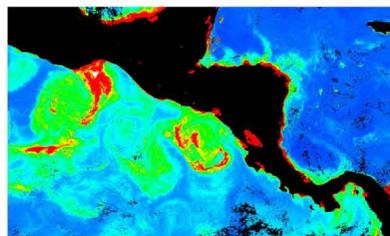


Fig.2 Ene 09-16

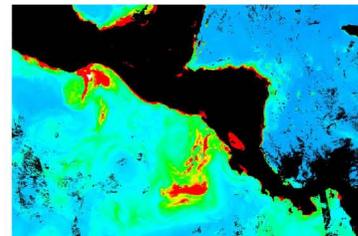


Fig.9 Mar 05-12

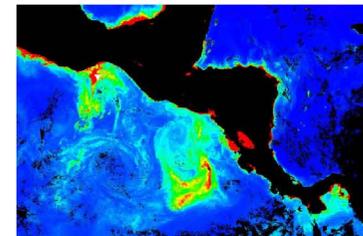


Fig.10 Mar 13-20

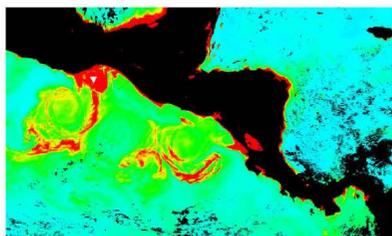


Fig.3 Ene 17-24

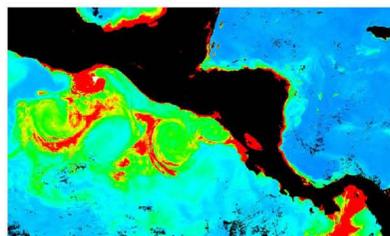


Fig.4 Ene 25-Feb 01

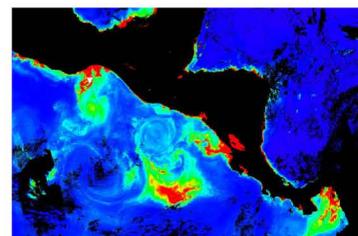


Fig.11 Mar 21-28

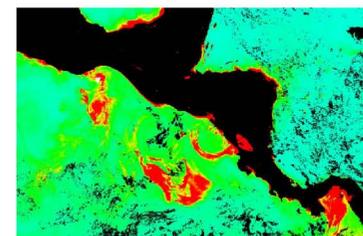


Fig.12 Mar 29-Abr 05

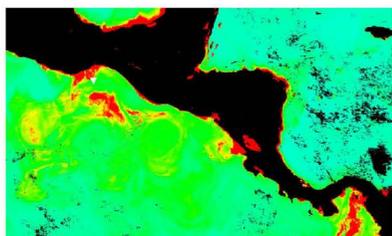


Fig.5 Feb 02-09

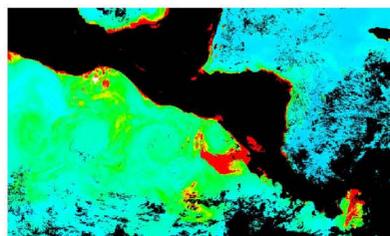


Fig.6 Feb 10-17

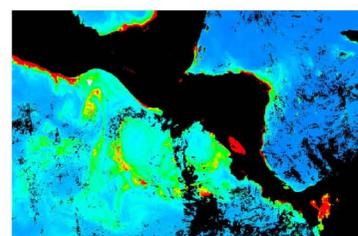


Fig.13 Abr 06-13

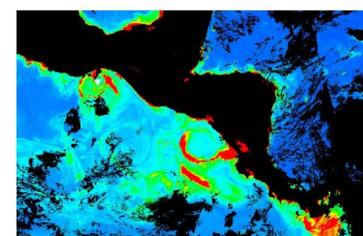


Fig.14 Abr 14-21

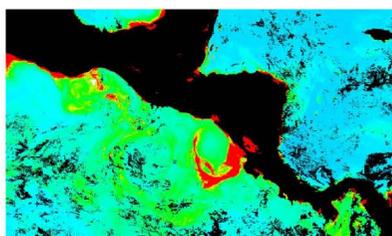


Fig.7 Feb 18-25

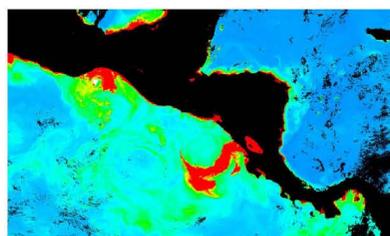


Fig.8 Feb 26-Mar 04

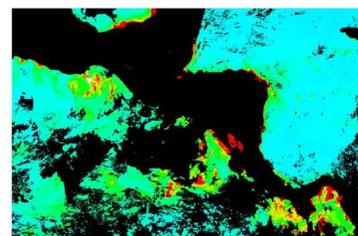


Fig.15 Abr 22-29

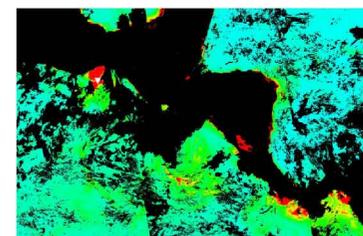
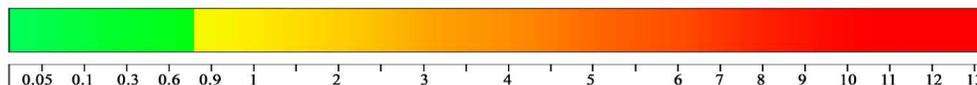


Fig.16 Abr 30-May 07

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



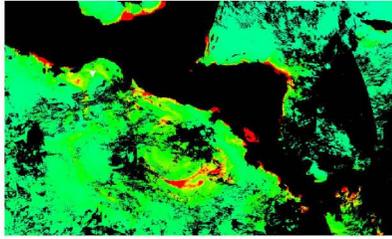


Fig.17 May 08-15

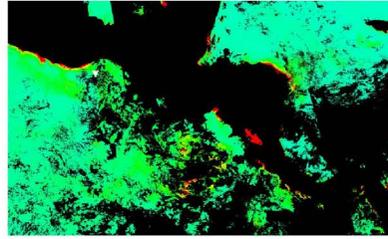


Fig.18 May 16-23

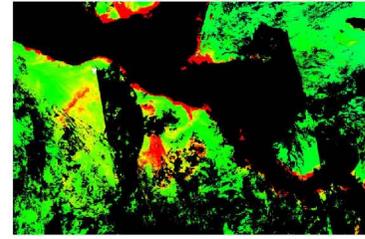


Fig.25 Jul 11-18

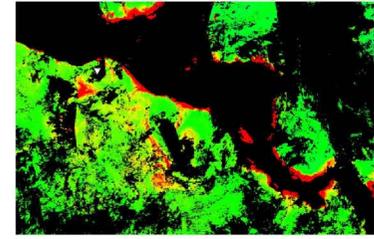


Fig.26 Jul 19-26

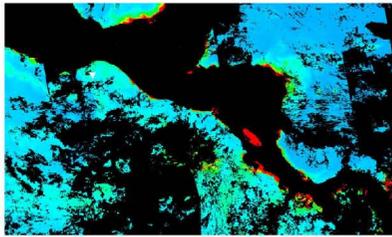


Fig.19 May 24-31

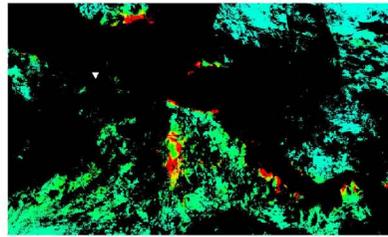


Fig.20 Jun 01-08

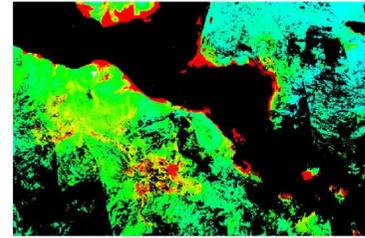


Fig.27 Jul 27-Ago 03

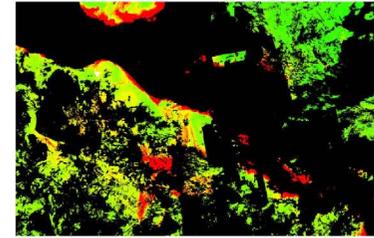


Fig.28 Ago 04-11

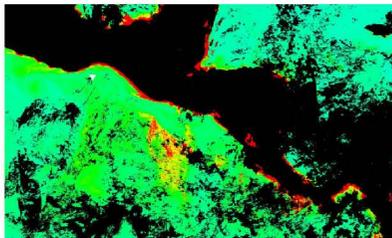


Fig.21 Jun 09-16

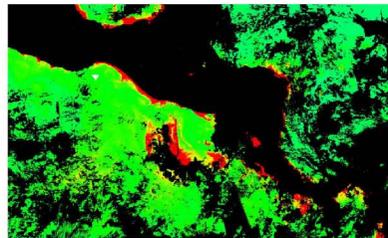


Fig.22 Jun 17-24

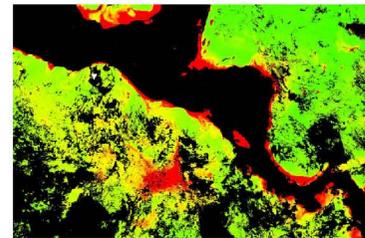


Fig.29 Ago 12-19

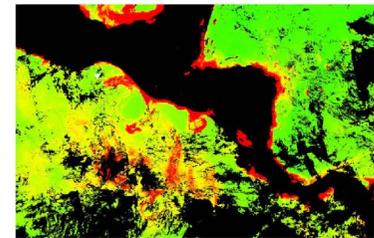


Fig.30 Ago 20-27

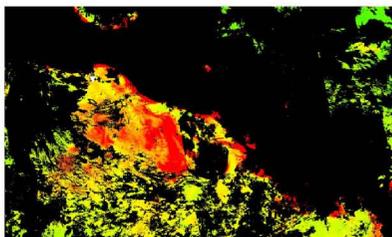


Fig.23 Jun 25-Jul 02

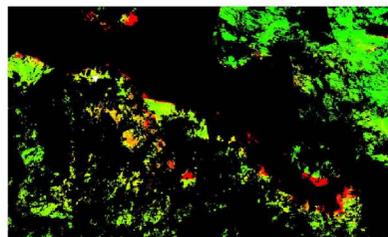


Fig.24 Jul 03-10

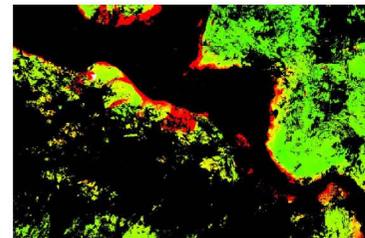


Fig.31 Ago 28-Sep 04

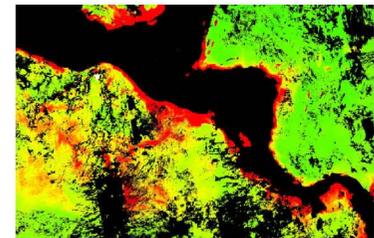
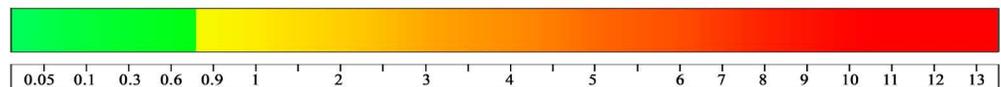


Fig.32 Sep 05-12

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



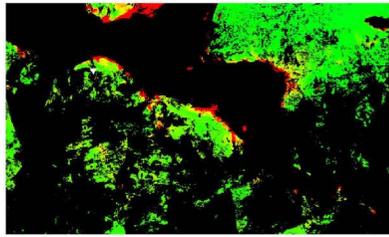


Fig.33 Sep 13-20

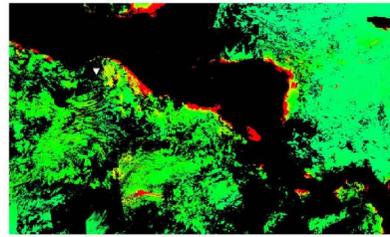


Fig.34 Sep 21-28

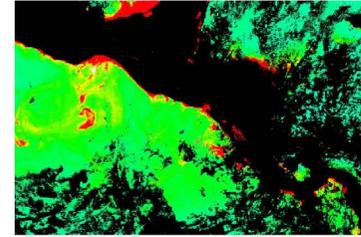


Fig.41 Nov 16-23

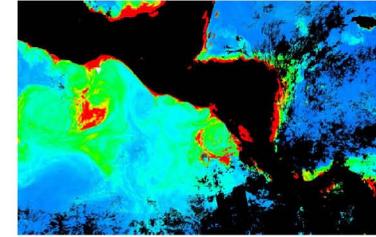


Fig.42 Nov 24-Dic 01

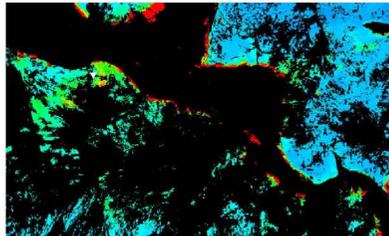


Fig.35 Sep 29-Oct 06

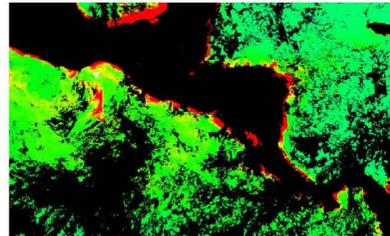


Fig.36 Oct 07-14

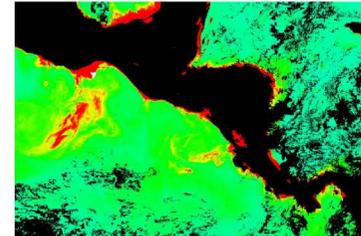


Fig.43 Dic 02-9

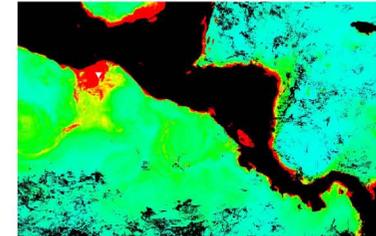


Fig.44 Dic 10-17

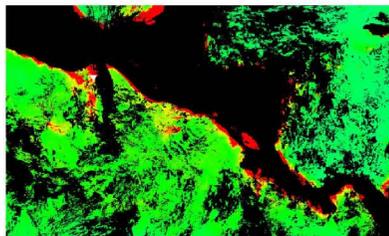


Fig.37. Oct 15-22

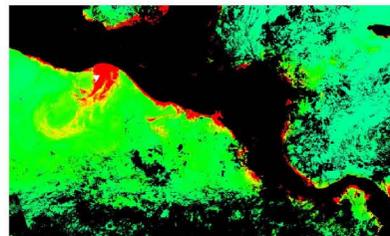


Fig.38 Oct 23-30

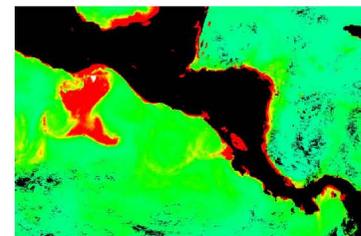


Fig.45 Dic 18-25

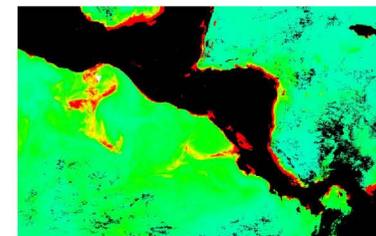


Fig.46 Dic 26-Ene 02

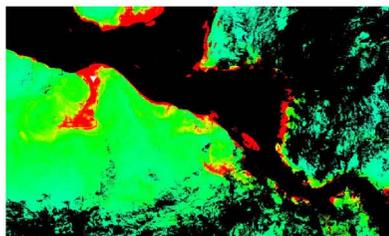


Fig.39 Oct 31-Nov 07

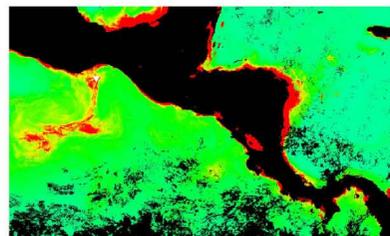
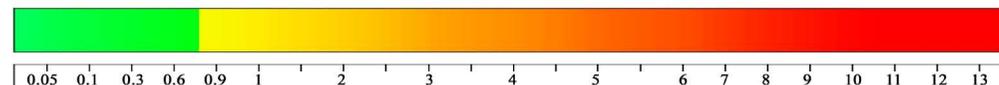


Fig.40 Nov 08-15

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



2009

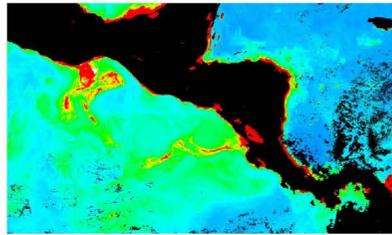


Fig.1 Ene 01-08

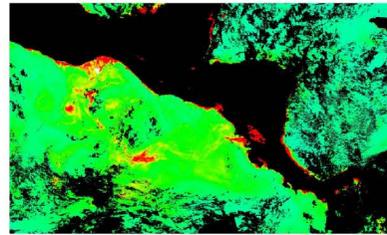


Fig.2 Ene 09-16

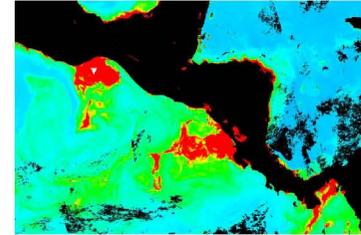


Fig.9 Mar 06-13

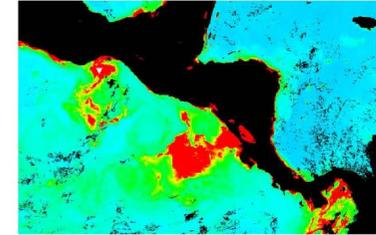


Fig.10 Mar 14-21

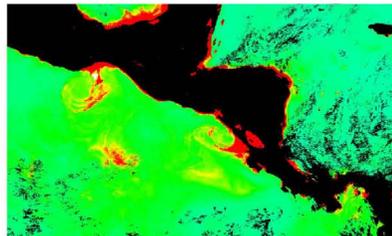


Fig.3 Ene 17-24

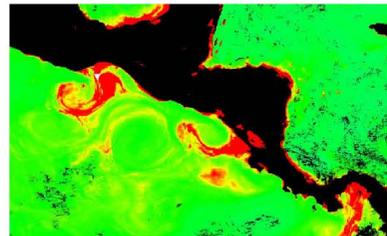


Fig.4 Ene 25-Feb 01

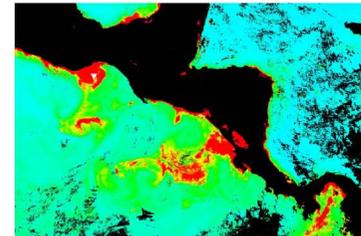


Fig.11 Mar 22-29

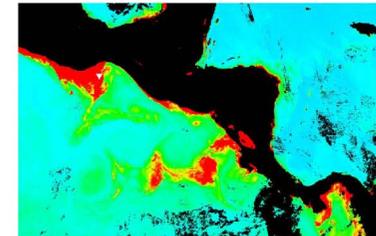


Fig.12 Mar 30-Abr 06

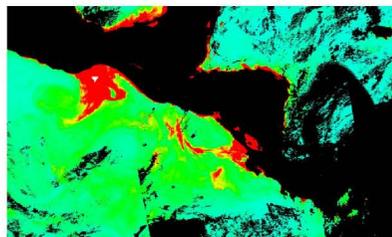


Fig.5 Feb 02-09

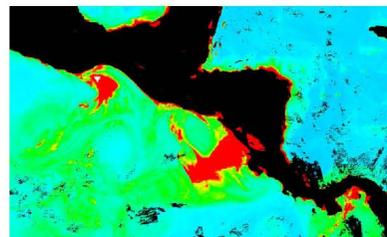


Fig.6 Feb 10-17

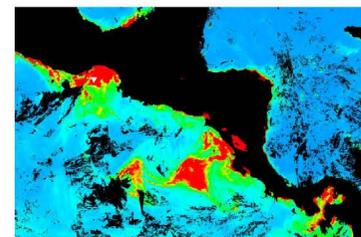


Fig.13 Abr 07-14

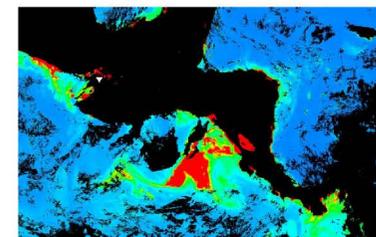


Fig.14 Abr 15-22

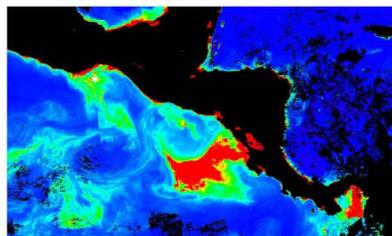


Fig.7 Feb 18-25

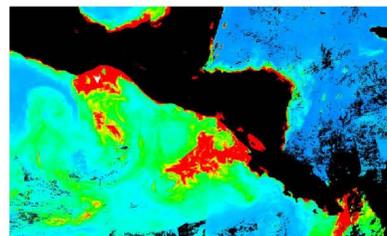


Fig.8 Feb 26-Mar 05

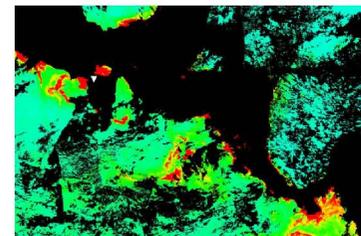


Fig.15 Abr 23-30

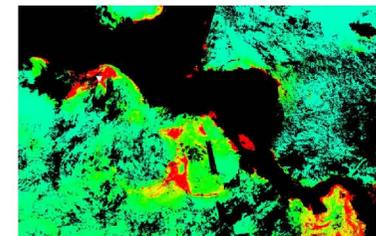
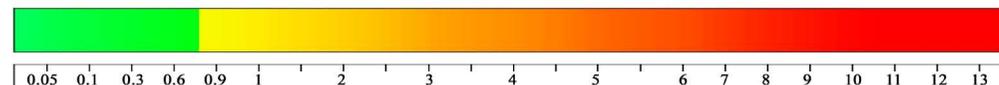


Fig.16 May 01-08

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



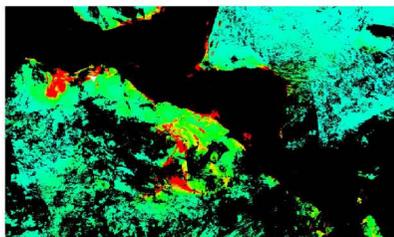


Fig.17 May 09-16

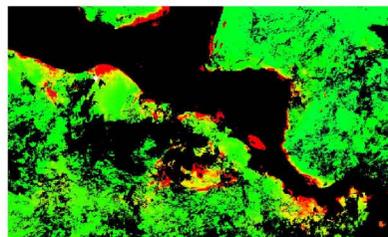


Fig.18 May 17-24

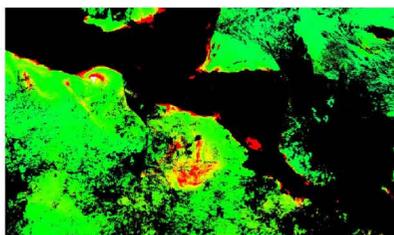


Fig.19 May 25-Jun 01

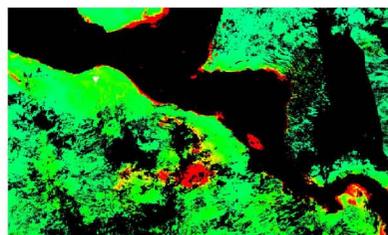


Fig.20 Jun 02-09

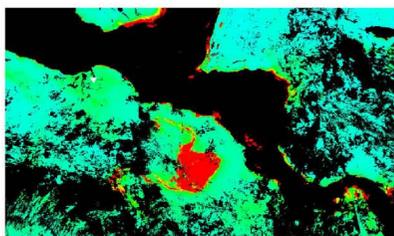


Fig.21 Jun 10-17

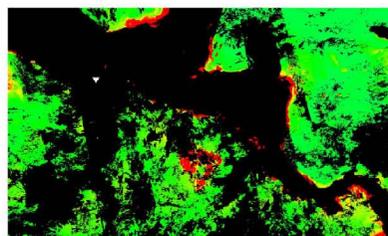


Fig.22 Jun 18-25

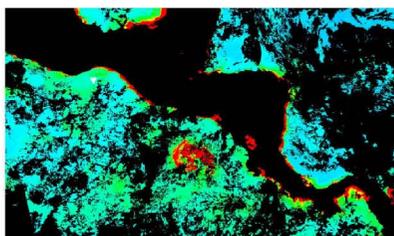
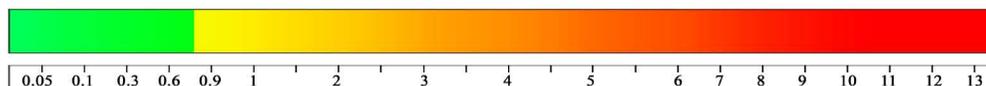


Fig.23 Jun 26-Jul 03

Concentración superficial de Clorofila-a (mg/m^3)



Anexo 6

*Imágenes satelitales de Nubosidad obtenidas de la base de datos:
<http://oceancolor.nasa.gov/> con una resolución temporal de un mes.*

2006

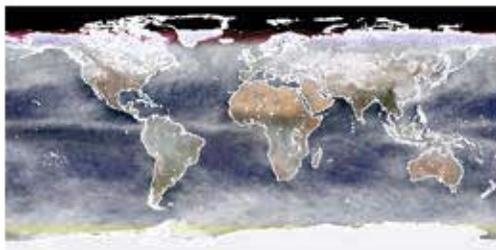


Fig. 1 Enero

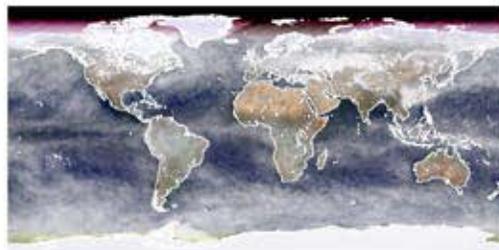


Fig. 2 Feb.

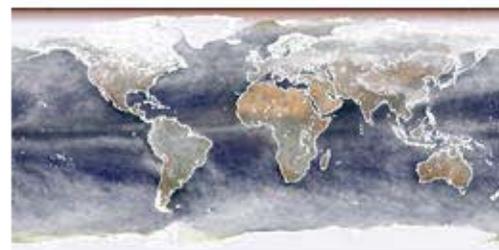


Fig. 3 Marzo

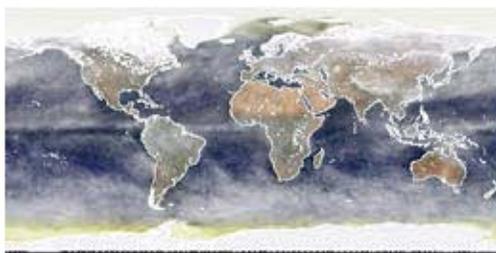


Fig. 4 Abril

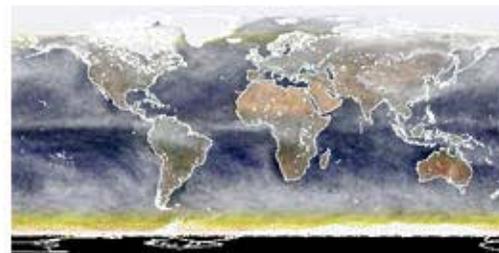


Fig. 5 Mayo

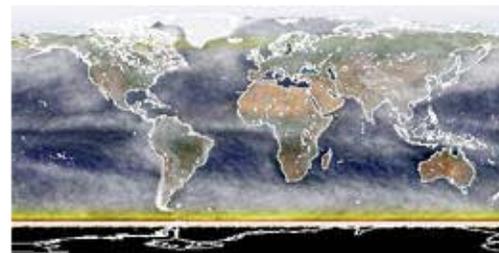


Fig. 6 Junio.

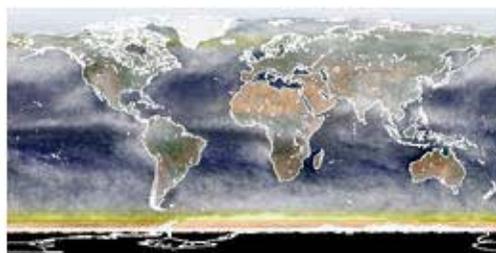


Fig 7 Julio

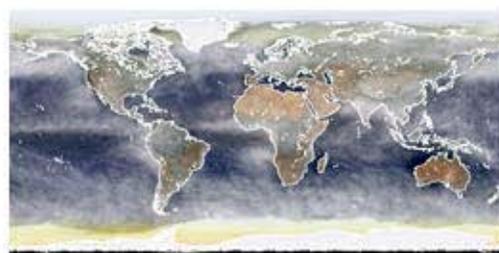


Fig. 8 Agosto

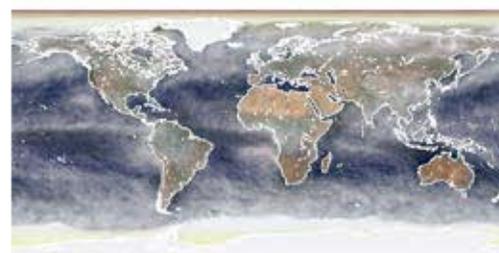


Fig. 9 Septiembre

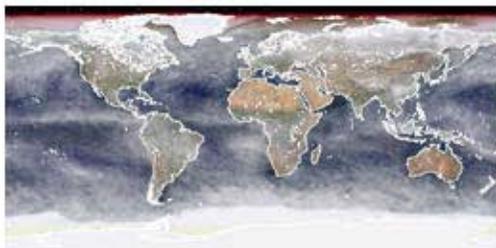


Fig. 10 Octubre

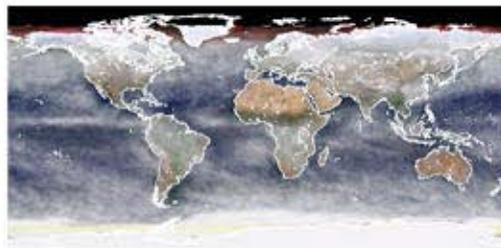


Fig. 11 Noviembre

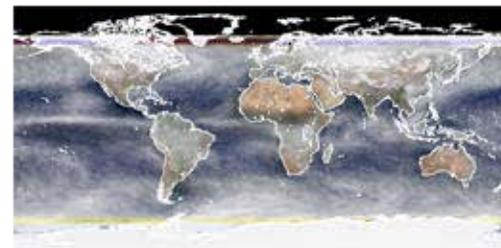


Fig. 12 Diciembre

2007

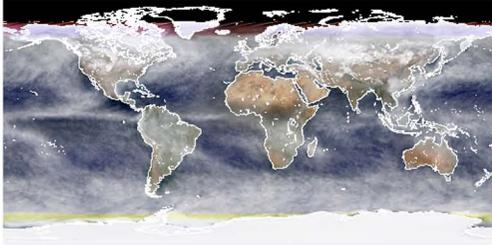


Fig. 1 Enero

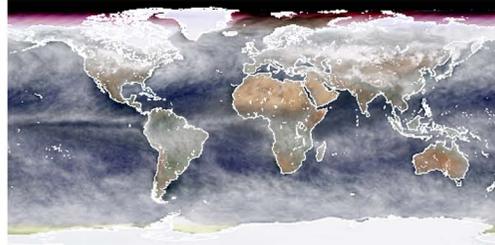


Fig. 2 Feb.

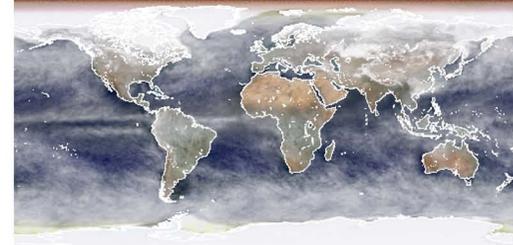


Fig. 3 Marzo

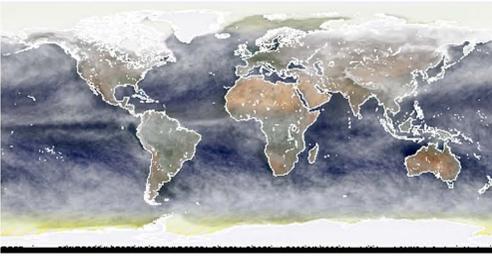


Fig. 4 Abril

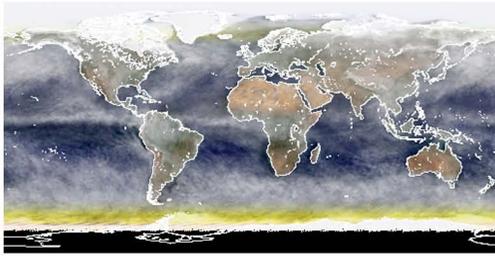


Fig. 5 Mayo

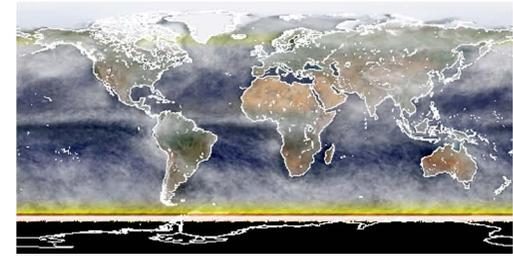


Fig. 6 Junio.

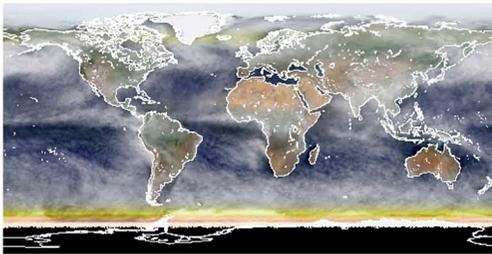


Fig. 7 Julio

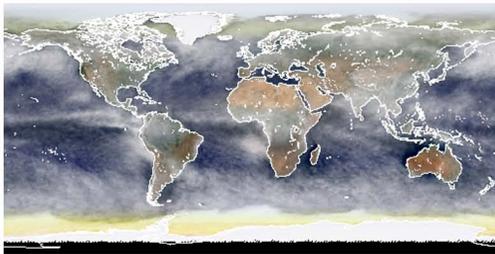


Fig. 8 Agosto

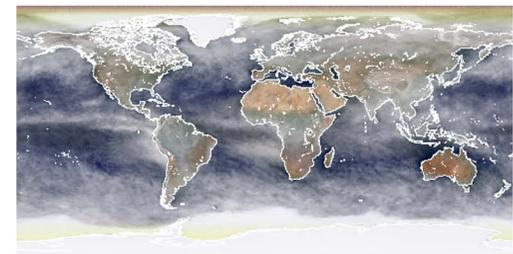


Fig. 9 Septiembre

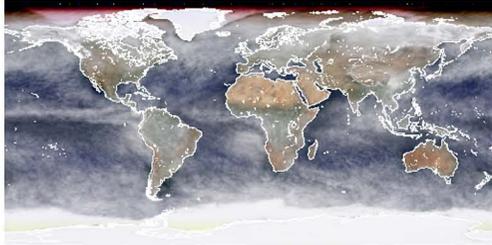


Fig. 10 Octubre

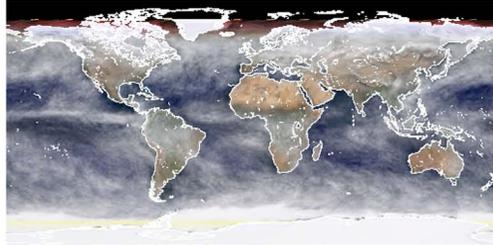


Fig. 11 Noviembre

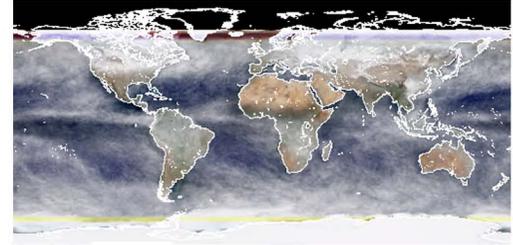


Fig. 12 Diciembre

2008

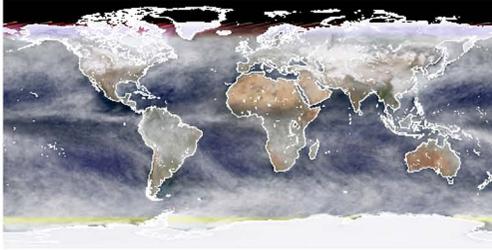


Fig. 1 Enero

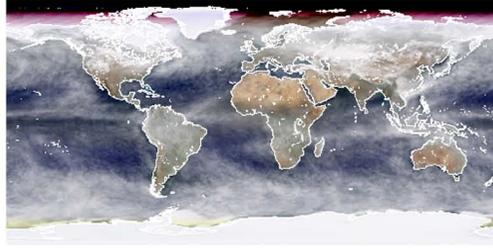


Fig. 2 Feb.

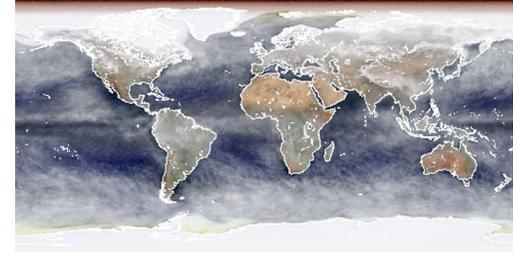


Fig. 3 Marzo

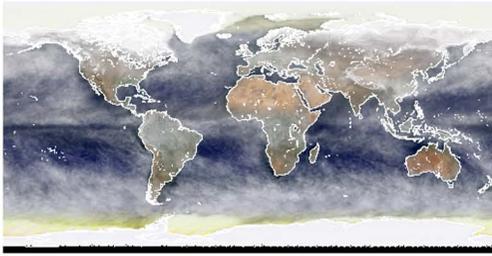


Fig. 4 Abril

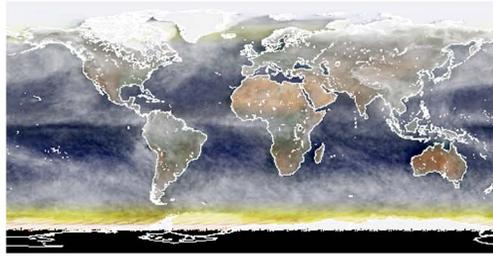


Fig. 5 Mayo

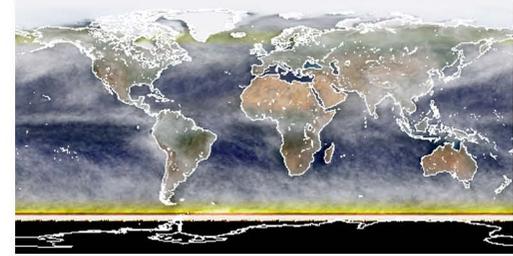


Fig. 6 Junio.

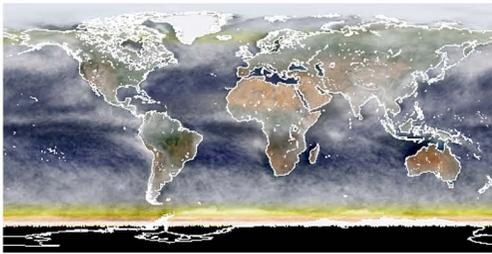


Fig 7 Julio

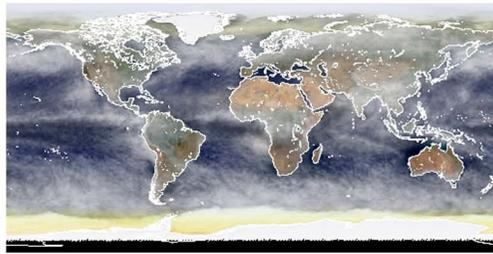


Fig. 8 Agosto

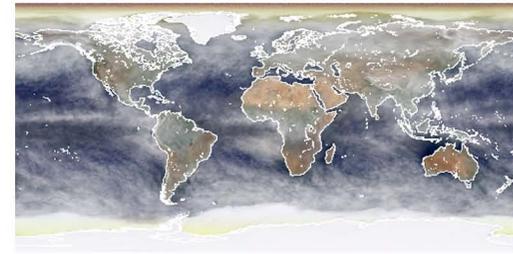
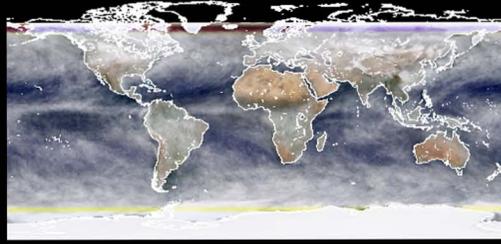
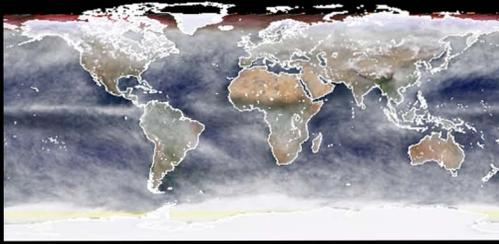
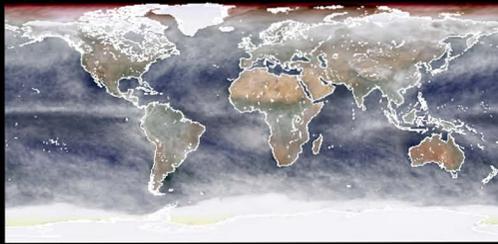


Fig. 9 Septiembre



2009

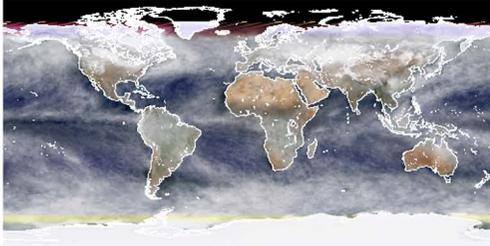


Fig. 1 Enero

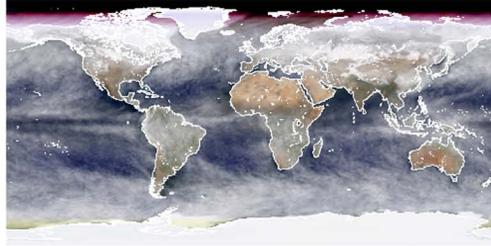


Fig. 2 Feb.

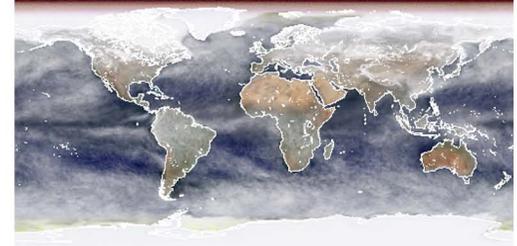


Fig. 3 Marzo

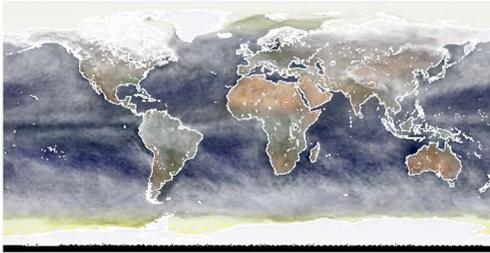


Fig. 4 Abril

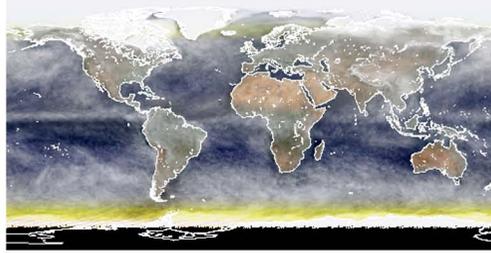


Fig. 5 Mayo

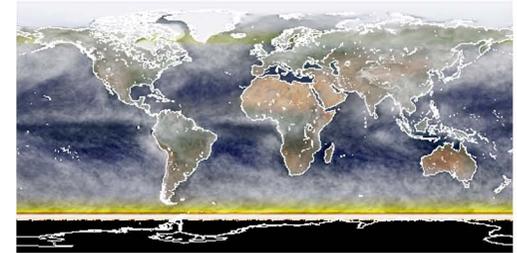


Fig. 6 Junio.

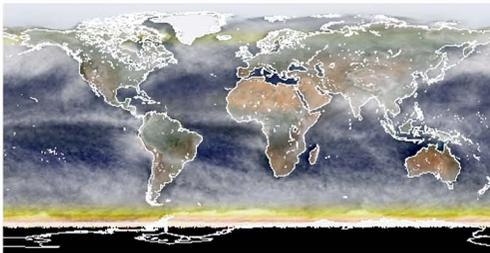


Fig 7 Julio

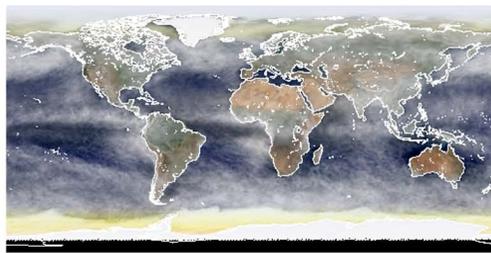


Fig. 8 Agosto

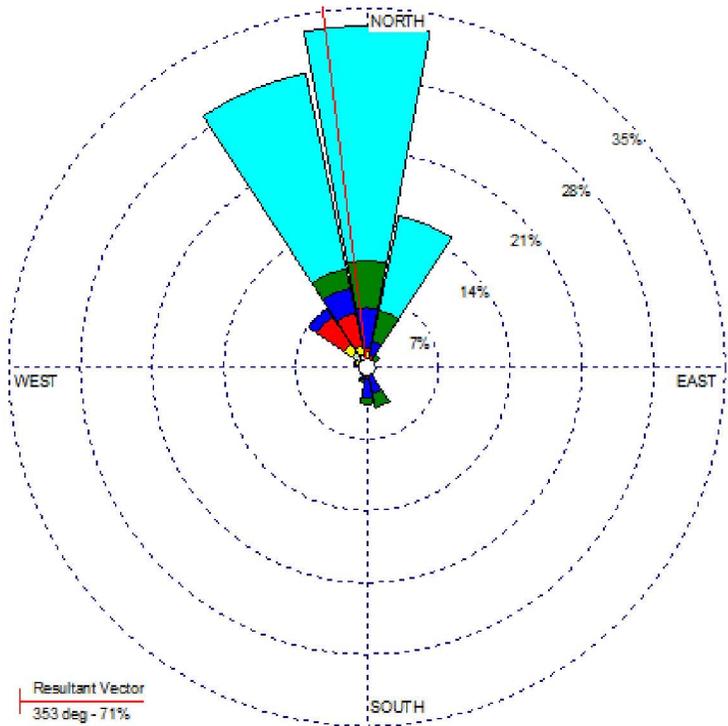
Anexo 7

Rosas de viento construidas con los valores de velocidad y dirección del viento de la estación meteorológica de Secretaría de Marina (SEMAR) de Salina Cruz, Oaxaca de los años 2006 y 2008 (únicos datos disponibles) y de estimaciones de la base de datos North American Regional Reanalysis (NARR) de los años 2006 a 2009.

2006

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Enero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

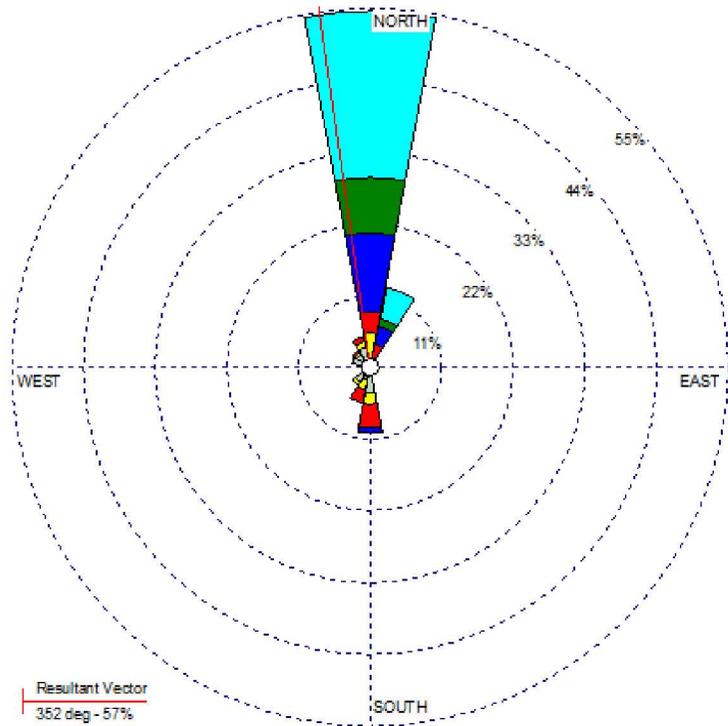
- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 0.14%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.14%	722 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	11.45 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Narr 2006
Enero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

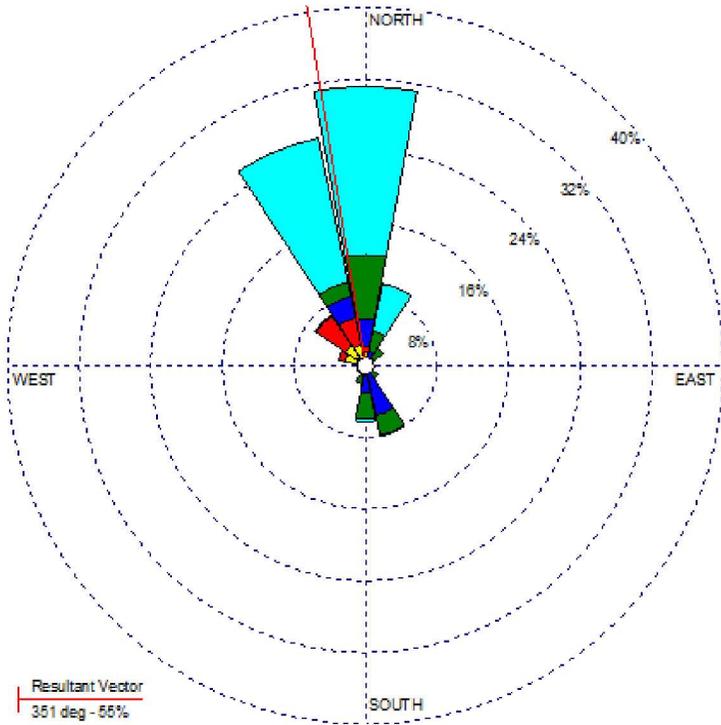
- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 0.00%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.00%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.49 m/s	30/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Febrero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

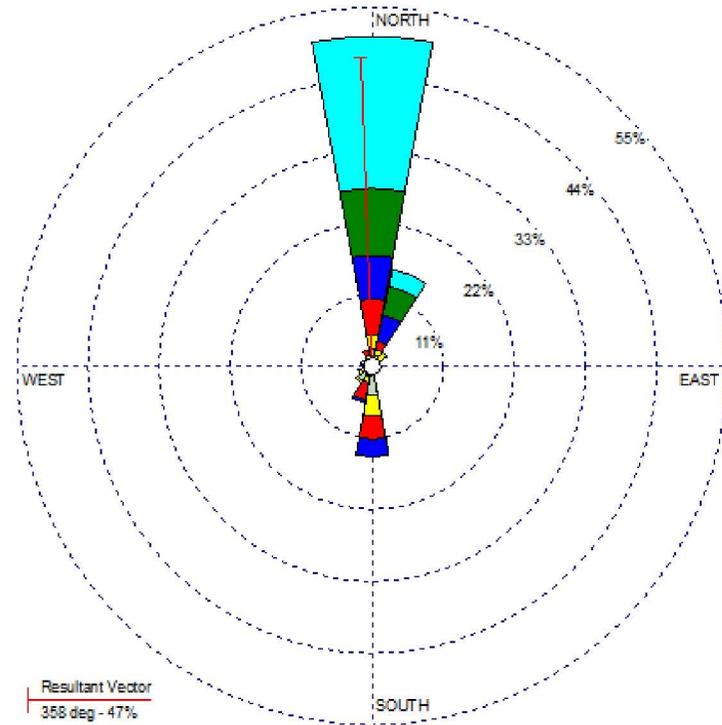
- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 0.30%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.30%	672 hrs.	
AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:	
10.86 m/s	03/03/2011		

WIND ROSE PLOT:
Narr 2006
Febrero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

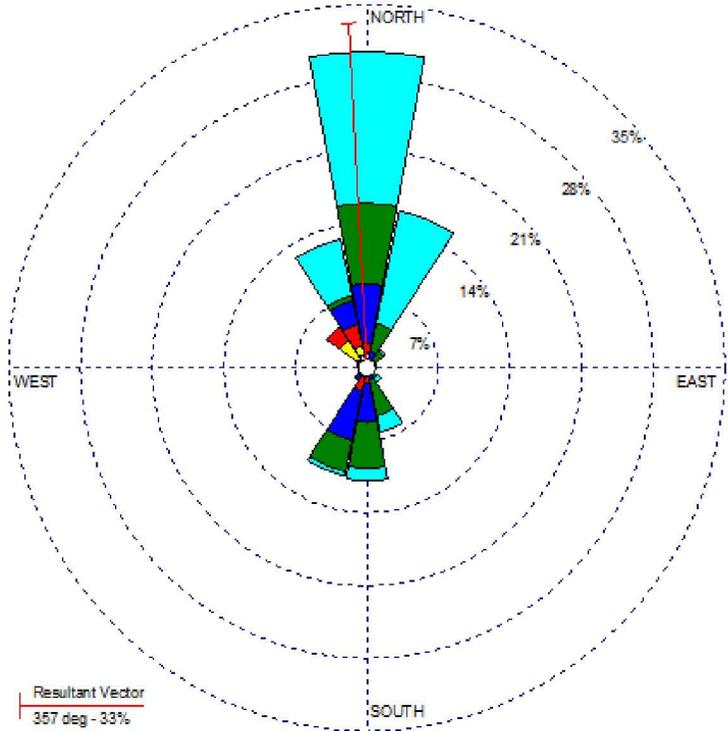
- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 1.34%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.34%	224 hrs.	
AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:	
7.34 m/s	31/03/2011		

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Marzo

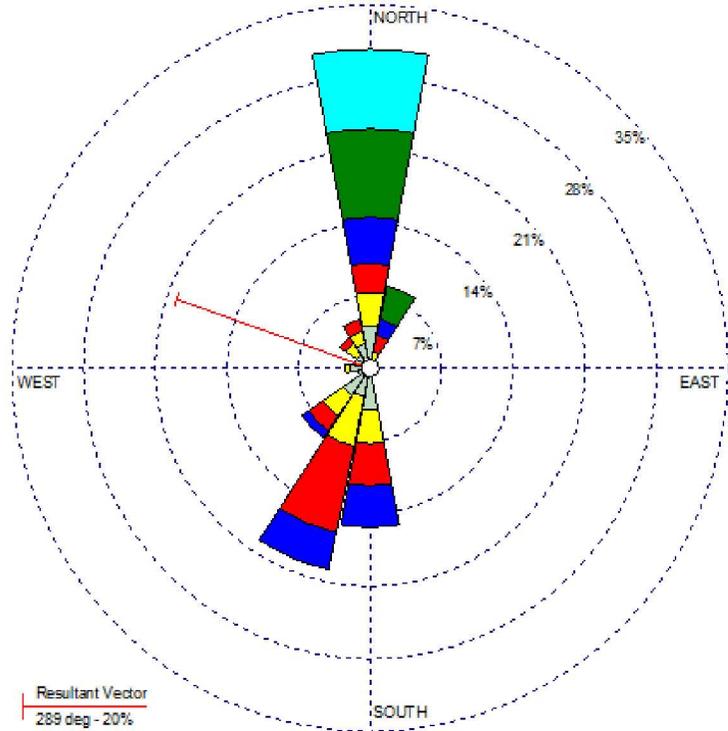
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS:	DATA PERIOD: 2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME:	
	CALM WINDS: 0.13%	MODELER:	
	AVG. WIND SPEED: 9.79 m/s	TOTAL COUNT: 744 hrs.	PROJECT NO.:
	DATE: 04/03/2011		

WIND ROSE PLOT:
Nair 2006
Marzo

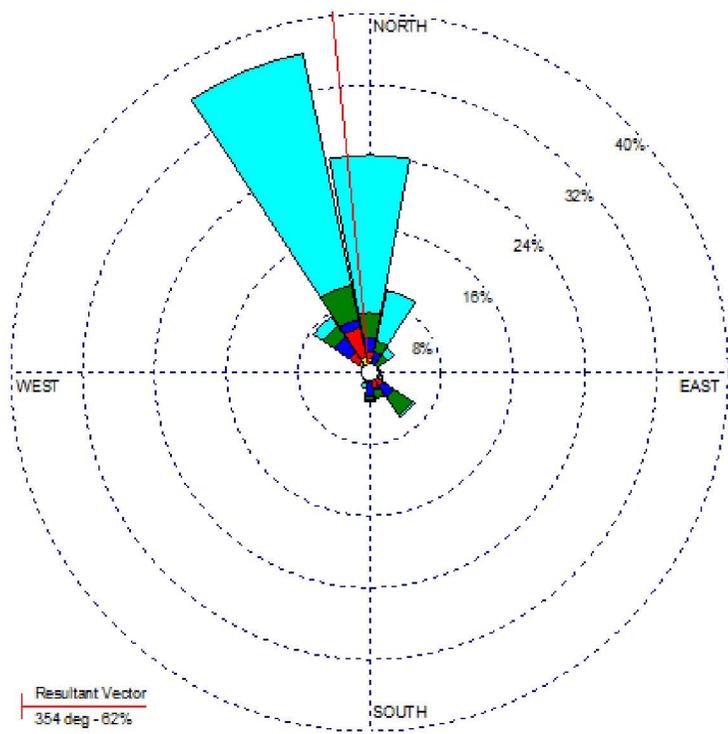
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS:	DATA PERIOD: 2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME:	
	CALM WINDS: 2.82%	MODELER:	
	AVG. WIND SPEED: 5.18 m/s	TOTAL COUNT: 248 hrs.	PROJECT NO.:
	DATE: 31/03/2011		

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Abril

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



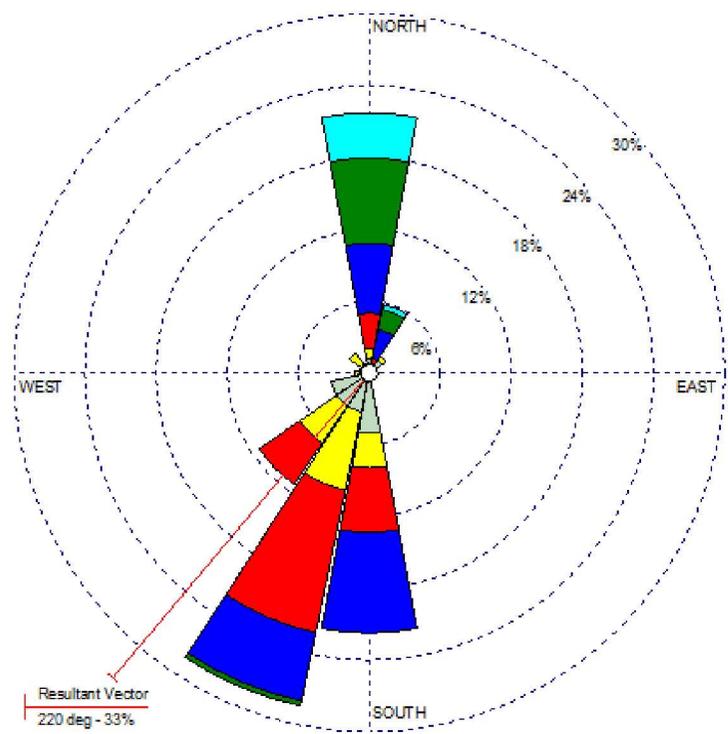
WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1
- Calms: 0.00%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.00%	331 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	11.08 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Nar 2006
Abril

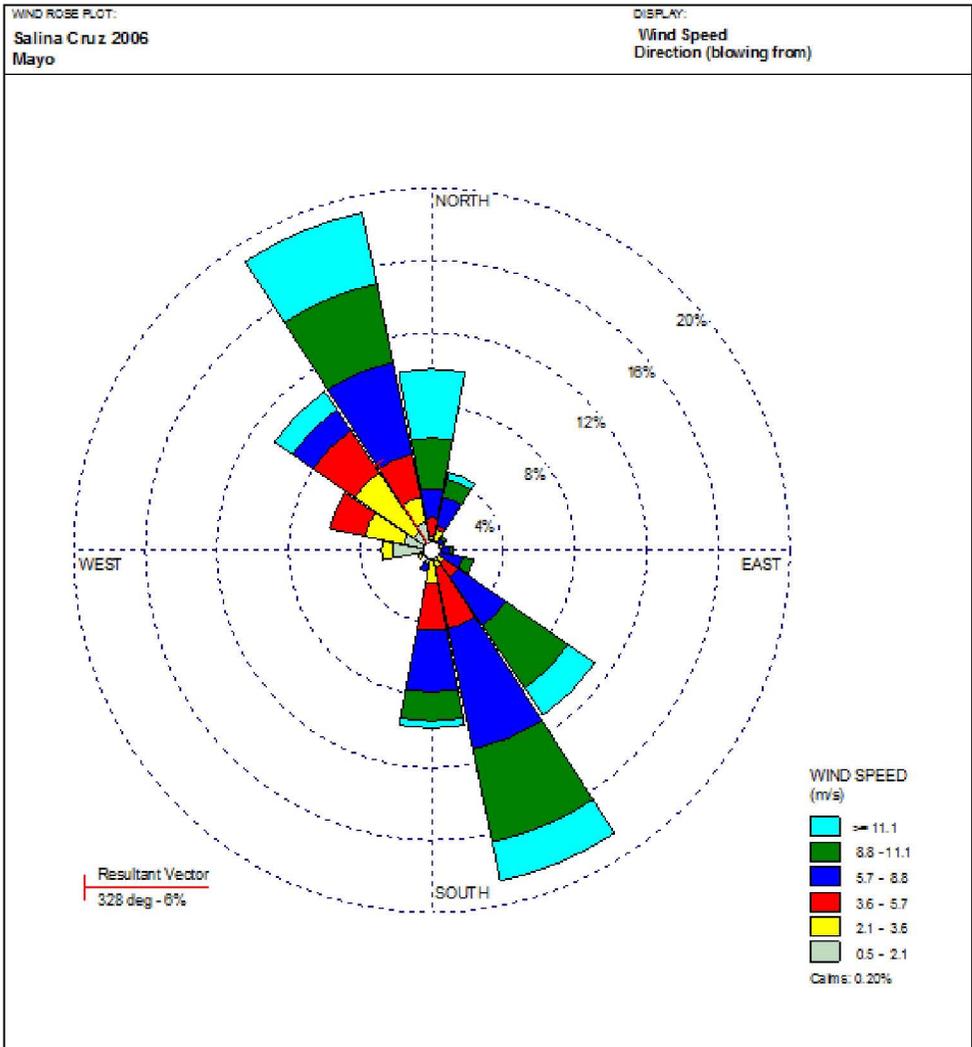
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



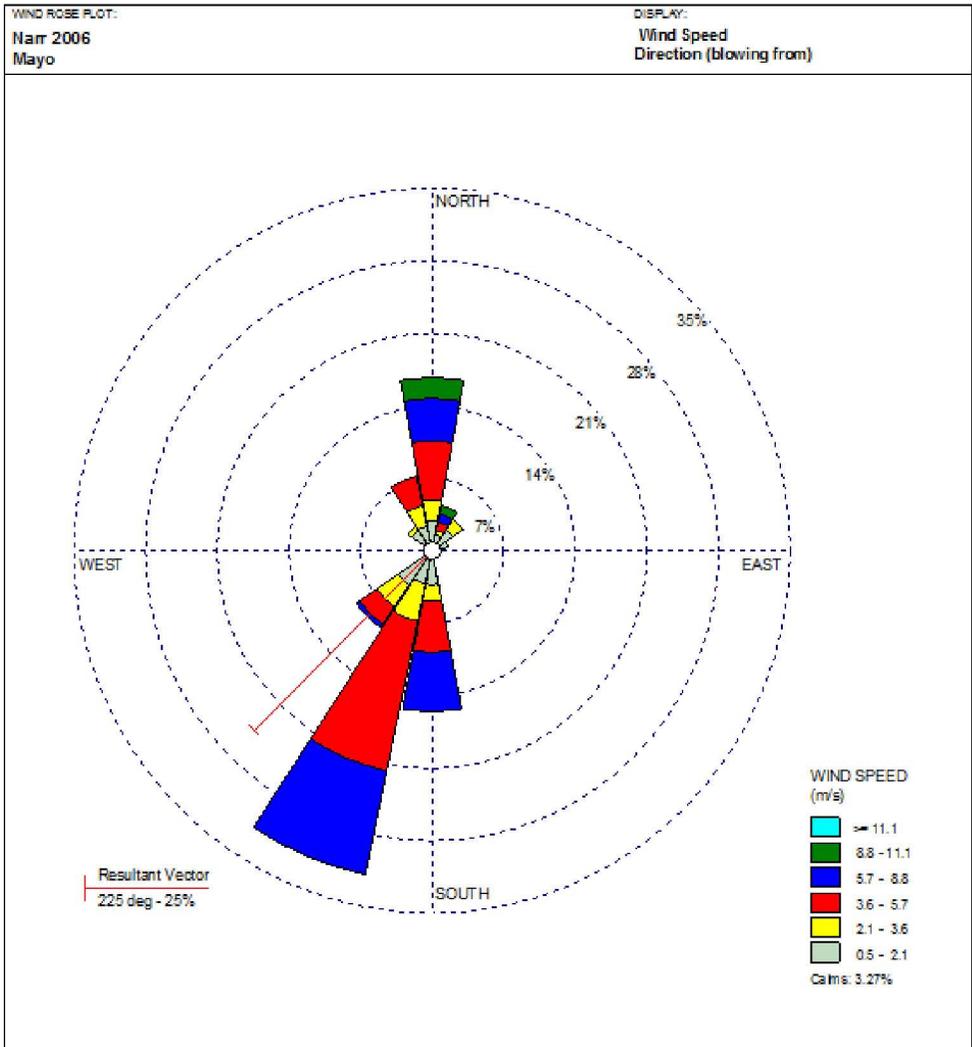
WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1
- Calms: 0.63%

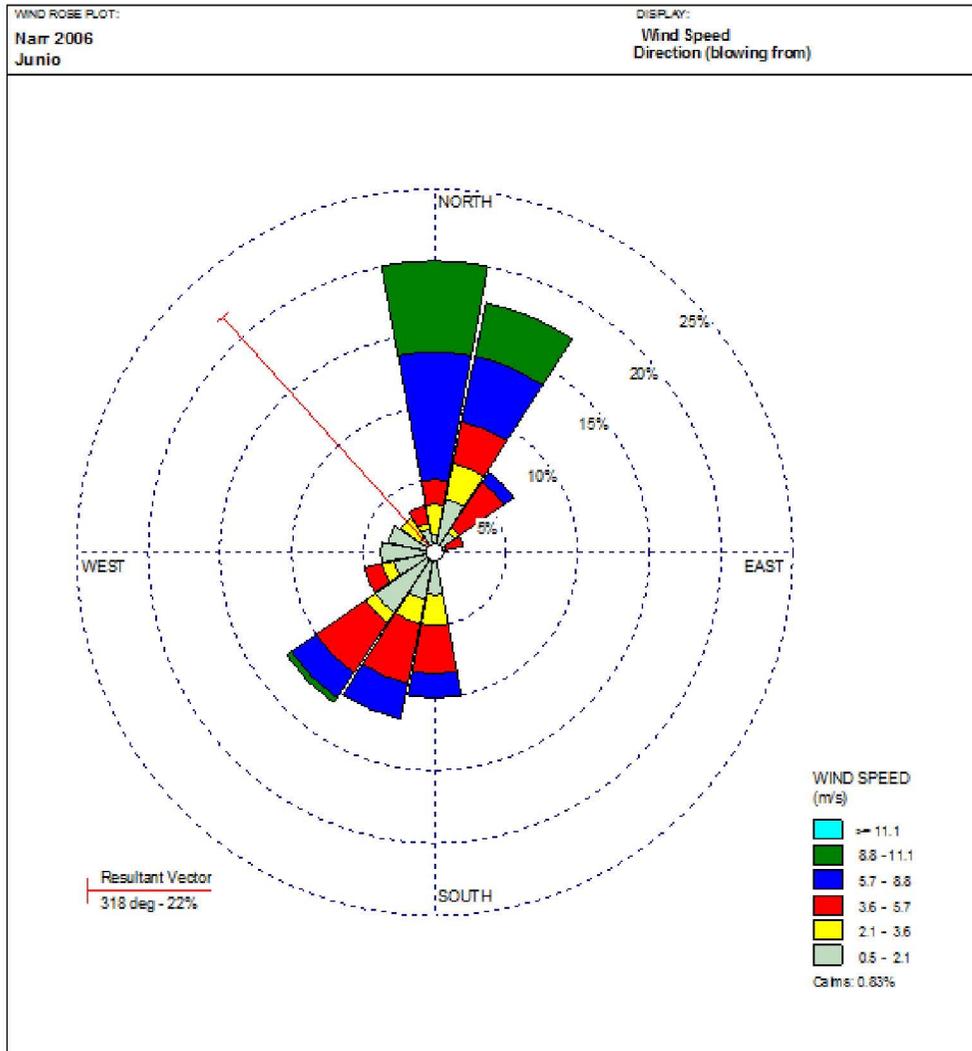
COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.83%	240 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	4.93 m/s	31/03/2011	



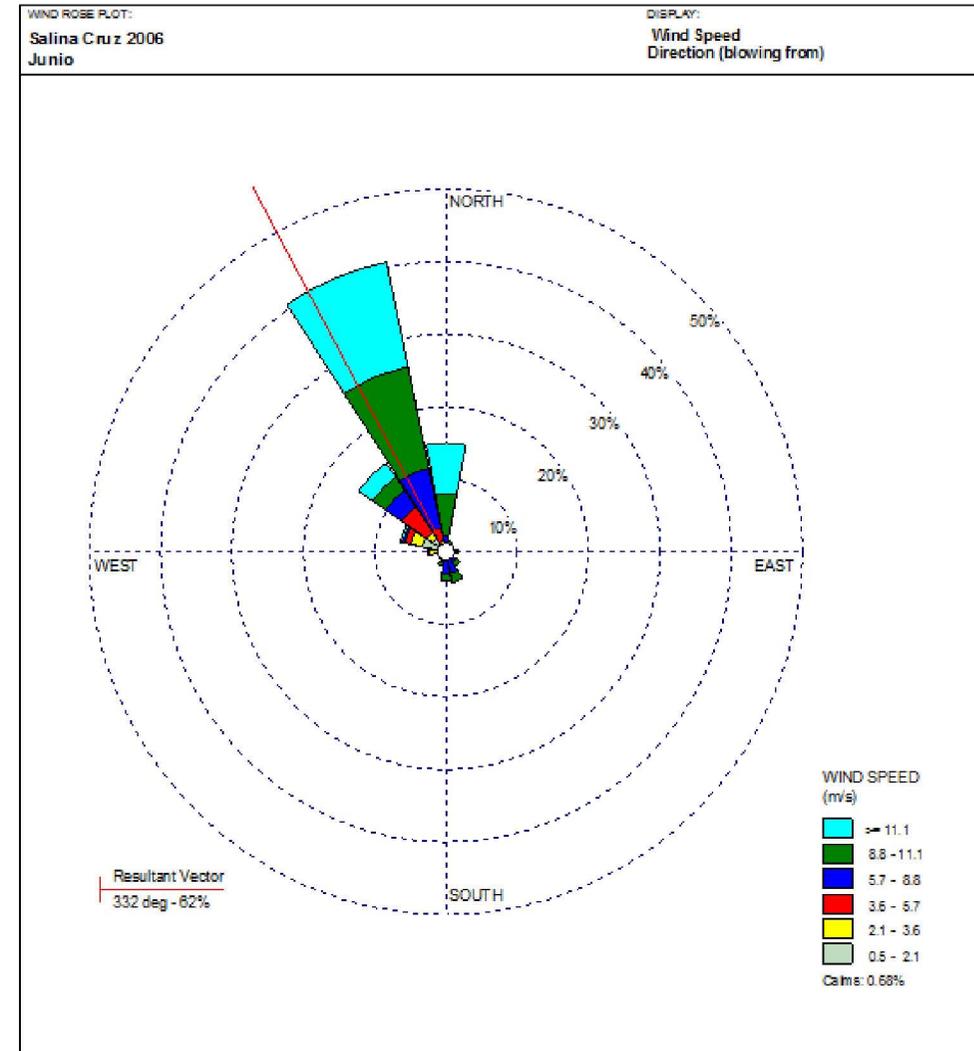
COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.20%	500 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	6.98 m/s	28/04/2011	



COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	3.27%	245 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	3.83 m/s	28/04/2011	



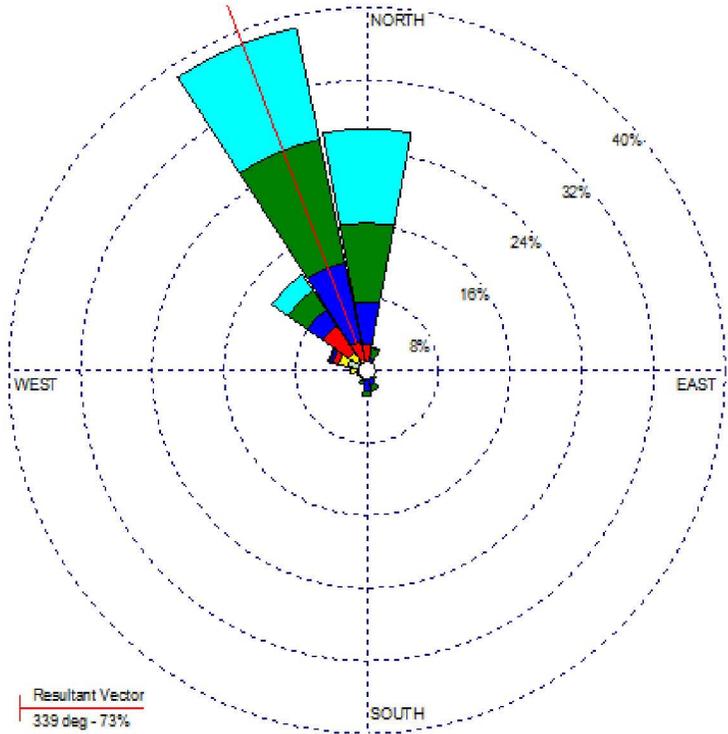
COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.83%	240 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	4.32 m/s	31/03/2011	



COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.68%	588 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	8.40 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Julio

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

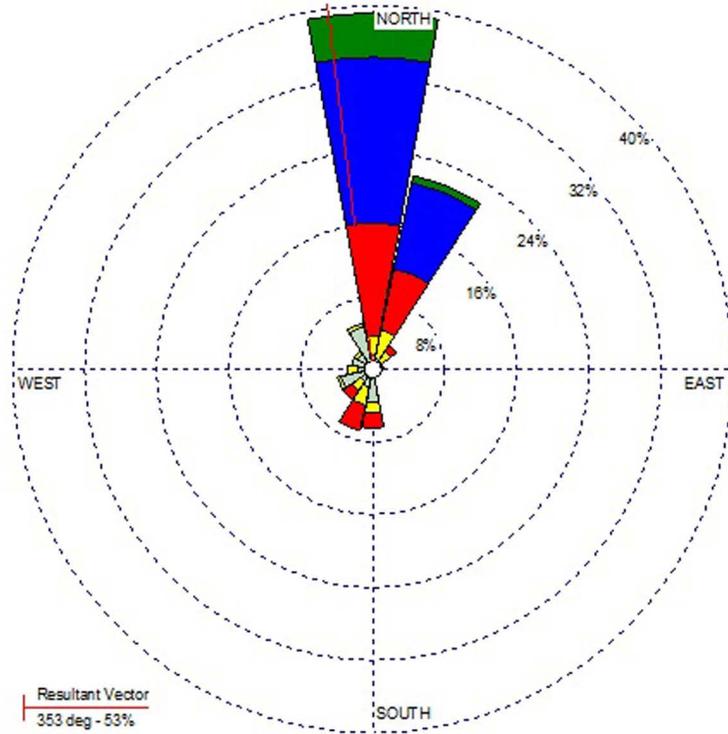
Calms: 0.54%

Resultant Vector
339 deg - 73%

COMMENTS:	DATA PERIOD: 2006 2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME:	
	CAJM WINDS: 0.54%	MODELER:	
	AVG. WIND SPEED: 8.67 m/s	TOTAL COUNT: 1114 hrs.	DATE: 08/03/2011

WIND ROSE PLOT:
Narr 2006
Julio

DISPLAY:
Wind Speed
Flow Vector (blowing to)



WIND SPEED (m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

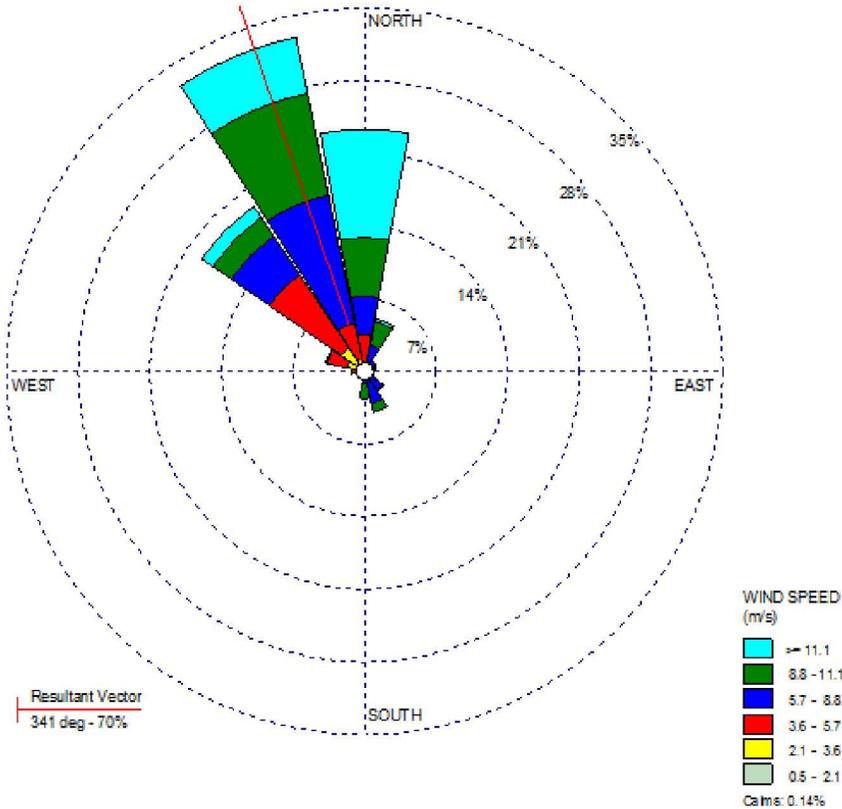
Calms: 0.40%

Resultant Vector
353 deg - 53%

COMMENTS:	DATA PERIOD: 2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME:	
	CAJM WINDS: 0.40%	MODELER:	
	AVG. WIND SPEED: 4.42 m/s	TOTAL COUNT: 248 hrs.	DATE: 31/03/2011

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Agosto

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS:

DATA PERIOD:
2006
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:
0.14%

AVG. WIND SPEED:
7.85 m/s

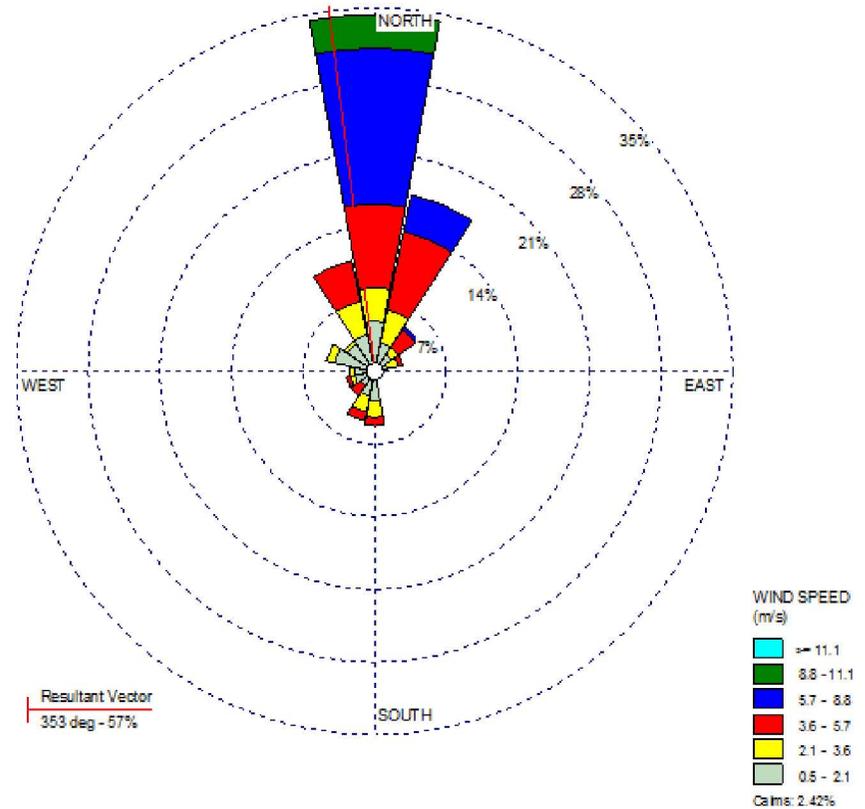
TOTAL COUNT:
692 hrs.

DATE:
08/03/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
Narr 2006
Agosto

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS:

DATA PERIOD:
2006
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:
2.42%

AVG. WIND SPEED:
3.79 m/s

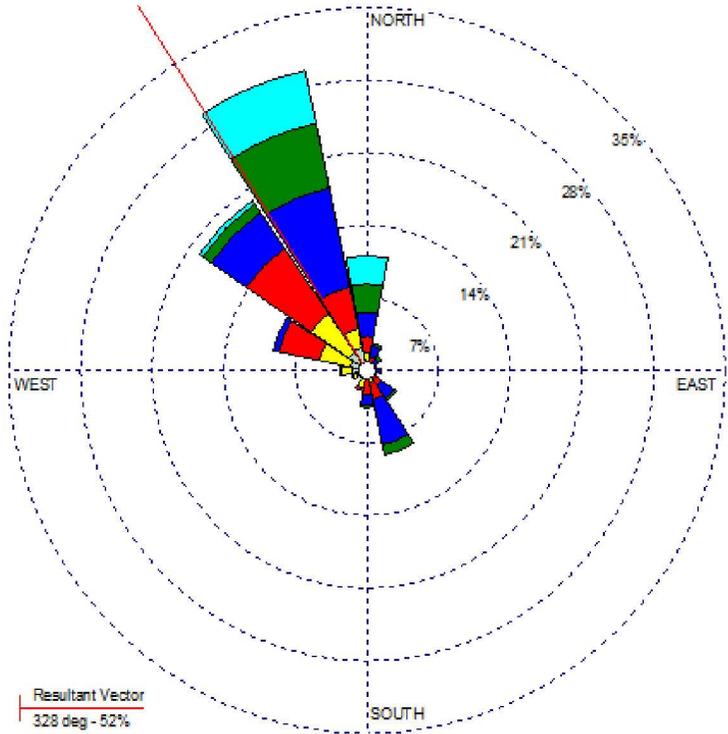
TOTAL COUNT:
248 hrs.

DATE:
31/03/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Septiembre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- 11.1 - > 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

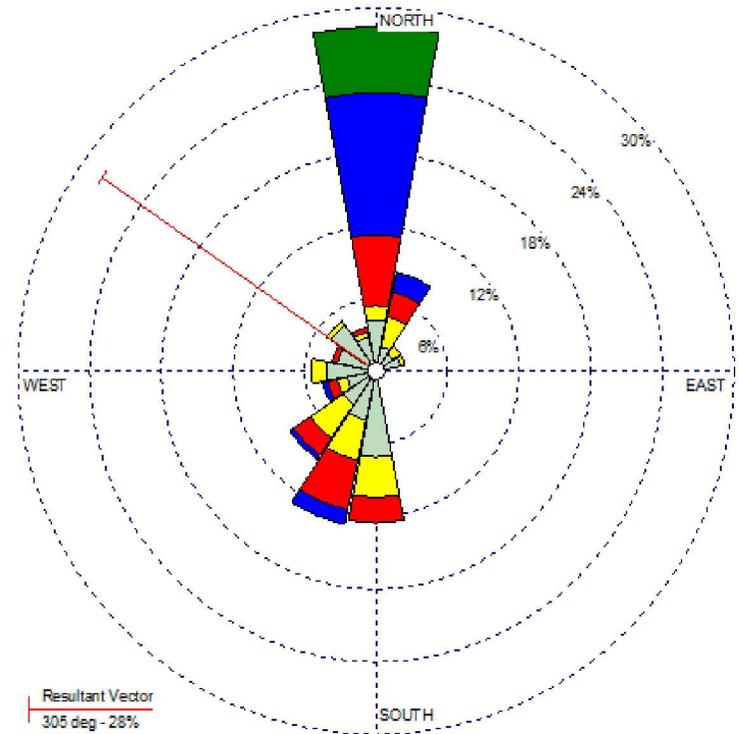
Calm: 0.43%

Resultant Vector
328 deg - 52%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.43%	696 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	5.87 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Narr 2006
Septiembre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- 11.1 - > 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

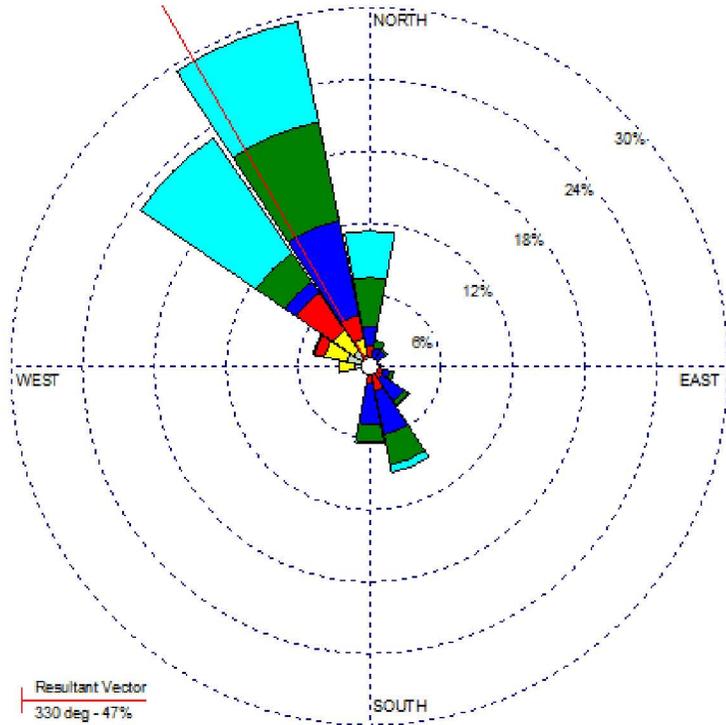
Calm: 1.67%

Resultant Vector
305 deg - 28%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.67%	240 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	3.58 m/s	31/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Octubre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

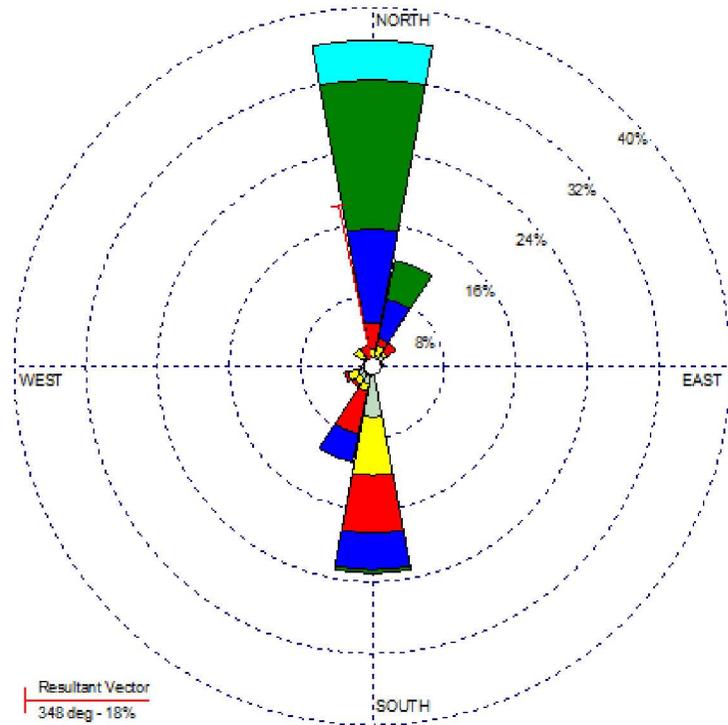
Calms: 0.16%

Resultant Vector
330 deg - 47%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.16%	619 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	8.36 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Iarr 2006
Octubre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

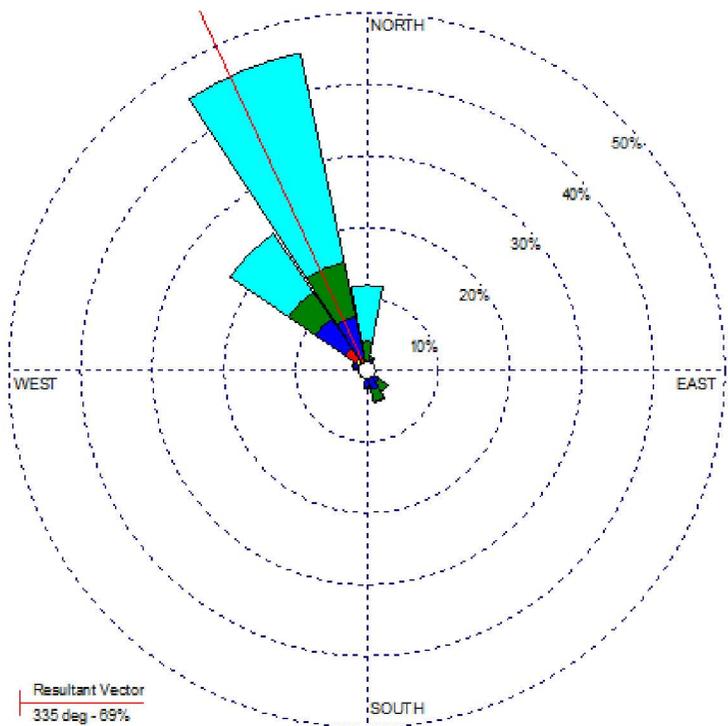
Calms: 0.40%

Resultant Vector
348 deg - 18%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.40%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	5.84 m/s	31/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2006
Noviembre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

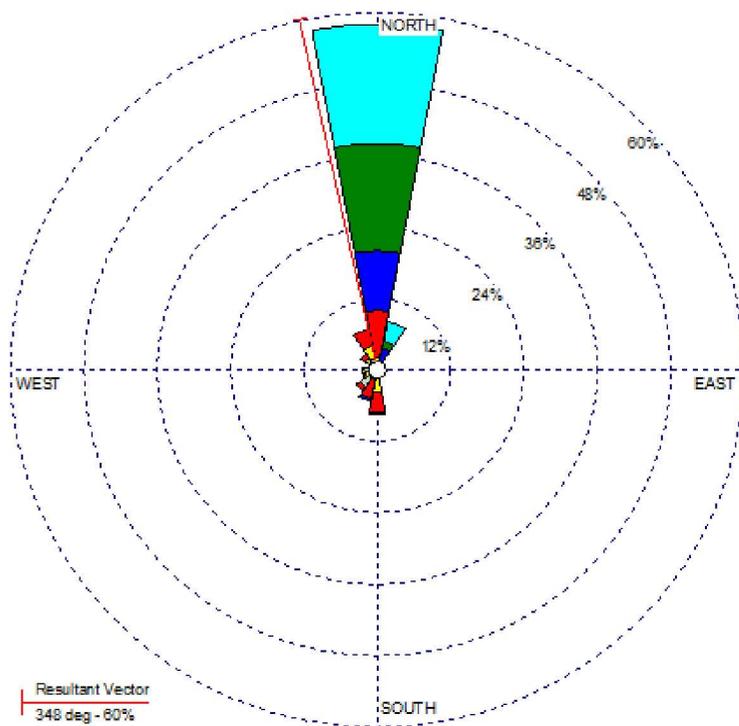
Calms: 0.17%

Resultant Vector
335 deg - 69%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.17%	597 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	11.46 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Narr 2006
Noviembre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 0.42%

Resultant Vector
348 deg - 60%

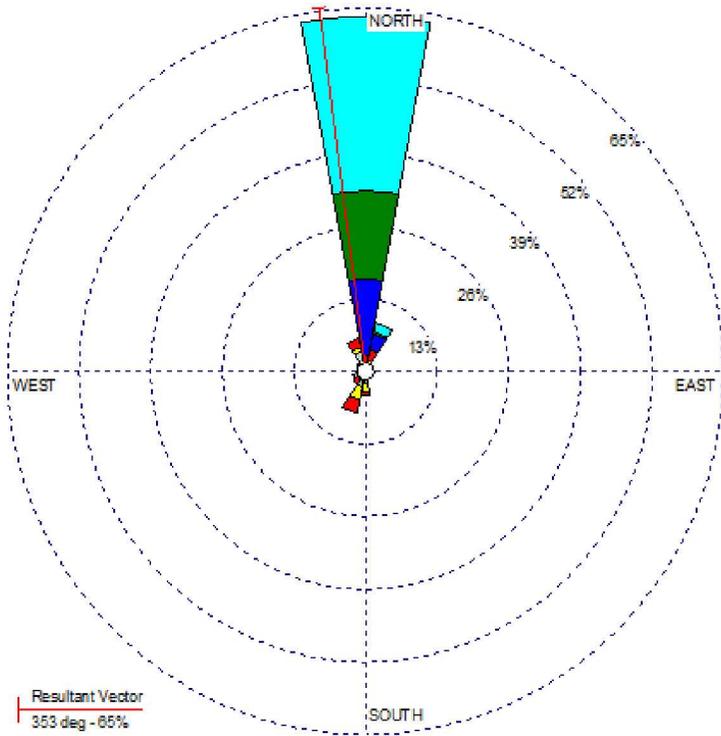
COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2006 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.42%	240 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.49 m/s	31/03/2011	

WIND ROSE PLOT:

Narr 2006
Diciembre

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)



Calm: 0.00%

Resultant Vector
353 deg - 65%

COMMENTS:

DATA PERIOD:

2006
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

TOTAL COUNT:

248 hrs.

CALM WINDS:

0.00%

AVG. WIND SPEED:

8.55 m/s

DATE:

31/03/2011

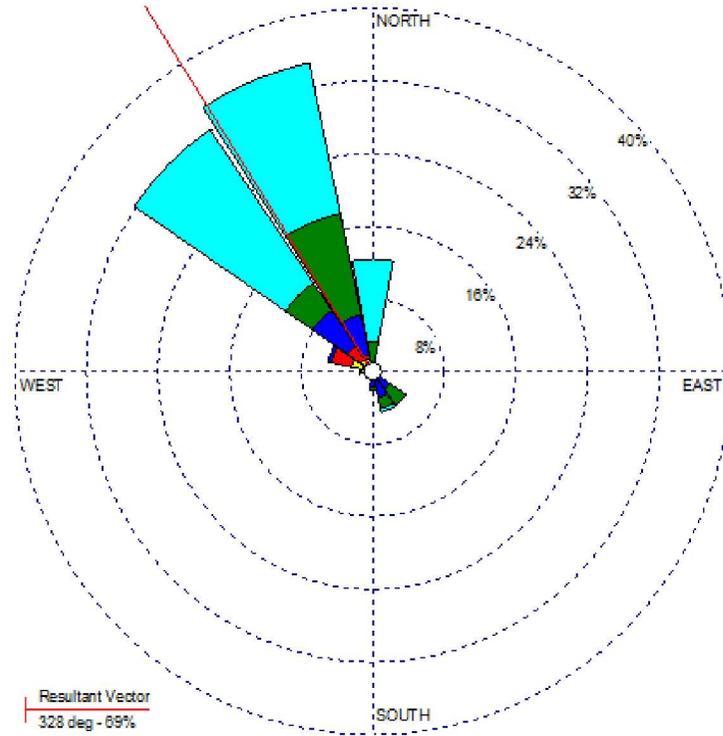
PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:

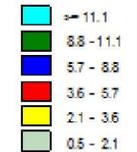
Salina Cruz 2006
Diciembre

DISPLAY:

Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)



Calm: 0.00%

Resultant Vector
328 deg - 69%

COMMENTS:

DATA PERIOD:

2006
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

TOTAL COUNT:

737 hrs.

CALM WINDS:

0.00%

AVG. WIND SPEED:

11.30 m/s

DATE:

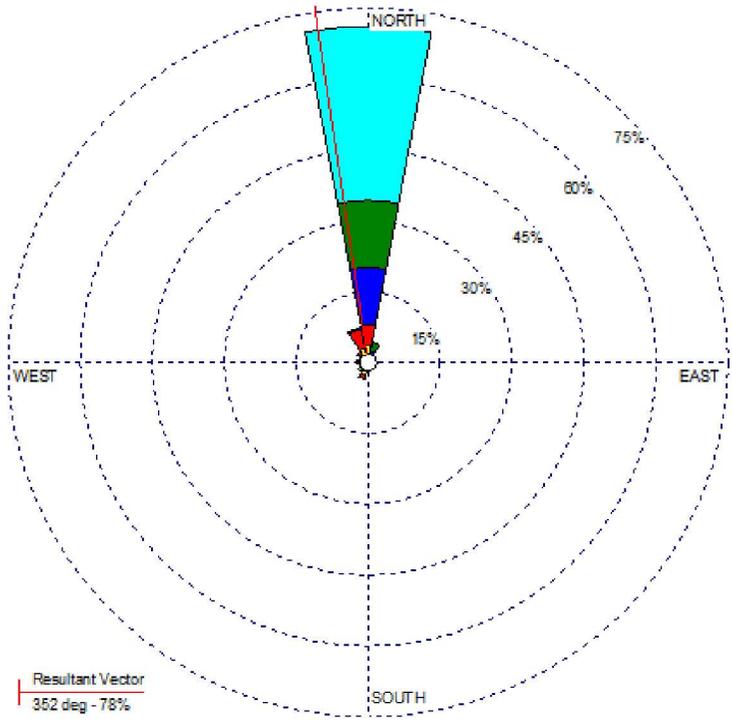
08/03/2011

PROJECT NO.:

2007

WIND ROSE PLOT:
Narr 2007
Enero

DISPLAY:
Wind Speed
Flow Vector (blowing to)



WIND SPEED (m/s)

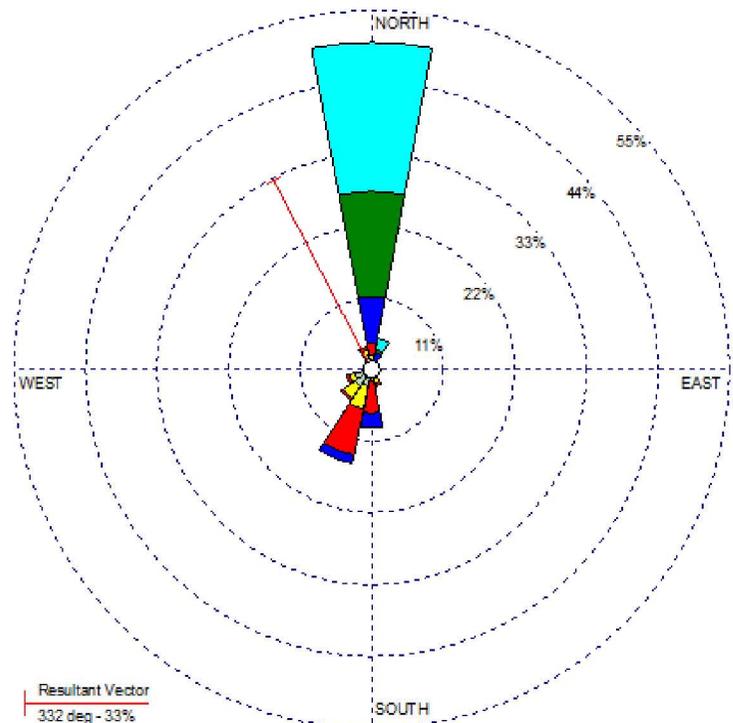
- 11.1 - 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 0.81%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.81%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	8.84 m/s	31/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Narr 2007
Febrero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

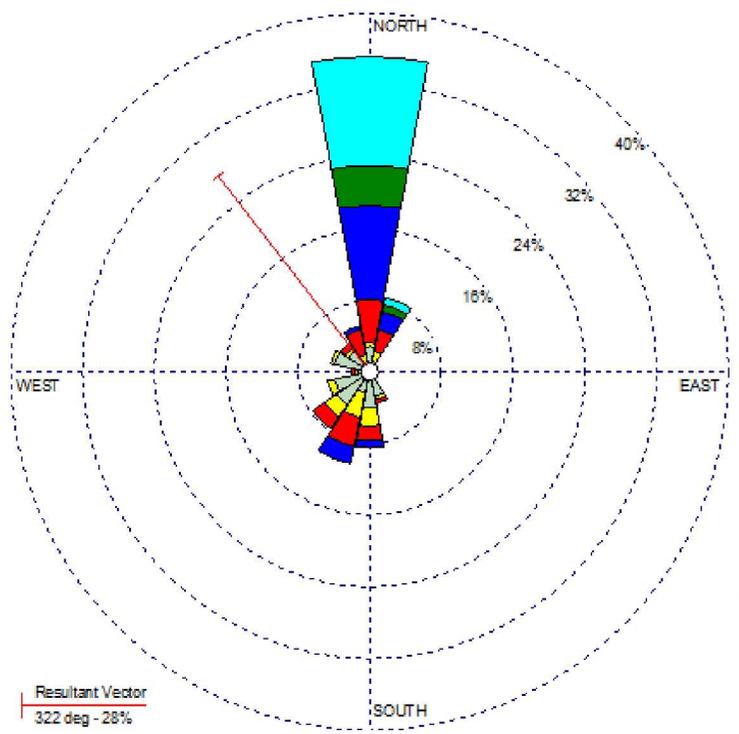
- 11.1 - 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 1.79%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.79%	224 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.38 m/s	31/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2007
 Marzo

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



Resultant Vector
 322 deg - 28%

WIND SPEED (m/s)

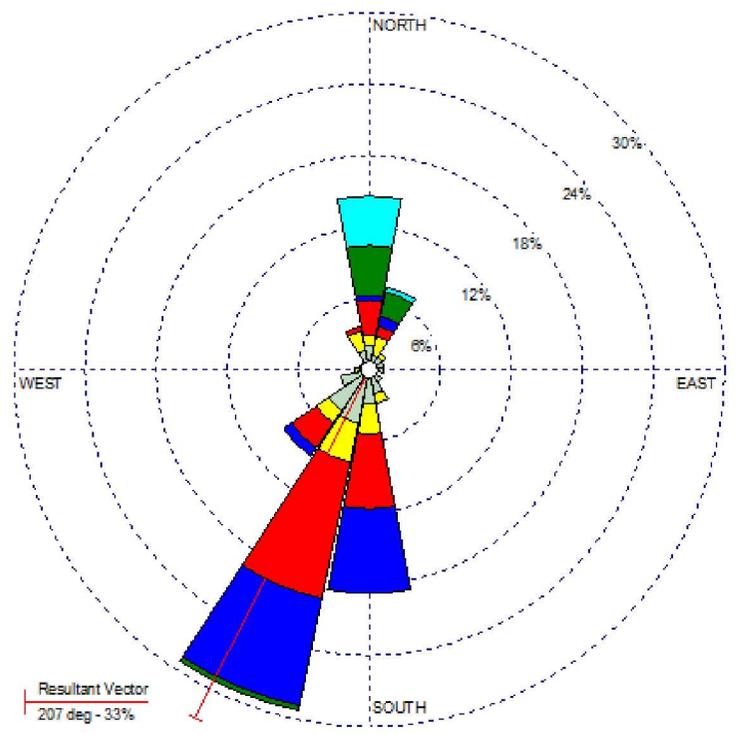
- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 2.82%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	2.82%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	5.27 m/s	31/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2007
 Abril

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



Resultant Vector
 207 deg - 33%

WIND SPEED (m/s)

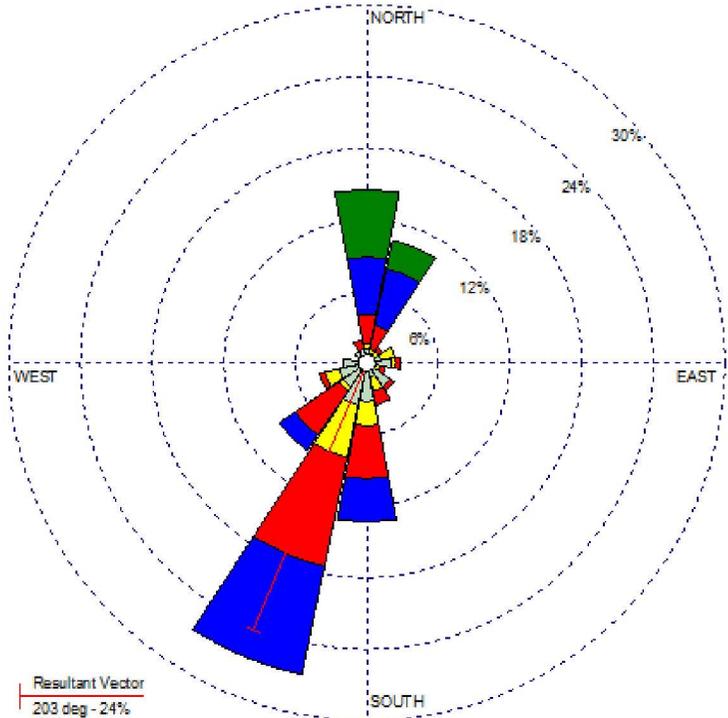
- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 3.75%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	3.75%	240 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	4.41 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2007
 Mayo

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

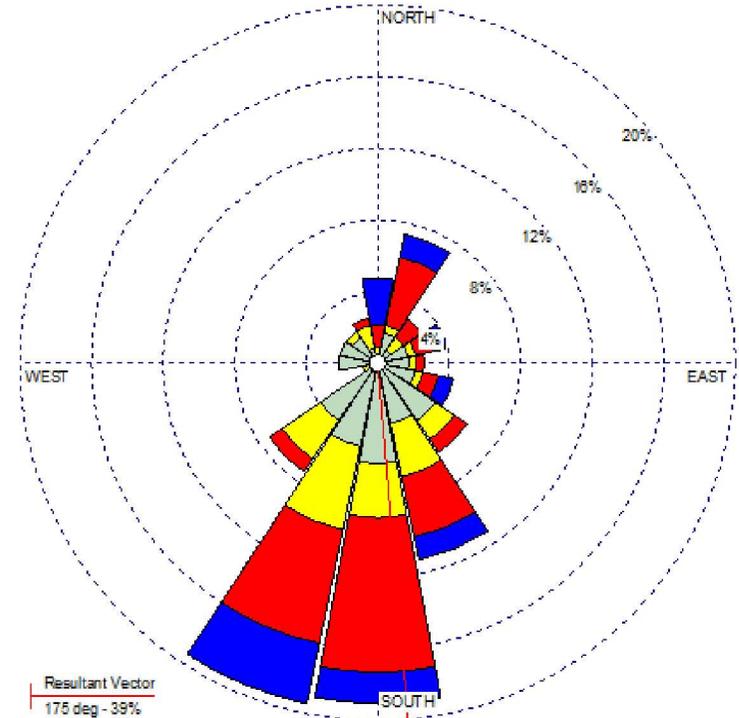
Calms: 1.21%

Resultant Vector
 203 deg - 24%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.21%	248 hrs.	
AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:	
4.32 m/s	01/04/2011		

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2007
 Junio

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

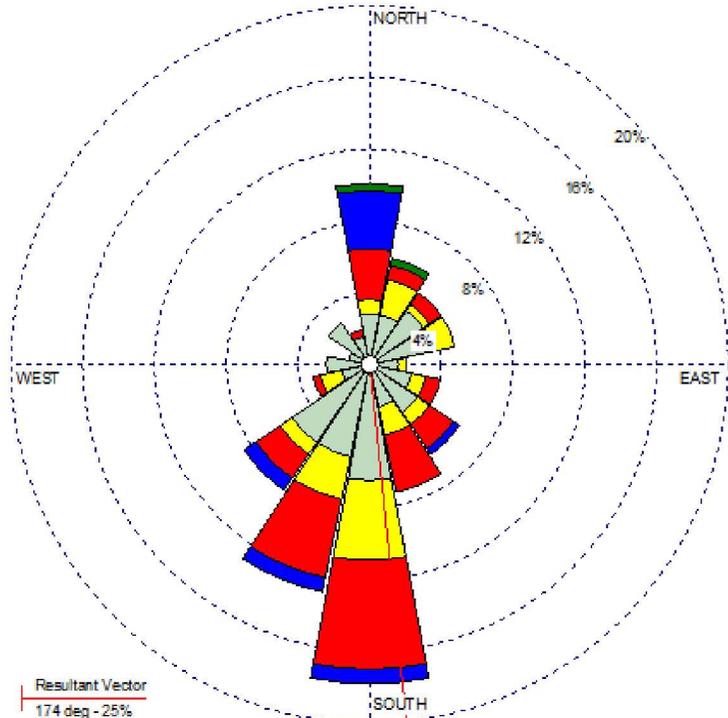
Calms: 1.29%

Resultant Vector
 175 deg - 39%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.29%	232 hrs.	
AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:	
3.27 m/s	01/04/2011		

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2007
 Julio

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

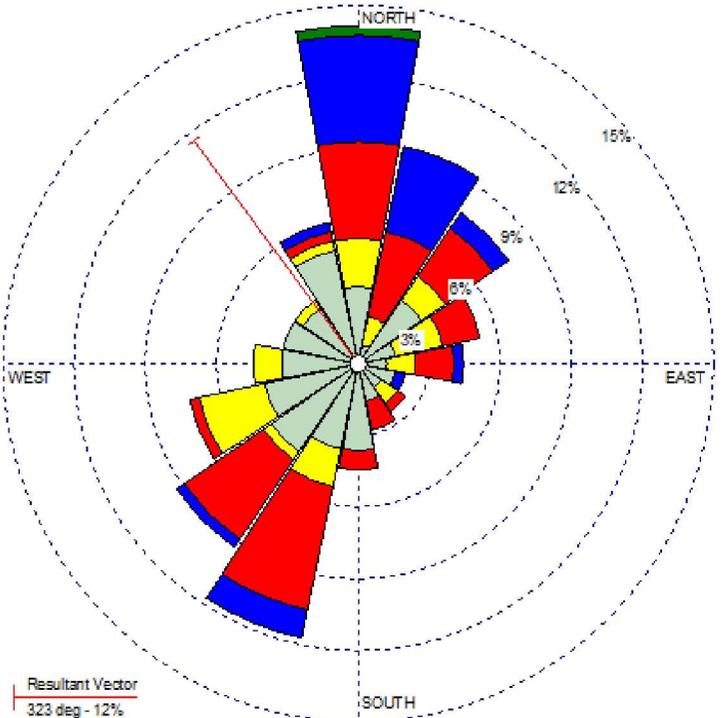
Calms: 4.03%

Resultant Vector
 174 deg - 25%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	4.03%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	2.71 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2007
 Agosto

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

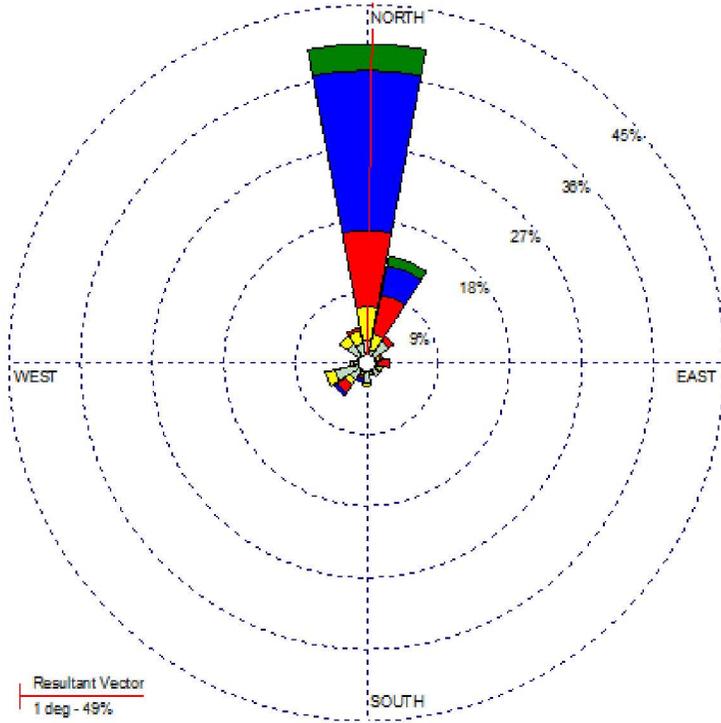
Calms: 2.42%

Resultant Vector
 323 deg - 12%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2007 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	2.42%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	3.03 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Nar 2007
Septiembre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



Resultant Vector
1 deg - 49%

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 3.33%

COMMENTS:

DATA PERIOD:

2007
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

TOTAL COUNT:

240 hrs.

CALM WINDS:

3.33%

AVG. WIND SPEED:

3.98 m/s

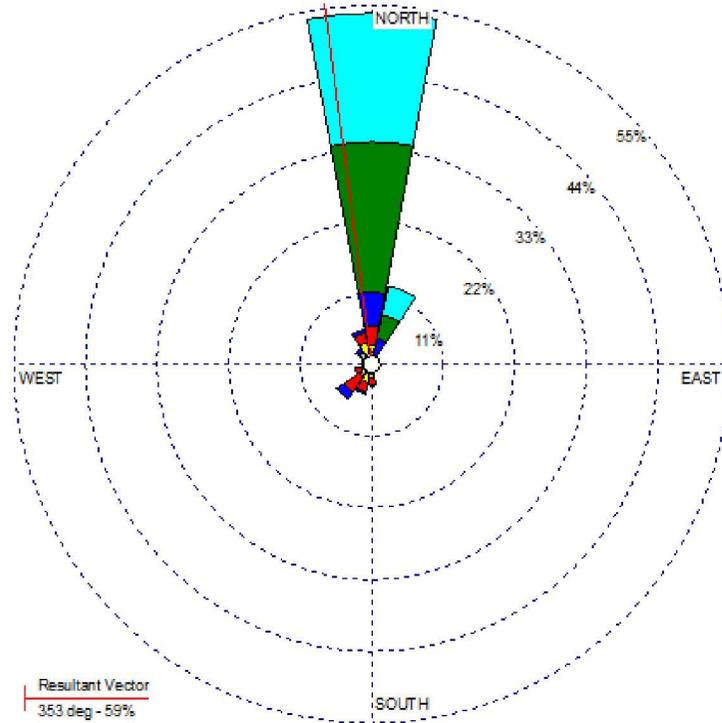
DATE:

01/04/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
Nar 2007
Octubre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



Resultant Vector
353 deg - 59%

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 0.20%

COMMENTS:

DATA PERIOD:

2007
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

TOTAL COUNT:

488 hrs.

CALM WINDS:

0.20%

AVG. WIND SPEED:

7.74 m/s

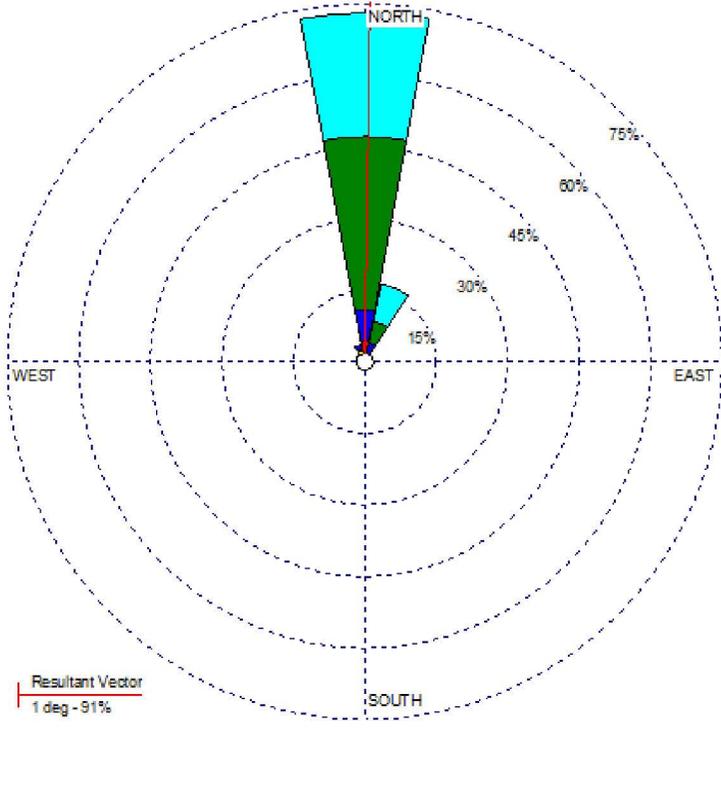
DATE:

01/04/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2007
 Noviembre

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



COMMENTS:

DATA PERIOD:

2007
 Ene 1 - Dic 31
 00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:

0.00%

TOTAL COUNT:

240 hrs.

AVG. WIND SPEED:

9.61 m/s

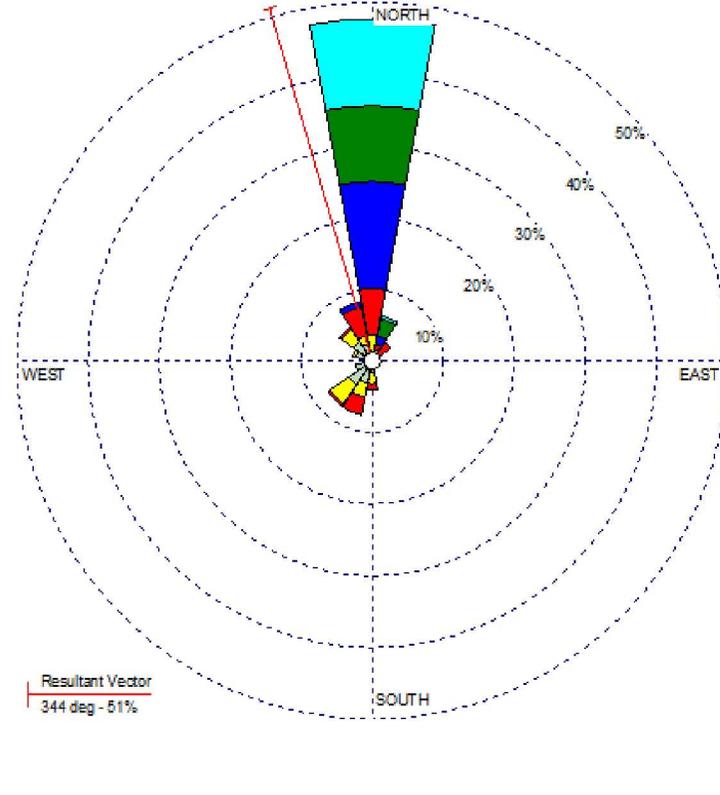
DATE:

01/04/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2007
 Diciembre

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



COMMENTS:

DATA PERIOD:

2007
 Ene 1 - Dic 31
 00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:

1.21%

TOTAL COUNT:

248 hrs.

AVG. WIND SPEED:

5.83 m/s

DATE:

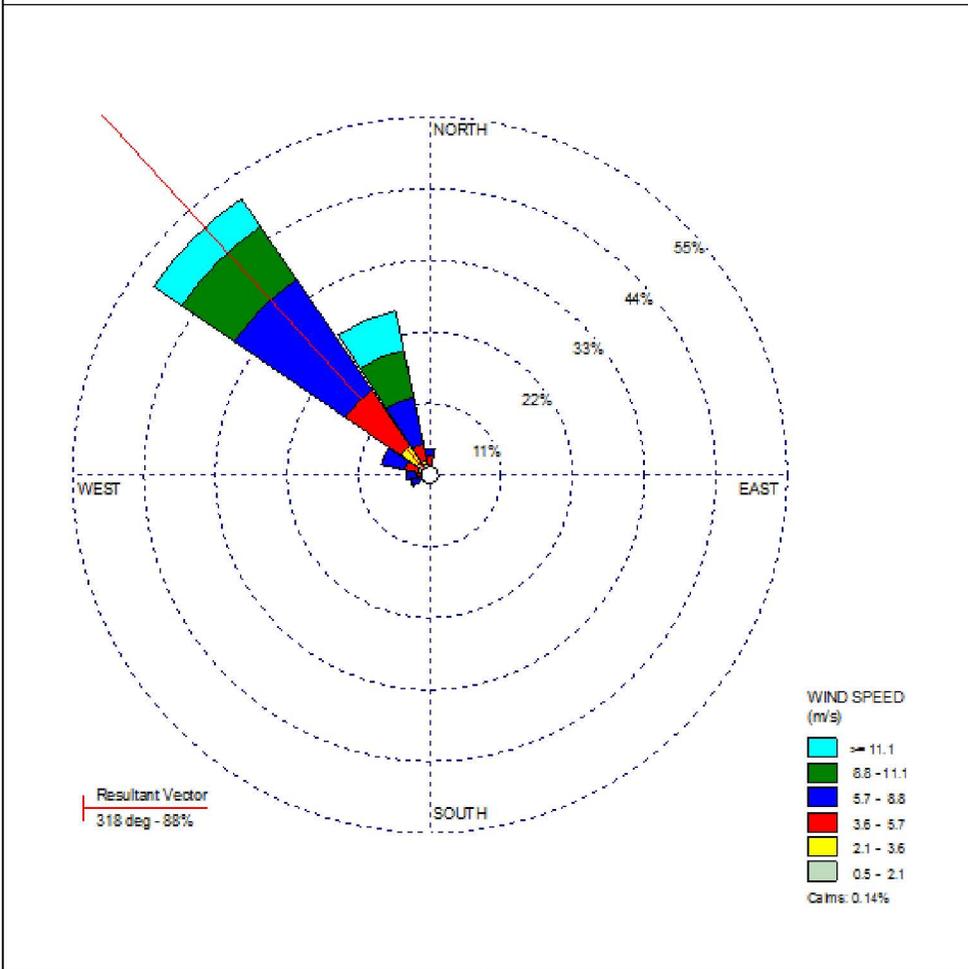
01/04/2011

PROJECT NO.:

2008

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2008
Enero

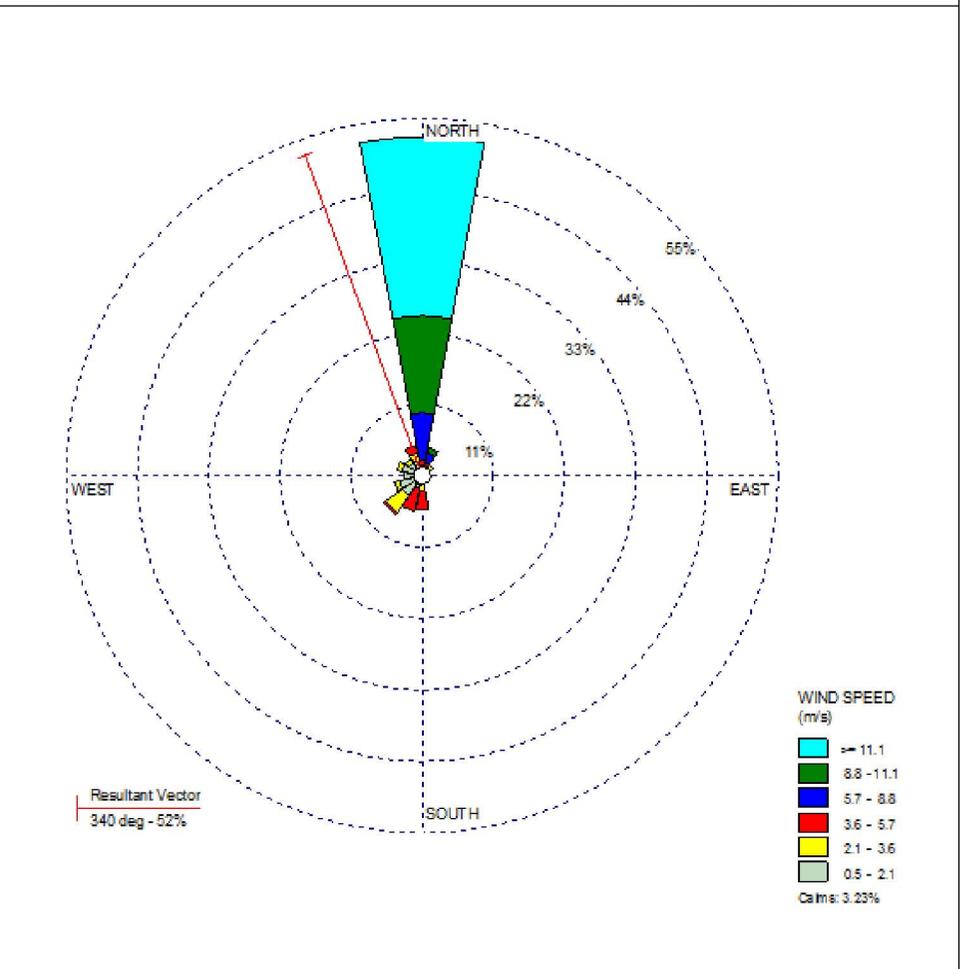
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



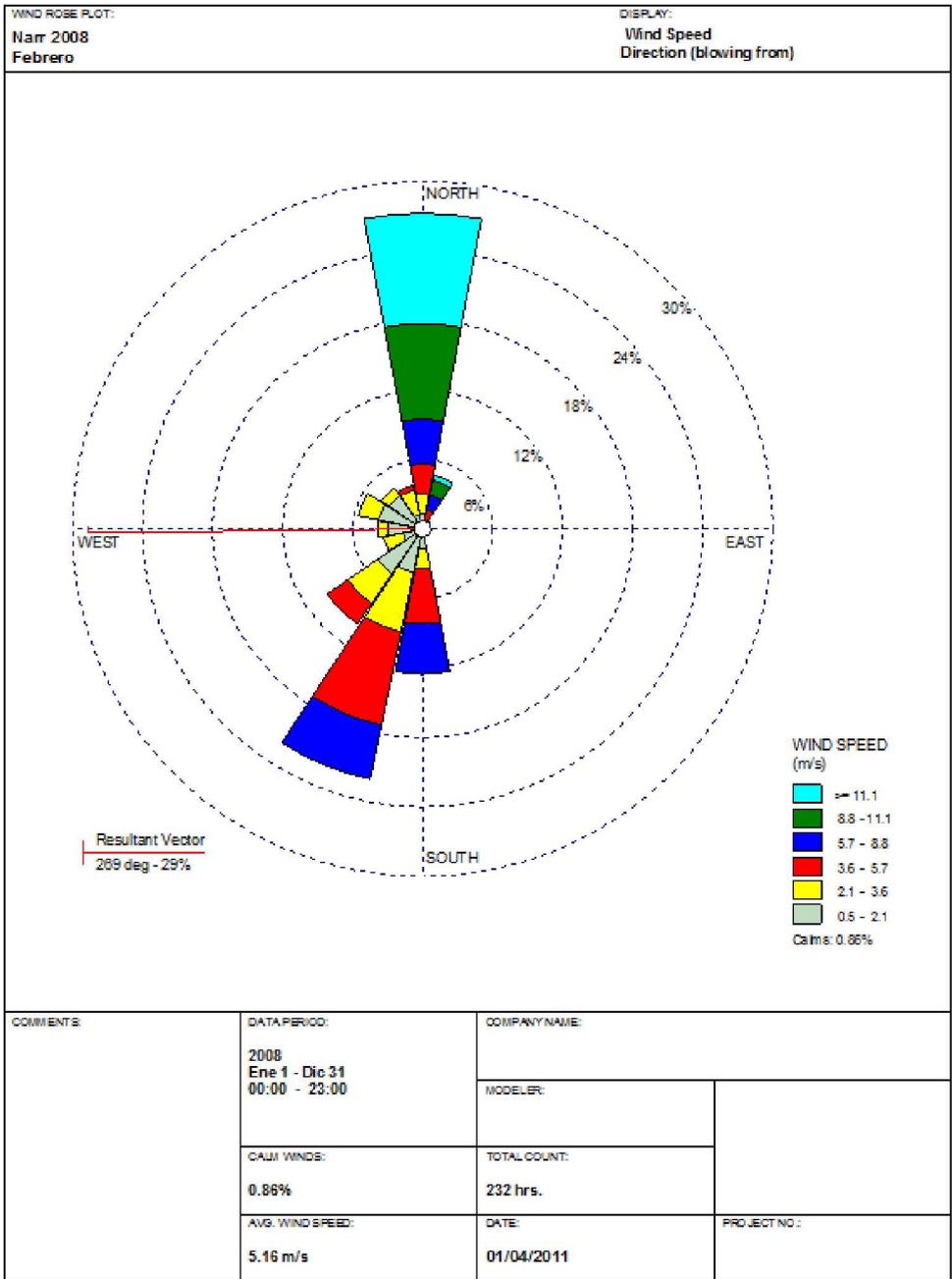
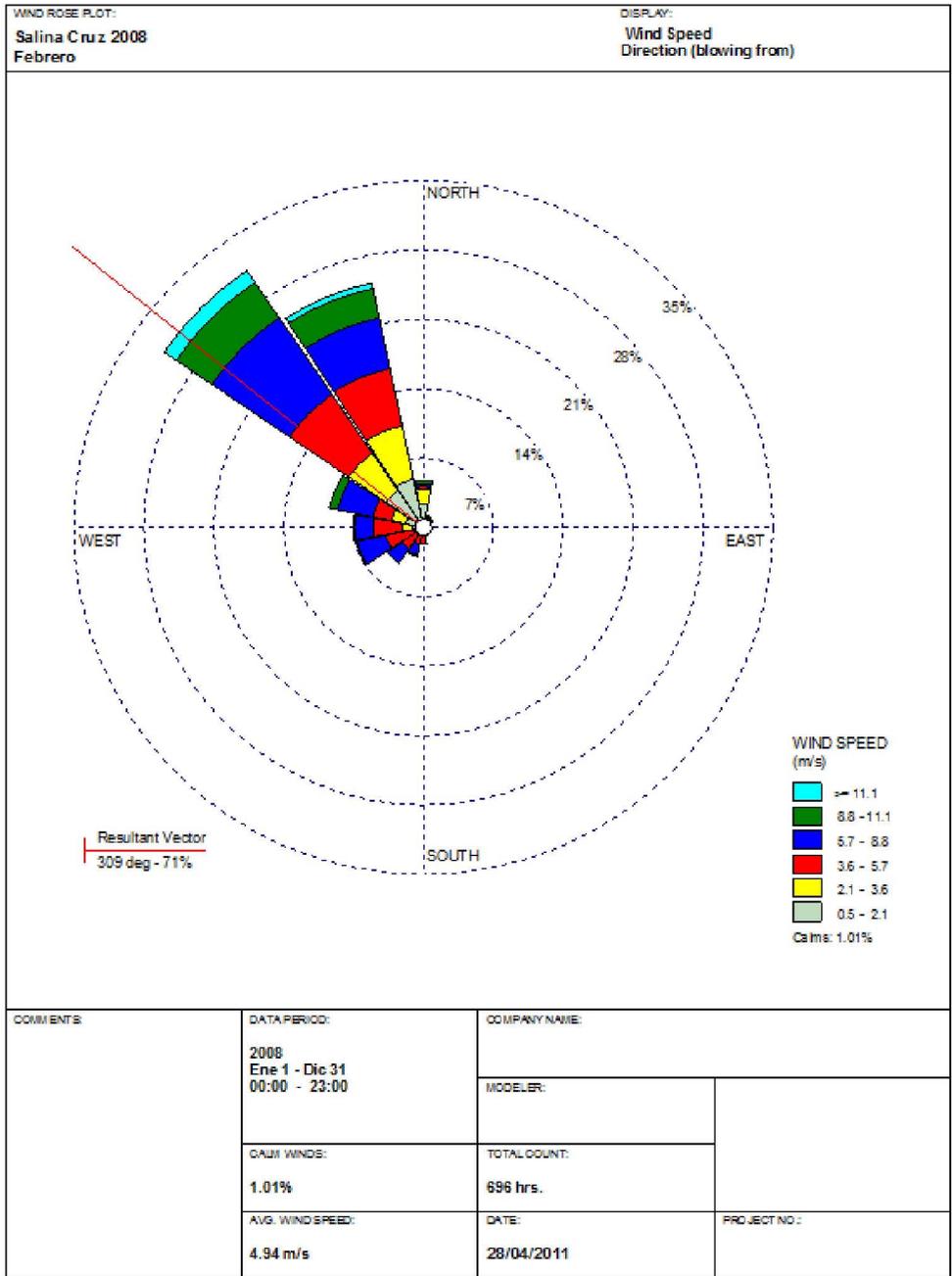
COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.14%	731 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.16 m/s	08/03/2011	

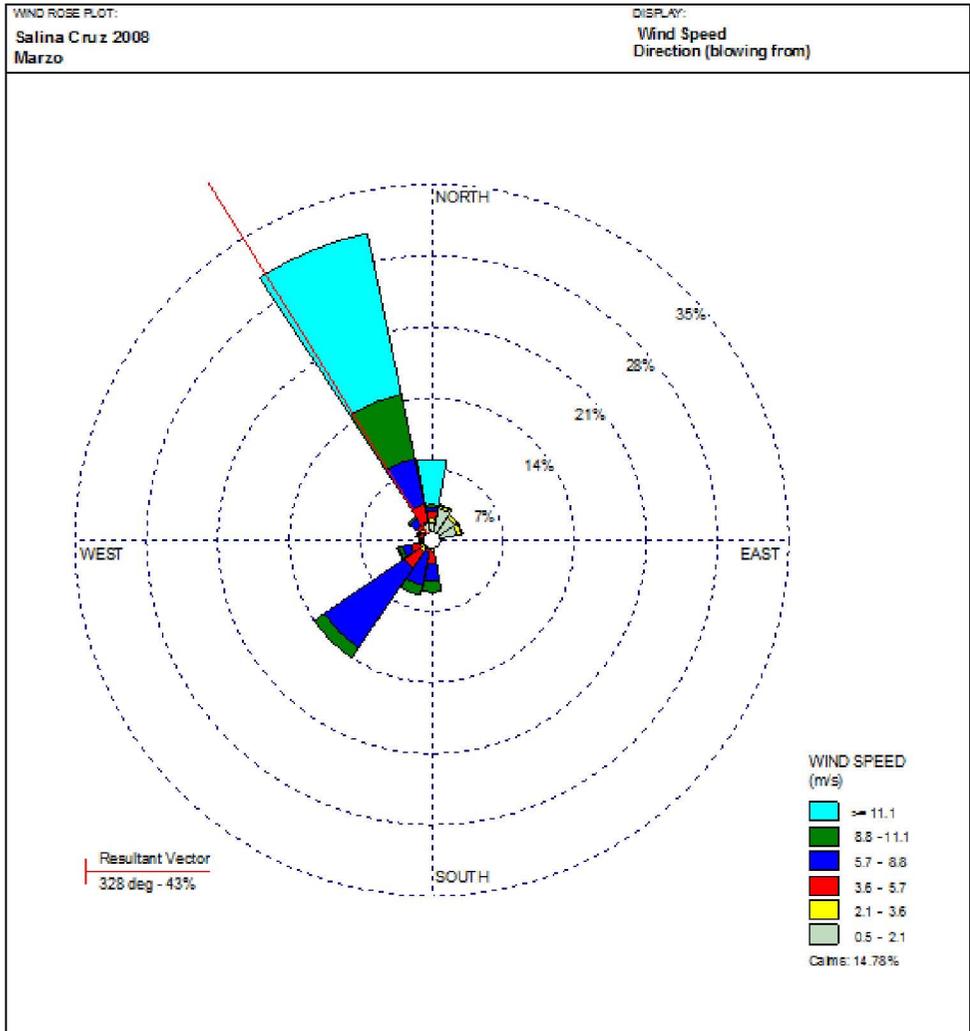
WIND ROSE PLOT:
Narr 2008
Enero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)

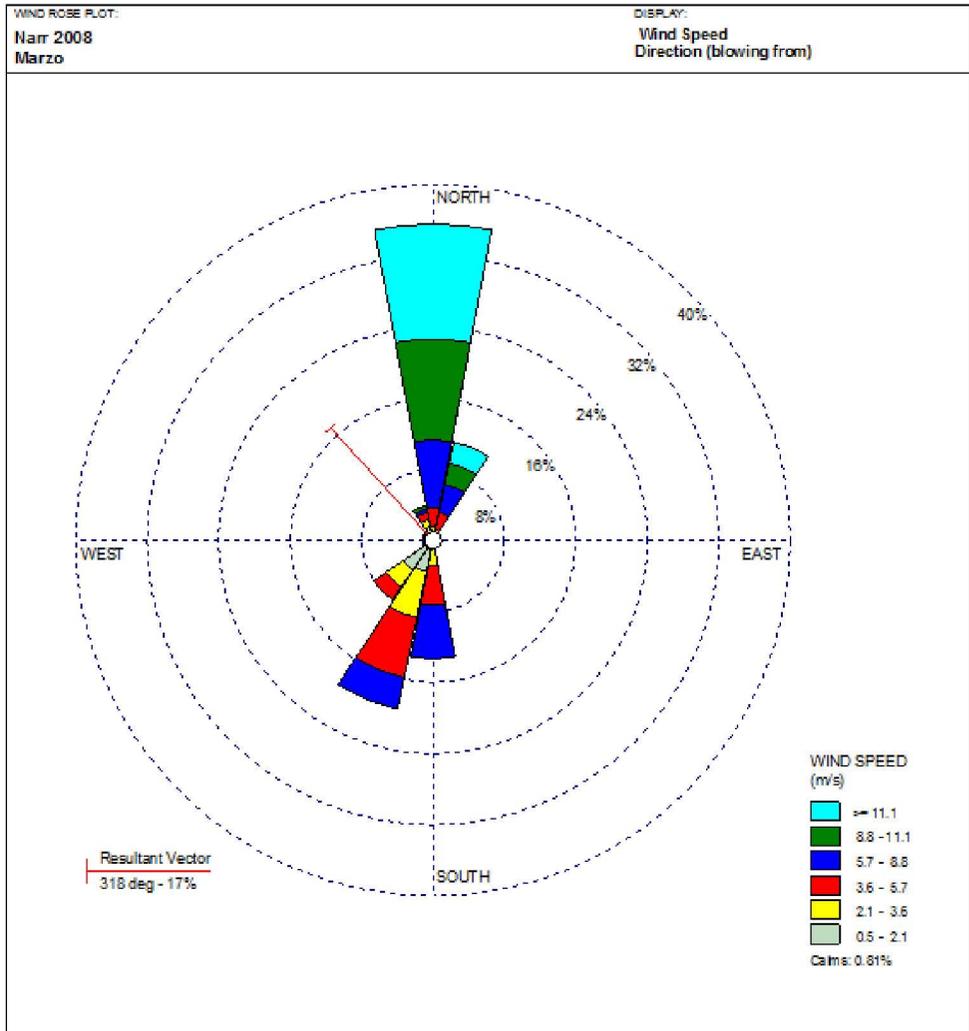


COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	3.23%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.68 m/s	01/04/2011	





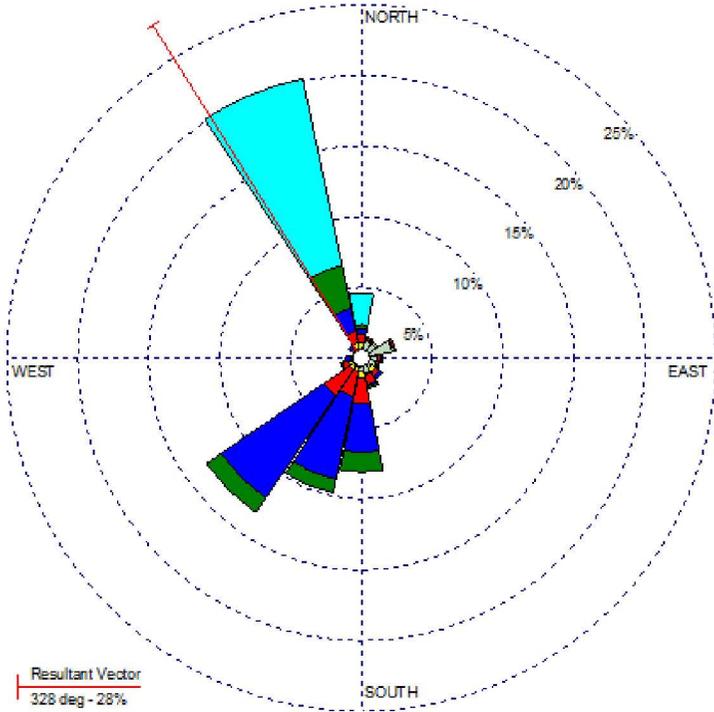
COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	14.78%	744 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	6.46 m/s	28/04/2011	



COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.81%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	6.42 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2008
Abril

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



Resultant Vector
328 deg - 28%

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 27.92%

COMMENTS:

DATA PERIOD:
2008
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:

27.92%

TOTAL COUNT:

720 hrs.

AVG. WIND SPEED:

5.30 m/s

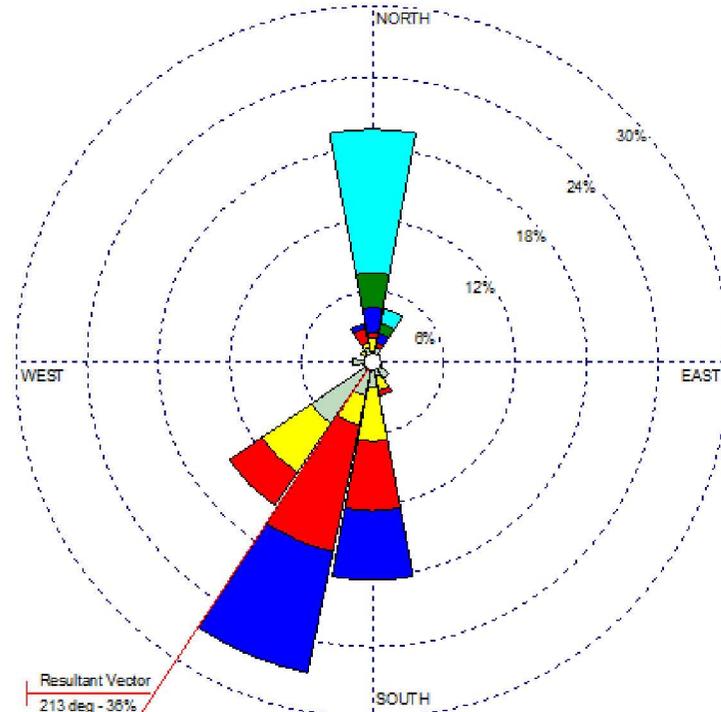
DATE:

28/04/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
Narr 2008
Abril

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



Resultant Vector
213 deg - 36%

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 2.08%

COMMENTS:

DATA PERIOD:
2008
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:

2.08%

TOTAL COUNT:

240 hrs.

AVG. WIND SPEED:

5.44 m/s

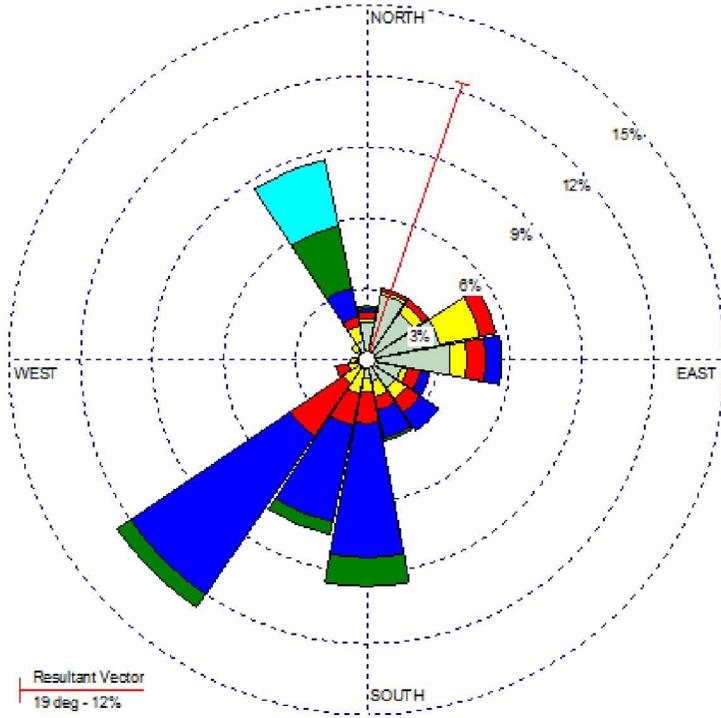
DATE:

01/04/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2008
Mayo

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)

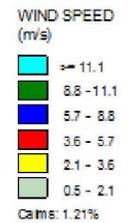
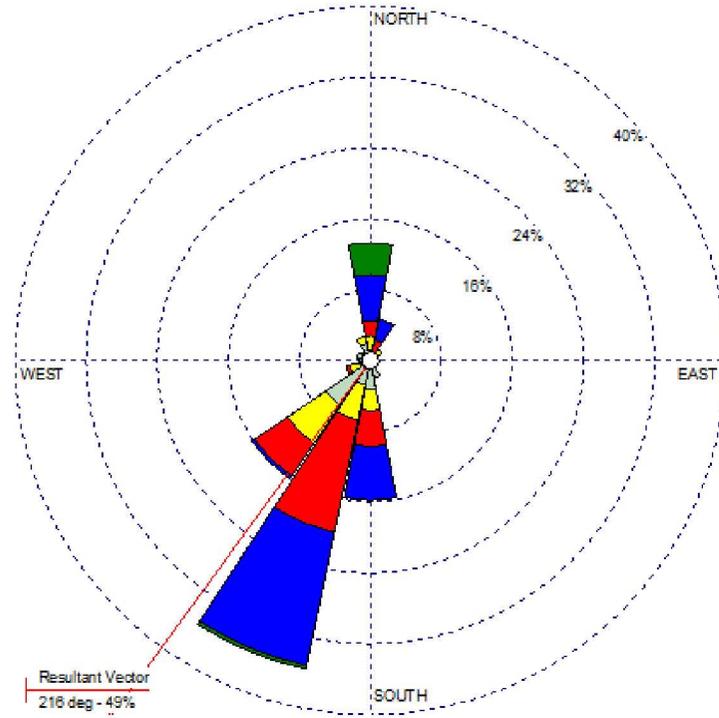


Resultant Vector
19 deg - 12%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	29.03%	744 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	3.45 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Narr 2008
Mayo

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)

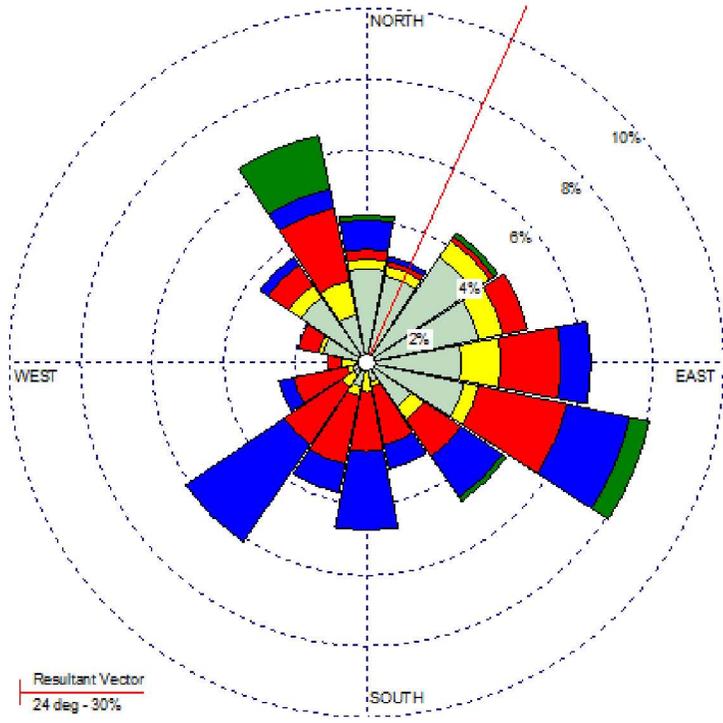


Resultant Vector
216 deg - 49%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.21%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	4.37 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz
Junio

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

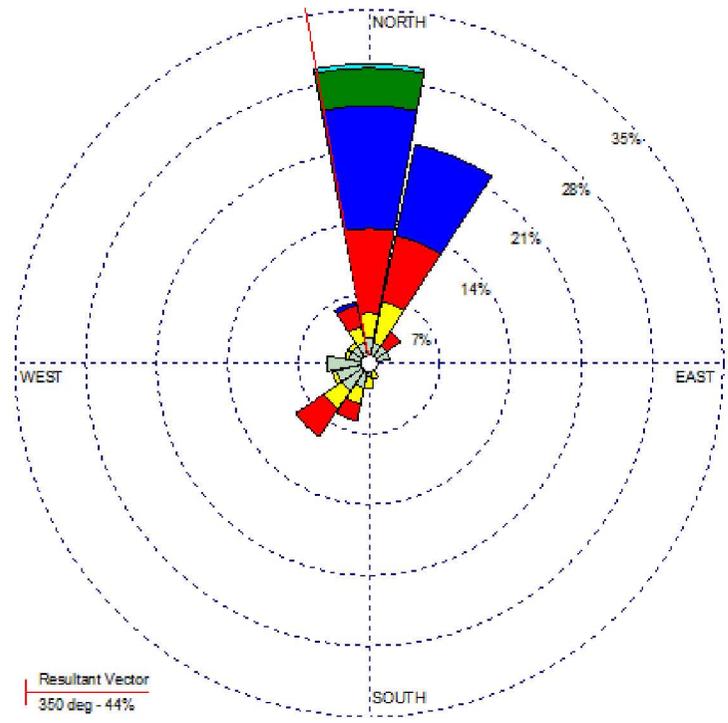
- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 31.39%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	31.39%	720 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	2.55 m/s	28/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Nari 2008
Junio

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

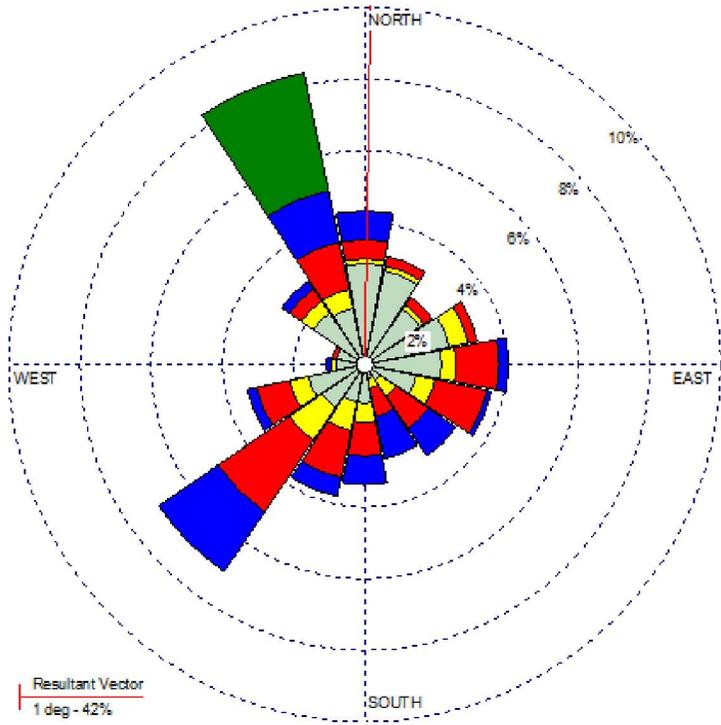
- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 2.50%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	2.50%	240 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	3.95 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2008
Julio

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

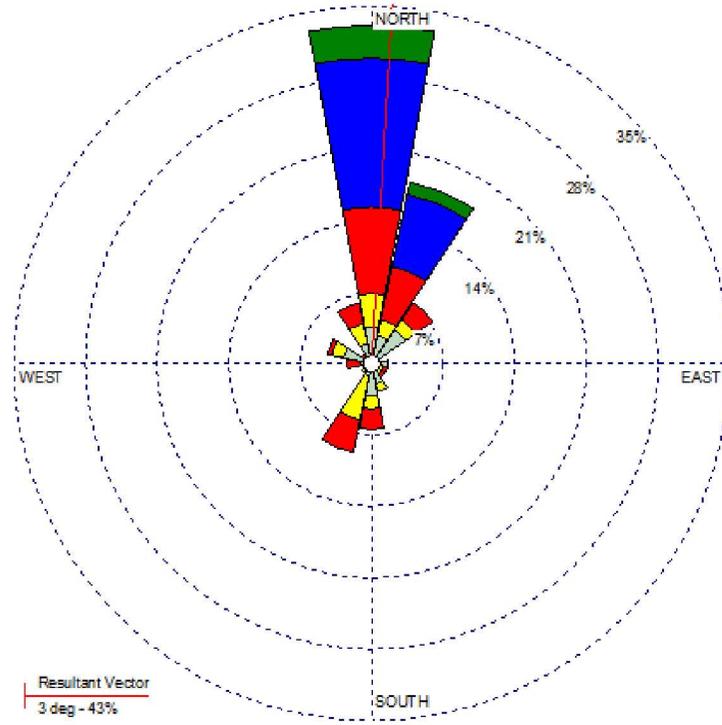
Calms: 43.01%

Resultant Vector
1 deg - 42%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	43.01%	744 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	2.05 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Iñarr 2008
Julio

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

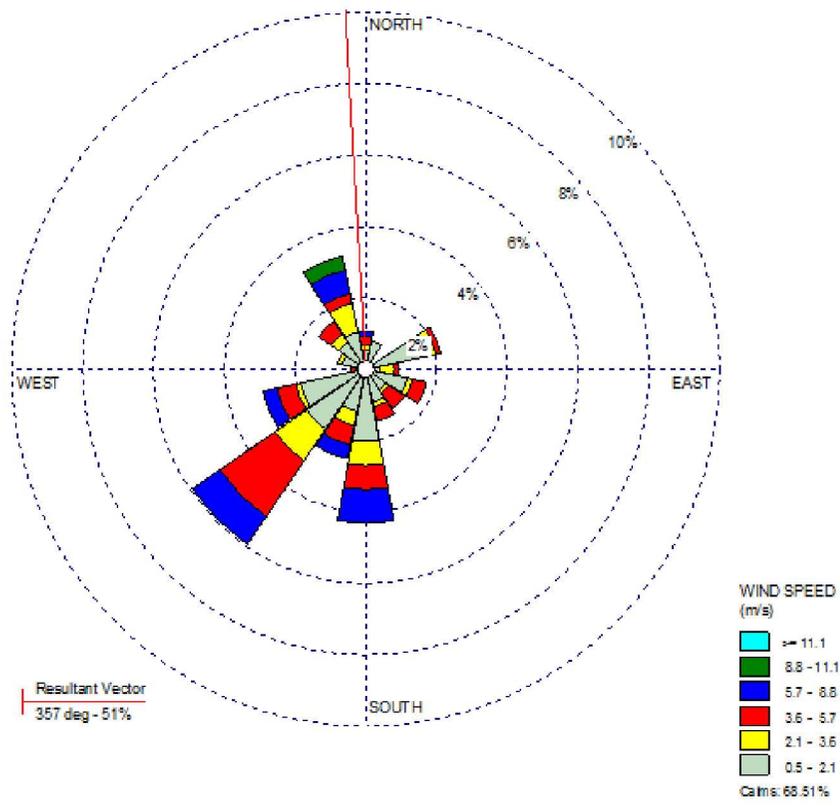
Calms: 1.61%

Resultant Vector
3 deg - 43%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.61%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	4.04 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2008
Agosto

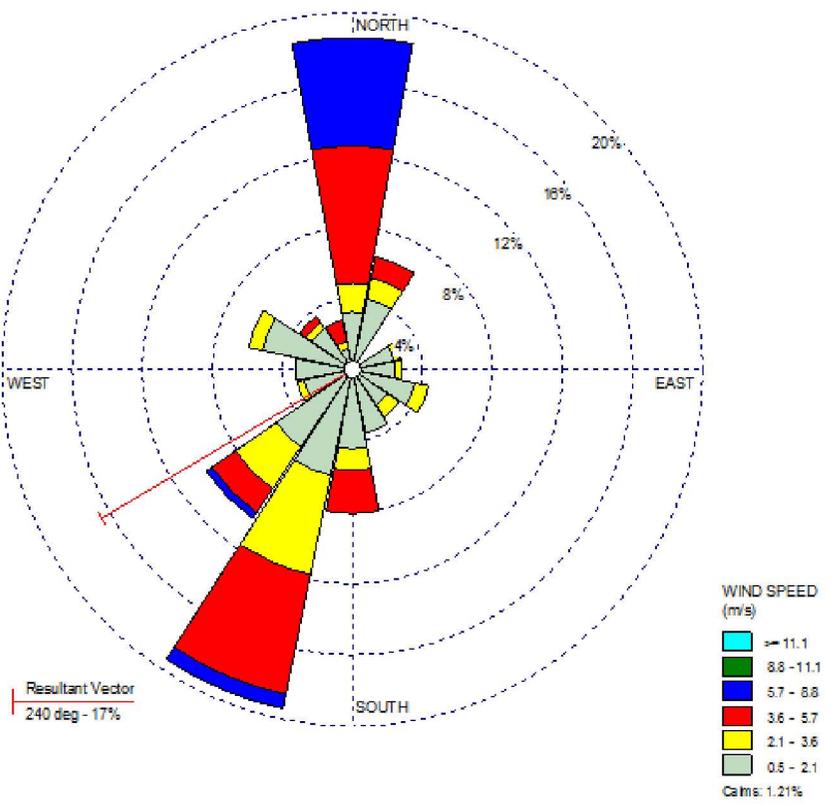
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	68.51%	743 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	0.90 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Narr 2008
Agosto

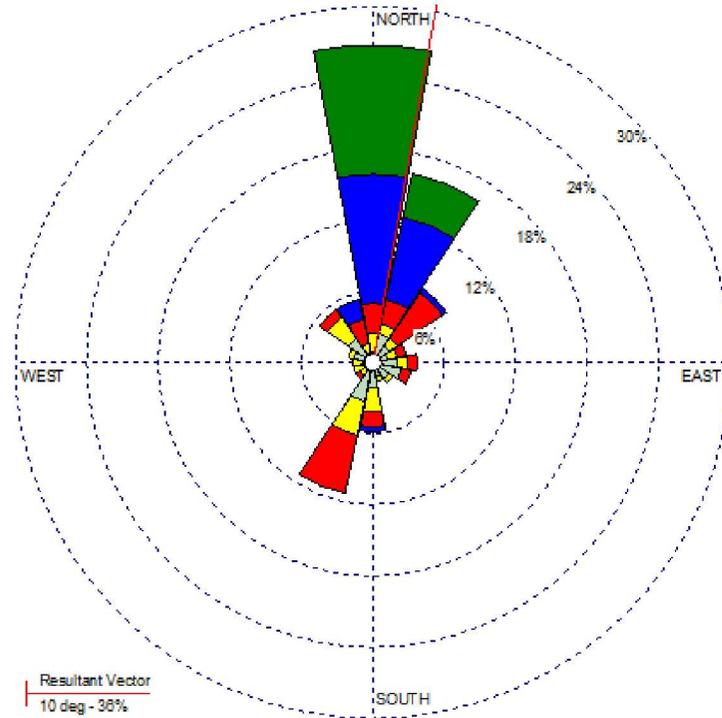
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.21%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	2.73 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2008
 Septiembre

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED
 (m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

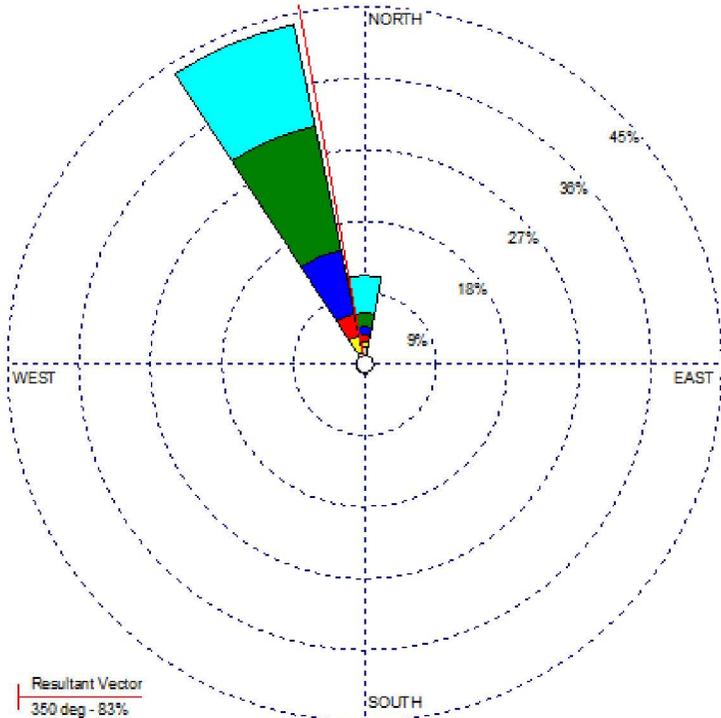
Ca m: 0.83%

Resultant Vector
 10 deg - 36%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.83%	240 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	4.69 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2008
Octubre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 35.22%

Resultant Vector
350 deg - 83%

COMMENTS:

DATA PERIOD:
2008
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:
35.22%

TOTAL COUNT:
744 hrs.

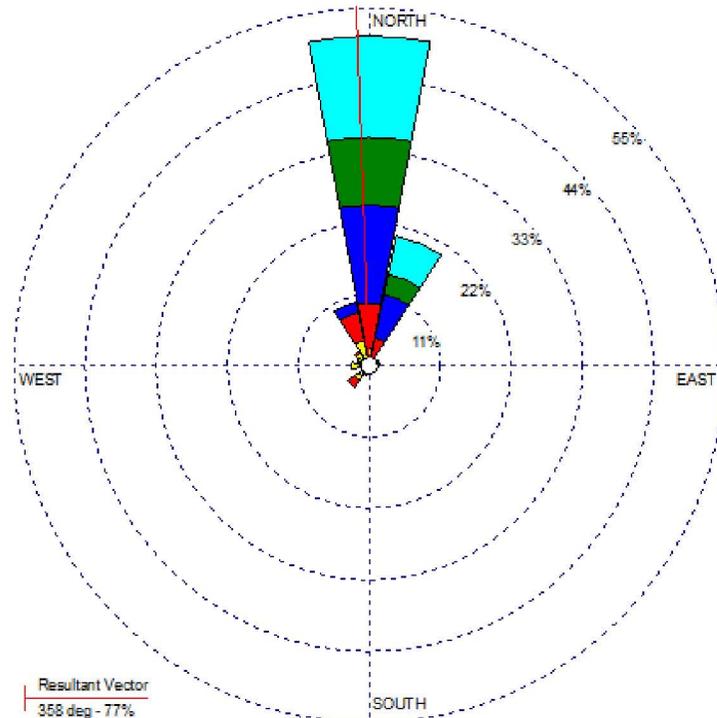
AVG. WIND SPEED:
5.45 m/s

DATE:
08/03/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
Nar 2008
Octubre

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calms: 0.00%

Resultant Vector
358 deg - 77%

COMMENTS:

DATA PERIOD:
2008
Ene 1 - Dic 31
00:00 - 23:00

COMPANY NAME:

MODELER:

CALM WINDS:
0.00%

TOTAL COUNT:
251 hrs.

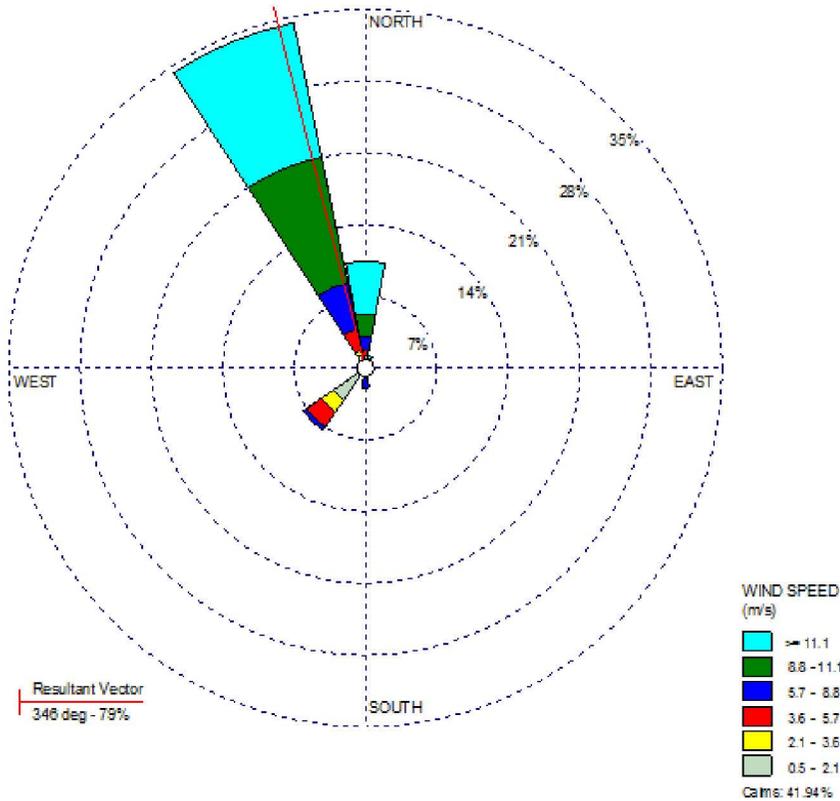
AVG. WIND SPEED:
7.22 m/s

DATE:
01/04/2011

PROJECT NO.:

WIND ROSE PLOT:
Salina Cruz 2008
Noviembre

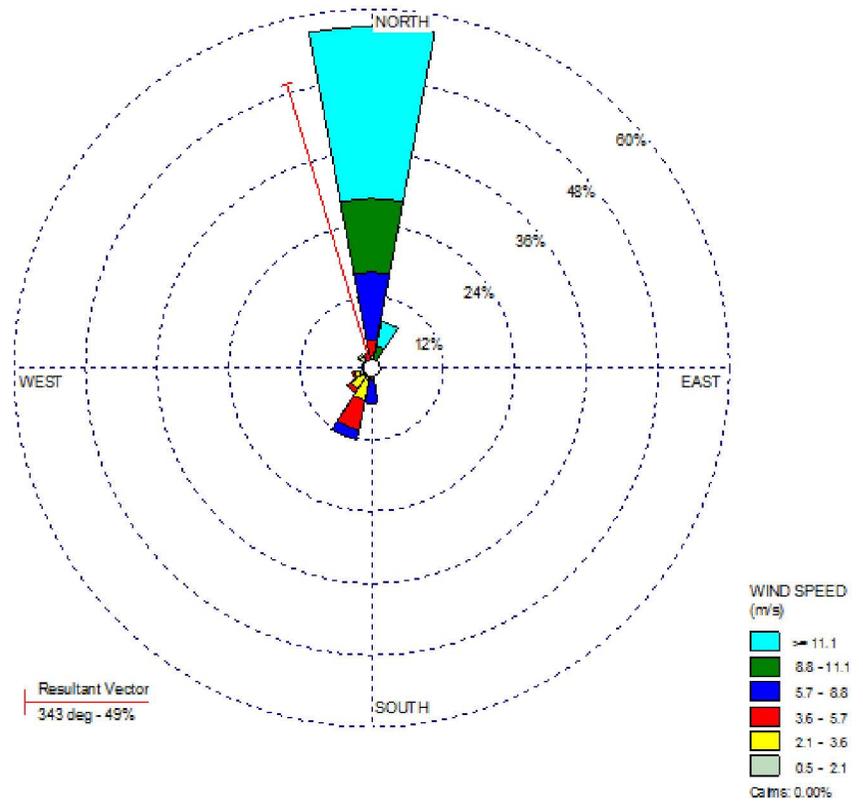
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	41.94%	720 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	5.17 m/s	08/03/2011	

WIND ROSE PLOT:
Narr 2008
Noviembre

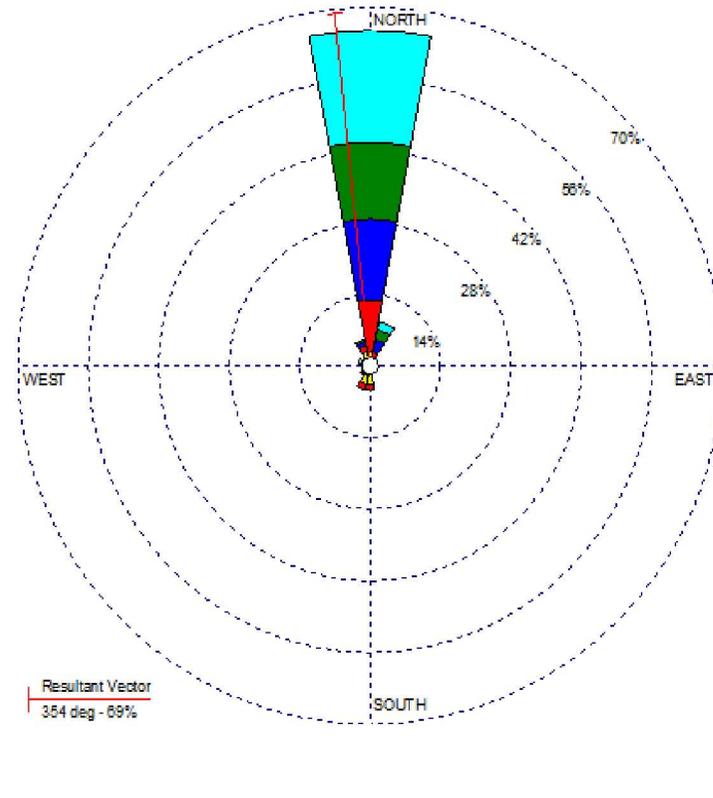
DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.00%	237 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	8.51 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2008
 Diciembre

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)

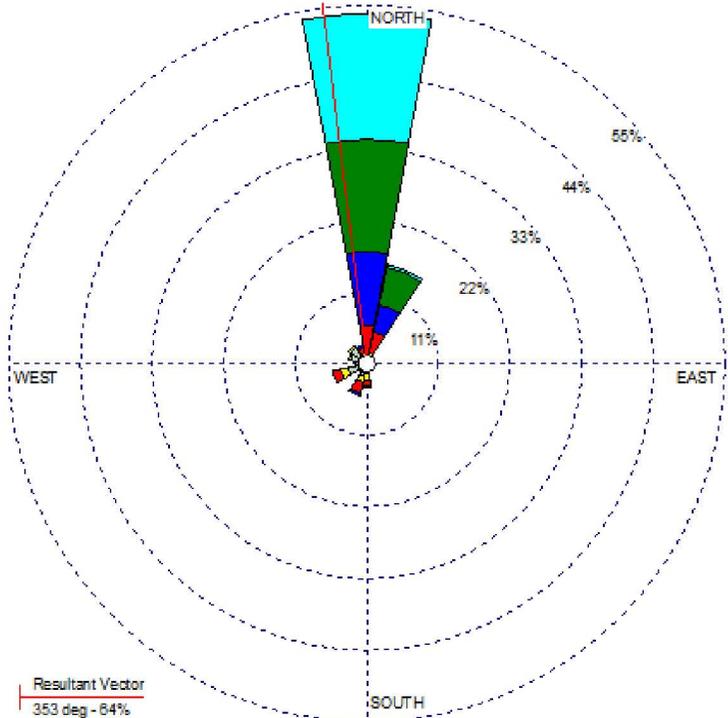


COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2008 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.81%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.27 m/s	01/04/2011	

2009

WIND ROSE PLOT:
Nar 2008
Enero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≧ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

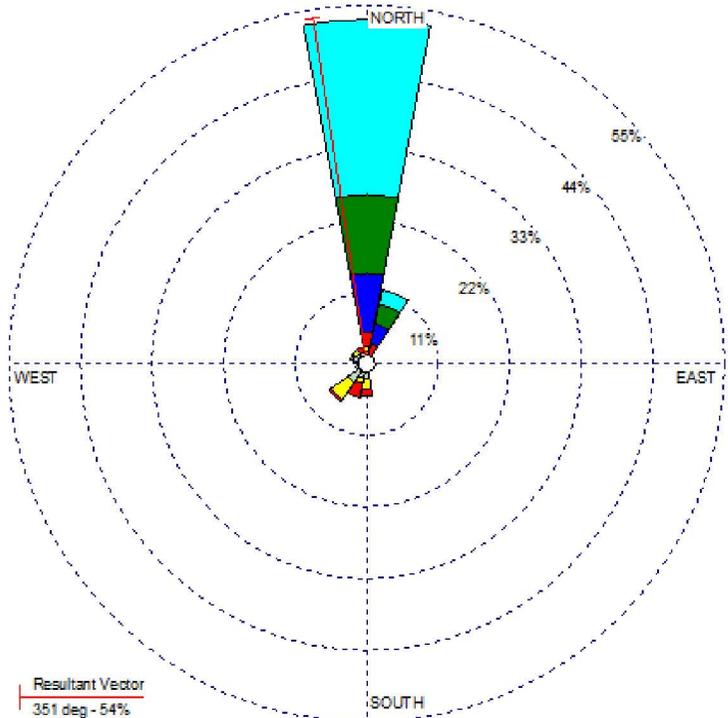
Calms: 0.84%

Resultant Vector
 353 deg - 64%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	0.84%	239 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.34 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
Nar 2009
Febrero

DISPLAY:
Wind Speed
Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- ≧ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

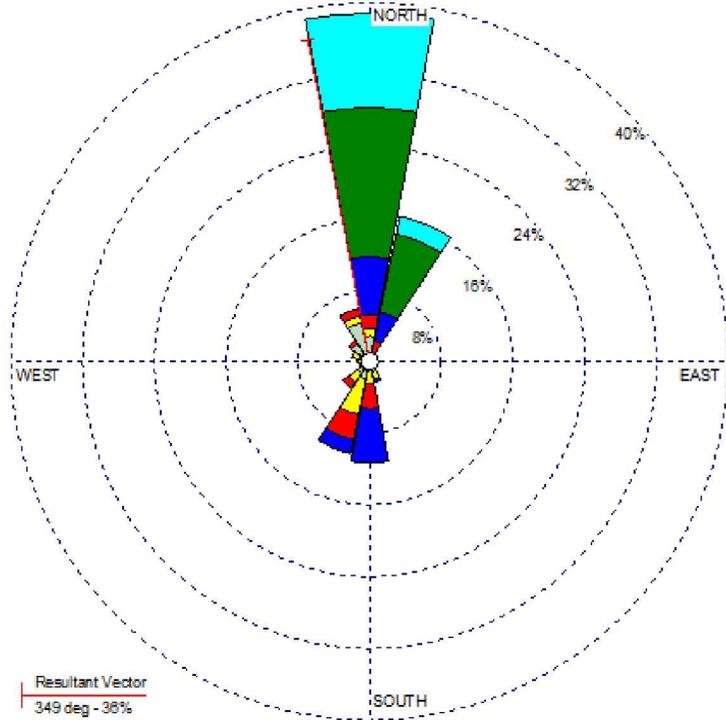
Calms: 3.57%

Resultant Vector
 351 deg - 54%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	3.57%	224 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	7.63 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2009
 Marzo

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

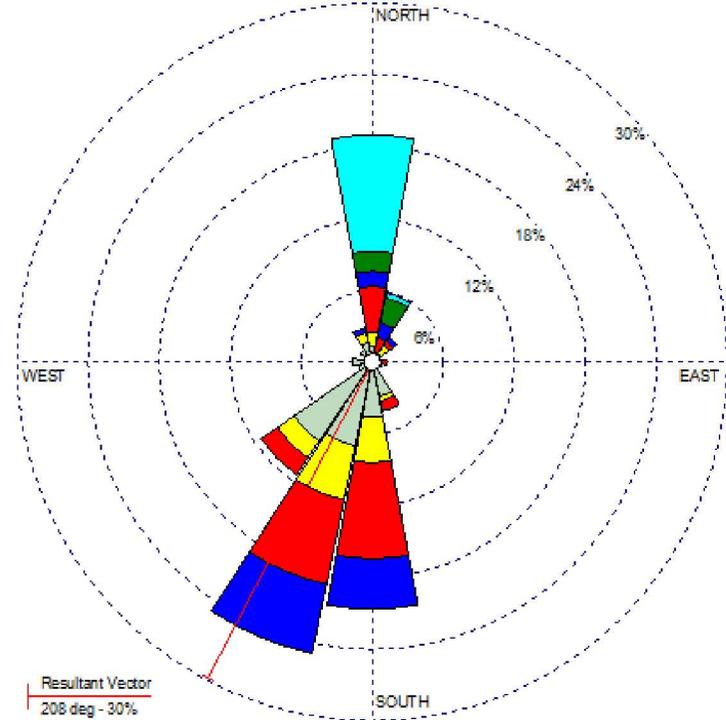
Calms: 1.61%

Resultant Vector
 349 deg - 36%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.61%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	6.74 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Nar 2009
 Abril

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED
(m/s)

- ≥ 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

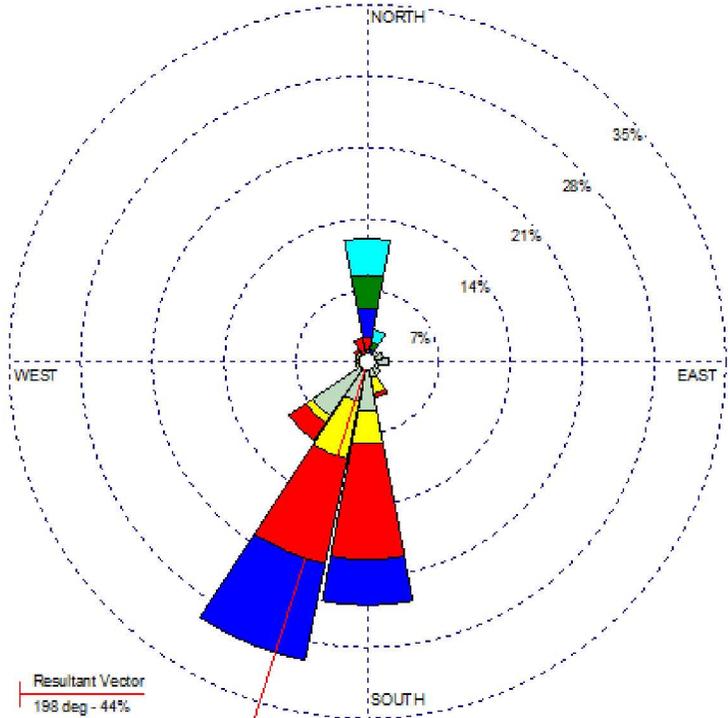
Calms: 1.26%

Resultant Vector
 208 deg - 30%

COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	1.26%	238 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	4.78 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2009
 May

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- 11.1 - > 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

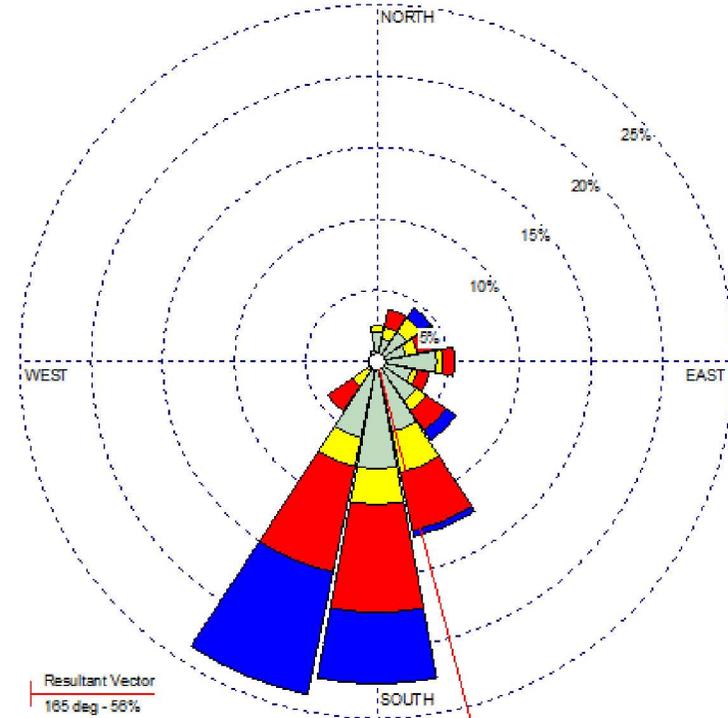
Calm: 2.82%

Resultant Vector
 198 deg - 44%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	2.82%	248 hrs.	
AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:	
4.21 m/s	01/04/2011		

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2009
 Junio

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



WIND SPEED (m/s)

- 11.1 - > 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

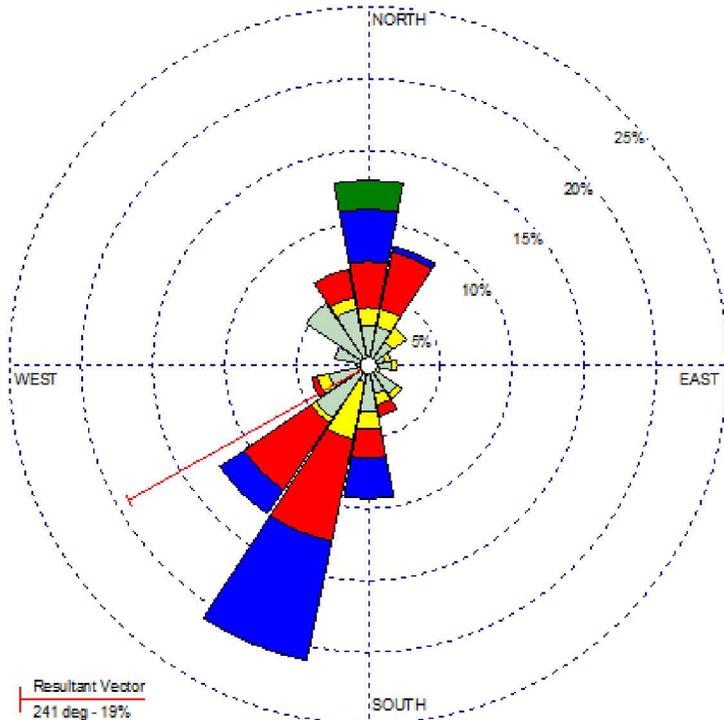
Calm: 4.58%

Resultant Vector
 185 deg - 56%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	4.58%	240 hrs.	
AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:	
3.24 m/s	01/04/2011		

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2009
 Julio

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



Resultant Vector
 241 deg - 19%

WIND SPEED
 (m/s)

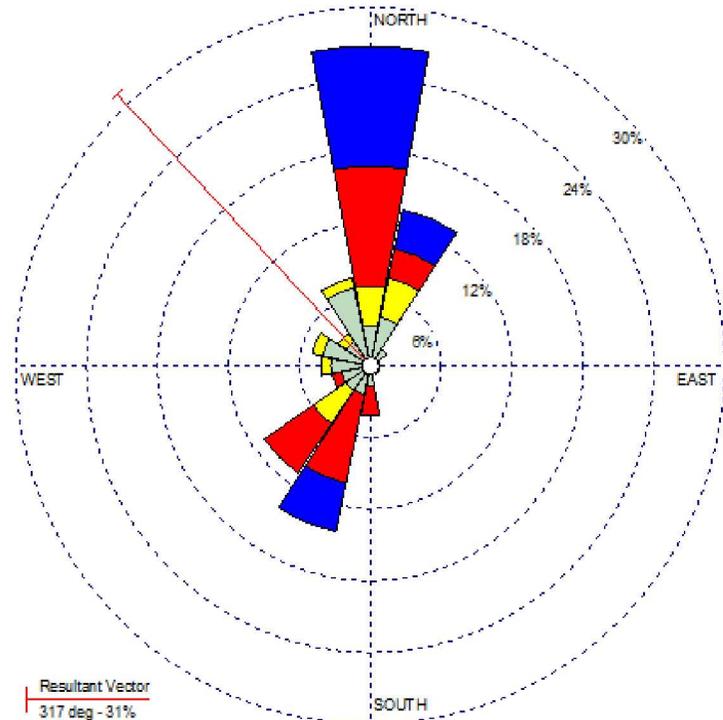
- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 2.42%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	2.42%	248 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	3.46 m/s	01/04/2011	

WIND ROSE PLOT:
 Narr 2009
 Agosto

DISPLAY:
 Wind Speed
 Direction (blowing from)



Resultant Vector
 317 deg - 31%

WIND SPEED
 (m/s)

- >= 11.1
- 8.8 - 11.1
- 5.7 - 8.8
- 3.6 - 5.7
- 2.1 - 3.6
- 0.5 - 2.1

Calm: 2.50%

COMMENTS	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	2009 Ene 1 - Dic 31 00:00 - 23:00	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	2.50%	120 hrs.	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	3.44 m/s	01/04/2011	