

# Red Mexicana de Nivel del Mar

**Oswaldo Sánchez Zamora**  
**Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México**

## **Introducción.-**

La Red Mexicana de Nivel del Mar (REDMMAR) es una organización de coordinación de las tres redes de mareógrafos que hay en la República Mexicana:

- 1.- Servicio Mareográfico del Instituto de Geofísica de la UNAM.
- 2.- Red Mareográfica de la Secretaría de Marina.
- 3.- Red de Monitoreo del Nivel del Mar del CICESE.

Bajo los auspicios de las siguientes instituciones:

- Universidad Nacional Autónoma de México
- Secretaría de Marina-Armada de México
- Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

El Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática no cuenta con una red de mareógrafos, sin embargo dentro de sus atribuciones está el normar e integrar todo tipo de información, incluyendo la información mareográfica y geodésica.

## **Antecedentes.-**

Las observaciones mareográficas en las costas de México fueron iniciados por el Servicio Geodésico Interamericano (IGS) y el Departamento de Fotogrametría de la Secretaría de la Defensa Nacional. Las observaciones se iniciaron en Tampico, Tamps., en el año de 1942 siguiendo en Coatzacoalcos y Progreso en 1946, Acapulco 1949, Guaymas, La Paz, Ensenada en 1950; Veracruz, Salina Cruz, Mazatlán en 1952.

A partir de 1952 el Instituto de Geofísica de la UNAM, se empezó a hacer cargo del procesamiento de la información mareográfica. Se estableció un convenio entre el Servicio Geodésico Interamericano, la Secretaría de Marina y el Instituto de Geofísica para la operación de la red de estaciones mareográficas, instalación de nuevas estaciones, adquisición y procesamiento de datos.

En 1972 el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada inició la operación de una red en el Noroeste de México, con la idea de descentralizar en parte las actividades del Servicio Mareográfico.

En 1999 la Secretaría de Marina inició las operaciones de una nueva red mareográfica. En Octubre de 2001, nos reunimos las tres redes para formar REDMMAR.

Durante todos estos años, la colaboración con instituciones de otros países ha sido casi permanente; sobre todo participando en proyectos específicos como TOGA y GLOSS, así como con el Permanent Service for Mean Sea Level y el University of Hawaii Sea Level Center

### **Objetivos de REDMMAR.-**

- 1.- Lograr el aprovechamiento óptimo de la infraestructura material y humana, relacionadas con mareografía y nivel del mar, para el fortalecimiento del monitoreo del nivel del mar en México.
- 2.- Promover la modernización y el mantenimiento indefinido del sistema de monitoreo del Nivel del Mar en México.

### **Actividades.-**

Para lograr los objetivos, nos proponemos las siguientes actividades:

- (a) Organización de reuniones de coordinación.
- (b) Colaboración interinstitucional en la instalación y mantenimiento de estaciones mareográficas.
- (c) Búsqueda de mecanismos y fuentes de recursos para la modernización de la red de mareógrafos.
- (d) Promoción de esquemas nacionales para garantizar la continuación indefinida del monitoreo del nivel del mar en México.
- (e) Organización de cursos de entrenamiento técnico (medición y análisis de datos).
- (f) Intercambio interinstitucional de datos.
- (g) Formación de un banco nacional de datos de nivel del mar.
- (h) Coordinación del cumplimiento de compromisos internacionales relacionados con el monitoreo nivel del mar.
- (i) Divulgación del conocimiento de los múltiples e importantes usos y aplicaciones de la información derivada de los datos de nivel del mar.

### **Servicio Mareográfico del Instituto de Geofísica UNAM.-**

El Servicio Mareográfico opera la red de estaciones que se muestran en el mapa de la Figura 1.

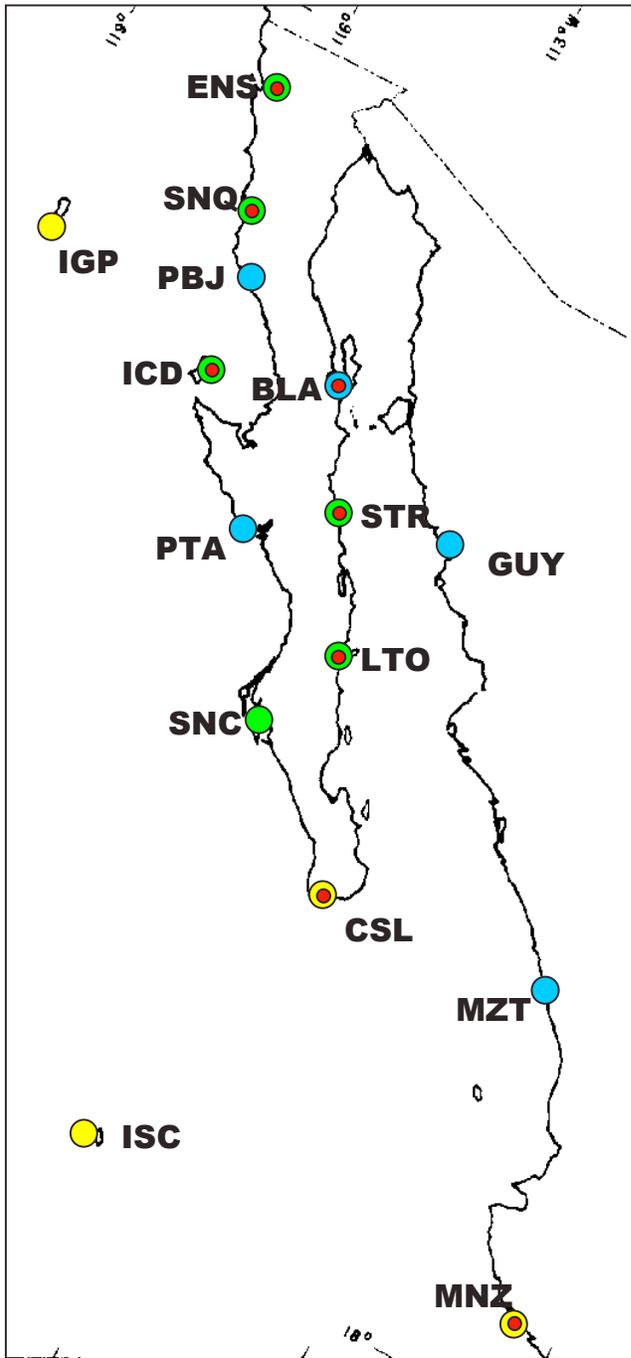
- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1.-Ensenada         | 1.- Tuxpan            |
| 2.- La Paz          | 2.- Veracruz          |
| 3.- Guaymas         | 3.- Coatzacoalcos     |
| 4.- Topolobampo     | 4.- Ciudad del Carmen |
| 5.- Puerto Vallarta | 5.- Puerto Progreso   |
| 6.- Lázaro Cárdenas | 6.- Puerto Morelos    |
| 7.- Acapulco        |                       |
| 8.- Salina Cruz     |                       |
| 9.- Puerto Madero   |                       |





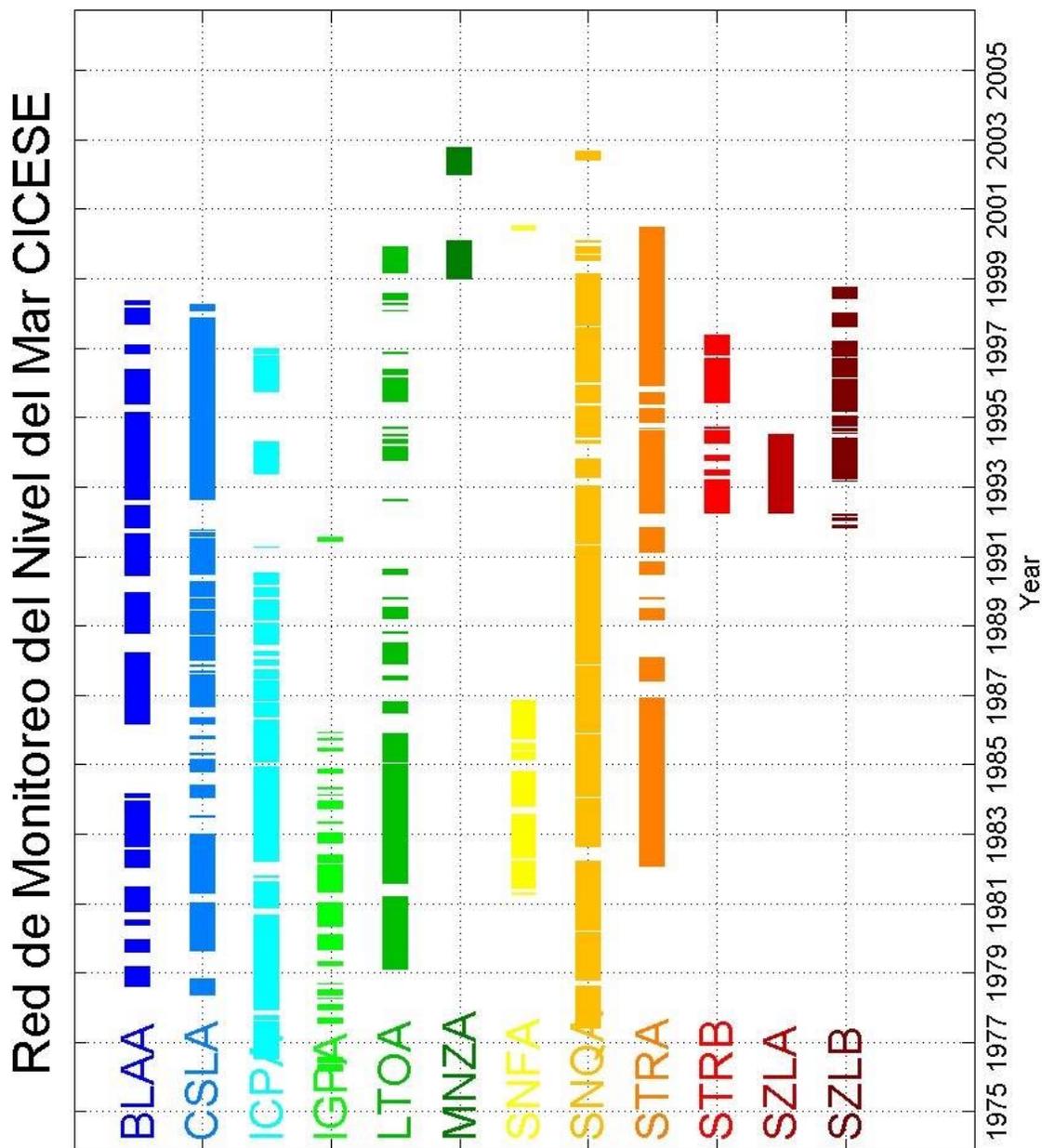
**Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada.-**

Las estaciones de la red de CICESE, se pueden ver en la Figura 2.



**Figura 2**

En la tabla que se muestra a continuación se puede ver la distribución de los datos del nivel del mar, por estaciones y años que han sido obtenidos por el CICESE.



## **Instrumentos y Adquisición de datos.-**

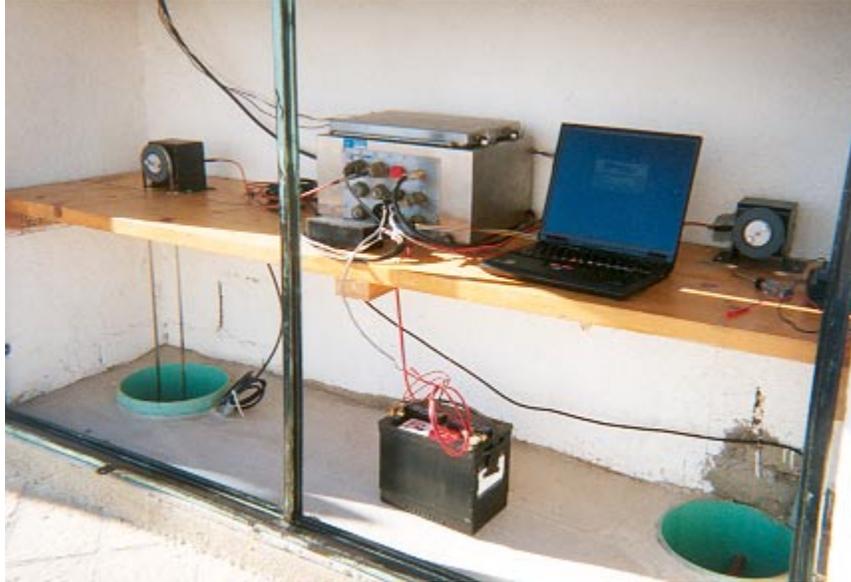
Los instrumentos de medición que usan estas dos redes son de flotador de pozo. La adquisición de los datos es de varias formas.

En el Servicio Mareográfico, todavía existen algunos mareógrafos estandar con registro continuo en forma gráfica, otros tienen convertidor analógico digital y registran en medio magnético como se muestra en la fotografía 1. Algunos de éstos envían la información vía satélite.



**Fotografía 1**

Los instrumentos de CICESE registran la información en forma digital y algunos la envían vía satélite como se muestra en la fotografía 2.



**Fotografía 2**

Las casetas del Servicio Mareográfico que resguardan los equipos son convencionales de mampostería como la que se muestra en la fotografía 3.



**Fotografía 3**

En la fotografía 4 se muestra una caseta reciente de las que usa el CICESE.



**Fotografía 4**

En la fotografía 5 se muestra la estación de Manzanillo y es la única que tiene un GPS junto al mareógrafo. Esta estación es del tipo NOAA NGWLMS. La caseta es de fibra de vidrio.



**Fotografía 5**

## **Procesamiento de datos.-**

El procesamiento de los datos, hasta hace algunos años, se realizó con software desarrollado por nosotros mismos escrito principalmente en FORTRAN. En los últimos años empezamos a usar el software que distribuye el University of Hawai Sea Level Center.

El procesamiento de datos que realizamos en cada una de las 3 instituciones mexicanas no es exactamente el mismo. Dentro de las actividades que nos proponemos en REDMMAR está el homogeneizar nuestro procesamiento no solo a nivel instituciones mexicanas, sino hacerlo lo más apegado a los estándares internacionales. Este es uno de los principales motivos por los que estamos asistiendo al curso: **“IOC/GLOSS Training Workshop on Sea Level Data Analysis - Valparaiso, Chile, 7-18 April 2003”**.

## **Un ejemplo de aplicación en sismología.-**

En la figura 3 se muestra un mapa de la costa occidental de México en donde se pueden observar los rasgos tectónicos del área, en particular las placas tectónicas Rivera y Cocos que están siendo subducidas por la placa de Norteamérica. La línea roja punteada muestra la zona de ruptura del sismo de magnitud Mw 8.0 ocurrido el 9 de octubre de 1995, precisamente por la subducción de las placas.

En la figura 4 se muestra el mareograma de Manzanillo, el día del sismo, y en la figura 5 el mismo mareograma filtrado y comparado con la gráfica teórica. En esta última figura se puede observar claramente que el nivel del mar observado, se elevó con respecto a la curva teórica.

De igual forma, comparando los datos de Manzanillo con los datos de Acapulco, que se encuentra a unos 350 Km al suroeste, se observa lo siguiente: La gráfica de la figura 6 es la diferencia de los promedios diarios del nivel del mar observados en Acapulco menos los promedios en Manzanillo y allí se puede ver como una semana después del sismo, el nivel del mar en Manzanillo se ha elevado con respecto a Acapulco. La conclusión de estas observaciones es que la región de Manzanillo, en donde ocurrió el sismo se colapsó aproximadamente 8 centímetros. Con datos totalmente independientes, como lo son los datos obtenidos con GPS se pudo observar el mismo desplazamiento.

El ejemplo al que me estoy refiriendo es realmente muy simple pero la idea de mostrarlo en esta ocasión es con el objeto de enfatizar la importancia de contar con registros de las variaciones del nivel del mar continuos y sobre todo de muy alta calidad que nos permitan usar dicha información en un sinnúmero de aplicaciones que muchas veces no son necesariamente de nuestra especialidad. Los datos de las variaciones del Nivel del Mar van a ser utilizados en muchas áreas del conocimiento y esto es en beneficio de la humanidad.

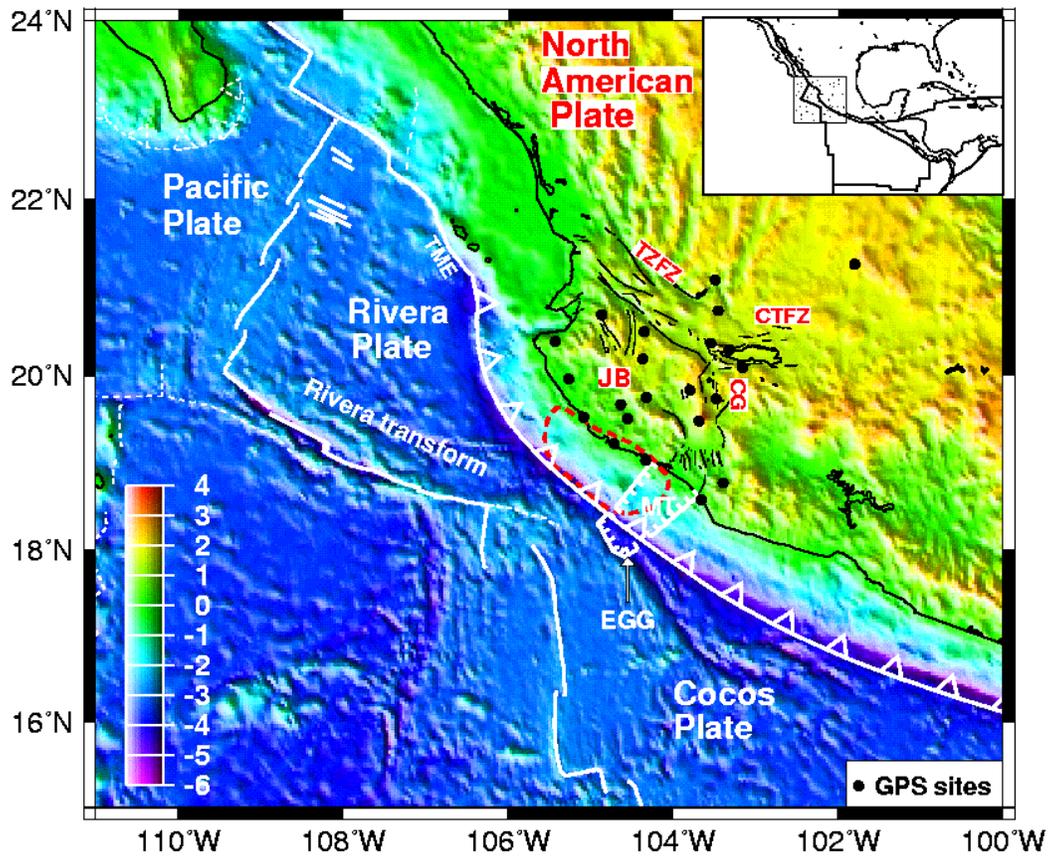
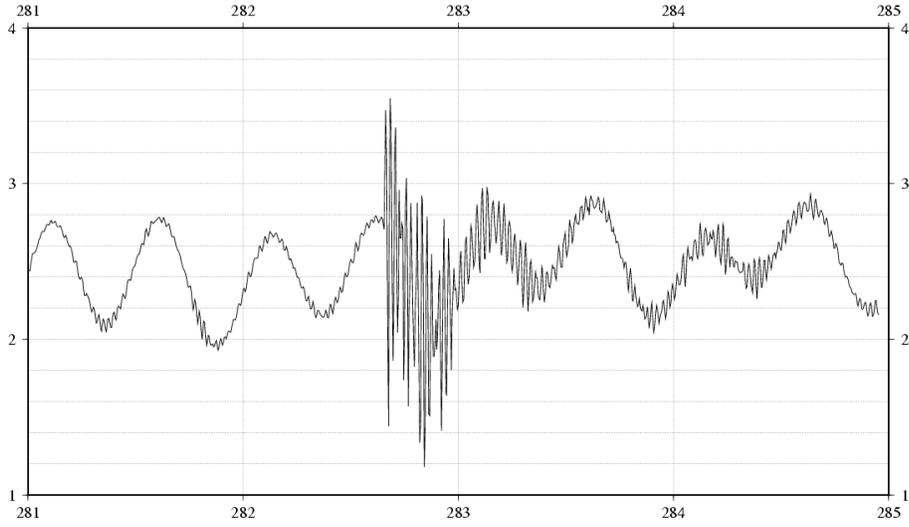


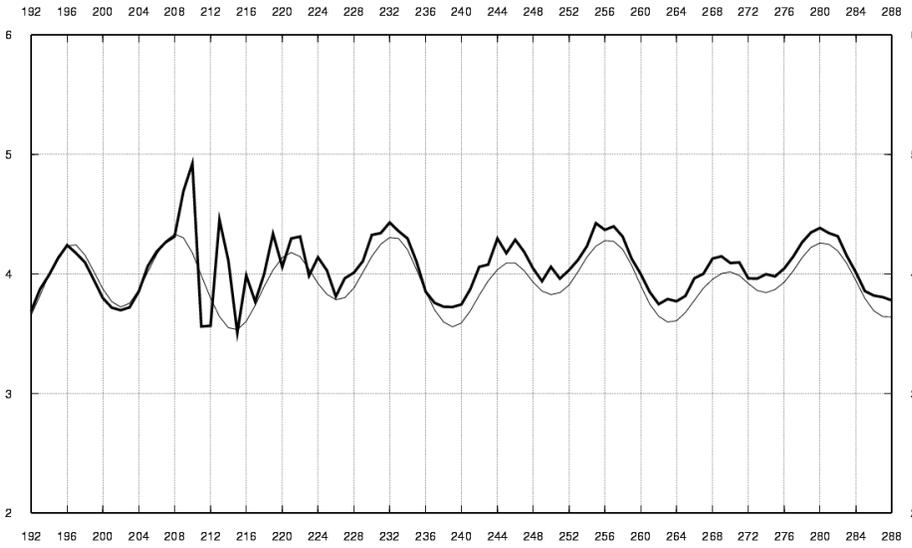
Figure 1. Principal features described in text and GPS site locations. Solid and dashed lines designate active and inactive tectonic features, respectively. Abbreviations are CG, Colima graben; CTFZ, Chapala-Tula fault zone; EGG, El Gordo graben; JB, Jalisco block; MT - Manzanillo trough; TZFZ, Tepic-Zacoalco fault zone; TME, Tres Marias escarpment. Topography and bathymetry are illuminated from the southwest and are from Smith and Sandwell [1997]. Red dashed line shows rupture zone of Oct. 9, 1995 earthquake. Color scale specifies elevation in km.

Figura 3

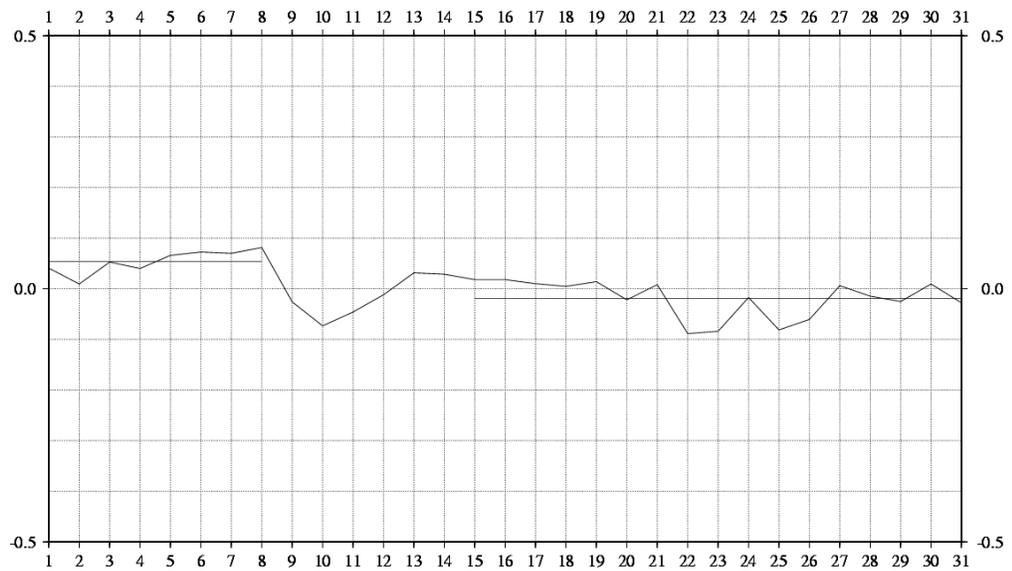


**Figura 4**

Manzanillo\_oct9-12\_95



**Figura 5**



**Figura 6**

**Estaciones GLOSS.-**

Las estaciones que fueron consideradas para participar en GLOSS son las siguientes:

- Acapulco
- Progreso
- Puerto Angel
- Veracruz
- Cabo San Lucas
- Isla Guadalupe
- Manzanillo
- Isla Socorro

Algunas de estas estaciones que dejaron de funcionar por un tiempo, están siendo rehabilitadas y en el año 2003 deberán estar funcionando todas excepto Puerto Angel, la que podría ser sustituida por Salina Cruz.