



**INSTITUTO GEOGRAFICO  
DE VENEZUELA  
SIMON BOLIVAR**



*“La Geografía al Servicio del Desarrollo”*

## **RED MAREOGRAFICA VENEZOLANA**



**Caracas, Abril 2003.**



**INSTITUTO GEOGRAFICO  
DE VENEZUELA  
SIMON BOLIVAR**



*“La Geografía al Servicio del Desarrollo”*

## **INDICE**

- **ANTECEDENTES**
- **ESTACIONES MAREOGRAFICAS**
- **EQUIPOS DE REGISTRO**
- **ALTIMETRIA SATELITAL**
- **PREDICCIONES**
- **CONCLUSIONES**
- **BIBLIOGRAFIA**



## **ANTECEDENTES**

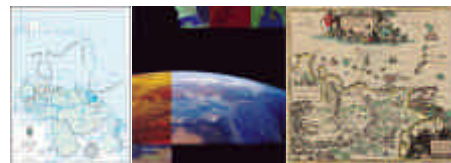
La Red Mareográfica Nacional comenzó con la adquisición de datos mareográficos a partir del año 1948 por parte de la extinta Dirección de Cartografía Nacional con la puesta en marcha de la Estación Mareográfica en La Guaira, donde se instaló un mareógrafo tipo Standard Modelo MAS-STG-519.

En esa época, debido a la necesidad de conocer las variaciones de la marea a lo largo de las costas del territorio nacional se realizaron los estudios necesarios para construir otras estaciones afín de tener un control más confiable en la determinación del nivel medio del mar y otros planos de referencia vertical de interés para las instituciones encargadas del monitoreo del nivel medio del mar global, razón por la cual fueron instaladas las estaciones mareográficas de Amuay en el Estado Falcón en 1950 y Puerto de Hierro en el Estado Sucre en 1955.

Posteriormente, la recolección del data se efectuó en forma analógica (Gráfico de Marea), a partir del cual se obtenían los diferentes niveles y planos de referencia a utilizar por los diferentes usuarios.

Con la incorporación de la Red de Control Vertical, el desarrollo de los poblados y la construcción de vías de comunicación, la determinación de las alturas ortométricas fue de gran importancia para estos proyectos, razón por la cual se aumentó el número de estaciones mareográficas a lo largo de la costa venezolana dentro de las cuales se mencionan Punta Perret, Castilletes, Carenero, Bobures, Puerto Cabello, Cumaná, Carúpano, Punta Barima, etc donde una vez obtenidos los planos de referencia, de interés para grandes proyectos de ingeniería y obras de envergadura, fueron reducidas a cinco quedando las que actualmente conforman la Red Mareográfica Nacional integrada por Amuay (Estado Falcón), La Guaira (Estado Vargas), Cumaná (Estado Sucre), Carúpano (Estado Sucre) y Punta de Piedras (Estado Nueva Esparta).

En el Plan de Sobremarcha Territorial establecido por el gobierno nacional en el año 2001, concebido con la finalidad de apoyar aquellos proyectos orientados a fomentar la investigación y evaluación detallada sobre mareas, régimen de olas, etc se emplean los recursos extraordinarios de este plan para iniciar el Proyecto Mareografía, con la finalidad de Densificar la Red Mareográfica Nacional incluyendo para esto dos (2) nuevas estaciones mareográficas en Puerto Cabello (Estado Carabobo) y Puerto de Hierro (Estado Sucre), proporcionando así una gran cobertura mareográfica a lo largo de la extensa faja costera venezolana generando los insumos básicos para realizar las investigaciones científicas referente al nivel medio del mar, estudios de la determinación del geode a escala nacional, tectónica de placas, calibrar la estabilidad de los datos altimétricos obtenidos del satélite TOPEX/POSEIDON, aumentar la resolución espacial entre registros mareográficos con datos altimétricos y facilitar esta información a organismos nacionales e internacionales dedicados a la investigación oceanográfica incluyendo los destinados a los estudios de cambios climáticos y la vulnerabilidad al incremento del nivel medio del mar.



## ESTACIONES MAREOGRAFICAS

Las estaciones operativas perteneciente a la Red Mareográfica Nacional están distribuidas de la siguiente manera:

### 1.-Estación Mareográfica de La Guaira.

Dependencia: Estado Vargas

Ubicación Física: Puerto de La Guaira.

Muelle No. 5 . Catia La Mar.

Ubicación Geográfica:

**Latitud 10° 37' Norte; Longitud 66° 56' Oeste**

Fecha Instalación Data Logger: 25 Agosto 1998

Tipo de Marea: Diurna



### 2.-Estación Mareográfica de Puerto de Hierro (PLAN DE SOBREMARCHA).

Dependencia: Estado Sucre

Ubicación Física:

Base Naval CN. Francisco Javier Gutiérrez.

Muelle A. Puerto de Hierro

Ubicación Geográfica:

**Latitud 10° 38' 01" Norte; Longitud 62° 05' 22" Oeste**

Fecha Instalación

Data Logger: 1 de Diciembre 2001. Cambio de Regla: 3 Septiembre 2002.

Tipo de Marea: Recolectando información para cálculos posteriores. Pendiente Vinculación de la Estación a la Red de Control Vertical Nacional.



### 3.-Estación Mareográfica de Puerto Cabello (PLAN DE SOBREMARCHA).

Dependencia: Estado Carabobo

Ubicación Física: Base Naval CA. Agustín Armario.

Palafito de la Sección de Balizaje

Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN)

Ubicación Geográfica:

**Latitud 10° 29' 01" Norte; Longitud 68° 00' 15" Oeste**

Fecha Instalación

Data Logger: 19 de Diciembre 2001. Chequeo Regla: 7 Septiembre 2002

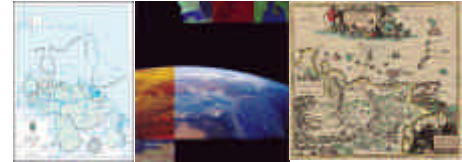
Tipo de marea: Recolectando información para cálculos posteriores. Estación vinculada a la Red de Control Vertical Nacional.





**INSTITUTO GEOGRAFICO  
DE VENEZUELA  
SIMON BOLIVAR**

*“La Geografía al Servicio del Desarrollo”*



#### 4.-Estación Mareográfica de Carúpano

Dependencia: Estado Sucre

Ubicación Física: Puerto de Carúpano.

Muelle Principal del Puerto en Carúpano

Ubicación Geográfica:

**Latitud 10° 40' 33" Norte; Longitud 63° 14' 42" Oeste**

Fecha Instalación Data Logger: 3 de Marzo 1999

Tipo de marea: Diurna



#### 5.-Estación Mareográfica de Cumaná.

Dependencia: Estado Sucre

Ubicación Física:

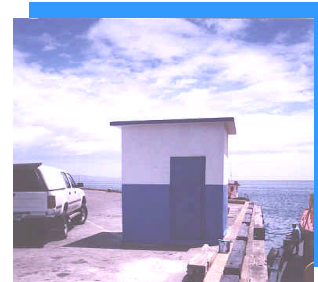
Muelle del Puerto de Cumaná.

Ubicación Geográfica:

**Latitud 10° 28' Norte; Longitud 64° 12' Oeste**

Fecha Instalación Data Logger: 24 Junio 1999

Tipo de Marea: Diurna



#### 6.-Estación Mareográfica de Amuay

Dependencia: Estado Falcón

Ubicación Física: Refinería de Amuay.

Comando Guardia Nacional.

Ubicación Geográfica:

**Latitud 11° 45' Norte; Longitud 70° 13' Oeste**

Fecha Instalación Data Logger: 21 Noviembre 1998

Tipo de Marea: Mixta



#### 7.-Estación Mareográfica de Punta de Piedras

Dependencia: Estado Nueva Esparta

Ubicación Física: Fundación La Salle.

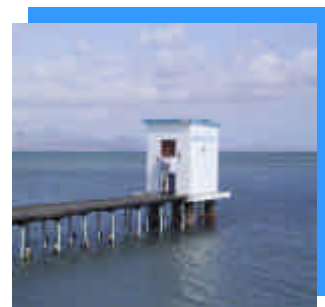
Muelle de la Fundación. Punta de Piedras

Ubicación Geográfica:

**Latitud 10° 54' 20" Norte; Longitud 64° 06' 30" Oeste**

Fecha Instalación Data Logger: 3 Noviembre 2000

Tipo de Marea: Diurna





## **EQUIPOS DE REGISTRO**

Desde el año 1998, el Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”, preocupado por contar con información más confiable y precisa a fin de comparar las variables medidas por los equipos mareográficos con otras variables (por ejemplo las meteorológicas), para el estudio de anomalías de los fenómenos naturales que ocurren a nivel nacional, incorpora a la Red Mareográfica Nacional equipos registradores automáticos (Data Loggers) en todas sus estaciones.

Los equipos registradores automáticos, permiten registrar, almacenar y generar reportes de las condiciones mareográficas medidas en todas las estaciones distribuidas alrededor de las costas de Venezuela, para posteriormente efectuar las predicciones de las mareas [5].

La variable marea es convertida en una señal eléctrica a través de un sensor que consta de un potenciómetro el cual es alimentado con una tensión regulada para generar una salida entre 0 y 4 voltios. Esta señal llega al registrador, donde es convertida a un código binario y almacenado en memoria de estado sólido a intervalos previamente configurados. La calibración se realiza de acuerdo a los valores dados por la regla mareométrica, la cual se encuentra empotrada cerca de la estación mareográfica.

### **1.- CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS REGISTRADORES MODELO $\mu$ LOGGER DE TECNUM**

- a.- Tienen gran autonomía debido a su bajo consumo (100  $\mu$ A en standby y 15 mA en operación)
- b.- Controlado por microprocesador
- c.- Temporización mediante IC RTC, lo cual brinda alta resolución
- d.- Ocho (8) canales analógicos de entrada de bits (resolución = 1 mV)
- e.- Ocho (8) canales digitales de entrada tipo contacto seco.
- f.- Adaptable a sensores de varias marcas, utilizando los acondicionadores de señal adecuados
- g.- Fácil configuración a través de un software desarrollado para PC
- h.- Múltiples alternativas de alimentación (Red, Baterías y Panel Solar)
- i.- Arquitectura abierta con posibilidades para ser modificado para satisfacer necesidades particulares
- j.- Almacenamiento en módulos de memoria removibles, formato PC FAT 12
- k.- LED indicador de status (off-standby-on) y cuatro LED's para visualizar los resultados de las rutinas de auto-verificación
- l.- Capacidad de almacenamiento hasta 16 Mb.
- m.- Comunicación RS-232 con PC compatible (RS-422 opcional)
- n.- Comunicación remota vía cable, celular, radio, línea telefónica, etc.



*“La Geografía al Servicio del Desarrollo”*

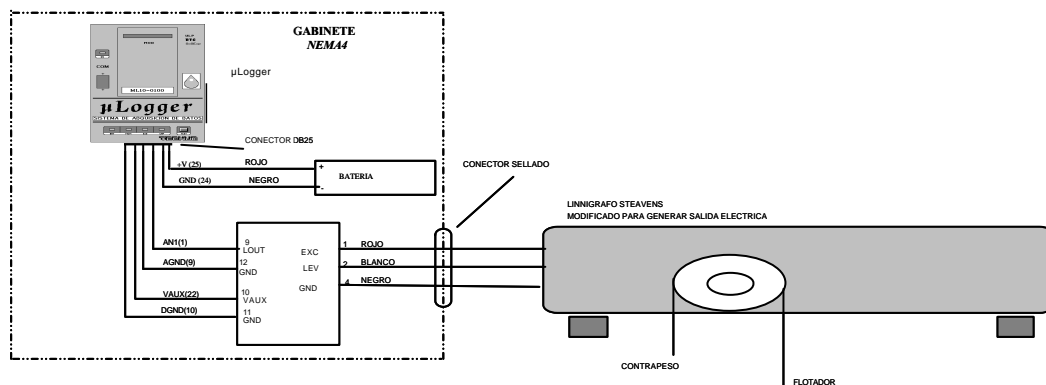
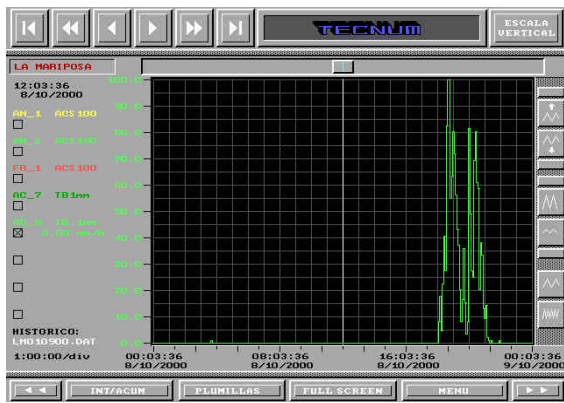
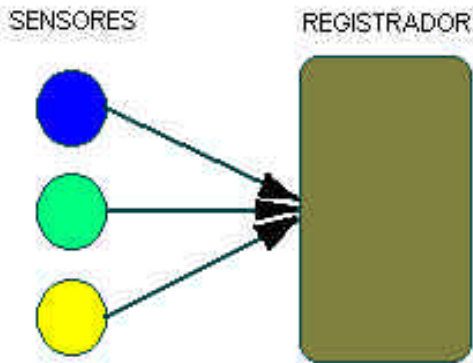
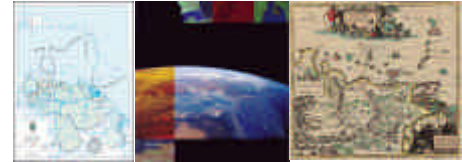


FIG.-1. - EQUIPOS DE REGISTRO DATA LOGGERS



## 2.- INFORMACION GENERADA POR LOS REGISTRADORES

### a.- Visita a la estación

El data logger tiene incorporado un detector fotosensible que se encuentra oculto, el cual indica cuando una estación ha sido visitada. En el caso de las estaciones mareográficas, es importante ya que cuando el gabinete del equipo es abierto, la luz del exterior sensibiliza al detector y hace que el equipo registre hora y fecha de la visita.

### b.- Retiro y reemplazo del módulo de memoria ó tarjetas PCMCIA

Este módulo es el encargado de almacenar la información recolectada por el módulo principal. La capacidad del módulo es de 128 Kb y puede expandirse hasta 1 Mb.

### c.- Generación de Tablas

Para leer los módulos de memoria se debe disponer del micrologger, computador PC compatible IBM, un cable de comunicación RS-232 y el programa PC-Logger.

Una vez leídos los datos en archivo DAT, estos pueden ser convertidos a otro formato para ser trabajado como hoja de cálculo, por ejemplo MS-EXCEL [5].

TECNUM c.a.

### DATOS DE LA ESTACION

Número : Carúpano  
Lapso : 3/02/1999 10:45:23 Al 28/02/99 23:55:23  
Registro: Temporiz. Interv. : 0:05:00

FECHA	HORA	AN_1 MAREA [pie]
3/02/1999	10:45:23	0.472
3/02/1999	10:50:23	0.492
3/02/1999	10:55:23	0.554
3/02/1999	11:00:23	0.492
3/02/1999	11:05:23	0.492
3/02/1999	11:10:23	0.554
3/02/1999	11:15:23	0.451
3/02/1999	11:20:23	0.513
3/02/1999	11:25:23	0.574
3/02/1999	11:30:23	0.677
3/02/1999	11:35:23	0.779
3/02/1999	11:40:23	0.615
3/02/1999	11:45:23	0.595

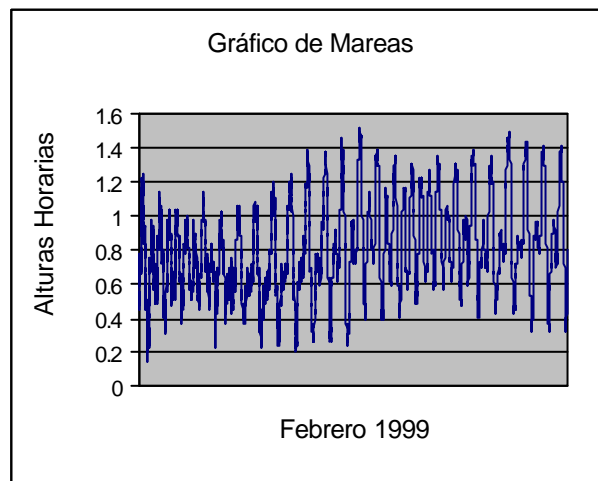
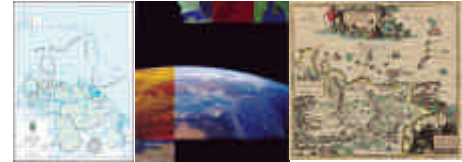


FIG.-2.- FORMATO MS-EXCEL PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS





### 3.- INCORPORACION DE ARCHIVOS A LA BASE DE DATOS

Una vez obtenida la data en hoja de cálculo MS-EXCEL, es mucho más fácil transportarla a una base de datos que se tenga disponible para los datos mareográficos.

En este caso en el IGVSb estamos comenzando a diseñar una base de datos de acuerdo a las necesidades de las instituciones nacionales e internacionales dedicados a la determinación del nivel medio del mar a nivel mundial.

### 4.- VENTAJAS DE LOS EQUIPOS REGISTRADORES AUTOMATICOS

a.- Mayor precisión en la data, utilizando 12 bits para la conversión (0.025%) a intervalos programables entre 1 segundo y 24 horas. En el caso de la data mareográfica de la Red Mareográfica Nacional, se utilizan intervalos de 5 minutos.

b.- Menor costo, ya que solo requiere planificar una comisión de trabajo para bajar la data al computador portátil ó bajar los módulos de memoria para ser leídos en la oficina.

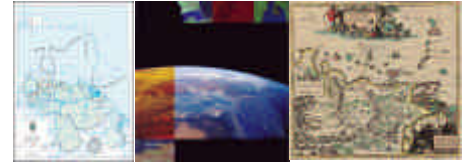
c.- Ahorro de tiempo en la interpretación y transcripción de datos por tener un software que permite guardar todos los datos y tenerlos disponibles para cualquier consulta.

d.- Disminución de errores humanos porque los módulos contienen toda la información de la data y no se requiere interpolar ó extrapolar los valores obtenidos.

e.- Mayor autonomía y tener la información más oportuna



FIG.-3.-EQUIPO DATA LOGGER EN LA ESTACION PTO. DE HIERRO



## **ALTIMETRIA**

El Sistema de Referencia Vertical para Venezuela está definido por el mareógrafo de La Guaira durante un periodo de 19 años de observaciones. El nivel medio del mar (NMM) en este sitio se considera coincidente con el geoide, sin embargo los estudios de las variaciones seculares del NMM y el movimiento de la corteza en las áreas de localización de los mareógrafos demuestran algunas variaciones a considerar en los principales mareógrafos venezolanos ubicados en La Guaira, Amuay y Carúpano.

El IGVSb en convenio con el Laboratorio de Geodesia Física y Satelital (LGFS) de la Universidad del Zulia, ha apoyado con la data obtenida de la Red Mareográfica Nacional, el trabajo de investigación a nivel doctoral que realiza el Prof. Gustavo Acuña en el Instituto de Investigaciones Geodésicas de Alemania (DGFI) en Múnich [1]. En este trabajo se presenta una metodología para la Aplicación de la Altimetría Satelital en Zonas Costeras de Venezuela formando esto parte del proyecto Determinación del Geoide para Venezuela.

### **a.- EXTRAPOLACION DE LA TOPOGRAFIA DE LA SUPERFICIE DEL MAR OBSERVADA**

Las comparaciones entre las observaciones satelitales altimétricas y registros mareográficos del nivel medio del mar son requeridos para evaluar la estabilidad de largos periodos de la altimetría satelital. Estas comparaciones se pueden utilizar para estimar el posible desplazamiento de los sistemas de alturas y el geoide por efecto de la topografía de la superficie del mar, obteniendo así información sobre la variabilidad del mar en zonas costeras, calibración de misiones altimétricas y la unificación de los sistemas nacionales de alturas para Venezuela y la zona del Caribe.

Para esto se desarrollo un procedimiento que permitió la extrapolación de los vectores de la topografía de la superficie del mar observada (SStop) hacia las posiciones de los mareógrafos sobre una distancia de 110 km [4].

Este procedimiento, utiliza la data altimétrica disponible en un área de 1° de radio alrededor de la posición del mareógrafo y por cuadrados mínimos estima los parámetros del siguiente modelo:

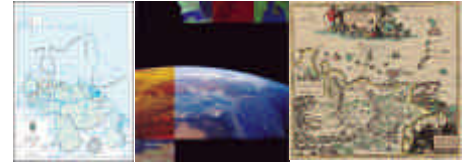
$$\mathbf{SStop} + \mathbf{v} = \mathbf{ho} + \mathbf{bias\ ciclo, paso}$$

Como el modelo de extrapolación incluye la adición de ecuaciones de restricción (1 ecuación por paso altimétrico) para eliminar la singularidad del sistema tenemos que:

$$\mathbf{\Sigma bias\ paso} = \mathbf{NMM\ mareógrafo}$$

Donde NMM representa el nivel medio del mar obtenido del registro mareográfico para el período común con la data altimétrica.

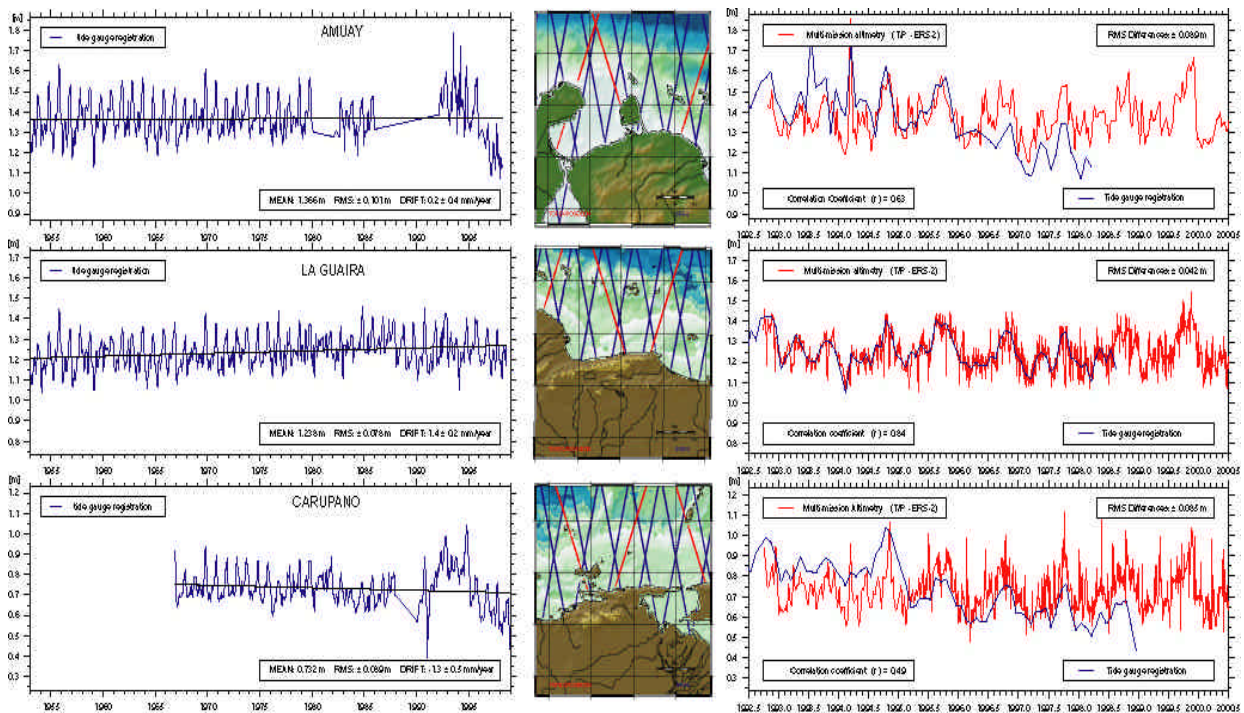
Con el método antes expuesto es posible derivar series de tiempo del nivel del mar altimétricas a partir de la combinación de datos T/P y ERS con una resolución en tiempo de aproximadamente 10 días.



*“La Geografía al Servicio del Desarrollo”*

**b.- COMPARACION ENTRE REGISTROS MAREOGRAFICOS Y SERIES ALTIMETRICAS**

La series de tiempo altimétricas obtenidas de la extrapolación y relativas a cada misión, se combinan para generar una serie única, la cual es comparada con la serie de tiempo de los registros mareográficos del NMM. Como estas series presentan intervalos de muestreo distintos, la serie mareográfica es remuestreada en los tiempos de la serie altimétrica. Las comparaciones son relativas debido a que los registros del NMM están referidos al cero de la regla mareométrica de cada mareógrafo, la cual se define arbitrariamente.



**Fig.-4. VARIACIONES EN LA SUPERFICIE DEL MAR EN LOS PRINCIPALES MAREOGRAFOS DE VENEZUELA [4]**

- a) Registros del NMM
- b) Localización del Mareógrafo y Rastreo Altimétrico
- c) Correlación entre Registros Mareográficos y Series Altimétricas

**c.- RESULTADOS DEL METODO**

La calidad del método fue de  $\pm 6.6$  cm. El método permitió estimar las posiciones de los mareógrafos para el período 1992.7-1999.7.

En la Tabla No- 1, se puede observar la correlación entre series altimétricas y los registros mareográficos de las tres principales estaciones mareográficas de Venezuela



**Tabla No.-1 RESULTADOS DE LA EXTRAPOLACION**

<b>ESTACION MAREOGRAFICA</b>	<b>So (m)</b>	<b>SStop (m)</b>	<b>Ho (m)</b>	<b>RMS-Serie (m)</b>	<b>Tendencia (mm/a)</b>
AMUAY	±0.055	-0.048	-1.413	±0.071	0.5±1.5
CARUPANO	±0.073	-0.094	-0.817	±0.068	2.1±1.3
LA GUAIRA	±0.045	-0.020	-1.266	±0.071	0.0±1.4

También se han comparados con valores de ondulaciones locales y CARIB 97 ( $\Delta N$ ) y al mismo tiempo los desplazamientos estimados por GPS-Nivelación, los resultados se presentan en la Tabla No.- 2

<b>ESTACION MAREOGRAFICA</b>	<b>SStop (m)</b>	<b>DN (m)</b>	<b>GPS-Niv (m)</b>
AMUAY	-0.05	-0.03	0.02
CARUPANO	-0.09	-0.02	0.07
LA GUAIRA	-0.02	0.01	0.03

Como se puede observar en las tablas expuestas anteriormente [3], que los resultados al aplicar ambas técnicas demuestran que la estación La Guaira presenta el menor desplazamiento ( $\Delta N$  y SStop), ratificando su condición como origen del sistema nacional de altura. Amuay y Carúpano no reflejan el comportamiento de la SStop, posiblemente por errores propios del método de extrapolación, movimientos verticales de tipo geodinámico, etc. Sin embargo las diferencias del método coinciden con RMS de  $\pm 5$  cm, la cual reafirma la calidad del método de extrapolación para estimar los desplazamientos entre el NMM y el geoide [2].



## PREDICCIONES

El Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, como ente oficial responsable de toda la estructura geodésica nacional ha publicado desde el año 1965 las “PREDICCIONES DE ALTURAS HORARIAS PARA LOS PUERTOS DE AMUAY, LA GUAIRA Y PUERTO DE HIERRO”. En estas predicciones se indican las alturas horarias, que ocurren en una estación determinada, utilizando para esto el Programa GUT-300, el cual fue diseñado sobre la base del estudio de las constantes armónicas obtenidas del análisis armónico de series de 369 días de observación en las estaciones primarias. Se tomó como referencia la información suministrada por el suplemento del “MANUAL OF HARMONIC ANÁLISIS AND PREDICTION OF TIDES”, publicación especial No. 98 del U.S. COSAT AND GEODETIC SURVEY, actualmente representado por el NATIONAL GEODETIC SURVEYING.

**TABLA DE PREDICCIONES**

LA GUAIRA		ENERO		2003	
ALTURAS HORARIAS DE LA MAREA EN PIES	DE LA MAREA EN PIES	DE LA MAREA EN PIES	DE LA MAREA EN PIES	DE LA MAREA EN PIES	DE LA MAREA EN PIES
1	2	3	4	5	6
0	-.15	0	-.24	0	-.32
1	-.12	1	-.18	1	-.24
2	-.10	2	-.15	2	-.18
3	-.07	3	-.11	3	-.14
4	.01	4	-.05	4	-.09
5	.11	5	.04	5	-.02
6	.24	6	.16	6	.09
7	.41	7	.31	7	.22
8	.61	8	.48	8	.36
9	.82	9	.68	9	.53
10	1.02	10	.89	10	.73
11	1.16	11	1.08	11	.92
12	1.20	12	1.19	12	1.09
13	1.13	13	1.21	13	1.17
14	.96	14	1.11	14	1.16
15	.73	15	.92	15	1.04
16	.47	16	.68	16	.84
17	.22	17	.41	17	.59
18	-.03	18	.15	18	.34
19	-.23	19	-.09	19	.09
20	-.36	20	-.28	20	-.14
21	-.40	21	-.40	21	-.31
22	-.38	22	-.43	22	-.41
23	-.31	23	-.40	23	-.42

DATUM DE ALTURAS EN LA MEDIA DE LAS BAJAMARES INFERIORES QUE ESTA A .40 PIES POR DEBAJO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR. MERIDIANO HORA 60 GRADOS OESTE DE GREENWICH.

Con la publicación de las tablas de predicciones horarias de marea, el instituto proporciona información básica para la navegación, cartografía insular, planificación de proyectos de ingeniería zonas costeras y otras actividades de interés oceanográfico.

La predicción contiene las alturas horarias de las pleamares y bajamares de los principales puertos distribuidos a lo largo de la costa venezolana al igual que información de los bancos de nivel para cada estación primaria, planos de referencia, constantes armónicas y finalmente algunos términos mareográficos de interés [6].



## **CONCLUSIONES**

- Con la incorporación de equipos data logger a las estaciones pertenecientes a la Red Mareográfica Nacional, permitirán la recolección de una data de fácil manejo para la interpretación de los registros mareográficos.
- La incorporación de dos (2) nuevas estaciones a la Red Mareográfica Nacional, mantendrá un control más detallado de las mediciones del nivel medio del mar, conduciendo al fortalecimiento de programas para proveer datos confiables durante largos periodos, banco de datos para informaciones oceanográficas, protección del ambiente y proyectos para el diseño de nuevos puertos y estructuras costeras.
- El conocimiento de las variaciones del nivel medio el mar en nuestro país permitirá ayudas a la navegación, proyectos de ingeniería costera y al mismo tiempo a la incorporación de nuevas estaciones a las publicaciones de las predicciones de mareas que elabora el IGVSB anualmente.
- Con el método de extrapolación de la SStop se pueden generar series de tiempo del NMM a partir de la altimetría satelital para ser aplicado en el monitoreo del NMM en zonas sin equipos mareográficos, la recuperación de las variaciones del NMM en mareógrafos con pérdidas de información y en la redefinición de los sistemas de referencia verticales nacionales.
- Los datos altimétricos en áreas costeras de poca densidad permitirán incrementar la calidad y resolución de los productos geodésicos derivados de la técnica altimétrica como lo es el geoide.



## **BIBLIOGRAFIA**

- 1.- Acuña G., Bosch W., Meisel B., 2002a: Correlation between multimission altimeter time series and tide gauge registrations in the Caribbean Sea. In IAG Symposium 124: Vertical Reference Systems, pp. 231-237, Springer-Verlag
- 2.- Acuña G., Bosch W., 2002a: Investigaciones sobre mediciones satelitales altimétricas en regiones costeras. Congreso Internacional de Geodesia y Cartografía. Caracas 2002, Marzo 18-22.
- 3.- Acuña G., Bosch W., 2002b: Mejorando la comparación de observaciones satelitales altimétricas y registro de mareógrafos. Congreso Internacional de Geodesia y Cartografía. Caracas 2002, Marzo 18-22.
- 4.- Acuña G., Bosch W., Hoyer, M., Wildermann, E., Hernández, J: Investigations on the height system of Venezuela and the South Caribbean sea surface topography. IAG 2001. Scientific Assembly, Budapest, Hungary, 03-04.09.2001 (Poster).
- 5.- Tecnum Electrónica. Manual de Operación y Manual de Operación del  $\mu$ Logger. Sistema de Adquisición de Datos. Caracas 1997
- 6.- Predicciones de Alturas horarias de la Marea para los Puertos de Amuay, La Guaira, y Puerto de Hierro e Informaciones Mareográficas de Interés. General. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. Caracas 2003.