

ESTUDIO DE CORRIENTES SUPERFICIALES EN LA BAHIA FERROL APLICANDO EL MODELO POM

Bach. Física Miguel Saavedra Juan De Dios

Bach. Ing. Mec. De Fluidos Emanuel Guzmán Zorrilla

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se estudió el patrón de circulación de la bahía Ferrol – Chimbote mediante la aplicación del modelo de circulación de la Universidad de Princeton (modelo POM).

Se definieron diversos escenarios de simulación que permitieron investigar los efectos del viento y mareas en la circulación dentro de la bahía, determinándose que la marea tiene mayor influencia sobre el viento en la circulación y que las velocidades de corrientes en promedio para todo el tiempo de simulación fue de 12 cm/s.

I.- INTRODUCCIÓN

La bahía de Ferrol actualmente atraviesa por graves problemas de contaminación ocasionadas por las actividades industriales como pesca, minería, entre otras. Para diseñar una estrategia con el fin de evitar que la contaminación siga en aumento, se deben de realizar estudios a nivel interdisciplinario, para conocer la dinámica dentro y fuera de la bahía.

El área de estudio, se encuentra comprendida entre las coordenadas 78°44'W-78°33'W a 9°03'S a 9°11'S, según como se muestra en la figura 1.

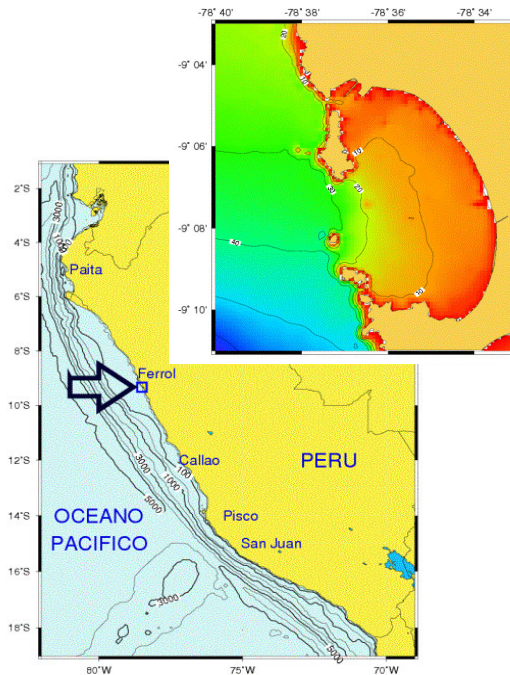


Fig.1.- Gráfico del área de estudio

Para este trabajo empleamos el modelo POM para la simulación de las corrientes inducidas por viento y marea.

II OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo, es efectuar una simulación numérica de la circulación superficial en el área de la bahía de Ferrol, utilizando el modelo POM, empleando como forzante el tensor de esfuerzo de viento y los efectos de mareas.

III.- DATOS UTILIZADOS

Los datos empleados para el presente trabajo fueron proporcionados principalmente por la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) en las referencias [1], [2],[3] y [4] y complementados con fuentes de datos globales.

3.1 .- Batimetría

Se emplearon los datos de sondajes de batimetría de alta resolución de la DHN para el área de estudio. La distribución de sondajes se observa en la figura 2

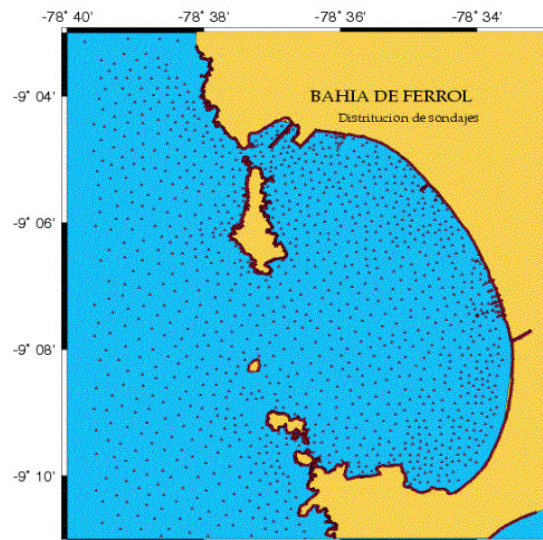


Fig.2 Distribución de sondajes para el área de estudio. Fuente DHN.

3.2 Temperatura y salinidad

Fueron empleados los valores de los patrones multianuales de la DHN para la estación ubicada en el puerto de Chimbote. Además, se hicieron la extracción de datos de la base de datos globales de Levitus.

3.3 Mareas

Se emplearon los componentes armónicos de marea M2,S2,N2,K1,O1 para el puerto de Chimbote y complementados con la tabla de marea[1] , el gráfico de la marea se puede observar en la figura 3

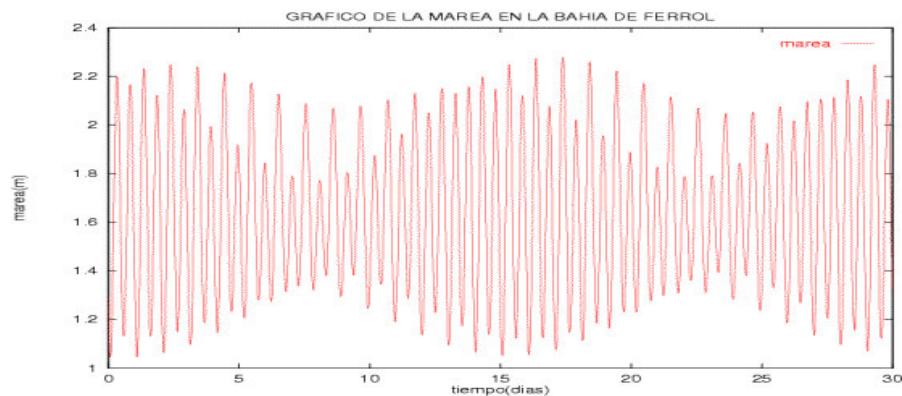


Fig. 3 Gráfico de la marea empleando los armónicos M2,S2,N2,K1,O1. Fuente DHN

3.4 Nivel medio del mar

Se recopilaron datos de elevación del mar registrados por la estación automática SUTRON del puerto de Chimbote. Los datos registrados, corresponden al mes de marzo del año 2003 y se muestra en la figura 4.

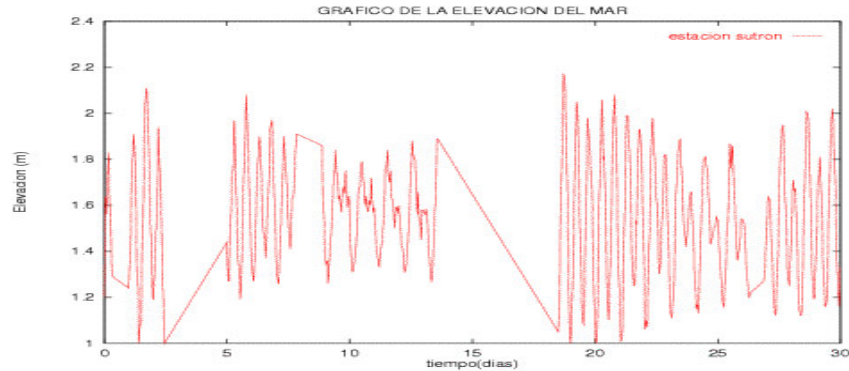


Fig. 4 Gráfico de la elevación del mar registrado por la estación SUTRON. Fuente DHN

3.5 Datos de corrientes

Durante el mes de marzo del año 2003, se realizó un estudio oceanográfico en la bahía de Ferrol[3], donde se recopilaron información de velocidad y dirección de corrientes dentro de la bahía, los puntos donde se realizaron las mediciones se muestran en la figura 5:

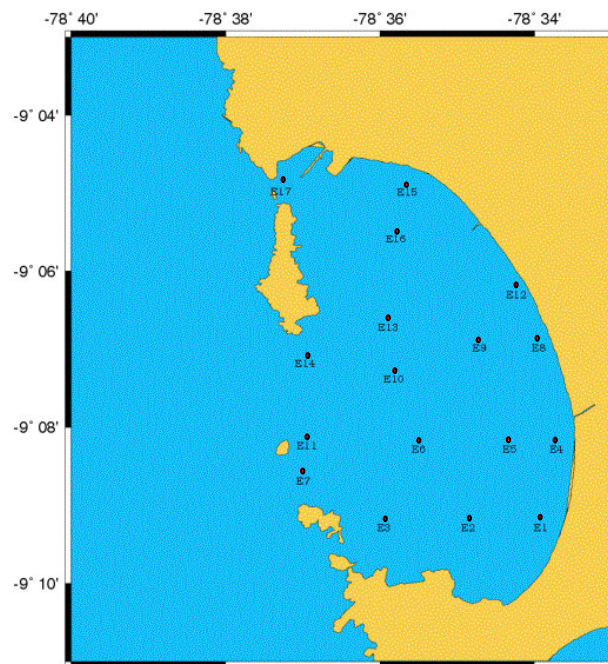


Fig.5 Puntos de medición de datos.

Los datos recopilados, nos servirán para realizar la validación y calibración de los resultados obtenidos por el modelo.

3.6.- Datos de velocidad y dirección de viento

Fueron recopilados datos de velocidad y dirección de viento de la estación automática SUTRON para el mes de marzo del 2003. Los datos registrados, se observan en las figuras 6 y 7

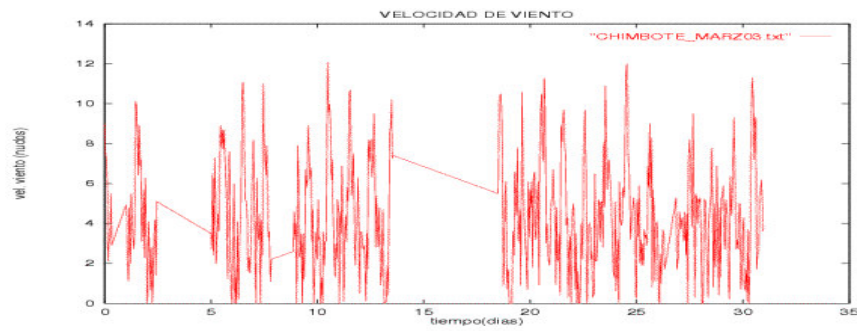


Fig 6. Gráfico de velocidad de viento. Fuente DHN

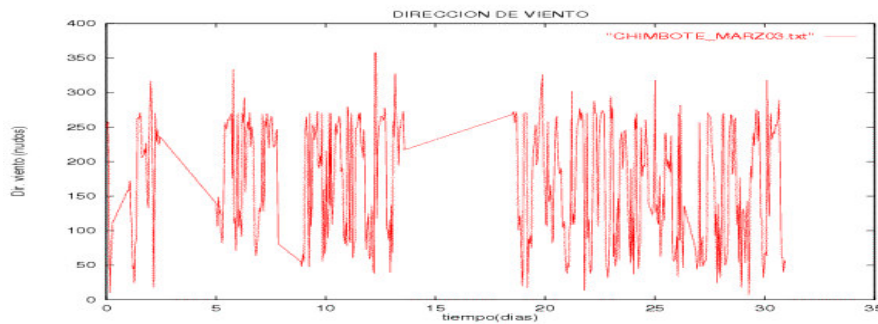


Fig 7. Gráfico de la dirección del viento. Fuente DHN

IV RESULTADOS

4.1.- Efectos del viento

Se simuló la influencia del viento en la generación de corrientes. Teniendo en cuenta la climatología de la bahía, se tiene que la mayor parte del año se presentan vientos provenientes del sur, por esto procedemos a forzar el modelo con viento del sur. En la figura 8 se observa el resultado de la simulación:

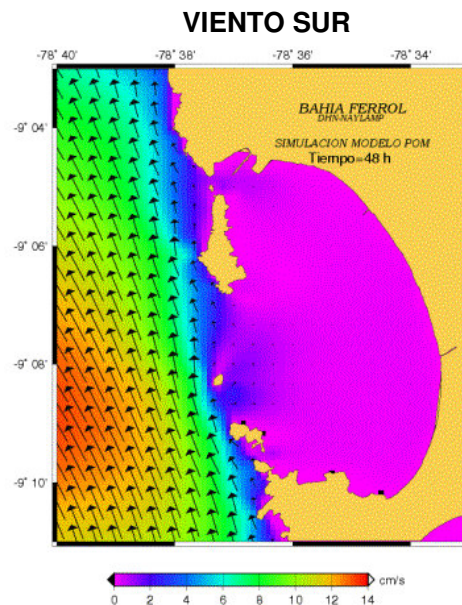


Fig. 8 Resultado de la simulación del efecto del viento (viento sur) en la bahía de Ferrol.

Luego de haber estabilizado el modelo, se procede a simular la circulación bajo acción de viento variable, para esto, el modelo es alimentado con una serie temporal de viento (las que se muestran en la figuras 6 y 7). Los resultados se muestran a continuación

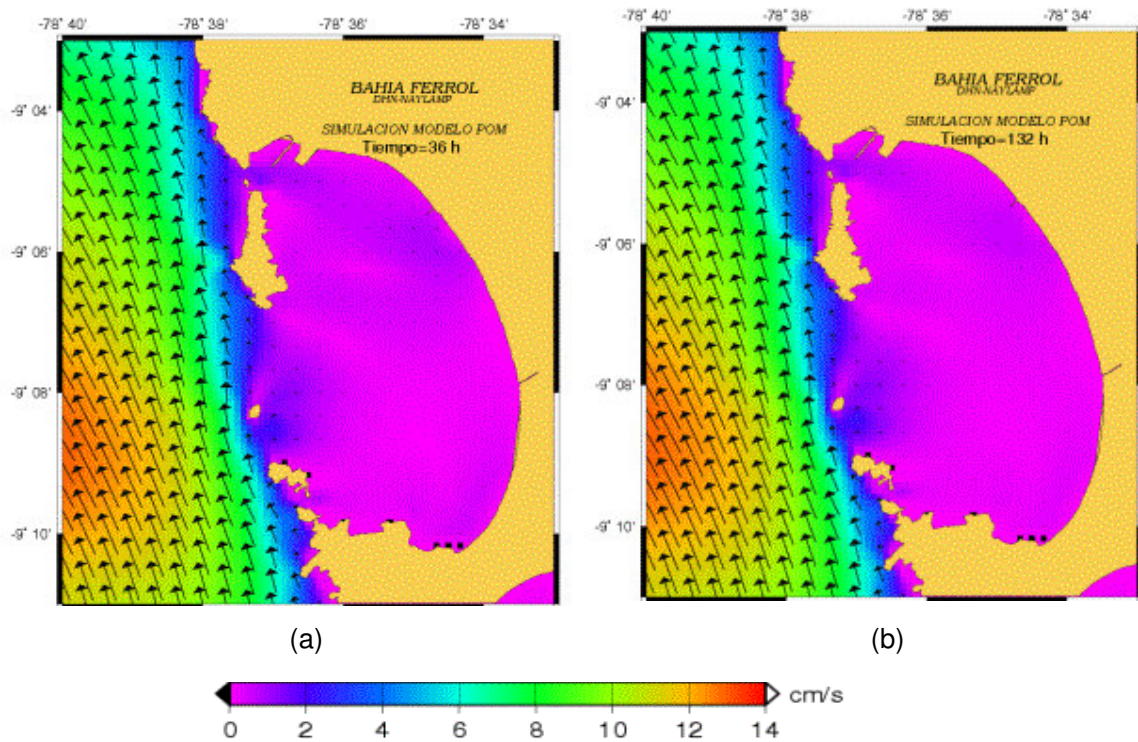


Fig. 9 .- Resultados de la simulación con viento variable (a) 36 horas, (b) 132horas

Haciendo zoom a la parte norte de la bahía tenemos:

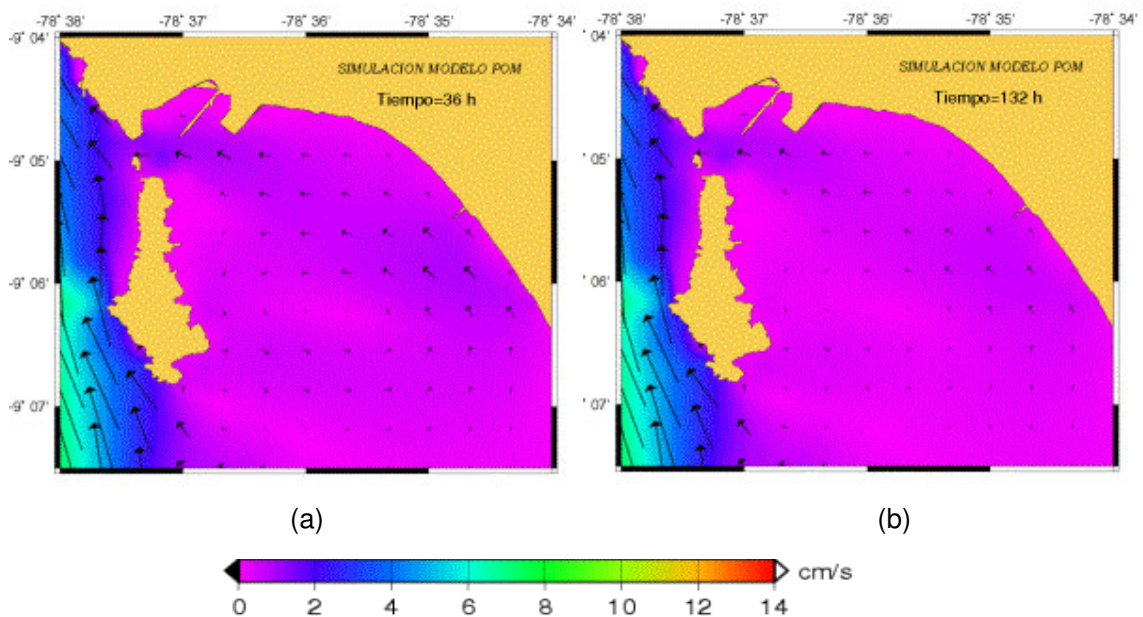


Fig. 10.- Gráfico de la generación de corrientes para la zona norte de la bahía (a) 36 horas, (b) 132 horas

En las figuras 9 –10 se muestran las distribución de corrientes dentro de la bahía bajo efectos de la variación del viento local. Como se puede apreciar, la configuración no se ve muy alterada, manteniéndose el patrón de corrientes de norte a sur. Pero haciendo zoom en la zona norte de la bahía, se puede apreciar la formación de remolinos en la

zona formada por la isla Blanca y el perfil costero de la bahía. Con esto podemos apreciar que el viento tiene poca influencia en la generación de corrientes dentro de la bahía.

4.2 Efecto de las mareas

Se simularon los efectos de la marea en la generación de corrientes, teniendo en consideración los principales componentes armónicos de marea del puerto de Chimbote. Se ejecutó el modelo por un periodo de 30 días correspondientes al mes de marzo del año 2003. Para este caso, se presentó mayor complicación para la definición de las condiciones de frontera, debido al origen cíclico de las mareas.

Los resultados de la simulación se observan a continuación:

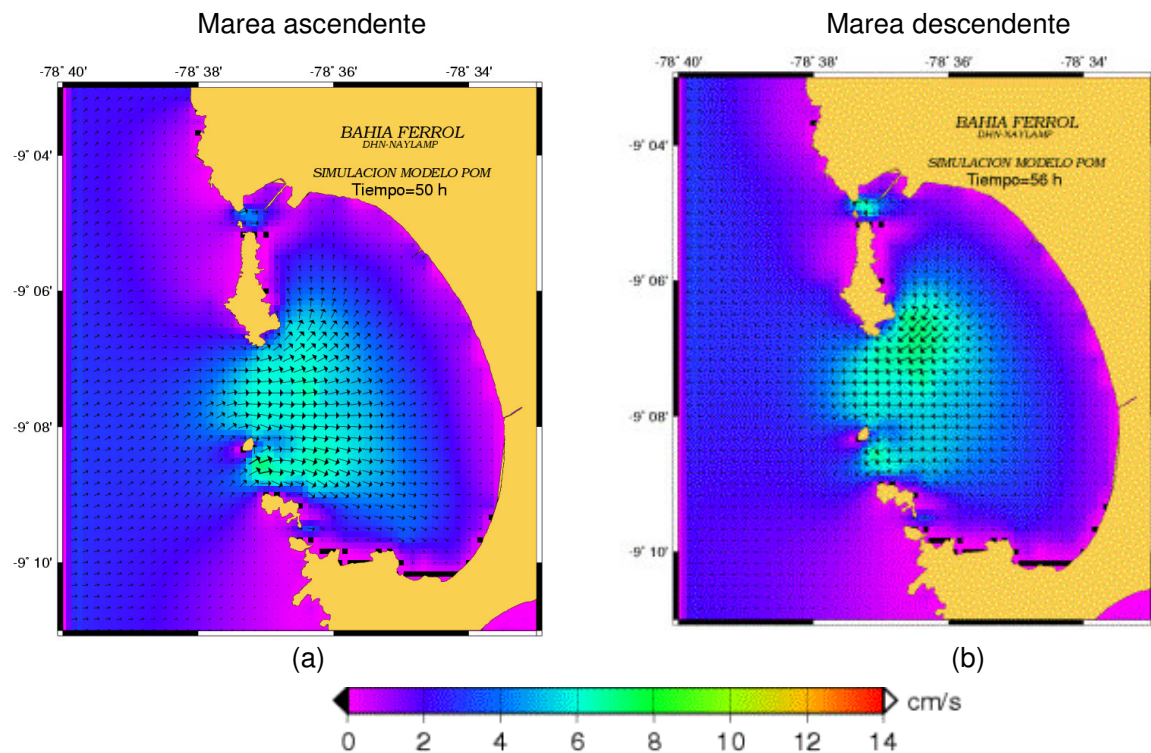
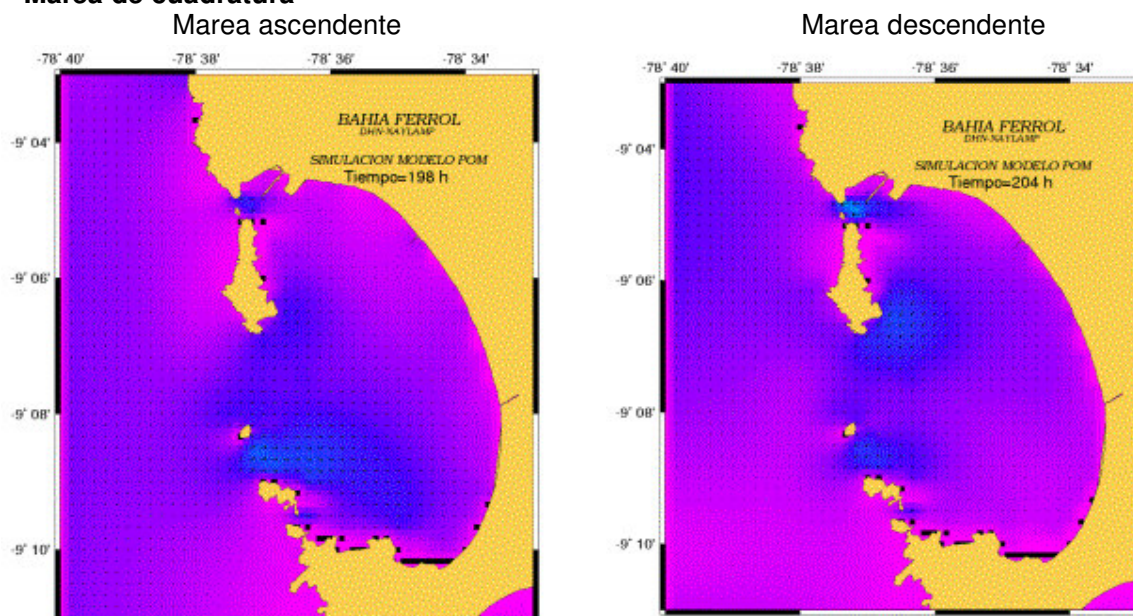


Fig 12 gráfico de la corriente de marea, a) marea ascendente, b) marea descendente

Marea de cuadratura



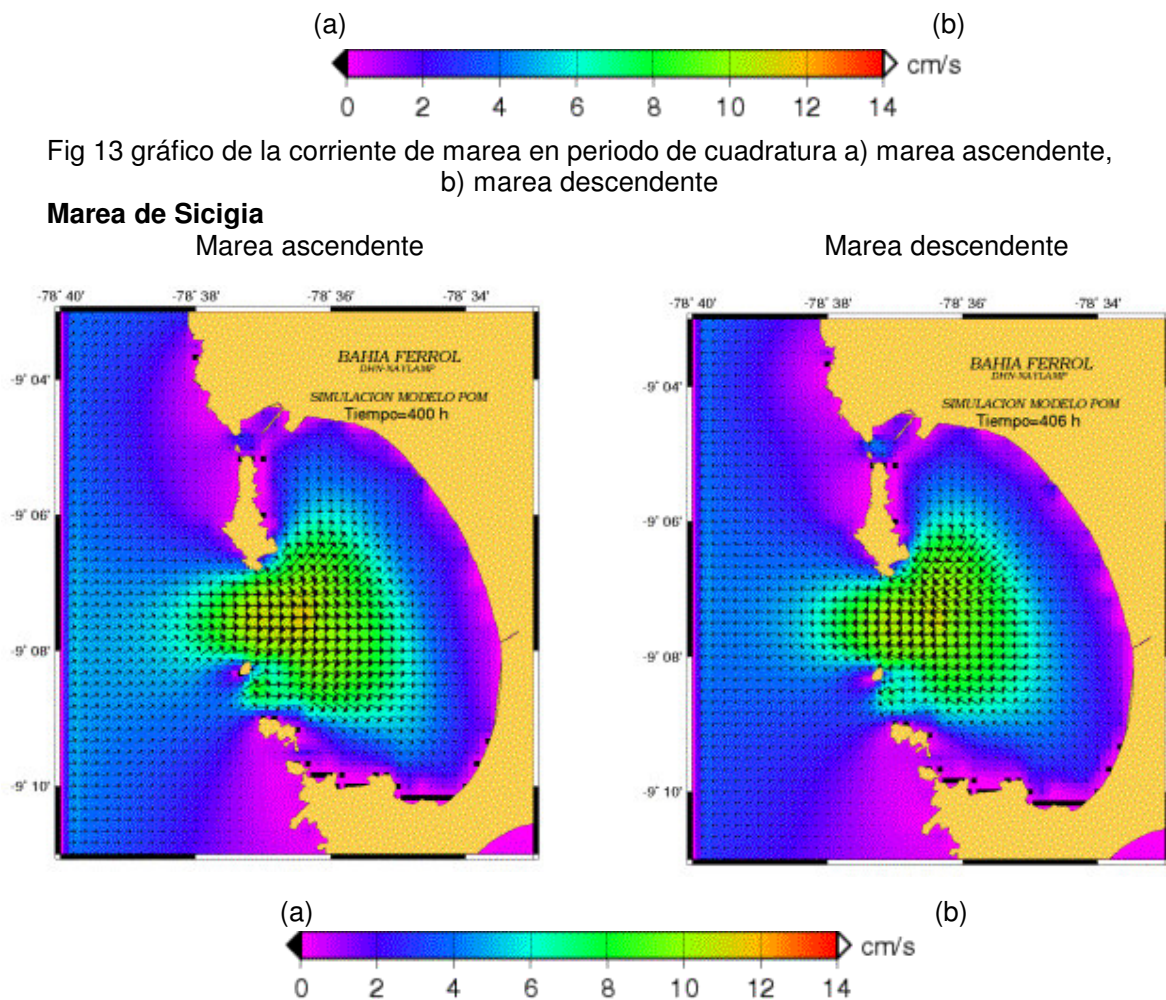


Fig 13 gráfico de la corriente de marea en periodo de sicigia. a) marea ascendente, b) marea descendente

4.3 Elevación del nivel del mar

Se calcularon la elevación del nivel del mar para los 30 días del mes. Los resultados obtenidos corresponden a la estación 17 de la figura 5, con el fin de hacer la comparación y validación de los resultados con los datos recopilados de la estación SUTRON, los resultados de muestran a continuación:

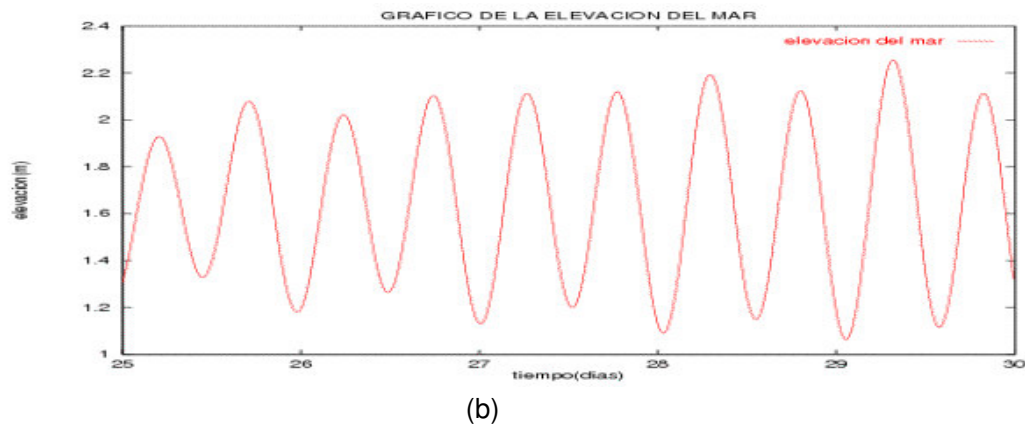


Fig. 14.- Gráfico de la elevación del nivel del mar calculadas con el modelo para los días 25-30 del mes de marzo 2003.

V.- VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la simulación, fueron validados con datos obtenidos de campo, según como se mostró en la figura 5.

Para los datos de corrientes, la validación estuvo limitada debido a que no se contaban con datos medidos por periodos largos, ya que se contaban con datos por periodos de 15 a 20 minutos, mas los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos de velocidades medidas en campo.

Para la elevación del mar, se hizo la comparación de los resultados con los datos registrados por la estación SUTRON . En este caso, se compararon los niveles obtenidos durante los 30 días de simulación, debido a que si se contaban con registros continuos de datos. Los resultados de la validación se muestran en la figura 15.

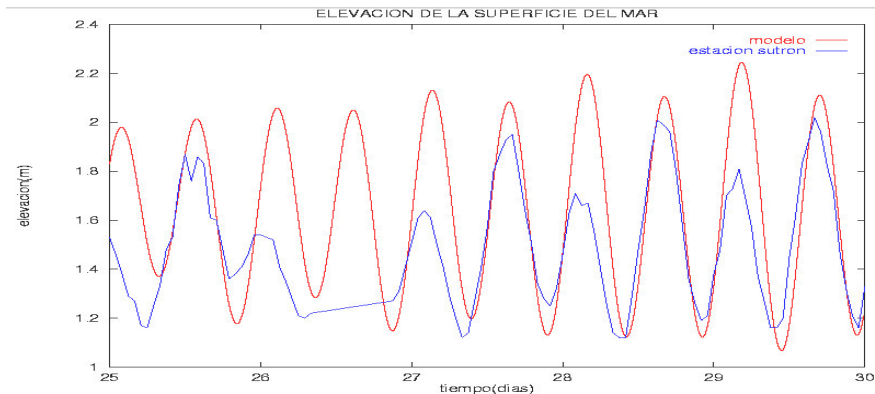


Fig. 15.- Comparación de niveles calculados por el modelo y los registrados por la estación SUTRON para los días 25 – 30.

VI.- CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llega después de haber realizado el presente trabajo son las siguientes:

- a) La principal fuente generadora de corrientes dentro de la bahía, son las mareas oceánicas, presentándose las mayores velocidades de corrientes durante los periodos de marea de sicigia y las menores velocidades durante los periodos de marea de cuadratura.
- b) El viento ejerce poca influencia en la generación de corrientes dentro de la bahía, por lo cual , se concluye que la bahía tiene poca capacidad de regeneración de sus aguas, lo que permite la acumulación de material contaminante y sedimentario.
- c) Los resultados obtenidos para la elevación del nivel del mar, se aproximan bastante a los datos registrados por la estación SUTRON en cuanto a fase y amplitud.

VII.- RECOMENDACIONES

- a) Recolectar mayor información de velocidad y dirección de corrientes en las estaciones establecidas dentro de la bahía durante el estudio oceanográfico realizado en el año 2003. Además de recolectar mayor información de corrientes en las fronteras establecidas en el presente trabajo, con la finalidad de definir mejor las condiciones de frontera del modelo.
- b) Recolectar mayor información velocidad y dirección de viento fuera de la bahía, con el fin de tener una mejor forzante de viento para futuras simulaciones.
- c) Investigar los volúmenes de desechos y residuos industriales arrojados a la bahía, así como descargas fluviales (del río Lacramarca), con la finalidad de adaptar al modelo un módulo de dispersión de contaminantes y complementar el presente trabajo de investigación.

- d) Continuar con los estudios con modelos numéricos de circulación como el POM, ROMS, etc.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- [1.] Dirección de Hidrografía y Navegación, "*Tabla de Mareas 2001, puertos de la costa del Perú Océano Pacífico América del sur*", Hidronav 31, Marina de Guerra del Perú. Callao Perú, 2001, 430 pp.
- [2.] Dirección de Hidrografía y Navegación, "*DERROTERO DE LAS COSTA DEL PERU*", Golfo de Guayaquil a Callao", Hidronav 5001, Marina de Guerra del Perú. Callao-Perú, vol I, 2003
- [3.] Dirección de Hidrografía y Navegación. Informe técnico "Estudio Oceanográfico Bahía Ferrol-Chimbote. DHN, Departamento de Medio Ambiente, 2003.
- [4.] Dirección de Hidrografía y Navegación [en línea], "*Proyecto NAYLAMP, Marina de Guerra del Perú*", 2003, web: <http://www.naylamp.dhn.mil.pe/observacion/indexFrameset.htm>
- [5.] Haidvogel, Dale and Beckmann,Aike, "*NUMERICAL OCEAN CIRCULATION MODELING*", Imperial College Press, Series on Environmental Science and Management, Vol.2, 1999, 318 pp.
- [6.] Mellor, George, "*Users Guide for A Tree Dimensional Primitive Equation, Numerical Ocean Model*", World Wide Web, "http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom", 1998.
- [7.] Menezes Castelao, Renato, "*Circulacao e Dispersao de Materais Passivos na Bacia de Santos. Simulacoes Numéricas o modelo da Universidade de Princeton.*", Master Thesis, Instituto Oceanográfico da Universidade de sao Paulo, 2001, 481 pp.