ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Relevamiento y Correlación Geológica del Sector Oriental del Puerto de Manta, Provincia de Manabí, Ecuador

Gabriel Antonio Laínez Medina(1), Katthy López Escobar(2)
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra(2)
Escuela Superior Politécnica del Litoral(2)
Avenida Perimetral Km. 30,5, Código Postal 09015863, Guayaquil, Ecuador(2)
rector@espol.edu.ec, gabo_anto@hotmail.com(1), katthylopez@gmail.com(2)

Resumen

En el presente trabajo se desarrolló la correlación geológica y estructural a partir de los perfiles litológicos del sector oriental del rompeolas principal del puerto de Manta, ubicada al Norte de la península del mismo nombre, S-O de la provincia de Manabí; zona costera central del Ecuador.

Los perfiles se construyeron en número de diez paralelos al eje longitudinal del rompeolas de dirección NE-SO, a partir de la descripción de las muestras obtenidas de las sesenta y seis perforaciones de estudios de suelos realizadas por el equipo técnico de Sinecuanon.

Se hace una revisión de los antecedentes geológicos del lugar analizando el comportamiento tectónico de la costa ecuatoriana y su influencia directa en el sector de Manta. Los resultados de las perforaciones se presentan en columnas litológicas las que se utilizan para formar perfiles, que describen claramente la geología del sector. En términos generales se interpreta la historia de la depositación de los sedimentos y se determina la edad relativa de los estratos perforados a través de la presencia de foraminíferos bentónicos del Mioceno-Holoceno y foraminíferos planctónicos del Plioceno-Holoceno. La estructura del sector tiene una dirección general OSO-ENE, relacionada a la falla principal "Aromo-Montecristi".

Palabra Clave: *Geología del puerto de Manta, estudios de suelos, Provincia de Manabí, falla, perfil litológico.*

Abstract

In this work was the correlation and structural geology from the lithologic profiles of the main eastern breakwater of the port of Manta, located north of the peninsula of the same name, SO of the province of Manabi, Ecuador's central coast .

The profiles were constructed in number of ten parallel to the longitudinal axis of the breakwater NE-SW direction, from the description of the samples obtained from the drilling sixty-six soil studies conducted by the technical team Sinecuanon.

It is a revision of the geological history of the place to analyze the behavior of the tectonic Ecuadorian coast and its direct influence in the area of Manta. The results of drilling are presented in the lithological columns that are used to form profiles, which clearly describe the geology of the area. Broadly interpreted the history of deposition of sediments and determining the relative age of the strata drilled through the presence of benthic foraminifera from the Miocene-Holocene planktonic foraminifera and Pliocene-Holocene. The structure of the sector has an overall direction WSW-ENE related failure to lead "Aromo-Montecristi.

Keyword: *Geology of the port of Manta, studies of soils, Manabi Province, fault, profile Lithology.*

1. Introducción

Son muy pocos los estudios geológicos realizados en el sector del Puerto de Manta, siendo uno de los más relevantes el primer estudio geológico para el dragado de los sedimentos en los alrededores del puerto en 1980. El estudio implicó observaciones visuales de los sedimentos marinos por métodos de buceo, tomas de muestras hasta 4 m de profundidad desde la superficie del lecho marino. Se analizó en ese entonces las tazas de sedimentación y erosión en base a la comparación de los mapas batimétricos levantados en 1962 y 1977 por la compañía Brezina e INOCAR respectivamente. En este trabajo se amplía la información geológica y estructural dentro del marco del proyecto de ampliación de dicho puerto

2. Objetivos del Trabajo

El objetivo principal del presente trabajo es la interpretación de la distribución estrato-sedimentaria del lecho marino en el lado Este del rompeolas principal del puerto de Manta. En base al levantamiento litológico de los datos de las perforaciones y los resultados geotécnicos de laboratorio realizadas por la empresa Sinecuanon contratada para este propósito, y la correlación de estas columnas a lo largo de diez perfiles paralelos al eje longitudinal del rompeolas del puerto.

3. Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio es el sector oriental del rompeolas principal del puerto de Manta, ubicada al Norte de la península del mismo nombre, S-O de la provincia de Manabí; zona costera central del Ecuador.

Figura 1. Sector del Rompeolas principal del Puerto de Manta.

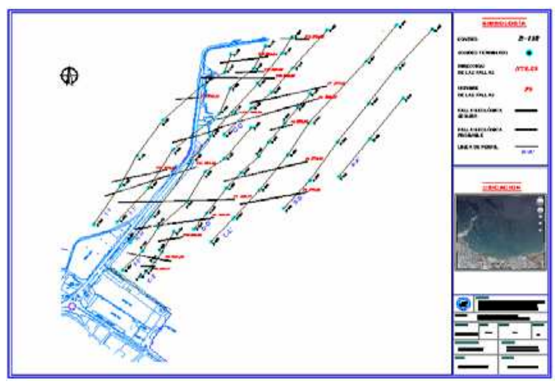

Figura 2. Ubicación de los sondeos y perfiles en el área de estudio.

4. Metodología de la Investigación

Se siguió dos etapas de trabajo, las cuales fueron:

Recopilación de la Información.- En esta primera etapa de investigación, se procedió a la recolección y lectura de los trabajos anteriores escritos sobre el área y la recopilación de los datos de campo y resultados de los estudios de laboratorio de las muestras de suelos pertenecientes a las perforaciones realizadas por el equipo de ingenieros y técnicos de Sinecuanon a cargo del Ing. Oswaldo Ripalda dentro del marco del proyecto de ampliación de Puerto de Manta.

Trabajo de Oficina.- Incluye el análisis de los resultados de laboratorio de suelos y su interpretación como base para la elaboración del levantamiento digital de las columnas y perfiles litológicos y su integración dentro de un criterio geológico-estructural.

5. Construcción de las Columnas Litológicas

La información de campo y de laboratorio de suelos fue compilada y tratada en el Programa LogPlot 7 (de RockWare Incorporad, fig. 3) para el Relevamiento de sesenta y seis columnas litológicas, que corresponden a las perforaciones (sondeos) del lecho marino en el sector Este y Oeste del puerto de Manta llevadas a cabo por la empresa Sinecuanon.

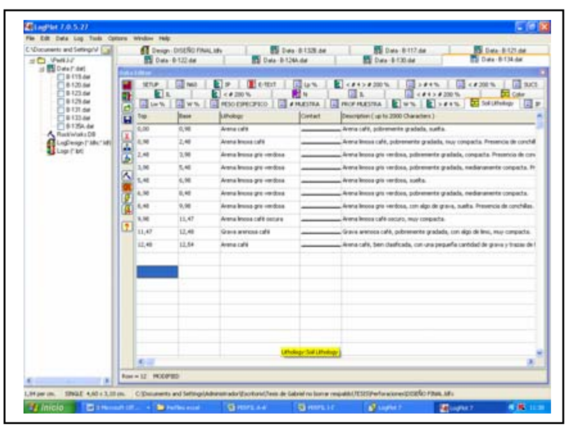

Figura 3. Levantamiento de la base de datos para el Relevamiento Litológico en LogPlot 7 (RockWare Incorporad).

Se obtuvo así, el registro gráfico completo de los resultados de laboratorio, de las pruebas de campo y la reconstrucción de las columnas litológicas de cada uno de los sondeos realizados.

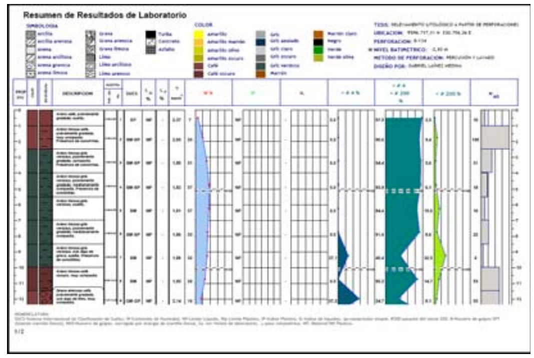

Figura 4. Registro de los datos de campo, de laboratorio y reconstrucción de las columnas litológicas de los sondeos realizados.

6. Levantamiento de Perfiles

Se utilizó Autocad 2008 (Autodesk) para construir los perfiles a partir de la proyección lateral de las columnas litológicas levantadas de los sondes realizados.

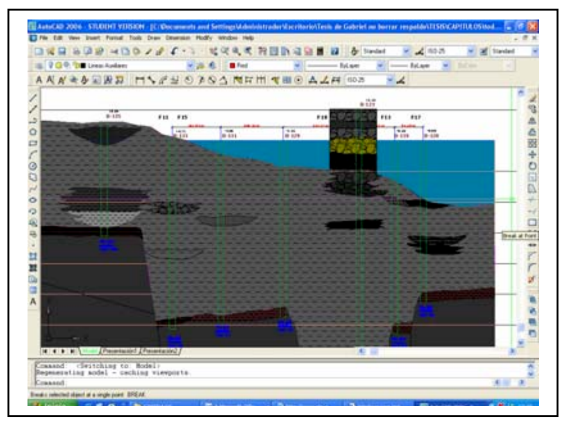

Figura 5. Correlación de columnas litológicas a lo largo de cada Perfil

7. Interpretación Sedimentaológica

La descripción por perfiles, se realizo desde el tope de los sedimentos (superficie del lecho marino) hasta el final de cada perforación (base de los sedimentos). Para determinar la profundidad de los sedimentos en cada sondeo se utilizó como parámetro fundamental los valores geotécnicos de la

Resistencia a la Penetración **N_{60}** obtenidos a partir de la Prueba de Penetración Estándar (**SPT** por sus siglas en inglés).

Correlación entre la Resistencia a la Penetración y las Propiedades de los Suelos a partir de la Prueba de Penetración Estándar (SPT)			
Arenas		**Arcillas**	
N60	Compacidad Relativa	N60	Consistencia
0-4	Muy suelta	Menos de 2	Muy blanda
0-10	Suelta	2-4	Blanda
10-30	Media	4-8	Media
30-50	Compacta	8-15	Firme
Más de 50	Muy compacta	15-30	Muy firme
		Más de 30	Dura

Tabla I. Correlación entre la resistencia a la penetración y las propiedades de los suelos a partir de la Prueba de Penetración Estándar

8. Interpretación de Fallamientos

De la misma manera que, en la interpretación sedimentológica, en la interpretación de fallamientos, la Resistencia a la Penetración **N_{60}** es el parámetro determinado "In situ" que más información provee con respecto al límite de la base de los sedimentos con el basamento rocoso en las perforaciones a percusión y lavado. Otro indicador utilizado para determinar la proximidad de esta frontera es la alteración del color de los sedimentos en las muestras extraídas del fondo de cada sondeo cuando **N_{60}**>80. Las alteraciones del color se presentan en las cercanías con el estrato rocoso debido a los efectos de la meteorización que los sedimentos y la roca experimentaron en el momento de la depositación ya sea en un medio subaéreo y/o subacuatico como es aquí el caso de un medio marino de plataforma interna y aguas cálidas. Es en coordinación de estos dos parámetros que se logra interpretar la configuración del basamento rocoso debajo de los sedimentos atravesados, los diferentes niveles de profundidad en los que se aproxima la roca habla de la presencia de fallas ó fracturas que son correlacinables entre los perfiles levantados. De este modo se logró trazar el "*trend*" de fallas o fracturas en este sector cuya rumbo general es OSO-ENE casi paralela a la línea de costa E-O de Manta (fig.2).

9. Datación Micropaleontológica de los Sedimentos

La importancia de los estudios micropaleontológicos radica en que es posible determinar la edad relativa de los sedimentos e inferir el medio o ambiente en que éstos se depositaron (paleoambiente), a través del análisis de los microfósiles contenidos en ellos. Los foraminíferos bentónicos son reconocidos por su valor como indicadores paleoambientales, en tanto que los planctónicos y radiolarios sirven como datadores.

Para el presente trabajo se prepararon para búsqueda y análisis de microfósiles seis muestras de sedimentos pertenecientes a la base de los sondeos B-102, B-143, B-145, B-148, B-204 y B-210, resultando dos muestras fértiles en microfósiles y cuatro estériles. Las muestras fértiles pertenecen a los sondeos B-143, la muestra # 2 y B-145, la muestra # 1. Los foraminíferos bentónicos presentes en ambas muestras son las siguientes: *Ammonia becari* (Mioceno-Holoceno), *Ammonia tepida, Bolivina* aff. *spissa, Bolivina bicostata, Buccella hannai, Bulimina* aff. *uvigerinaformis, Bulimina marginata* (Mioceno Medio-Holoceno), *Buliminella curta, Cibicidoides* sp., *Cibicidoides* aff. *fletcherl, Cibicidoides floridanus, Hanzawaia concentrica, Hanzawaia* sp., *Lenticulina* sp., Nodosariaceo, *Nonionella* sp., *Oridorsalis umbonatus, Pararotalia magdalenensis* (Plioceno-Holoceno), *Reussella* sp., *Siphonodosaria abyssorum, Uvigerina* sp. *y Uvigerina peregrina.*

En tanto que la población de foraminiferos planctónicos encontrados fue: *Globigerinoides cyclostomus* (N18 basal-N22), *Globorotalia* aff. *inflata* (N19 tardío-N22), *Globigerina quinqueloba* (N14-N23), *Globorotalia* sp. *y Orbulina universa* (Mioceno Medio-Holoceno).

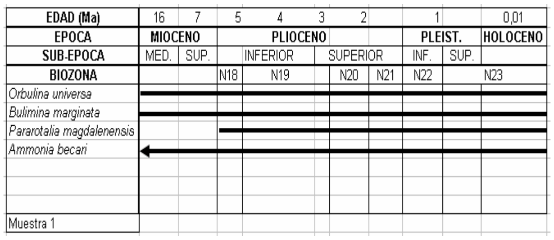

Tabla II Rangos de edad en la muestra # 1, del sondeo B-145 en base a foraminíferos planctónicos y bentónicos.

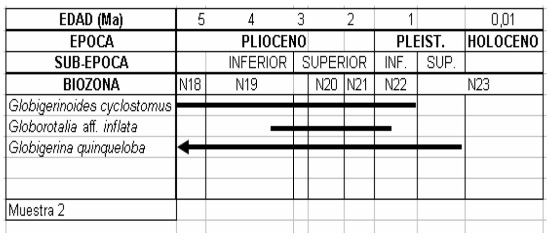

Tabla III Rango de edad en la muestra # 2, del sondeo B-143 en base a foraminíferos planctónicos y bentónicos.

El análisis de foraminíferos encontrados (no se encontraron radiolarios guías) determinó que el rango de edad de los sedimentos va desde el Plioceno Temprano hasta el Holoceno, en base a la aparición de *Pararotalia magdalenenses* en la muestra # 1 del sondeo B-145 (tabla II). En tanto que los sedimentos de la muestra # 2 del sondeo B-143 (tabla III) tienen una edad que va desde el Plioceno Temprano tardío (N19 tardío) hasta el Pleistoceno Temprano (N22 basal), en base a la aparición de *Globorotalia* aff. *inflata*.

10. Conclusiones

El estudio realizado permitió establecer las siguientes conclusiones:

1. Se interpretó un grupo de 18 fallas normales en el área de estudio con una dirección general OSO-ENE, que pertenece a una familia más grande de fallas que afloran hacia el SO de la región, cuya falla principal es la falla activa "Aromo-Montecristi" de dirección E-O.
2. El área de estudio pertenece a una región mucho más amplia y subsidente de la plataforma continental, que se extiende desde la línea de costa E-O de Manta, hacia el Norte (mar adentro) hasta Bahía de Caráquez, conocida como Cuenca "Manta-Bahía de Caráquez". El incremento de la potencia de los sedimentos encontrados en las perforaciones en ésta dirección es una medida de la tendencia a la subsidencia.
3. También a través del incremento de la potencia de los sedimentos en el área de estudio hacia la dirección Norte, se puede concluir que los estratos de roca subyacentes se encuentran ligeramente inclinados hacia el Norte, con una pendiente no mayor a los 15º como consecuencia del basculamiento de los bloques subsidentes de la cuenca activa "Manta-Bahía de Caráquez".
4. Tomando en cuenta que, el objeto del presente estudio fue en su totalidad muestras de sedimento del fondo marino no consolidado, se empleó como principales criterios de correlación, además de la textura y el color de la litología, la interpretación de los valores de los ensayos mecánicos de laboratorio tales como: granulometría, contenido de humedad natural, índices de liquidez y plasticidad, etc., dando éstos muy buenos resultados.
5. En el tramo final del sonde B-138 a partir de los 37,79 m de profundidad b.n.m., se encontró limolita gris verdosa perteneciente a la Formación Tosagua; que en el sector de la playa

del Murciélago aflora bajo los acantilados de la Formación Tablazos.

6. En términos generales se describe la disposición de los estratos sedimentarios perforados en las cercanías puerto, de arriba hacia abajo de la siguiente manera:
   - Una primera capa compuesta de arcilla limosa y arena limosa fina se extiende desde la superficie del fondo marino con un espesor variable de 1 a 3 m, fue depositada durante los últimos 50 años después de la construcción del Puerto.
   - Como menciona Benítez S. [3], una segunda capa de arena limosa de 20 m de espesor promedio representa los sedimentos de playa que se depositaron durante y después de la última transgresión marina que empezó hace 18.000 años, en el Cuaternario Holoceno y que rellenaron el antiguo valle de Manta, cuya boca estaba localizada donde esta ubicado actualmente el puerto pesquero.
   - La tercera capa; de limo, que alcanza hasta los 10 m de espesor fue depositada en esta misma época dentro de un ambiente sublitoral, determinada a través de datación micropaleontológica, antes ó durante la ultima transgresión marina.
   - Una cuarta capa arena limosa muy compacta delgada de 0,88 m de espesor que presenta bajo los sedimentos Holocénicos fue depositada durante el Cuaternario Pleistoceno.
   - Por último, y bajo todos los sedimentos Cuaternarios se encontró limolita gris verdosa muy consolidada perteneciente a la Formación Tosagua del Mioceno Inferior-Mioceno Medio basal.

11. Agradecimientos

A la doctora Katthy López Escobar, co-autora de este trabajo, por su valiosa orientación en cada etapa del desarrollo de la investigación.
Al ingeniero Oswaldo Ripalda por su colaboración desinteresada en la disposición de los datos geotécnicos, que son la materia prima del presente trabajo.
A la doctora Martha Ordóñez jefa del departamento de micropaleontología del Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil (CIGG), Petroproducción, filial de Petrecuador, por su aporte en la identificación y datación de los foraminíferos encontrados en las muestras sedimentarias.

12. Referencias

[1] BENÍTEZ STALIN, Estudio geológico para determinar la factibilidad del dragado en el lado Este del rompeolas del puerto de Manta, Informe técnico para la ampliación del puerto de Manta, 1980.
[2] GOOGLE EARTH, Mapas Satelitales de Sudamérica, del Ecuador y del Puerto de Manta, 2008
[3] BENÍTEZ STALIN, Informe Geológico para el Proyecto de Ampliación de las Facilidades del puerto de Manta, 2007
[4] PEDOJA K., Estudio de la Dinámica del Levantamiento Costero en Ecuador y Norte de Perú, Tesis Doctoral, 2003.
[5] BRISTOW C. R. y HOFFSTETTER R., Léxico Estratigráfico, 2da Edición, Unión Internacional de Ciencias Geológicas, París, Francia, 1977.
[6] NAVARRETE EDISON, Estudio Micropaleontológico de la Formación San Mateo en el Corte Puerto López-Salango, Tesis, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL, 1985.
[7] ALVAREZ VIVIANA, Corte Geológico del Neógeno en los Acantilados entre Santa Rosa y San José, Provincia de

Manabí, Tesis, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL, 2002.

[8] CORONEL JORGE, Análisis de Morfoestructuras en Imágenes Radar, Fotos Aéreas, Red de Drenaje y Modelos Numéricos para la Observación de Deformaciones de una Margen Activa: ejemplo de Manta, Tesis, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, ESPOL, 2001.

[9] BOWLES JOSEPH E., Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, 2da Edición, McGraw-Hill latinoamericana S.A., Bogotá, Colombia, 1981.

[10] CORRALES INMACULADA, Estratigrafía, 2da Editorial Rueda, Madrid, España, 1977.

[11] ORDOÑEZ MARTHA, JIMENEZ NELSON y SUÁREZ JOHNNY, Micropaleontología Ecuatoriana, Centro de Investigaciones Geológicas Guayaquil, Petroproducción filial de Petroecuador, Guayaquil, Ecuador, 2006.