

Estudio Topobatimétrico de los muelles de Carga General y Áridos en Cayo Largo del Sur

LIC. RENÉ GARCÍA GALOCHA

Investigador auxiliar
galocha@cimab.transnet.cu

LIC. HÉCTOR QUINTANA NOY

Investigador auxiliar
noy@cimab.transnet.cu

LIC. FIDEL ALEXANDRO CEPERO PEDROSO

Especialista Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
fidel@cimab.transnet.cu

Resumen

El presente estudio fue realizado en los muelles de Carga General y de Áridos de la Empresa de Servicios Portuarios «Manuel Porto Dapena», ubicado en Cayo Largo del Sur, su objetivo fue realizar el levantamiento topobatimétrico del fondo marino de la caja de atraque y la dársena de maniobras de dicha instalación acorde con los requerimientos del Registro Cubano de Buques (RCB, 2017). Para ello se utilizó el método de intersección directa con dos taquímetros. Las profundidades fueron medidas con ecosonda multihaz y están referidas al Nivel Mínimo Teórico.

Como resultado de la investigación se obtuvo que la caja de atraque del muelle de Carga General y de los 20 m del muelle de Reparaciones adjunto, están actualmente delimitada por las isobatas de 4.0 m a 5.0 m que corren paralelas a la LFM, donde se registran profundidades comprendidas en este rango. El comportamiento del relieve submarino de la caja de atraque del muelle de Carga General y parte del muelle de Reparaciones, es ondulado y aplanado.

Las cajas de atraque de los muelles de Áridos y de Combustible, están delimitadas por las isobatas de 3.0m y 5.0m que corren paralelas a la LFM, registrándose en ellas profundidades comprendidas en este rango. La dársena de maniobras de los muelles de Áridos y Combustible está delimitada básicamente por la isobatas de 5.0 m que delimita una depresión submarina que coincide con el canal de navegación del Canalizo Cayo Largo. La dársena presenta un relieve aplanado y profundidades que alcanzan los 5.2 m.

Las profundidades actuales en las cajas de atraque y dársena de maniobras de las instalaciones hidrotécnicas, aparecen reflejadas en los Perfiles Longitudinales, los Estadígrafos de las Profundidades y los Planos Topobatimétricos resultantes del trabajo.

Abstract

The present study was carried out in the General Cargo and Arid Docks of the Port Services Company "Manuel Porto Dapena", located in Cayo Largo del Sur. The objective was to

carry out the bathymetric survey of the seabed of the berthing box and the anchorage area of this installation, according to the requirements of the Registro Cubano de Buques (RCB, 2017). For this, the method of direct intersection with two theodolites was used. The depths were measured with multibeam echo sounder and are referred to the Minimum Theoretical Level.

The objective of this work is to determine the depths existing in the berthing and maneuvering areas of the General Cargo and the Arid docks in Cayo Largo del Sur.

As a result of the work, the Longitudinal Profiles of the seabed and the Current Depths' Statisticians were determined in the berthing boxes of the dock, as well as the bathymetric map and the submarine relief existing of this port facility.

Palabras Claves: *Estudio Topobatimétrico, Cayo Largo del Sur.*

Introducción

En los fondos marinos de las zonas donde operan embarcaciones se producen cambios según los procesos que actúan ya sean naturales, antrópicos o ambos. Estos cambios pueden ser de tipo acumulativo o denudativo; llegando en ocasiones a convertirse en superficies escabrosas que pueden representar amenazas para la navegación. Por esta razón la Resolución 216-09 del MITRANS, establece como norma la investigación y certificación de los fondos marinos de las instalaciones hidrotécnicas cada cuatro años, a través de estudios topobatimétricos, que permitan orientar y organizar la navegación así como la prevención de posibles accidentes.

El objetivo de este trabajo es determinar las profundidades existentes en las cajas de atraque y dársena de maniobras del muelle de Carga General y del muelle de Áridos en Cayo Largo del Sur.

Como resultado del trabajo se determinaron los Perfiles Longitudinales del lecho marino y los Estadígrafos de las Profundidades actuales en las cajas de atraque frente a la LFM del muelle, los planos topobatimétricos y la morfología y el relieve submarino existente en las cajas de atraque y dársenas de maniobras.

Materiales y métodos

El estudio fue realizado acorde con los requerimientos de la tarea técnica acorde con los requerimientos de la tarea técnica HOOI 70229 y HOOI 70230 emitida por el Registro Cubano de Buque (RCB, 2017), según lo dispuesto por la Resolución 216-09 del MITRANS.

La escala de trabajo utilizada fue de 1:1000. Se empleó la proyección Cónica conforme de Lambert. La georeferenciación corresponde al Sistema de coordenadas Geodésico Nacional Cuba Norte, y el sistema de alturas Siboney. El Datum utilizado fue el NAD 27. Las profundidades están

referidas al Nivel Mínimo Teórico (NMT) y representadas cada 5.0 metros. Las isóbatas representadas cada 1 metro a partir de la isóbata de 2.0 m. La fecha de sondeo fue enero de 2018.

La base planimétrica utilizada para los levantamientos topobatómicos en Cayo Largo del Sur se apoyó en la utilizada en los levantamientos del 2011 y quedó conformada por 10 puntos de control horizontal, ubicados a partir de estaciones de primer y cuarto orden de los desaparecidos Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía (ICGC) y el Instituto Cubano de Hidrografía (ICH). Con los puntos de control empleados se garantiza el posicionamiento y la precisión requerida, según las Normas S-44 de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI, 2008).

Para el aseguramiento altimétrico de los estudios topobatómicos de las instalaciones hidrotécnicas en Cayo Largo del Sur, fueron rescatados los dos puestos de nivel provisional habilitados en los estudios realizados anteriormente (García *et al.* 2011). Los mismos quedaron amarrados al Sistema de Alturas Siboney mediante nivelaciones geométricas de IV Orden. El punto de apoyo principal QUELONIOS integra la Red Altimétrica Nacional.

El posicionamiento dinámico de la embarcación de sondeo en el mar se realizó mediante el método de intersección directa con dos taquímetros desde puntos fijos en tierra. La posición de la embarcación de sondeo se determinó a intervalos regulares de 15 segundos. La embarcación se ajustó para mantener una velocidad de desplazamiento de aproximadamente 0.5 nudos a lo largo de todo el trabajo. Para garantizar la calidad y evitar errores de las mediciones angulares con los teodolitos, después de terminado cada perfil, los observadores chequearon la alineación existente entre los puntos de control horizontal utilizados (comprobación del error de cierre y de colimación). Para garantizar la alineación y equidistancia de los perfiles de sondeo programados acorde el proyecto técnico, se utilizó un GPS-GARMIN, modelo GPS-map76CSx en régimen autónomo. El posicionamiento de las mediciones puntuales de profundidad realizadas junto a la LFM de los atraques estudiados fue realizado con una Estación Total TS-06 LEICA. Durante la ejecución de los sondeos se mantuvieron las comunicaciones entre los observadores a tiempo real, a fin de garantizar el control y la simultaneidad de los trabajos.

Las profundidades fueron medidas con una ecosonda hidrográfica multifrecuencia BATHY-500MF/DF de fabricación norteamericana, con una precisión de 0.01 m y provista con transductores de 33 KHz y 200 KHz. El diapasón de trabajo utilizado fue de 0-10 m, con lo cual se obtiene una óptima representación del relieve submarino en los ecogramas.

La profundidad de inmersión del transductor (vibrador) del ecosonda en el agua fue igual a 0.80 m y fue instalado por la banda de estribor. El ecosonda fue calibrado al comienzo del trabajo en los horizontes de 1, 2, 3 y 5 metros con ayuda de un ECOTEST II (Frecuencia: 200 KHz.) y escandallo graduado. Además, se realizaron comprobaciones sistemáticas a lo largo de los sondeos con el ECHOTEST II.

La velocidad de emisión del sonido del ecosonda fue ajustada a un valor de $1532 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en función del comportamiento de la temperatura y salinidad de la columna de agua en el área de estudio. Las mismas fueron determinadas «in situ»

con un termosalinómetro portátil YSI-50M de fabricación norteamericana.

Junto a las Línea Frontal de Muelle (LFM) de ambos muelles, se realizaron mediciones puntuales de profundidad con una equidistancia de 5.0m, empleándose para ello un ECHOTEST II.

Durante los sondeos, la información de las mareas fue registrada cada 15 minutos por un observador directamente sobre la regla graduada del puesto de nivel provisional utilizado (M-CG ó M-CB). En la etapa de procesamiento, las correcciones aplicadas a las profundidades fueron referidas, por marea, al Nivel Mínimo Teórico (NMT).

Resultados y discusión

Como resultado de los análisis y mediciones realizadas se determinaron y comprobaron las principales características de las profundidades y relieve submarino en las cajas de atraque y dársenas de maniobras del muelle de Carga General y del muelle de Áridos, operados por la E.S.P. «Manuel Porto Dapena» en Cayo Largo del Sur.

Muelle de Carga General

Las cajas de atraque del muelle de Carga General y de los 20 m del muelle de Reparaciones adjunto, están actualmente delimitada por las isobatas de 4.0 m y 5.0 m que corren paralelas a la LFM y donde se registran profundidades comprendidas en este rango. El comportamiento del relieve submarino de la caja de atraque del muelle de Carga General y parte del muelle de Reparaciones, es ondulado y aplanado, como puede apreciarse en los perfiles longitudinales de control realizados frente a su LFM (Figura 1).

Junto a la LFM las profundidades son algo menores y fluctúan entre los 3.6 m y los 4.2 m. Por la cara norte del muelle de carga general las profundidades junto a su LFM fluctúan entre 1.0 m y 3.9 m.

Como resultados de las mediciones de profundidad en el lecho marino de las cajas de atraque se obtuvieron los perfiles longitudinales siguientes:

Debe destacarse que actualmente y a una distancia aproximada entre 5 m-8 m, frente a la LFM del muelle de Reparaciones y por unos 15.0 m desde el extremo sur del muelle de carga general, existe un montículo submarino alargado, delimitado por la isóbata de 4.0m, con profundidades mínimas de 3.3 m localizadas hacia el límite sur del área estudiada.

El estadígrafo con las profundidades existentes en las cajas de atraque frente a la LFM del muelle de Carga General y parte del muelle de Reparaciones, se muestra en la Tabla 1.

La dársena de maniobras frente al muelle de Carga General y al muelle de Reparaciones (que también incluye el canal de navegación), está delimitada por la isóbata de 5.0 m y conforma una depresión submarina de forma irregular que presenta un relieve aplanado y profundidades de hasta 5.3 m. En los sondeos realizados por García *et al.* (2011), esta depresión era algo más ancha y presentaba profundidades que llegaban hasta los 5.6m.

El relieve submarino en las cajas de atraque de estos muelles es aplanado y ligeramente ondulado. Como en el estudio realizado por García *et al.* (2011), se aprecia actualmente la ligera reducción en los calados junto a la LFM y hacia el extremo Sur del muelle de Áridos, con profundidades inferiores

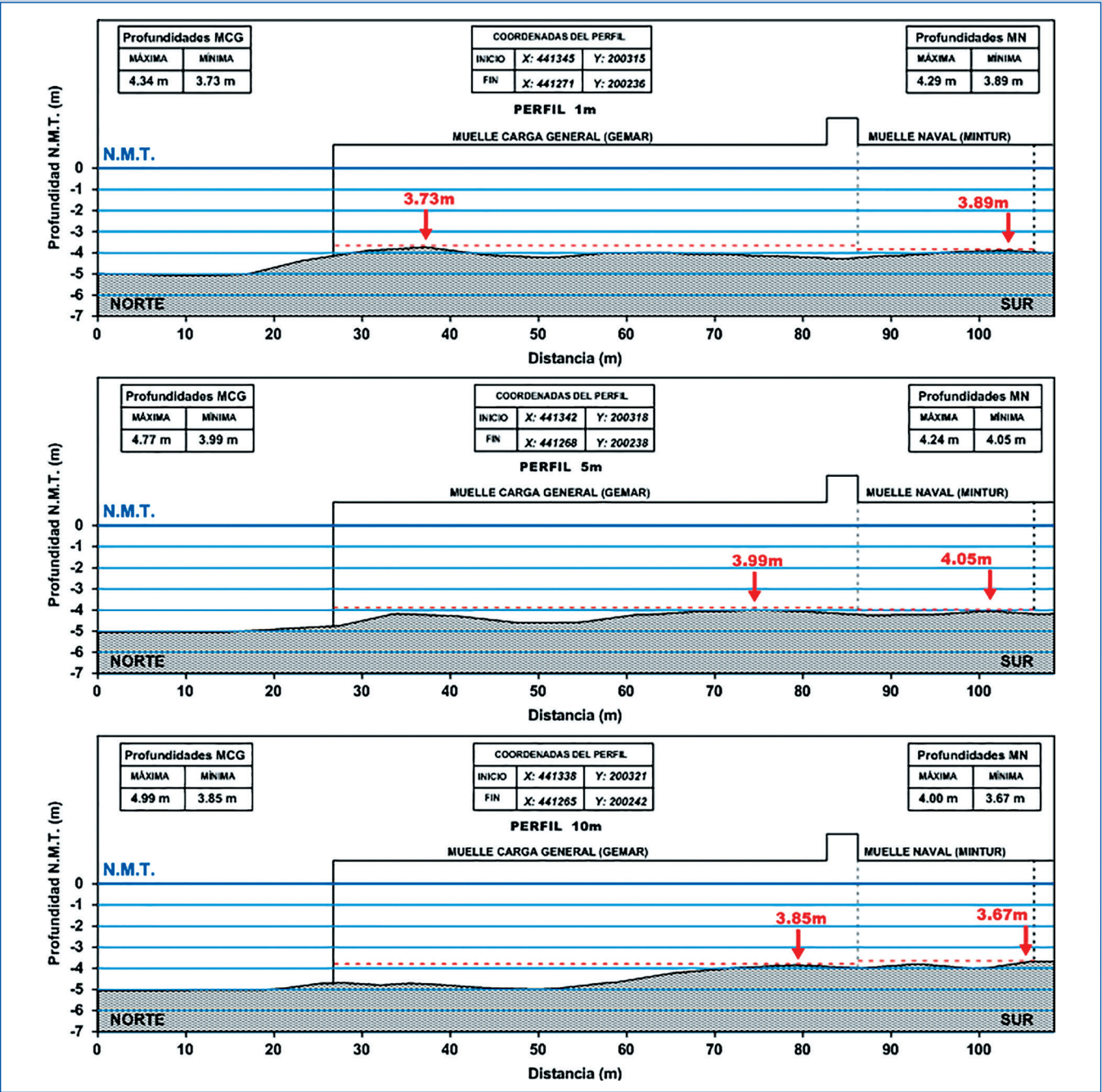


Figura 1. Perfiles longitudinales del lecho marino de las cajas de atraque del muelle de Carga General y del muelle de Reparaciones-2018.

Tabla 1. Estadígrafo de profundidades en las cajas de atraque de los muelles de Carga General y Reparaciones-2018

Profundidad (m)	Muelle Carga General			Muelle de Reparaciones		
	1.0 m	5.0 m	10.0m	1.0 m	5.0 m	10.0 m
Mínima	3.73	4.77	3.85	3.89	4.05	3.67
Máxima	4.34	3.99	4.99	4.29	4.24	4.00
Media	4.07	4.31	4.47	4.05	4.17	3.88
Desviación Estándar	± 0.17	± 0.25	± 0.42	± 0.15	± 0.08	± 0.13
Intervalo de Confianza 95%	0.08	0.12	0.20	0.13	0.08	0.14

a los 3.0 m y como puede apreciarse en los perfiles longitudinales de control localizados frente a sus LFM.

Muelle de Áridos

Las cajas de atraque de los muelles de Áridos y de Combustible, están delimitadas actualmente por las isobatas de 3.0m y 5.0m que corren paralelas a la LFM, registrándose en ellas profundidades comprendidas en este rango.

Junto a la LFM de los atraques estudiados, las profundidades son algo menores que en resto de la caja de atraque y las mismas fluctúan entre los 2.0 m y los 3.4 m. Estas profundidades aparecen representadas en el plano topobatimétrico CP-5.64.87-17-02 en color azul.

El relieve submarino en las cajas de atraque de estos muelles es aplanado y ligeramente ondulado. Como en el estudio realizado anteriormente ((García *et al.* 2011)), se aprecia actualmente la ligera reducción en los calados junto a la LFM y hacia el extremo Sur del muelle de Áridos, con profundidades inferiores a los 3.0 m y como puede apreciarse en los perfiles longitudinales de control localizados frente a sus LFM (Figura 2).

El Estadígrafo con las profundidades existentes en las cajas de atraque frente a la LFM del muelle de Áridos y del muelle Combustibles, se muestra en la Tabla 2.

La dársena de maniobras de los muelles de Áridos y Combustible está delimitada básicamente por la isobatas de 5.0

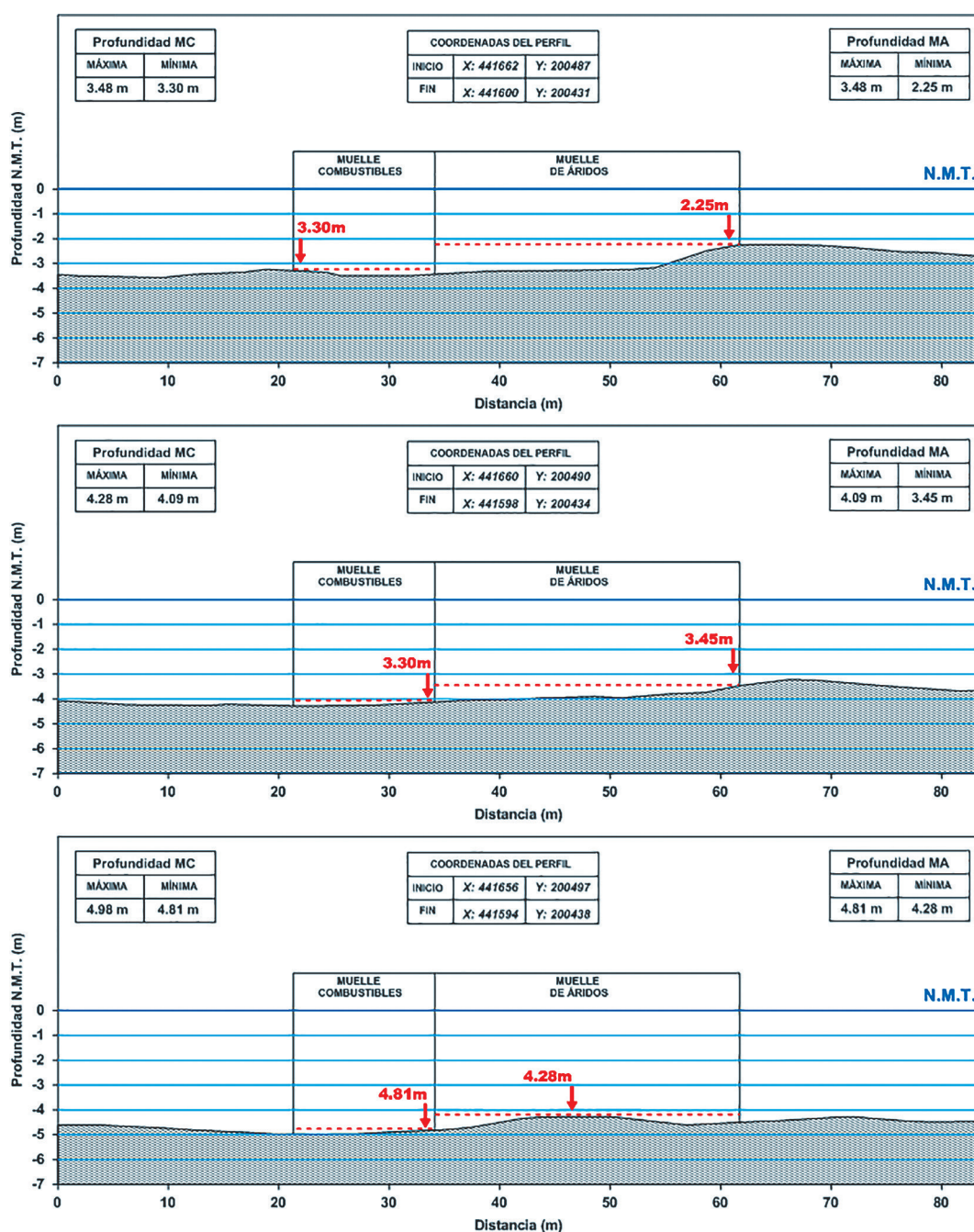


Figura 2. Perfiles longitudinales del lecho marino de las cajas de atraque del muelle de Áridos y del muelle de Combustibles-2018.

Tabla 2. Estadígrafo de profundidades en las cajas de atraque de los muelles de Áridos y Combustibles-2018

Profundidades (m)	Muelle de Áridos			Muelle de Combustibles		
	1.0 m	5.0 m	10.0m	1.0 m	5.0 m	10.0 m
Mínima	2.25	3.45	4.27	3.36	4.09	4.81
Máxima	3.48	4.09	4.81	3.48	4.28	4.98
Media	3.08	3.88	4.49	3.45	4.23	4.92
Desviación Estándar	± 0.42	± 0.20	± 0.20	± 0.17	± 0.08	± 0.07
Intervalo de Confianza 95%	0.32	015	0.15	0.06	0.10	0.09

m que delimita una depresión submarina que coincide con el canal de navegación del Canalizo Cayo Largo. La dársena presenta un relieve aplanado y profundidades que alcanzan los 5.2 m, ligeramente inferiores a las reportadas por García *et al.* (2011), que llegaron hasta los 5.4m.

Las cajas de atraque y la dársena de maniobras de estos muelles se encuentran despejadas y en las mismas hay buena visibilidad para la navegación y las operaciones. No existen balizas y/o señales delimitando el comienzo y final de la dársena de maniobra.

Debe destacarse que el lecho marino del Canalizo Cayo Largo, en las áreas estudiadas, está constituido actualmente por arenas finas de color crema claro.

Plano Topobatimétrico

El resultado final de este estudio fue la elaboración del plano topobatimétrico, a escala 1:500, planchetas CP-5.64.87-17-01 y CP-5.64.87-17-02, de las cajas de atraque y dársenas de maniobras de los muelles de Carga General y de Áridos ubicados en el Canalizo Cayo Largo y operados por la E.S.P. «Manuel Porto Dapena» (ESP-MPD).

Morfología y releve submarino de Cayo largo del Sur

La morfología y relieve submarino actual en las cajas de atraque y dársenas de maniobras de los muelles de Carga General y de Áridos muestran características muy similares a las reportadas por García *et al.* (2011).

Conclusiones

1. El relieve submarino de las cajas de atraque del muelle de Carga General y del de Reparaciones, es aplanado y ondulado. Las cajas de atraque se encuentran delimitadas por las isobatas de 4.0 y 5.0 m con profundidades comprendidas en este rango. Junto a la LFM las profundidades oscilan entre 3.6 m y 4.2 m. En la Figura 1 y Tabla 1 se aprecia el comportamiento del relieve submarino y el estadígrafo de las profundidades actuales en las cajas de atraque.

2. Las cajas de atraque de los muelles de Áridos y de Combustibles poseen un relieve aplanado y ligeramente ondulado. Las mismas se encuentran delimitada por las isobatas de 3.0 m y 5.0 m con profundidades comprendidas en este rango. Junto a la LFM las profundidades fluctúan entre 2.0 m y 3.4 m, ligeramente mayores a las reportadas por García *et al.* (2011). En la Figura 2 puede apreciarse el comportamiento del relieve submarino y en la Tabla 2 el estadígrafo con el comportamiento de las profundidades actuales en las cajas de atraque.
3. La dársena de maniobras de las instalaciones estudiadas está delimitada por la isobata de 5.0 m, la que coincide con el canal de navegación. En su interior se registraron profundidades de hasta 5.2 m, algo inferiores (5.6m) a las reportadas en el estudio anterior (García *et al.* 2011).
4. Las cajas de atraque y las dársenas de maniobras de estas instalaciones se encuentran despejadas y con buena visibilidad para la navegación y las operaciones. No existen balizas o señales de navegación delimitando el canal y la dársena de maniobras.
5. El estudio topobatimétrico cumplió con los objetivos previstos y con las normas vigentes, por lo que las profundidades actuales, en las cajas de atraque y dársena de maniobras de las instalaciones hidrotécnicas, se corresponden con las reflejadas en las planchetas CP-5.64.87-17-01 y CP-5.64.87-17-02.

Referencias

GARCÍA GALOCHA, R., *et al.*: (2011) *Estudio topobatimétrico de las instalaciones de la E.S.P. «Manuel Porto Dapena», Cayo Largo, Cimab.*

OHI: (2008) *Normas de la OHI para los Levantamientos Hidrográficos*, publicación especial no. 44, 5ta edición, Mónaco.

RCB: (2017) *Tarea técnica estudio topobatimétrico Muelle Carga General y Muelle de Áridos Cayo Largo del Sur*, Control: HOOI 70229 y HOOI-70230. ♦