



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

ALTERNATIVAS DE MEJORA DEL SISTEMA DE PILOTES Y VIGAS DE LOS
MUELLES DE ESPIGÓN DE LOS ATRACADEROS 1 Y 2

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

HERRERA CASTILLO WILLIAN ALFREDO

MACHALA - EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

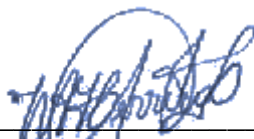
Yo, HERRERA CASTILLO WILLIAN ALFREDO, con C.I. 0701249559, estudiante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación ALTERNATIVAS DE MEJORA DEL SISTEMA DE PILOTES Y VIGAS DE LOS MUELLES DE ESPIGÓN DE LOS ATRACADEROS 1 Y 2

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.

- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.

 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Machala, 26 de octubre de 2015



HERRERA CASTILLO WILLIAN ALFREDO
C.I. 0701249559

RESUMEN

ALTERNATIVAS DE MEJORA DEL SISTEMA DE PILOTES Y VIGAS DE LOS MUELLES DE ESPIGÓN DE LOS ATRACADEROS 1 Y 2

AUTOR: WILLIAN ALFREDO HERRERA CASTILLO
TUTOR: ING. JUAN CARLOS BERRÚ CABRERA

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo general evaluar el sistema de pilotes y vigas de los muelles de espigón de los atracaderos 1 y 2 de Autoridad Portuaria de Puerto Bolívar. La metodología utilizada fue la descriptiva porque interpreta los hechos de lo que es, permite utilizar criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento tal y conforme se dan en la realidad actual del muelle y la histórica al detallar la construcción del muelle desde 1964 hasta la actualidad, mediante la recopilación de datos y utilice la técnica de la entrevista que es la recopilación de información de datos recogidos directamente de informes de parte de los técnicos de Autoridad Portuaria de Puerto Bolívar que me brindaron las facilidades de la obtención de la información, así como de revisiones bibliográficas, la información vía internet, periódicos, revistas, etc. En conclusión luego de las investigaciones respectivas, se obtuvo que los pilotes están siendo atacados por los fenómenos Meteomarítimos que son los causantes del deterioro del hormigón, por las olas, por el desgaste de los 51 años de servicio que viene prestando desde su construcción. Como recomendación, se debe realizar el mantenimiento adecuado y oportuno principalmente a los pilotes, aplicar las pruebas al hormigón en forma periódica porque los pilotes, vigas y pantallas están cumpliendo su periodo de vida, para que el muelle siga brindando un servicio óptimo de carga y descarga, atraque de los barcos de gran calado para que siga acrecentándose el comercio marítimo.

Palabras claves:

Muelle, pilotes, vigas, deterioro, atraque

ABSTRACT

ALTERNATIVES OF IMPROVEMENT OF PILES AND BEAMS SYSTEM OF THE QUAY BREAKWATER OF THE BERTHS 1 AND 2

**AUTHOR: WILLIAN ALFREDO HERRERA CASTILLO
TUTOR: ENG. JUAN CARLOS BERRU CABRERA**

The general objective of this research is to evaluate the system of piles and beams of the quay breakwater of berths 1 and 2 of headquarter harbor of Puerto Bolivar. The methodology used was the descriptive because it interprets the facts of what is, allows to use systematic criteria that allow to reveal its structure or behavior such as occur in the current reality of the pier and the historic detailing the construction of the Pier from 1964 until today, through the collection of data and using the technique of the interview which is the collection of information from data collected directly from reports on the part of the technicians of port authority of Puerto Bolivar, who gave me the information facilities, as well as literature reviews, information via internet, newspapers, magazines, etc. In conclusion, after the respective investigations, was obtained that the piles are being attacked by the Meteor-marine phenomena that are the cause of deterioration of the concrete, by the waves, the wear and tear of the 51 years of service that has been since its construction. As a recommendation, there must be an appropriate and timely maintenance mainly to the piles, apply the tests to concrete periodically because the piles, beams and screens are fulfilling their life span, for the wharf to keep providing optimum service of cargo and discharging mooring of vessels of great depth so that the maritime trade continues to grow.

Keywords:

Pier, piles, beams, deterioration, berth

INTRODUCCIÓN

Es importante recalcar que el Muelle de Espigón de los Atracaderos 1 y 2 de Puerto Bolívar fue construido en el año de 1964 -1968 por una necesidad imperante de las actividades comerciales como el embarque y desembarque de productos, siendo un eje comercial de mucha importancia para el Austro Ecuatoriano.

Por el periodo de tiempo de su construcción, es necesario realizar un diagnóstico de pilotes y vigas del Muelle de Espigón de los atracaderos 1 y 2 para conocer el estado en que se encuentran prestando el servicio hasta la actualidad.

Para el análisis y evaluación del sistema de los pilotes y vigas del Muelle de Espigón, se toma en consideración el periodo de su construcción, por la vulnerabilidad a las amenazas de los fenómenos meteomárítimos como: vientos, oleajes, movimientos sísmicos, así como también por la movilidad vehicular ejercida por el transporte de carga y descarga de productos y el acoderamiento o atraque de los barcos.

La metodología utilizada fue la investigación descriptiva, en la cual se examinan las características del sistema de pilotes. Eligiéndose las fuentes apropiadas de consulta; seleccionándose o elaborándose técnicas para la recolección de datos estableciéndose categorías que se adecuen al propósito del estudio y permitan poner de manifiesto las semejanzas, diferencias y relaciones significativas, y la histórica al detallar la construcción del muelle desde 1964 hasta la actualidad, aplicando la técnica de la entrevista, la información vía internet, periódicos, etc.

La problemática es observar los problemas existentes en el sistema de pilotes y vigas de los muelles de espigón de los atracaderos 1 y 2. En base a los resultados obtenidos a través del presente trabajo investigativo se buscará las alternativas adecuadas de análisis que presentan los pilotes y vigas, para que estos sigan dando un servicio óptimo al muelle, puesto que sirven como motor de desarrollo para la provincia y el país, a través del muelle que soportan.

El objetivo es evaluar el sistema de pilotes y vigas de los muelles de espigón de los atracaderos 1 y 2 y proponer alternativas de mejoras.

DESARROLLO

El Muelle de Espigón fue construido por la Junta de Fomento de El Oro que administraba las importaciones Portuarias y así dar solución a los procesos para el desarrollo económico y social produciendo así la importación y exportación de los productos con otros países (1). Desde el año 1964 hasta el 1966 con 2 frentes de atraque, 260m de longitud; 30m de ancho; 12,50m de calado en la más baja marea.

No hay información documental veraz y precisa sobre la construcción estructural de pilotes y vigas del muelle de espigón ni de la hincada de los pilotes, pero por el tiempo construcción e hincado de los pilotes se estima que el hormigón dura un periodo de cincuenta años de vida sino se le da un adecuado mantenimiento.

Unos pilotes han sido hincados en forma inclinada en sentido longitudinal al muelle, otros con inclinación en sentido transversal al muelle y otros pilotes hincados en forma vertical al terreno, es para dar más seguridad al atraque de los barcos que lo realizan en ambos lados del muelle, el sentido inclinado de los pilotes rigidiza la estructura.

En la actualidad los pilotes y vigas del Muelle de Espigón de los Atracaderos 1 y 2 están cumpliendo su ciclo de vida y para seguir dando la seguridad de servicio y estabilidad les han dado el mantenimiento necesario, realizando la encamisada en las partes afectadas de ciertos pilotes.

Desde la antigüedad se empezó con el comercio fluvial y marítimo que se lo utilizaba para el intercambio de productos, empezando por embarcaciones pequeñas como las balsas, canoas que se arribaban a las orillas, se fue generando la necesidad de ir mejorando los muelles que eran construidos de piedra, en otros casos de madera con pilotes de madera ya que servían para el amarre de las embarcaciones generándose así el desarrollo económico y social.

Debido a la capacidad de calado de los barcos se han ido generando los diferentes tipos de muelles, para su construcción utilizaban pilotes de hierro, pilotes de hormigón cilíndricos o cuadrados, la longitud de los pilotes depende de los estudios de suelos realizados hasta encontrar estrato firme.

En el Ecuador debido al desarrollo económico agrícola, camaronero generado, las obras portuarias se han modernizado, construyéndose diferentes tipos de muelles con estructuras de pilotes, vigas y plataforma de hormigón.

Nuestro País tiene su pilar fundamental los muelles marítimos y existen 4 puertos marítimos que son: Puerto de Esmeraldas, Puerto de Manta, Puerto de Guayaquil, Puerto de El Oro.

En todos estos puertos se han utilizado los pilotes de hormigón.

El desarrollo Agrícola de la provincia de El Oro especialmente el Banano dio un nuevo giro para la economía y Puerto de Bolívar, se convirtió en un motor de desarrollo económico de Machala.

A partir 1964 la Junta de Fomento de El Oro, que administraba las Obras Portuarias procedió con la construcción del Muelle de Espigón, con dos frentes de atraque, longitud de 260m, y ancho de 30m, calado de 12.5m. Estructura: 1 losa y pilotes de hormigón terminando esta obra en 1966 y sus obras complementarias, que sirvan para la transportación marítima hacia los mercados internacionales en el año de 1968.

En 1970 se crea la Autoridad Portuaria de Puerto Bolívar, para que se encargue de la administración y operación del Puerto

En la actualidad el Muelle de Espigón cuenta con 260 metros de largo, 720 pilotes pretensados de hormigón, con una inclinación de 15° hacia el norte ubicado respecto a la línea de costa y, con un Sistema de Defensa que contiene 14 Pantallas de Protección del Lado Norte, 28 del Lado Sur y 2 Pantallas Curvas Frontales, registra en el año colisiones con navieras que obligan a la Institución a realizar reparaciones de su estructura armada.

Dados estos antecedentes, el medio agresivo en el cual se encuentran instaladas las Pantallas de Protección, el poco o nada mantenimiento que se lleva a cabo y, con el agravante, que en sus 19 años de vida útil (construcción de Pantallas, 1984) no se ha realizado jamás una Inspección, desde el punto de vista de la corrosión, conlleva a que éste tipo de estudio sea inminente (2).

Para dar con el verdadero origen de la corrosión hay dos tipos de inspecciones que son la Inspección Detallada y la Inspección Preliminar. Los ensayos a realizarse en la Inspección Detallada, en análisis de agua de mar; hormigón; y armadura son:

Agua de Mar:

- 1) Resistividad Eléctrica.
- 2) Concentración de Cloruros.
- 3) Concentración de Sulfatos.
- 4) Ensayo pH.

Hormigón:

- 5) Resistividad Eléctrica.
- 6) Ultrasonido.
- 7) Densidad, Absorción y Porosidad.
- 8) Profundidad de Carbonatación.
- 9) Concentración de Cloruros.
- 10) Concentración de Sulfatos.

Armadura:

- 11) Ubicación y Localización de la Armadura.
- 12) Medición de la Velocidad de Corrosión.
- 13) Medición de Potenciales.

Para la realización de la Inspección Preliminar actúan solamente los ensayos N° 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 y 13.

Según los resultados de los ensayos ultrasonidos realizados en las pantallas da una calidad de hormigón durable y una durabilidad del hormigón intermedia a baja.

En el año 2002 la Compañía SINECUANON, luego de realizar la revisión de la estructura del muelle de espigón determina realizar el cambio de 15 pilotes pretensados de hormigón por encontrarse en malas condiciones, el cálculo de la estructura de los pilotes fue realizado por el Ing. Carlos Chong, cuya longitud varía de 28 a 32m. de profundidad hasta llegar al estrato resistente, un ancho de 45 x 45cm construyéndose pilotes de 23 y 9m de longitud para empate.

Así como también se procedió a realizar la reparación de 4480m² de capa de rodadura que era de asfalto por encontrarse en malas condiciones por la de hormigón que es más resistente para el transporte vehicular de carga y descarga.

El 21 de junio de 2003, el Ing. Jimmy González A. y el Ing. Jorge Peña realizaron una inspección y diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado del muelle de espigón de Autoridad Portuaria De Puerto Bolívar.

Para este caso, se ha realizado un análisis R.B.I. (RISK BASED INSPECTION) (3), para conocer el riesgo al cual están sometidas las Pantallas de Protección. El resultado de dicho análisis dio como resultado que el riesgo era Moderado. Por ende, se decidió por la Inspección Preliminar de los Muros de Contención. El total de número de muros a ser ensayados fueron de 3, para esta selección se utilizó Norma Civil ANSI/ASQC Z1.4 (4). A continuación presentaremos los resultados de los análisis/ensayos realizados.

Y según las pruebas realizadas en las pantallas del muelle de espigón que de los ensayos realizados en agua de mar son altamente agresivos y por los años de servicio del muelle se debe dar el mantenimiento adecuado para que se mantenga en óptimas condiciones y poder así extender la vida útil

En el año 2004 se procede al mantenimiento del muelle de espigón con la limpieza de los pilotes desalojando las algas adheridas y realizar el concerniente pintado de pilotes, vigas y pantallas utilizando pintura epóxica que es ideal para el recubrimiento y protección del hormigón. Este contrato lo realiza el Ing. Enrique Mascote, con la Fiscalización de la Compañía Sinecuanon (5)

El 8 de mayo de 2006, el Ing. Joffre Montero B, realizó un Informe Técnico aplicando la Prueba de MEC (Methyl Ethil Cetona) a 50 muestras.

Existe un gran entizamiento en los tratamientos de pintura expuestos a los rayos U.V. los cuales deben tratarse con recubrimientos especiales como esmaltes o poliuretanos para darle durabilidad y evitar su pronto deterioro.

Se realizaron 50 pruebas destructivas para micrómetro en donde se muestran claramente los espesores reales del recubrimiento aplicado, dando resultados de promedios de 5,5 mm. de espesor de película en la losa.

De las 150 pruebas realizadas de rayado y desgarre a los pilotes existen hasta 3 tipos diferentes de recubrimientos y dio como resultado la falta de adherencia del recubrimiento y se produce el desprendimiento del recubrimiento, dando un promedio del 40 % de adherencia, y no todas las capas de pintura están adheridas entre sí.

En la inspección visual se aprecia partes sin recubrimiento especialmente las esquinas a las cuales no tuvo acceso el rodillo, además se encuentran lugares con recubrimientos diluidos en demasía encontrándose casi transparentes y sin pigmentos.

Encontrándose también tablas del encofrado, que no han sido retiradas para la realización del trabajo de recubrimiento no pintándose las partes internas no expuestas, ocasionándose que deterioren al hormigón de los pilotes del muelle.

Para la realización de estas pruebas se utilizó medidor de ultrasonido POSIECTOR 200 que sirve para medir los espesores de las capas de pinturas para el recubrimiento de la estructura y la superestructura arrojando medidas promedio en losa de 5,5 mm.

En los laterales se encuentra una sola capa de recubrimiento en casi toda su área con promedios de 5,5 mm. de espesor, existiendo problemas de entizamiento por rayos U.V. Se han realizado en este ensayo más de 2000 mediciones en ciertos lugares al azar.

En el año 2012 se ha procedido a realizar la reparación de los pilotes del muelle y proteger las partes afectadas mediante el encamisado tanto en la parte superior como en la parte inferior de los pilotes según datos proporcionados en Autoridad Portuaria.

Es común encontrar muelles con problemas de deterioro porque están en la línea costera instalados en agua de mar, dada su agresividad se ve afectado por la corrosión. A estos pilotes que están hincados en agua de mar se acelera los procesos de corrosión, en donde la concentración de cloruros y carbonatación, son los mecanismos de corrosión más comunes en esta clase de estructuras.

Debido al riesgo que involucra el ataque del agua de mar, en estructuras de concreto, se han desarrollado métodos de prevención, contra la corrosión, que permiten al acero situarse en la zona de pasividad.

Entre esos métodos podemos citar: Sistemas de Protección Catódica, Real Calinización, Desalinización, Recubrimientos sobre la armadura y sobre el hormigón, inhibidores, entre los más conocidos.

El mantenimiento periódico sirve para recuperar las condiciones originales de la infraestructura de los muelles que se han perdido por la acción del tráfico de carga y descarga, atraque y de los agentes climáticos como son el viento y la lluvia, tiene que ver con los trabajos que son necesarios realizar cada cierto periodo.

El creciente desarrollo del comercio y la evolución del transporte marítimo obligan a que los Puertos amplíen su infraestructura y modernicen sus equipos para dar un servicio eficiente en el tratamiento de las cargas que se manejan en grandes volúmenes, lo cual incide en el desarrollo económico de la zona de influencia.

La propuesta para el mejoramiento del muelle es dar el mantenimiento adecuado y oportuno principalmente a los pilotes y realizar las pruebas al hormigón porque los pilotes, vigas están cumpliendo su periodo de vida, con el mantenimiento se mantenga en óptimas condiciones y poder así extender su vida útil, para que el muelle siga brindando un servicio óptimo de carga y descarga.

CONCLUSIONES O CIERRE

1. Al muelle de espigón no le afectan los oleajes, porque está protegido por la Isla de Jambelí, que sirve como muro de contención de las arremetidas del mar.
2. Los pilotes están siendo atacados por los fenómenos Meteomarítimos que son los causantes del deterioro del hormigón, por las olas, por el desgaste de los 51 años de servicio que viene prestando desde su construcción.
3. Por el uso de los años de servicio, en forma objetiva se aprecia fisuras en la parte superior e inferior de ciertos pilotes, siendo la parte vulnerable a causa del movimiento vehicular de carga y descarga de los productos.
4. Se ha realizado la primera prueba de ensayo de hormigón en el año 2003, hasta la presente fecha no se ha realizado más pruebas de ensayos al hormigón.

RECOMENDACIONES

1. Que el Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Rosa actúe permanentemente en la Protección y cuidado de la Isla Jambelí.
2. Se debe planificar un mantenimiento periódico de pintado de los pilotes y vigas para detectar a tiempo alguna alteración de la resistencia y resanarla a la brevedad en caso de deterioro.
3. Proteger los pilotes afectados por las fisuras del hormigón mediante la realización del encamisado.
4. Se debe realizar un cronograma para la aplicación de pruebas de los ensayos del hormigón en forma periódica, y de acuerdo a la obtención de los resultados de las pruebas de hormigón se verificará, si es necesario realizar la encamisada del pilote o el reemplazo definitivo del mismo.

REFERENCIAS

- 1 Diario la Hora. [Online].; 2013 [cited 2015 11 16. Available from: HYPERLINK . "http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101607805/-1/Puerto_Bol%C3%ADvar,_130_a%C3%B1os_de_fundaci%C3%B3n.html" \|. "Vkp2xFTIH0" http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101607805/-1/Puerto_Bol%C3%ADvar,_130_a%C3%B1os_de_fundaci%C3%B3n.html#.Vkp2xFTIH0 .
- 2 Gonzales Armijos J, Peña Estrella J. <http://www.dspace.espol.edu.ec>. [Online].; 2009 . [cited 2015 Octubre 22. Available from: HYPERLINK "http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/2167" <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/2167> .
- 3 Exhibition tMMENTC&. www.ndt.net. [Online].; 2005 [cited 2015 11 16. Available from: . HYPERLINK "http://212.8.206.21/article/mendt2005/pdf/23.pdf" <http://212.8.206.21/article/mendt2005/pdf/23.pdf> .
- 4 Compliance SI&. <http://sbeinspection.com/es>. [Online].; 2015 [cited 2015 11 16. . Available from: HYPERLINK "http://sbeinspection.com/es/aql-ansiasq-z1-4-2003-3/" <http://sbeinspection.com/es/aql-ansiasq-z1-4-2003-3/> .
- 5 Mascote Cruz E. <https://www.clubensayos.com>. [Online].; 2014 [cited 2015 Noviembre 16. Available from: HYPERLINK "https://www.clubensayos.com/Negocios/Muelle-De-Espigon/1427016.html." <https://www.clubensayos.com/Negocios/Muelle-De-Espigon/1427016.html>.

ANEXOS



Anexo N° 1. Vista de Muelle de espigón y muelle marginal



Anexo N° 2. Vista de los pilotes encamisados del Muelle de Espigón



Anexo N° 3. Deterioro del Pilote en la parte inferior



Anexo N° 4. Fisura en la viga lateral del muelle



Anexo N° 5. Observación de vigas y pilotes



Anexo N° 6. Oxidación de viga ocasionada por la bita

Urkund Analysis Result

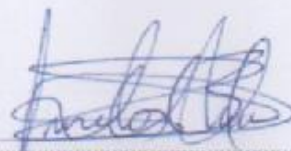
Analysed Document: William Alfredo Herrera Castillo.docx (D16363495)
Submitted: 2015-11-24 16:34:00
Submitted By: jmolina@utmachala.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

Jessica Soto final.docx (D9728776)
http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101607805/-1/Puerto_Bol%C3%ADvar,_130_a%C3%B1os_de_fundaci%C3%B3n.html
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/2167>

Instances where selected sources appear:

4



Ing. JUAN Carlos BERRU Mgs. Soc
TUTOR ACADEMICO