



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NAVALES

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIADO EN
CIENCIAS NAVALES**

AUTOR

ÁLVARO SEBASTIÁN ABARCA PÉREZ

TEMA

**SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA Y SU CONTRIBUCIÓN A UNA
NAVEGACIÓN SEGURA EN LA ZONA DEL PUENTE PEATONAL SANTAY.**

DIRECTOR

ALFG-SU DIEGO ALBERTO BONILLA JAIME

SALINAS, DICIEMBRE DEL 2014

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo realizado por el estudiante Álvaro Sebastián Abarca Pérez, cumple con las normas metodológicas establecidas por la Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE, y se ha desarrollado bajo mi supervisión, observando el rigor académico y científico que la Institución demanda para trabajos de titulación, por lo cual autorizo se proceda con el trámite legal correspondiente.

Salinas, 24 de Noviembre del 2014

Atentamente

ALFG-SU Diego Alberto Bonilla Jaime
Director de Tesis

DECLARACIÓN EXPRESA

El suscrito, Álvaro Abarca Pérez, declaro por mis propios y personales derechos, con relación a la responsabilidad de los contenidos teóricos y resultados procesados, que han sido presentados en formato impreso y digital en la presente investigación, cuyo título es: SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA Y SU CONTRIBUCIÓN A UNA NAVEGACIÓN SEGURA EN LA ZONA DEL PUENTE PEATONAL SANTAY, son de mi autoría exclusiva, que la propiedad intelectual de los autores consultados, ha sido respetada en su totalidad y, que el patrimonio intelectual de este trabajo le corresponde a la Universidad de la Fuerzas Armadas - ESPE.

Álvaro Sebastián Abarca Pérez

Autor

AUTORIZACIÓN

Yo, Abarca Pérez Álvaro

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis titulada: "SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA Y SU CONTRIBUCIÓN A UNA NAVEGACIÓN SEGURA EN LA ZONA DEL PUENTE PEATONAL SANTAY", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Salinas, a los 24 días del mes de Noviembre del año 2014

Álvaro Sebastián Abarca Pérez

Autor

DEDICATORIA

Dedico la realización de esta tesis a mis padres y a mi familia en general por el apoyo y confianza incondicional que me brindaron durante toda mi carrera como guardiamarina, logrando que cumpla el mayor de mis sueños y haciendo de mí una mejor persona, gracias a eso hoy culmino con éxito una etapa de mi formación académica dejando así una experiencia en mi vida para seguir creciendo profesionalmente en el futuro.

Álvaro Sebastián Abarca Pérez

AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de pasar cuatro años de mi vida en la Escuela Superior Naval y ayudarme a sobresalir de los problemas que existen día a día, a mis compañeros por apoyarme en momentos difíciles en mi formación militar y académica, a los señores oficiales y docentes de la institución que fortalecieron mi carácter y engrandecieron mi espíritu de cuerpo.

Álvaro Sebastián Abarca Pérez

AUTOR

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	1
SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA Y SU CONTRIBUCIÓN A UNA NAVEGACIÓN SEGURA EN LA ZONA DEL PUENTE PEATONAL SANTAY. .	. 1
2.1 ANTECEDENTES	4
2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
2.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
2.4 OBJETIVOS	8
2.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2.5 HIPOTESIS Y VARIABLES.....	9
2.5.1 HIPOTESIS.....	9
2.5.2 VARIABLES.....	9
CAPÍTULO II	10

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	10
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIO GUAYAS.....	10
3.2 INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA (INOCAR).....	10
3.2.1 DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFÍA	10
3.2.2 DEPARTAMENTO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN.....	11
3.3 IALA (International Association of Lighthouse Authorities) o AISM (Asociación Internacional de Señalización Marítima)	11
3.4 CARACTERÍSTICAS DE UN PUENTE BASCULANTE	12
3.4.1 DEFINICIÓN DE PUENTE.....	12
3.4.2 DEFINICIÓN DE PUENTE BASCULANTE.....	12
3.5 CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE SANTAY	13
CAPÍTULO III	15
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	15
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	15
4.1.1 Método Empírico-Analítico.....	15
4.1.2 Investigación Bibliográfica	15
4.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	16
4.3 MÉTODOS UTILIZADOS	16
4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	16
4.4.1 Fecha de Realización	16
4.4.2 Opiniones Emitidas por el Personal Entrevistado.....	16
CAPÍTULO IV	19
PROPUESTA DE INSTAURACIÓN DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN PARA PUENTES ELABORADO POR LA IALA	19
5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS AYUDAS PROPUESTAS.....	22

5.2	Propuesta requerida para el puente santay.....	24
5.3	Justificación.....	24
5.4	Objetivo	25
5.5	Desarrollo de los aspectos técnicos operativos relacionados con la propuesta	25
5.5.1	CARTA DE REFERENCIA PARA EL CRUCE DEL PUENTE SANTAY	25
5.5.2	REFLECTORES PARA ILUMINAR LOS PILARES PRINCIPALES.....	27
5.5.3	LAMPARAS DE SODIO A BAJA PRESIÓN	28
5.5.4	BOYAS DE REFERENCIA	28
5.5.5	ILUMINACIÓN EN BOYAS.....	30
5.5.6	PANELES DE APROXIMACIÓN	30
5.5.7	SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN PROPUESTA UBICADA EN LA CARTA NAUTICA.....	32
	CONCLUSIONES.....	33
	RECOMENDACIONES	34
	Bibliografía	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Puente Santay.....	3
Figura 1.2 Porcentaje de Seguridad para Calados.....	8
Figura 2.1 Puente Basculante	13
Figura 2.2 Puente a la Santay, Vista Panorámica	14
Figura 2.3 Puente Basculante Santay, Vista Lateral	14
Figura 4.1 Puente Basculante, Visión Diurna	20
Figura 4.2 Puente Basculante, Visión Nocturna	21
Figura 4.3 Calado Requerido	22
Figura 4.4 Carta de Referencia Para el cruce del Puente Santay	26
Figura 4.5 Reflectores Alumbrando los Pilares	27
Figura 4.6 Lámparas de Sodio Ubicadas en los Pilares.....	28
Figura 4.7 Boyas Ubicadas en el Sector del Puente Santay	29
Figura 4.8 Boyas Ubicadas para el paso por el Puente Santay	29
Figura 4.9 Iluminación de Contornos en las Boyas	30
Figura 4.10 Aproximación 2 Mn a Puente Santay	31
Figura 4.11 Aproximación 1 Mn a Puente Santay	31
Figura 4.12 Ayudas a la Navegación Ubicadas en la Zona del Puente Santay.....	32

RESUMEN

La isla Santay se encuentra a de 800 metros de la ciudad de Guayaquil, por esta razón se construye un puente que resuelva la necesidad de trasladarse a la isla. La plataforma tiene 840 metros de largo y 4,50 de ancho que servirá para el paso de peatones, consta de dos brazos basculantes que se abren hacia arriba para el paso de embarcaciones, estos están ubicados en la parte más profunda del río Guayas, el ancho del tramo basculante es de 25 metros y la profundidad del río en esa área es de 12.9 metros. El puente necesita de un Sistema de Señalización Marítima para poder prevenir colisiones y aumentar los niveles de seguridad para las embarcaciones que pasen por allí, también la actualización de la carta náutica y electrónica que tenga trazado el nuevo track de navegación ya tomando en cuenta el Puente Santay. Según las normativas y regulaciones de la **IALA** (International Association of Lighthouse Authorities) la señalización debe ser tanto diurna como nocturna y esto consiste en colocar una marca roja en el pilar de estribor, una marca verde en el pilar de babor y una marca en forma de circunferencia roja con rayas blancas en el centro de la parte basculante para indicar el mejor lugar de paso, esto en la mañana y para la noche las marcas se iluminaran del mismo color que se mencionó a diferencia que la señal del medio será una luz blanca, estas señales se ubicaran en la parte frontal y trasera del puente.

PALABRAS CLAVES: RIO GUAYAS, PUENTE BASCULANTE, SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA, ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA.

ABSTRACT

The island Santay is around 800 meters in Guayaquil city, for this reason a bridge was built to solve the necessity to move the island. The platform has 840 meters long and 4, 50 of width that it will be good for pedestrians, it consists of two bascule arms that open up for the step of crafts. They are located in the deepest part in the river Guayas, the width of the tract bascule is of 25 meters and the depth of the river in that area is of 12.9 meters. The bridge needs of a System Marine Signal to be able to prevent collisions and also increase the levels of security for the crafts that happen over there, also to update of a nautical and electronic letter that already has layout the new sailing track taking into account the Bridge Santay. According to the normative ones and regulations of the IALA (International Association of Lighthouse Authorities) the signal should be during the day as at night and this consists on placing a red mark in the starboard pillar, a green mark in the port pillar and a mark in form of red circumference with white lines in the center of the part bascule to indicate the best place in passing, in the morning and at the night the marks were illuminated of the same color that was mentioned to difference that the sign in the middle will be a white light, these signs were located in the front and behind of the bridge.

KEY WORDS: GUAYAS RIVER, BASCULE BRIDGE, INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, SYSTEM OF MARINE SIGNALING.

CAPÍTULO I

SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA Y SU CONTRIBUCIÓN A UNA NAVEGACIÓN SEGURA EN LA ZONA DEL PUENTE PEATONAL SANTAY.

En la actualidad el concepto de seguridad durante una navegación ha tomado otra visión, siendo este dirigido al correcto uso de las señales náuticas, que juegan un papel específico para la seguridad de la embarcación, pues si nos encontramos en puertos extranjeros o lugares desconocidos, las ayudas a la navegación como: boyas, enfiladas, reflectores, luces, faros, etc., nos guiarán para prevenir un accidente, es por este motivo que el presente proyecto comprende el estudio de conceptos básicos de los equipos que se utilizan en el mar para salvaguardar las naves que se encuentren navegando.

Además mediante la presente investigación se han determinado las distintas necesidades y obligaciones en cuanto al Sistema de Señalización Marítima del Puente Santay.

Con el propósito de aumentar los niveles de seguridad en la zona de dicho puente, se ha realizado un estudio para la implementación de un Sistema de Señalización que cubra todas las insuficiencias que puedan existir para prevenir una colisión de una embarcación con los pilares del puente, y cualquier tipo de accidente que afecte al tránsito por este sector.

Además se efectuó una descripción de los tipos de ayudas a la navegación que pueden servir para señalar los obstáculos en la zona del puente. Adicionalmente, se explica el motivo por el cual deban ser implantadas estas ayudas. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones en las cuales se establece los motivos por las cuales se debe desarrollar este proyecto.

La zona donde se ha implantado el puente es una zona donde fondean buques con una eslora máxima de 190 metros, y fue inaugurado el 3 de junio del 2014 tiene una función muy importante; conectar la ciudad de Guayaquil con la isla Santay y de esta manera fomentar el turismo ya que por un lado se conservan especies declaradas en peligro de extinción y por el otro la majestuosidad de una gran ciudad que se impone con sus grandes y flamantes edificios.

El puente cumple con las expectativas del gobierno en cuanto al turismo, pero ocasiona un problema para la navegación ya que los capitanes de los barcos lo consideran como un obstáculo, pues para cruzarlo este abre hacia arriba sus compuertas que están ubicadas en cierto tramo del canal donde la profundidad es la más indicada para navegar, y esto lo convierte en un puente basculante.

Debido a que este representa un obstáculo a la navegación se deben tomar medidas de seguridad como es la elaboración de un Sistema de Señalización Marítima que alerte a los capitanes o prácticos de las embarcaciones sobre el peligro del paso por el puente, y una vez alertado el navegante deberá tomar las medidas de precaución necesarias para el cruce.

La elaboración de las señales deben cumplir las regulaciones de la **IALA** (International Association of Lighthouse Authorities) y por ello se deben tomar en cuenta sus recomendaciones para poder señalar dicho puente, en distintas partes del mundo existen puentes que cuentan con una señalización similar a la que se debe instaurar, pero la diferencia es el tráfico marítimo y los peligros a la navegación que puedan existir en la zona donde se lo ha construido.

El puente Santay requiere de un previo aviso para autorizar el cruce de una embarcación, y una vez autorizado el paso, los brazos basculares se elevarán un par de horas antes manteniéndose así hasta cuando la embarcación pase.

Para poder verificar si el sistema a instaurarse en el puente Santay será igual a otros puentes de su tipo se debe empezar analizando la profundidad, marea y extensión del río Guayas en el sector donde está ubicado el puente y específicamente el tramo donde se encuentran los brazos basculares, también la eslora, manga y el calado de las embarcaciones que requieran pasar por allí, así mismo se toma en cuenta la altura, extensión y ciertas características del puente.

También es muy importante tomar en cuenta el tráfico que se tiene por esta zona y los distintos riesgos que se pueden correr en caso de tener un clima adverso, y es preciso mencionar que si la navegación es demasiado peligrosa por los riesgos antes mencionados, el puente no será habilitado para el paso de embarcaciones (ver Figura 1.1).



Figura 1.1 Puente Santay

Fuente: (EL UNIVERSO, 2014)

1.1 ANTECEDENTES

Si nos remontamos a tiempos antiguos, podemos decir, que el río Guayas ha sido un espacio importante para atracar barcos de hasta cinco metros de calado en marea baja y debido a sus características físicas, era supuesta como muy difícil para dicha maniobra.

En tiempos actuales ve afectada su navegabilidad por una serie de problemas que a lo largo de los años lo han ido restringiendo y por proyectos existentes que empeoran aún más su situación.

Gran cantidad de embarcaciones navegan por el río Guayas, desde canoas hasta buques de gran amplitud, los mismos que son protagonistas en el paso del nuevo Puente Peatonal que construyó el Gobierno desde la calle El Oro, en Guayaquil, hasta la Isla Santay, perfilado para ser transitado únicamente a pie o en bicicleta por las personas que desean trasladarse a la Isla.

Antes de la construcción de dicho puente, el Buque Escuela Guayas ingresaba a la zona del malecón usando la ruta en la que ahora está esa infraestructura. Había una razón para cruzar por esa zona: la profundidad allí ronda los 12,9 metros y es mayor al calado, de 10 a 8 metros, que existe por el otro extremo.

En cuanto a profundidad el río no ha cambiado en esta zona es por eso que el día 20 de mayo del 2014 se llevó a cabo la primera prueba del sistema de elevación del puente. En la prueba navegaron un remolcador, una embarcación pesquera y una lancha misilera, y posterior a eso meses después el Buque Escuela Guayas también hizo su paso bajo el puente sin tener ninguna dificultad en cuanto a calado y profundidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La construcción del Puente Peatonal Santay lleva a cabo un plan que se encarga de dar una mejor economía a la ciudad de Guayaquil a través del turismo, logrando así conservar un área vital que se encontraba desprotegida y expuesta a perder especies que están en peligro de extinción.

El cruce de embarcaciones por el Puente Santay implica para sus Comandantes un elevado nivel de responsabilidad y el más alto grado de alistamiento de su tripulación para mantener el barco en el rumbo trazado por la carta náutica, seguir al pie de la letra las normas de seguridad y respetar las señales para evitar colisiones con los pilares del puente. El cumplimiento de estas responsabilidades permitirá desarrollar una navegación segura en el tramo donde están ubicados los brazos basculares, y cuyo fin último sea salvaguardar la vida del personal y actividad del material.

En un Puente Basculante como es el Puente Peatonal Santay juega un papel de suma importancia el conocimiento que debe tener tanto el comandante como la tripulación de cada embarcación acerca de las normas de seguridad para cruzarlo, así también el posicionamiento en el track de la carta náutica y específicamente en este caso, es el conocimiento de las señales marítimas que se encuentren ubicadas alrededor del puente; por otro lado, más importante aún es el conocer los efectos externos que incidirán sobre una embarcación independientemente de cual sea su eslora y manga, como por ejemplo la meteorología presente en la travesía.

El dejar de lado un Sistema de Señalización Marítima para el Puente Santay y una verificación permanente de la misma; definitivamente elevará los niveles de inseguridad en la zona del puente, colocando en riesgo al personal y material de los buques que requieran pasar por allí, lo que conlleva a que se produzca un accidente.

De acuerdo a lo mencionado inicialmente, instituye un aspecto esencial en el alcance del éxito para elevar los niveles de seguridad en la zona del Puente Peatonal Santay, la elaboración de un Sistema de Señalización Marítima adecuada para una navegación segura; ejecución que debe encuadrar aspectos de meteorología presentes en la trayecto.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Existen un sin número de problemas en el río Guayas que afectan a la navegación de embarcaciones como por ejemplo la sedimentación, más aun en la zona del puente Santay, ya que ésta estructura sólida cambia las características naturales y físicas del río y provoca mayor sedimentación. La navegabilidad y la maniobrabilidad de los buques disminuyen casi en su totalidad. Esto influye en el área de fondeadero ya que afecta a su seguridad y más bien representa un riesgo.

Por el rio Guayas navegan todo tipo de barcos, remolcadores, de turismo, pesqueros, barcasas, veleros, yates, fragatas, corbetas, buques escuela, hidrógrafos, dragas, guardacostas, canoas, entre otros.

El Sistema de Señalización Marítima próximo a instaurarse en la zona del Puente Peatonal Santay, está diseñada para informar a toda clase de embarcaciones como las anteriormente mencionadas, es necesario mencionar que existen varios puentes similares alrededor del mundo que han sido señalizados cumpliendo las normativas de la IALA, lo que sirve de referencia para saber cuál es la mejor manera de señalar el Puente, a continuación se muestra algunos ejemplos:

- **Puente Porta d'Europa** (Ver en Anexo A) que fue construido por el crecimiento de tráfico en el Puerto de Barcelona.
- **Puente Basculante Albatros** (Ver en Anexo B) ubicado en el Puerto de Lázaro Cárdenas (Michoacán-México).
- **Puente de Tianjin** (Ver en Anexo C) ubicado en el río Haihe en la metrópoli oriental china de Tianjin, es el puente basculante más largo de Asia.

- **Puente José León de Carranza** (Ver en Anexo D) une las orillas de Cádiz y el término de Puerto Real a través del saco interior de la Bahía de Cádiz.
- **Puente de las Delicias** (Ver en Anexo E) está situado en Sevilla (Andalucía, España) y cruza el río Guadalquivir.

De la misma manera se debe cumplir la normativa antes mencionada para el Puente Santay. El problema radica en el análisis que se debe hacer, pues si este sistema recomendado por la **IALA** cumple con los requerimientos para aumentar los niveles de seguridad, se debe tomar en cuenta que el tráfico, extensión del puente y profundidad del área navegable en la zona del Puente Santay no son iguales a los puentes antes mencionados pues muchos de estos inclusive utilizan semáforos por la gran afluencia de tráfico marítimo, este tipo de señal fue descartado para el Puente Santay debido a que no existen registros que indiquen que el tráfico vaya a incrementar, pues el ancho del canal no lo permite, se propuso instaurar el semáforo MLP 2000 (Ver en Anexo F) pero por la razón antes indicada no será tomado en cuenta como señalización para el puente.

Para cumplir con dichos requerimientos se debe tomar en cuenta también el calado de navegación:

La entidad reguladora y encargada del control de las operaciones y maniobras de ingreso y salida por los canales de acceso al Puerto de Guayaquil es la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG), que ha determinado según sus estudios que el calado máximo de navegación por el río Guayas debe ser de 6,50 metros, y las embarcaciones que quieran transitar con calados mayores deberán tener en cuenta la marea existente en el momento.

Los prácticos indican que se están realizando maniobras tomando en cuenta la marea, a velocidades mínimas y con un nivel de seguridad razonable con embarcaciones de hasta 7 metros de calado, por lo que se considera que las autoridades implicadas en esta responsabilidad deben considerar autorizar la entrada de este tipo de naves.

INOCAR ha continuado con los análisis correspondientes y ha logrado determinar que se puede navegar con buques de hasta 7 metros de calado con un porcentaje de seguridad, el mismo que indicamos a continuación:

Porcentaje de Seguridad con beneficio de marea	95%	90%	85%	80%	75%	70%	20%
Calado Permitido	6.49	6.61	6.69	6.76	6.81	6.94	7.46

Figura 1.2 Porcentaje de Seguridad para Calados

Fuente: (Informativo Marítimo Portuario, 2014)

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un Sistema de Señalización Marítima y ayudas a la navegación para el cruce de embarcaciones bajo el Puente Santay.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar si el sistema de señalización que la **IALA** propone en la **Recomendación IALA O-113** (Ver en Anexo G) para el Puente Santay servirá para prevenir colisiones por parte de las embarcaciones con los pilares del puente.
- Analizar riesgos diurnos y nocturnos que aún no han sido identificados e impidan una navegación segura en la zona del Puente Peatonal Santay.
- Proponer regulaciones y precauciones de la autoridad marítima para el paso de embarcaciones bajo el puente, en caso que no existan.

1.5 HIPOTESIS Y VARIABLES

1.5.1 HIPOTESIS

La señalización náutica en la zona del puente peatonal Santay incrementará los niveles de seguridad para su paso.

1.5.2 VARIABLES

1.5.2.1 Independiente

La falta de señalización en el puente peatonal Santay.

1.5.2.2 Dependiente

Afectación a la navegabilidad y la maniobrabilidad de los buques incrementando el peligro a la navegación.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIO GUAYAS

- **Longitud:** 60 km
- **Ancho:** Aproximadamente 5 Km frente a la ciudad de Guayaquil rodeando la Isla Santay.
- **Islas Existentes:** El Muerto, Santay, Del Gallo, Matorrillos, Mondragón y Malabrigo.
- **Puentes:** Unidad Nacional, Guayaquil-Santay, Durán-Santay.
- **Navegabilidad:** Naves de corto calado en marea baja; naves de mayor calado en marea alta y siguiendo la ruta de navegación creada.
- **Estado de Conservación:** Alterado por la sedimentación y en estaciones lluviosas se dificulta la navegación. (visitaecuador, 2014)

2.2 INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE LA ARMADA (INOCAR)

A continuación se detalla las actividades que realizan los departamentos técnicos-científicos, que son los más importantes para el desarrollo de esta investigación:

2.2.1 DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFÍA

Ejecuta los levantamientos hidrográficos a lo largo de nuestra costa continental, insular y amazónica, cuyo efecto se ve plasmado en las cartas náuticas.

2.2.2 DEPARTAMENTO DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

El Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) desde su instauración se ha encargado del Balizamiento Marítimo del País, siendo el Departamento de Ayudas a la Navegación el que mantenga el Sistema de Señalización Náutica de la Costa Continental e Insular, de igual manera es responsable del funcionamiento y modernización del sistema de Balizamiento del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil y del Río Guayas. (Merchán, 2007)

2.3 IALA (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES) O AISM (ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA)

El sistema de balizamiento marítimo IALA es una norma internacional impuesta para ajustar las características del boyado que delimita canales navegables y sus aguas adyacentes a fin de fortalecer criterios.

Existen dos sistemas en el mundo, el sistema **A** aplicado en Europa, África, Oceanía y Asia exceptuados Japón, Corea y Filipinas, y el sistema **B** estructurado para América del sur, central y norte e incluidos los tres países asiáticos antes indicados.

El sistema de boyado fue implantado para definir canales navegables y señalar obstáculos que representen un peligro para el navegante.

Este sistema comprende seis tipos de señales diferentes que pueden aprovecharse en forma combinada.

- Señales Laterales.
- Señales de Peligro Aislado.
- Señales de Nuevos Peligros.
- Señales de Aguas Seguras.
- Señales Especiales.
- Señales Cardinales.

Los sistema de boyado, A y B, son similares. Se diferencian únicamente en la ubicación de las marcas y boyas laterales mientras que el resto de las señales son iguales para los dos.

En el sistema **A** una embarcación que entra desde el mar hacia puerto haciendo uso de un canal que cuenta con boyado debe dejar las boyas y marcas verdes por estribor, mientras que en sistema **B** es de forma contraria. (Wikipedia, 2014)

2.4 CARACTERISTICAS DE UN PUENTE BASCULANTE

2.4.1 DEFINICIÓN DE PUENTE

Es una estructura que permite salvar obstáculos naturales como ríos, valles y lagos; para comunicar dos lados.

2.4.2 DEFINICIÓN DE PUENTE BASCULANTE

Están elaborados para girar alrededor de un eje horizontal acomodado en una línea de apoyos, ya en tiempos actuales este sistema se utiliza por el incremento de tráfico en la zona donde ha sido construido. (Vialidad Nacional, 2014)

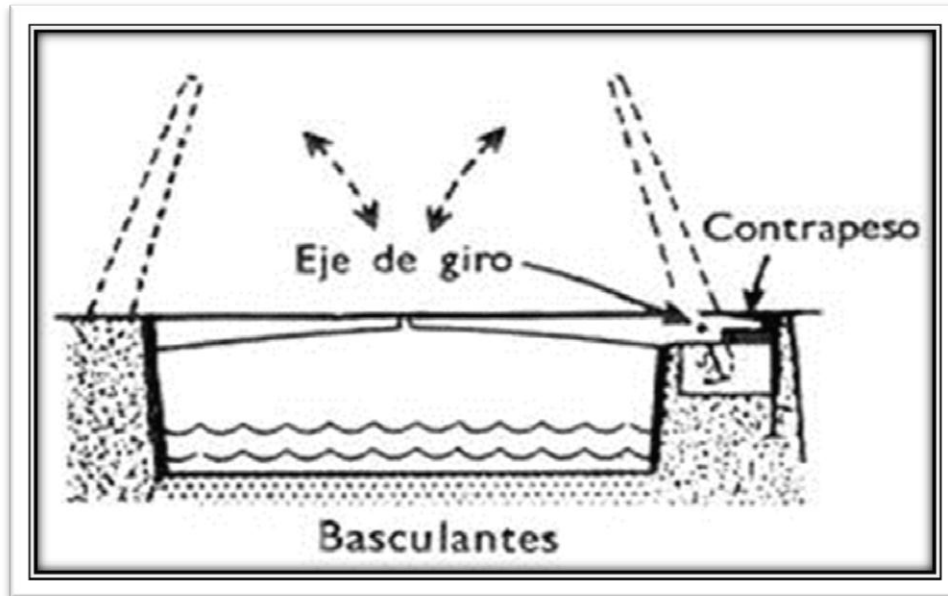


Figura 2.1 Puente Basculante

Fuente: (Vialidad Nacional, 2014)

2.5 CARACTERISTICAS DEL PUENTE SANTAY

El puente Santay es una estructura de acero que reposa sobre el río Guayas, su cimentación comienza desde la calle El Oro, en Guayaquil, hasta la isla Santay.

Está situado en el canal de navegación y se ensancha a lo largo del río con una longitud de 840 metros, la estructura está construida con una serie de pilotes y cimbras metálicas de casi un kilómetro de largo. Su particularidad es que tiene compuertas que se abren hacia arriba y por ende lo convierte en un puente basculante; es decir, que se abre para el paso de grandes embarcaciones. El ancho del tramo bascular es de 55 metros entre las paredes de los pilones de apoyo de la viga basculante, donde va instalado el sistema de rotación. Su abertura es de 78 grados y el ancho real de navegación es de 48,60 metros, lo cual permite el tránsito de buques de hasta 25 metros de manga y 172 metros de eslora. En marea alta se registra una profundidad de 16 metros, y en marea baja, 12 metros.

La báscula tiene su propio generador eléctrico y existe 3 formas de ser activada: bajo un modelo electrónico automático (panel digital programable), electrónico manual (pulsando un botón) y a través de una manivela, en caso de emergencia.

El tiempo que se necesita para ser elevado es de 75 segundos, desde que el operador situado en la cabina de control da la orden. (Caballero, 2014)



Figura 2.2 Puente a la Santay, Vista Panorámica

Fuente: (Dukers, 2014)



Figura 2.3 Puente Basculante Santay, Vista Lateral

Fuente: (Abarca A., 2014)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Método Empírico-Analítico

Se basa en la experimentación y la lógica empírica, que junto a la observación de fenómenos y su análisis estadístico, es el más usado en este campo.

3.1.2 Investigación Bibliográfica

Permite extender el conocimiento a través de la revisión y el análisis de la información de libros, folletos, artículos, boletines, publicaciones y en otros materiales escritos, visuales o audiovisuales.

Es preciso definir que el diseño de este tema investigativo : Sistema de Señalización Marítima y su contribución a una navegación segura en la zona del Puente Peatonal Santay; Propuesta de Navegación Segura, se adecua a un diseño experimental, porque su objetivo es analizar la relación de las dos variables, tanto de la construcción del puente peatonal “Santay” como la afectación a la navegabilidad y la maniobrabilidad de los buques incrementando el peligro a la navegación, y a partir de aquellos resultados se pueda obtener un sistema de señalización para una navegación segura. Se reafirma que esta investigación es experimental porque el diseño de investigación se puede concebir como el progreso de una estrategia que especifica las acciones que se efectuarán para obtener los objetivos deseados.

3.2 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección y análisis de datos se realizó mediante la aplicación del instrumento de investigación escogido, el cual fue: La Entrevista.

3.3 MÉTODOS UTILIZADOS

Se elaboró una serie de preguntas cuyas respuestas son de gran importancia para resolver el problema de este proyecto, se entrevistó a dos personas de diferentes cargos y por ende las preguntas de la entrevista son de acuerdo a la función que cada persona cumple en el puesto donde está laborando.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Con el fin de obtener información que provenga de personas con experiencia en este campo, se realizó dos entrevistas con preguntas diferentes en cada una. (Ver en Anexo H)

3.4.1 Fecha de Realización

Se las realizó el día viernes 22 de agosto y el día miércoles 01 de octubre del 2014 respectivamente.

3.4.2 Opiniones Emitidas por el Personal Entrevistado

3.4.2.1 Entrevista N° 1

- Se encuentran listas las señales diurnas para ser ubicadas en las partes laterales del puente, roja al lado de estribor y verde al lado de babor tanto de la vista frontal como la vista trasera, paralelamente se está comprando una luz de tope color blanca la cual se ubicaría en la parte superior del puente obviamente a uno de los dos costados para cuando el puente se abra no exista ningún problema, estas señales han sido consideradas para el efecto, las mismas que serán señales nocturnas porque emitirán una luz correspondiente a su color.

- Normalmente en el día podría haber la posibilidad de un tráfico mayor, en la noche no se tiene registrado un tráfico afluente, pero de todas maneras al ser considerado el Puente Santay como una área turística actualmente es importante tal como sucede en las vías de los trenes se puede instalar un semáforo para el personal que va a iniciar su travesía por el puente para precautelar su seguridad, pero este no sería una ayuda a la navegación sino más bien como una norma de seguridad para los peatones que se dirijan a la Isla Santay.
- No se tiene contemplado señales de previo aviso ya que en la actualización de las cartas náuticas se encuentra la ubicación del puente y los prácticos o capitanes de las embarcaciones deben navegar con una carta que les indicará que se aproxima el puente basculante, no obstante es una norma de seguridad que se debe tomar en cuenta por el hecho de que puedan existir buques de gran calado que no podrían parar máquinas inmediatamente o que su estrepada podría llevarles a colisionar con el puente, esto podría ocurrir si por alguna razón se le paso por alto en la carta náutica el puente, sin embargo esto es poco probable que ocurra porque todo navegante debe planificar su navegación.
- Las cartas de lo que es el canal de acceso y río Guayas por su dinámica se actualizan anualmente, eso lo planifica el departamento de hidrografía a través de su división de cartografía.
- Para pasar bajo el puente lo único que se debe considerar es un track de aproximación que estará plasmada en la carta, no es necesario enfilarse ni se necesita remolcadores, en el caso de la velocidad las luces emitidas darán previo aviso al navegante, así este decidirá a qué velocidad le convendrá pasar bajo el puente.

3.4.2.2 Entrevista N° 2:

- Al momento de pasar bajo el puente realmente si existió dificultad, yo creo que en todos los pasos que el Buque Escuela Guayas haga y principalmente este buque por la manga superior que tenga sobre los otros buques, siempre va a existir dificultad.
- Ayudas a la navegación de forma puntual para efectuar el tránsito por el puente basculante no existen.
- Debe existir ayudas a la navegación y de ser posible sería excelente que el organismo técnico correspondiente haga un análisis y de ser viable se instale un sistema de ayudas a la navegación o señalización.
- Se debe poner en algún punto referencias en tierra para saber el rumbo recomendado que se deba seguir, enfiladas más hacia el fondo del puente, boyas laterales para el ingreso y salida del puente.
- Si ya se cruzó el puente sin señalización es posible volver a cruzarlo sin un sistema de señalización náutica pero el riesgo siempre va a existir.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE INSTAURACIÓN DE AYUDAS A LA NAVEGACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN PARA PUENTES ELABORADO POR LA IALA

Una vez analizados los peligros a la navegación que se pueden haber creado por su construcción como por ejemplo la sedimentación, se procede a la planificación para señalar el Puente Santay, y para ello el **INOCAR** que es directamente encargado de cumplir este plan de señalización se basa y se rige a las normativas y regulaciones que la **IALA** recomienda. El plan de señalización del puente que aún sigue en marcha se rige a la **Recomendación IALA O-113 de la IALA** que según su normativa dice que los puentes deben llevar señalización marítima diurna y nocturna, de tal manera que el navegante pueda identificar con seguridad el ancho del canal navegable, y la altura del puente.

- **SEÑALIZACIÓN DIURNA**

Gracias a la profundidad del río en el espacio donde se encuentra la parte basculante, se concluyó que la navegación es posible en toda la luz del puente y siendo así las marcas deben colocarse en los pilares del mismo.

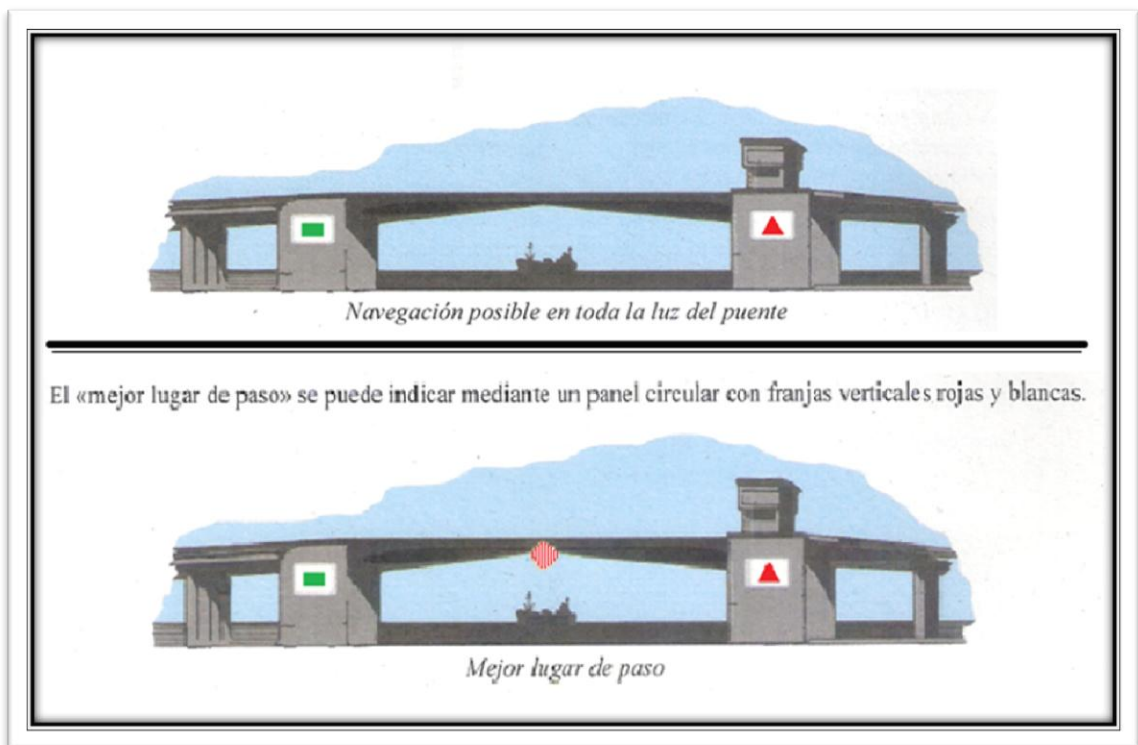


Figura 4.1 Puente Basculante, Visión Diurna

Fuente: (INOCAR, 2014)

- **SEÑALIZACIÓN NOCTURNA**

Para este efecto pueden servir como ayudas a la navegación; luces rítmicas rojas o verdes para marcar los límites navegables del canal y para certificar el práctico reconocimiento se debe probar que exista un buen contraste entre los paneles coloreados y el color de fondo proporcionado por la estructura del puente. (Ministerio de Defensa, 2014).

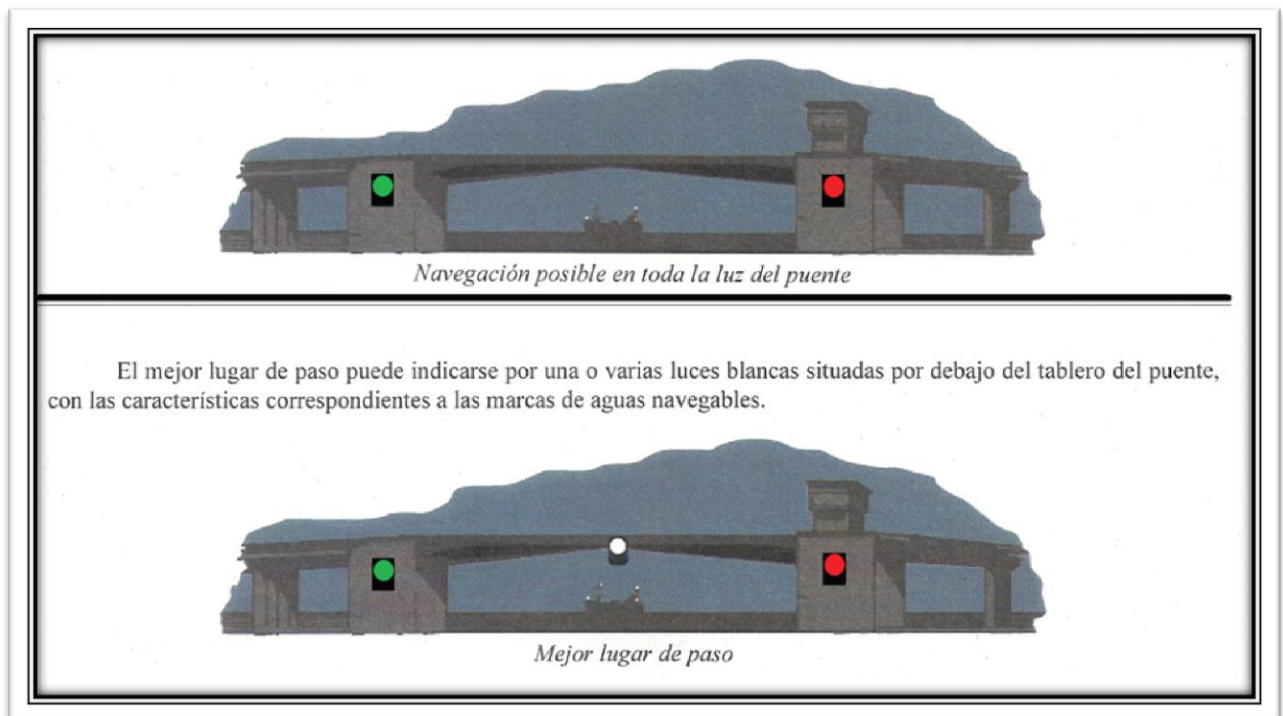


Figura 4.2 Puente Basculante, Visión Nocturna

Fuente: (INOCAR, 2014)

Para esto se debe utilizar las luces que identifican el canal navegable. En este caso, el color rojo a estribor y el color verde a babor (Región B), al igual que cuando se ingresa a Puerto, estas van colocadas en los pilotes del puente, y una figura circular de color blanco irá en el centro de los brazos basculares que indique la altura del mismo.

Las luces deben ser instaladas en los dos lados del puente, que servirán tanto para los navegantes que arriban como para los que zarpan de un puerto.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS AYUDAS PROPUESTAS

El sistema antes mencionado sin duda alguna cumplirá con su función; la de informar al navegante sobre el ancho y la altura del puente, pero no garantiza la prevención de una colisión u otro tipo de accidente, y es por eso que se necesita un sistema más completo por lo que se propone incrementar ayudas a la navegación que complementen este sistema, así se podrá elevar los niveles de seguridad.

A continuación se presentan requerimientos y restricciones para el paso bajo el puente, previo a la propuesta de implementación de ayudas a la navegación:

- De acuerdo con lo dispuesto por el **INOCAR** acerca del calado máximo que un buque puede tener para navegar por el río Guayas, se acoge la misma restricción para el paso bajo el puente, el calado máximo debe ser de 7 metros para mantener la seguridad. (Ver Figura 4.3).



Figura 4.3 Calado Requerido

Fuente: (EL UNIVERSO, 2014)

Elaborado Por: Álvaro Abarca

En la imagen se puede observar la parte más profunda en la zona navegable del puente Santay y la profundidad mínima requerida para navegar.

- La eslora y manga máxima debe ser de 172 metros y 25 metros respectivamente.
- Aunque el ancho efectivo de navegación permite que las embarcaciones con las medidas antes mencionadas, pasen sin remolcadores, pues se debe eliminar esa opción ya que por seguridad toda gran embarcación debe pasar con al menos dos remolcadores.
- En las pilas de apoyo de la viga basculante se deben ubicar defensas tipo rueda que sirvan de protección para posibles impactos de embarcaciones.
- En la noche se debe prohibir el paso de embarcaciones de gran tamaño bajo el puente, debido a que el tramo basculante no será habilitado.
- Las embarcaciones pequeñas si están autorizadas a navegar bajo el puente en las noches debido a que estas no necesitan que los brazos basculantes se eleven para su paso.
- Para la iluminación del puente, la guía **No. 1061 de la IALA** (Ver en Anexo I), resalta que se debe alumbrar los pilares del puente del área navegable como mejoramiento a la señalización marítima.
- Para cruzar el puente la autoridad portuaria junto con la subsecretaria de puertos autorizaran el paso y tendrán abierto con una hora de anticipación, por si llegase a existir algún inconveniente al momento de elevar los brazos basculantes, además los buques grandes deben entrar siempre con prácticos.
- Se debe actualizar la carta náutica ya que debido a este obstáculo a la navegación cambia radicalmente en lo referente al eje del canal navegable hacia los muelles del malecón de Guayaquil y los muelles y varaderos de Durán.
- Se requiere además que se realicen estudios de Batimetría (calcula profundidades) constantes ya que el fondo pudo haber sufrido algún cambio por los pilares de la estructura.

- Además se debe emitir un aviso a los navegantes que haga conocer si ha existido cambios en cuanto a profundidad o aumento de sedimentación, con el propósito de salvaguardar la vida humana, la seguridad de las naves y la protección del ambiente marino.

4.2 PROPUESTA REQUERIDA PARA EL PUENTE SANTAY

- Reflectores para iluminar los pilares principales.
- Lámparas de sodio a baja presión.
- Boyas de referencia.
- Iluminación en boyas.
- Paneles de aproximación.

Las recomendaciones de la **IALA** son sumamente necesarias para poder disfrutar de una señalización óptima en el puente Santay, sin embargo la propuesta dada es simplemente como herramienta adicional para precautelar la seguridad, la cual ayudará a la maniobrabilidad de las embarcaciones pues estas deberán tener conocimiento del puente debido a que en la carta náutica del canal estará ya plasmado la ubicación del mismo y el navegante deberá planificar su navegación, pero no está por demás ubicar dichas señales ya que puede suceder algo inesperado en la navegación en la cual el navegante no prevea el puente y al darse cuenta del mismo demasiado tarde inclusive parando maquinas puede ser que su estrepada lo haga colisionar con el puente por esta razón es importante tomar en cuenta las señales antes mencionadas.

4.3 JUSTIFICACIÓN

El proceso de instauración del sistema de señalización se lo lleva a cabo para prever peligros a la navegación que dificulta el paso de embarcaciones, de esta manera el navegante se familiarizara con el nuevo puente, el mismo que es de gran importancia para el país ya que promueve el turismo, por lo tanto es indispensable que la navegación sea segura por este sector para que este pueda cumplir la función para la cual fue creada.

El sistema ayuda a que el puente no sea un obstáculo para la navegación sino más bien disminuir los peligros existentes alrededor del puente para que el paso de las embarcaciones sea seguro. También el sistema ayuda al desarrollo del país ya que en futuras obras similares se sabrá con exactitud lo que se debe hacer para que el puente no represente inseguridad al navegante, como es el caso del nuevo puente de Duran a Santay.

4.4 OBJETIVO

Contribuir de una manera efectiva al aumento de los niveles de seguridad para el paso de embarcaciones en la zona del Puente Peatonal Santay.

4.5 DESARROLLO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS OPERATIVOS RELACIONADOS CON LA PROPUESTA:

4.5.1 CARTA DE REFERENCIA PARA EL CRUCE DEL PUENTE SANTAY

El Buque Escuela Guayas se vio en la necesidad de pasar bajo el puente sin un sistema de señalización que lo guie, y lo hizo usando una carta náutica en donde había muy poca información.

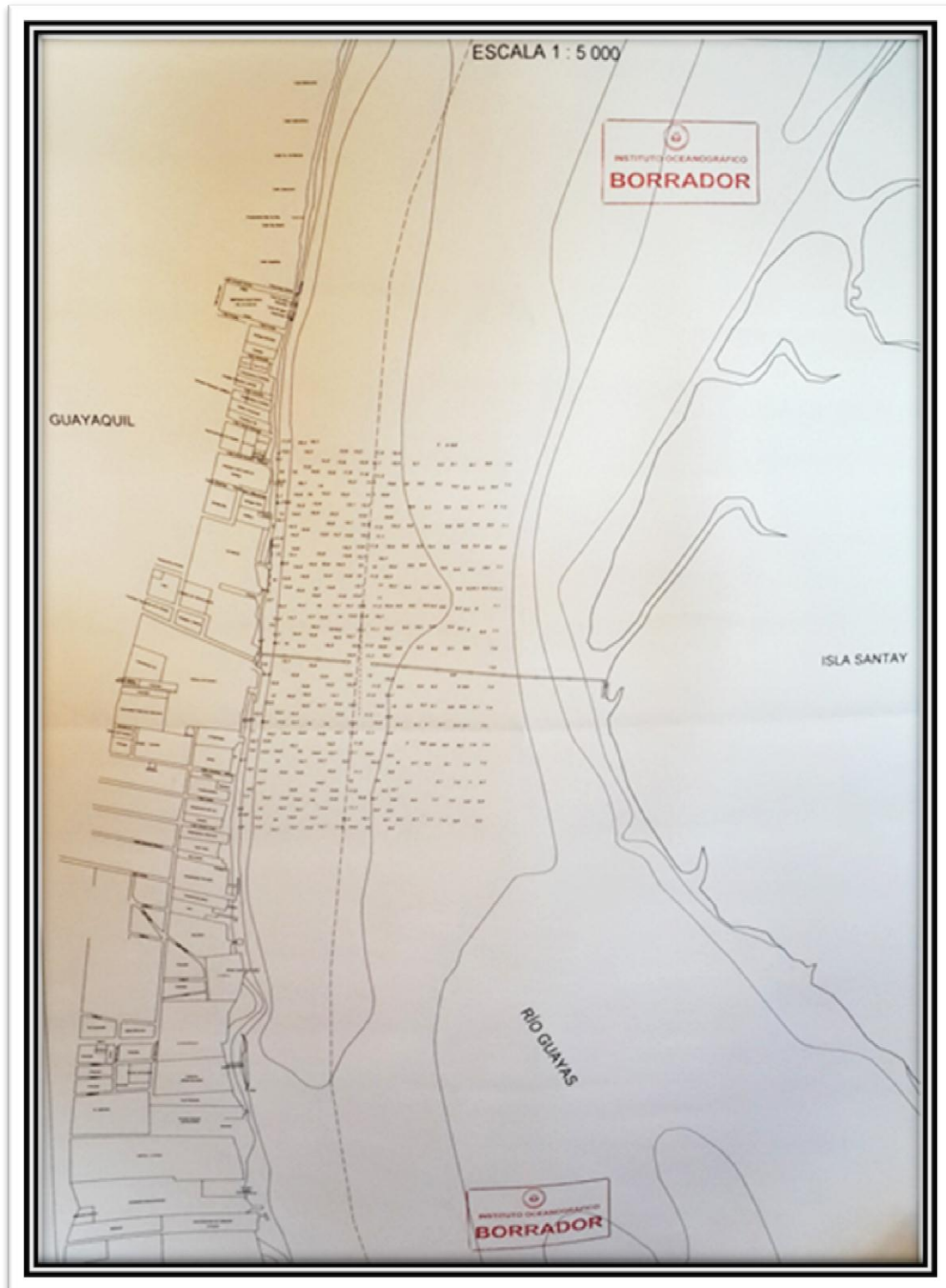


Figura 4.4 Carta de Referencia Para el cruce del Puente Santay

Fuente: (INOCAR, 2014)

Después de analizar el paso del Buque Escuela Guayas, se afirma la posibilidad de instaurar las ayudas a la navegación antes propuestas.

4.5.2 REFLECTORES PARA ILUMINAR LOS PILARES PRINCIPALES

Para iluminar los dos pilares en donde están posados los brazos basculares se necesitan de dos reflectores que emitan una luz blanca que iluminaran las marcas diurnas que estarán colocadas todo el tiempo, estos reflectores se ubicaran a una distancia en donde puedan iluminar correctamente las marcas. (Ver en Anexo J)



Figura 4.5 Reflectores Alumbrando los Pilares

Fuente: (EL UNIVERSO, 2014)

Elaborado Por: Álvaro Abarca

4.5.3 LAMPARAS DE SODIO A BAJA PRESIÓN

Estas luces amarillas señalizan las columnas como un obstáculo para el marinerero y proyecta su luz hacia abajo en dirección a la base de la columna. Las lámparas antes mencionadas son muy eficientes ya que generan más de 140 lum/W. (Ver en Anexo K).



Figura 4.6 Lámparas de Sodio Ubicadas en los Pilares

Fuente: (Wikipedia, 2014)

Elaborado Por: Álvaro Abarca

4.5.4 BOYAS DE REFERENCIA

El canal navegable en la zona del Puente Peatonal Santay cuenta con boyas que ayudan a la navegación, pero para esta estructura se necesita implementar más para marcar y mejorar el track. (Ver en Anexo L)

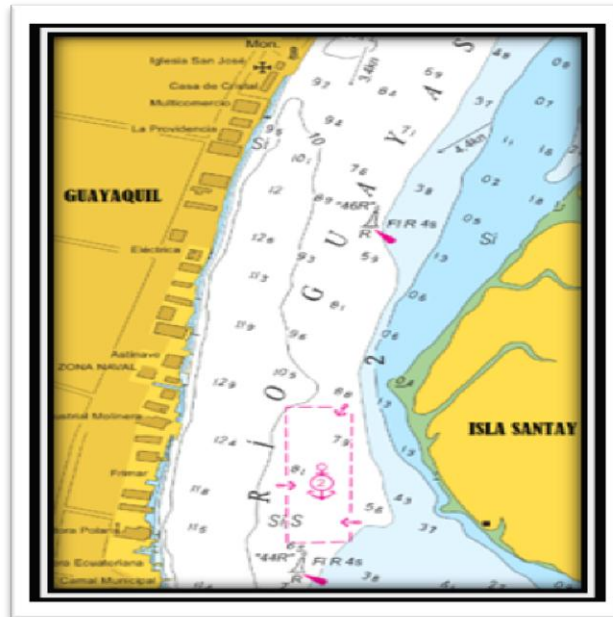


Figura 4.7 Boyas Ubicadas en el Sector del Puente Santay

Fuente: (INOCAR, 2009)

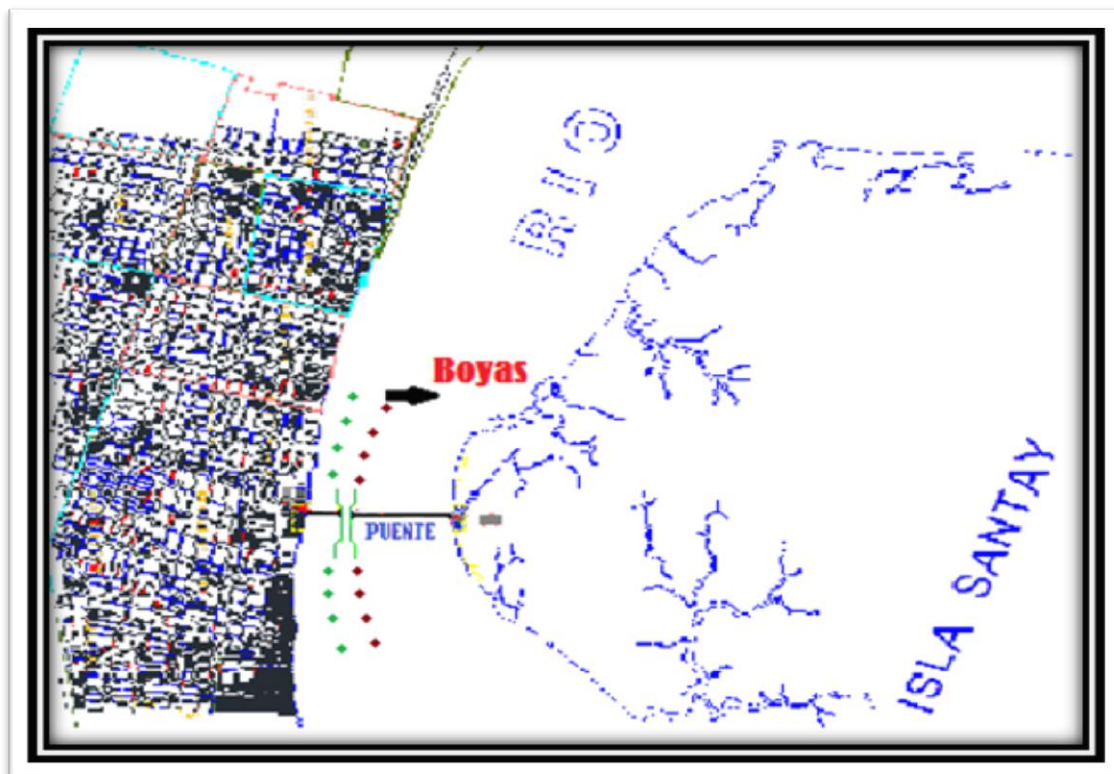


Figura 4.8 Boyas Ubicadas para el paso por el Puente Santay

Fuente: (INOCAR, 2014)

Elaborado Por: Álvaro Abarca

4.5.5 ILUMINACIÓN EN BOYAS

Para mejorar la visibilidad de las boyas del canal navegable en las noches se deben colocar bandas de iluminación en sus contornos. (Ver en Anexo M).

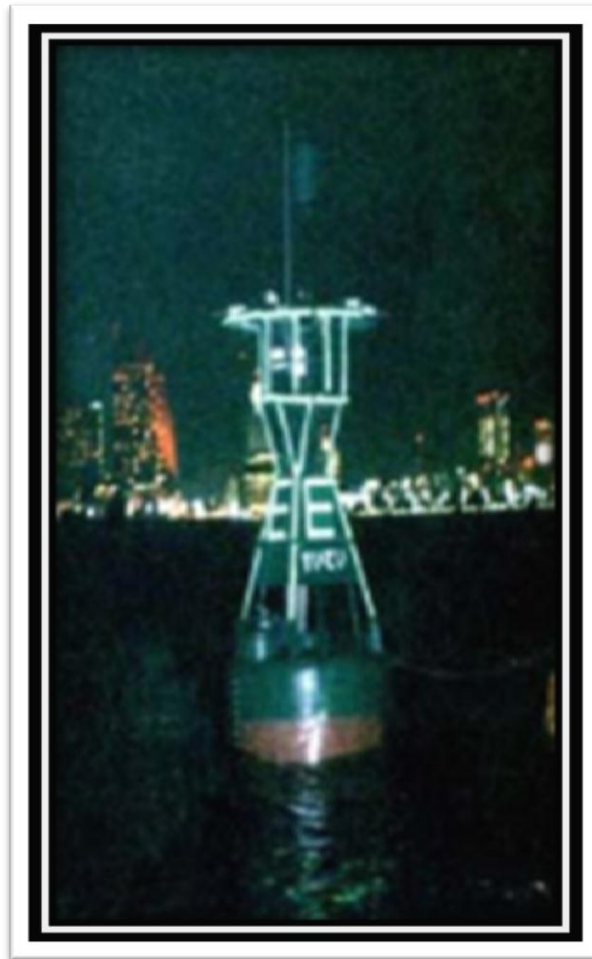


Figura 4.9 Iluminación de Contornos en las Boyas

Fuente: (IALA, 2008)

4.5.6 PANELES DE APROXIMACIÓN

En el transcurso de la navegación se requiere informar al navegante sobre la distancia a la que se encuentra del puente, para esto es importante colocar paneles de aproximación en el canal. (Ver en Anexo N)

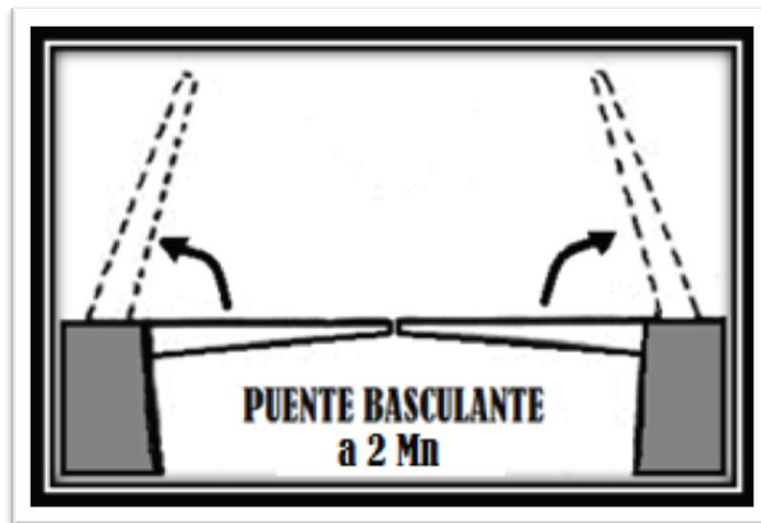


Figura 4.10 Aproximación 2 Mn a Puente Santay

Fuente: Abarca A., 2014

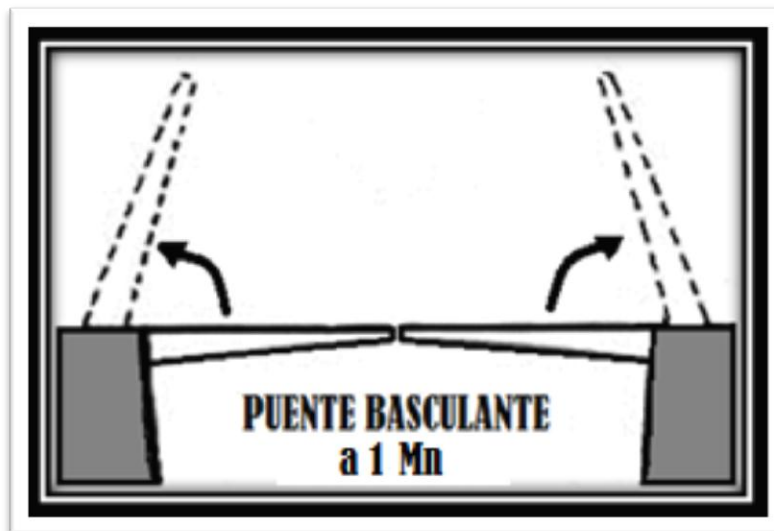


Figura 4.11 Aproximación 1 Mn a Puente Santay

Fuente: Abarca A., 2014

4.5.7 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN PROPUESTA UBICADA EN LA CARTA NAUTICA

En la siguiente imagen se observa la navegación de un buque que cuenta con las ayudas a la navegación y la señalización del puente que se requiere implementar para elevar los niveles de seguridad.

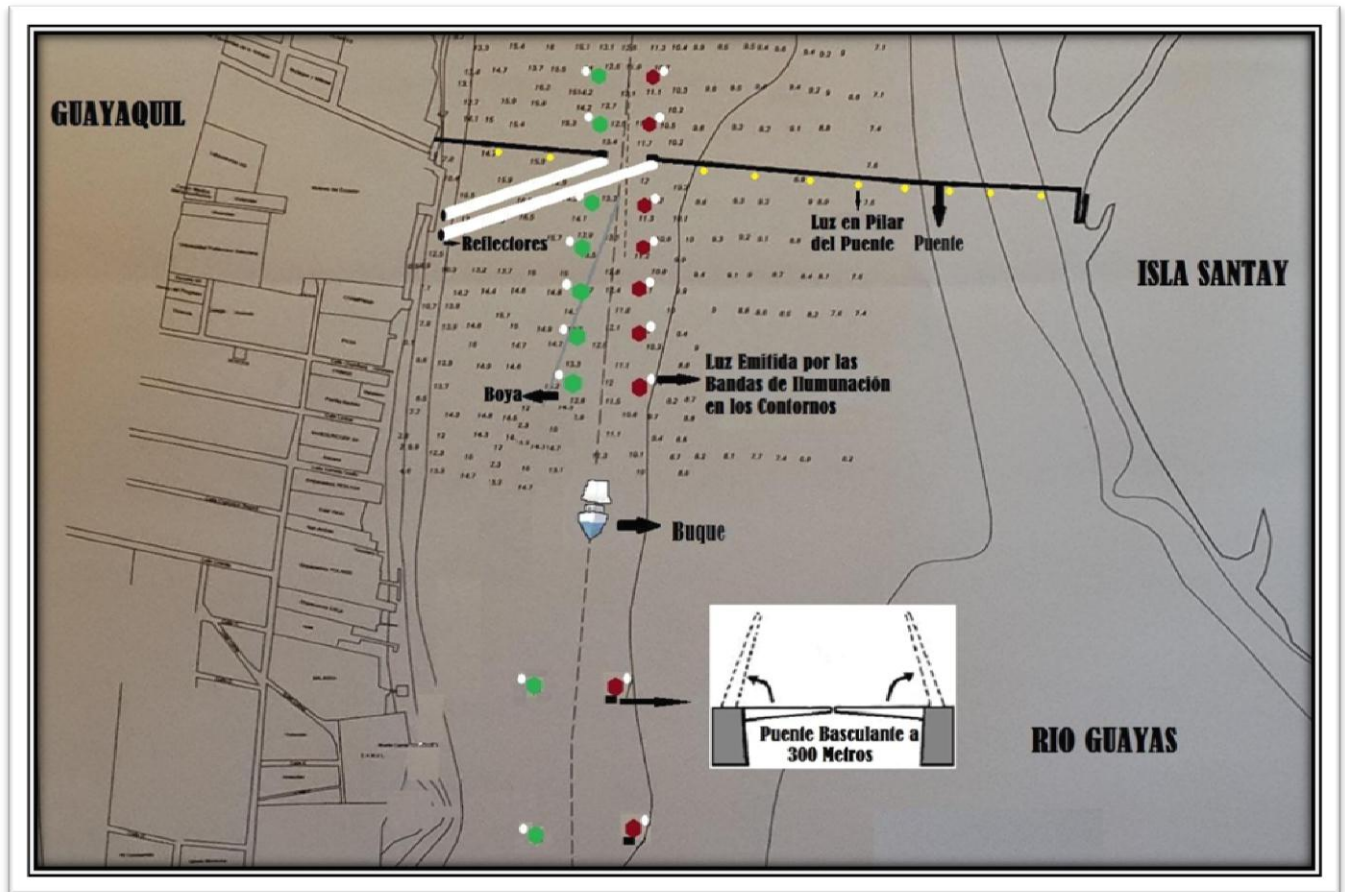


Figura 4.12 Ayudas a la Navegación Ubicadas en la Zona del Puente Santay

Fuente: (INOCAR, 2014)

Elaborado Por: Álvaro Abarca

CONCLUSIONES

El presente estudio de Sistema de Señalización Marítima y su contribución a una navegación segura en la zona del Puente Peatonal Santay, concluye que se debe efectuar la implementación de las señales y las ayudas a la navegación antes mencionadas porque definitivamente el puente representa un obstáculo a la navegación:

- El paso por el puente crea inseguridad en los navegantes.
- Al implementarse las señales náuticas disminuirá el riesgo de un accidente.
- Se efectuará un gasto adicional para dicha señalización, pero se debe tomar en cuenta que en caso de un accidente o colisión contra el puente los gastos serán mayores.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se establecen las siguientes recomendaciones:

- Implementar el sistema de señalización siguiendo el procedimiento según la Guía n.º-1061 de la IALA sobre las Aplicaciones de luz - iluminación de estructuras y la Recomendación O-113 de la IALA, las mismas que facilitan la señalización del puente.
- Informar al público usuario del Puente Santay sobre el sistema de señalización náutica haciendo conocer que esta acción beneficia a la navegación en esta zona.
- Implementar un sistema de cobro por derecho de señalización náutica en el canal navegable del puente por la facilidad y seguridad que representa para las embarcaciones ya que dichas señales permiten que los peligros existentes en esta zona sean evadidos a tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Vialidad Nacional. (19 de Agosto de 2014). Recuperado el 20 de Agosto de 2014, de <http://www.vialidad.gov.ar/puentes/puentes.php>
- visitaecuador. (2014). Recuperado el 18 de Agosto de 2014, de <http://www.visitaecuador.com/ve/mostrarRegistro.php?idRegistro=15919#!prettyPhoto>
- Caballero, S. (2014). *cameae.org*. Recuperado el 18 de Agosto de 2014, de <http://www.camae.org/files/Informar/A%C3%B1o%202014/Mayo/Aprendiendo%20mas/Aprendiendo%20mas.pdf>
- EL UNIVERSO. (2014). *www.eluniverso.com*. Recuperado el miércoles de septiembre de 2014, de <http://www.eluniverso.com/noticias/2014/07/17/nota/3242716/puente-abrio-paso-bae-guayas>
- IALA. (2008). Guía de la IALA n° 1061. En Aplicaciones de la luz de iluminación de estructuras (pág. 17).
- INOCAR. (2014). *Inocar.mil.ec*. Recuperado el Martes 12 de Agosto de 2014, de <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/institucion/mision-y-funciones>
- INOCAR. (2014). Señalización Marítima. En *Catálogo General de Publicaciones*.
- INOCAR. (2014). Sistema de Balizamiento., (pág. Diap. 9).
- Merchán, C. (Marzo de 2007). UTE. Recuperado el Lunes 18 de Agosto de 2014, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11246/1/32068_1.pdf
- Ministerio de Defensa. (Marzo de 2014). Publicaciones Oficiales. Recuperado el 24 de Agosto de 2014, de <http://publicacionesoficiales.boe.es>
- Para Nauticos. (2014). Recuperado el martes de Octubre de 2014, de <http://www.paranauticos.com/Diccionario/B/boya-nuevo-peligro.htm>

Tecnoceano. (2014). Recuperado el martes de octubre de 2014, de <http://www.tecnoceano.com/estudios-y-levantamientos/batimetria.php>

WALLPHO. (2013). wallpho.com. Recuperado el Miercoles de Septiembre de 2014, de <http://wallpho.com/35675-tower-bridge-at-night-id-23256.htm>)

Wikimedia Commons. (2013). Recuperado el lunes de Agosto de 2014, de ATON-Road_Signs_of_the_Waterway.png

Wikipedia. (4 de Agosto de 2014). Wikipedia.org. Recuperado el 7 de Agosto de 2014, de http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_boyado_mar%C3%ADtimo_IALA