

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones por pleamar y su incidencia en el turismo y la comunidad de Puerto Bolívar parroquia urbana del cantón Machala cuya ciudad del mismo nombre es la cabecera cantonal de la provincia de El Oro. Cuenta con 28.675 habitantes según el censo del 2010, geográficamente se encuentra ubicado a 3° 15'55" latitud Sur y 80°00'01" longitud Oeste, esto es al Sur del Golfo de Guayaquil en la costa del Pacífico provincia de El Oro y se sitúa a 1m.s.n.m, la escasa altura del terreno sobre el nivel del mar favorece las inundaciones ocasionadas por los aguajes, este ha sido un problema de gran importancia en especial para los dueños de los locales ubicados frente al malecón, para la pesca artesanal ubicada a lo largo de estero Huaylá y los comuneros de la Parroquia que son los principales involucrados y afectados por los desbordamientos y sufren los efectos del mencionado problema.

La **marea** es el cambio periódico del nivel del mar producido principalmente por la fuerza de atracción gravitatoria que ejercen el Sol y la Luna sobre la Tierra. Aunque dicha atracción se ejerce sobre todo el planeta, tanto en su parte sólida como líquida y gaseosa, nos referiremos en este artículo a la atracción de la Luna y el Sol, juntos o por separado, sobre las aguas de los mares y océanos. Sin embargo, hay que indicar que las mareas de la litosfera son prácticamente insignificantes, con respecto a las que ocurren en el mar u océano (que pueden modificar su nivel en varios metros) y, sobre todo, en la atmósfera, donde puede variar en varios km de altura, aunque en este caso, es mucho mayor el aumento del espesor de la atmósfera producido por la fuerza centrífuga del movimiento de rotación en la zona ecuatorial (donde el espesor de la atmósfera es mucho mayor) que la modificación introducida por las mareas en dicha zona ecuatorial.

Otros fenómenos ocasionales, como los vientos, las lluvias, el desborde de ríos y los tsunamis provocan variaciones del nivel del mar, también ocasionales, pero no pueden ser calificados de mareas, porque no están causados por la fuerza gravitatoria ni tienen periodicidad.(4)

En la costa atlántica las mareas vivas son del orden de 3,5 metros, con pequeñas variaciones locales que dependen de la forma de la costa. En el Mediterráneo, sin embargo, son del orden de 0,3 metros. La diferencia se debe a que en la costa atlántica

se acumula el efecto que la fuerza atractiva va ejerciendo a lo largo de todo el Océano Atlántico, mientras que en el Mediterráneo, esta acumulación se nota poco por el tamaño relativamente pequeño de su cuenca.(5)

Las inundaciones por aguajes máximos producidas cada año son un problema serio para el ambiente, turismo y la población, desde los países más desarrollados hasta los subdesarrollados del perfil costeros. Todo el mundo tiene este problema como una realidad ante la cual el gobierno y todo los representantes de cada país deben contribuir a fin de evitar y minimizar los desastre que puedan ocasionarse con estos fenómenos ambientales, aunque se vuelve un problema serio en los países pobres, debido a la falta de dinero y más aun de la organización de los mandatarios a cargo.

Como dice el Alcalde de Guayaquil, Sobre los riesgos de inundación en Ecuador, el peligro de una anegación es mayor por la sedimentación de los esteros, este factor incrementa el nivel de agua en una inundación ya que los sedimentos en los esteros o canales taponan las salidas de los colectores de aguas que avanzan por gravedad y que desfogan en ellos.

Un ejemplo muy representativo es la Ciudad de Guayaquil que desde las alcantarillas, la marea inunda algunas calles del Suburbio de Guayaquil, el Malecón Simón Bolívar en el centro; así como la ciudadela Entre Ríos, en la zona de Samborondón, También en los exteriores de las urbanizaciones, en donde los accidentes que se generan con frecuencia ya sea Por los fuertes vientos que se registran van desde la caída un frondoso árbol sobre dos vehículos y el desplome de viviendas.(Grafico4)

Las inundaciones por pleamar en el ecuador a más de tener que ver con las mareas, influyen muy significativamente las precipitaciones en los diferentes Puertos, razón por la que el volumen de las aguas aumenta generando los desbordamientos; por esto es muy importante tener en cuenta lo reportes generados por el INOCAR para tomar las prevenciones adecuadas y evita catástrofes. (Grafico5)

Las inundaciones por aguajes máximos producidos cada año son un problema serio para el ambiente, turismo y la población de la parroquia de Puerto Bolívar debida a su ubicación frente al estero de Santa Rosa, el problema se genera a partir del exceso

de sedimentos que encontramos en los esteros y estos obstruyen las tuberías de alcantarillado. (Grafico6)

Debido a este problema se observa como las aguas no evacuan e ingresan a los locales y salen a las vías, también se observa como la basura se queda en las veredas y el agua salobre corroe la estructura de hormigón generando un ambiente visual desagradable, aunque este no es motivo para no viajar en lancha a los diferentes lugares turísticos del archipiélago de Jambelí. (Grafico7)

Las inundaciones por agua salobre aparte de corroer las estructuras, terminan por desaparecerlas poco a poco si no son prevenidas a tiempo, como es el caso de la vía del malecón de Puerto Bolívar en la zona de influencia de las inundaciones la vía a parte de estar corroída, se ha asentado y en partes se ha perdido generándose los famosos baches. (Grafico8)

La construcción de un sistema de compuertas trae consigo el movimiento de grandes grupos de personas interesadas en el turismo ya que se mejoraría de forma directa el Medio Ambiente en el que habitamos, implementarías las plazas de trabajo ya que el malecón no se inundaría y como tiene su punto estratégico en el Muelle de Cabotaje donde a diario podemos encontrar turistas Internacionales y locales.

También es necesario tomar en cuenta el nivel de contaminación que tienen los canales y esteros debido a los sedimentos y toda la clase de basura que son arrojadas sin prevención alguna, por la escasa planificación de las entidades encargadas de Machala.

Otro dato sumamente importante que no debe descartarse es el periodo de invierno en donde las precipitaciones son mayores durante un lapso de aproximadamente 6 meses y esto aumenta aún más el volumen de las aguas que recolecta la red de alcantarillado mixta de la Ciudad de Machala y este debe de relacionarse con las fechas de las mareas de sicigias.

Se debe considerar incluir un sistema de pozas de oxidación ya que la ciudad de Machala desde hace más de 60 años decidió entubar sus aguas, descargándolas crudas a los estereros sin tratamiento alguno y estas desembocando directamente a Puerto Bolívar,

convirtiéndose en verdaderos factores contaminantes que afectan al medio ambiente, al turismo de esta gran Parroquia y a la sociedad.

Es necesario realizar e implementar estos proyectos estratégicos para el tratamiento de las aguas evitando que de esta manera colapsen las tuberías, así en las épocas de los máximos guajes se podría controlar este exceso de aguas y de alguna manera se destinen a otras necesidades, también se deberían de incluir campañas de concientización para no arrojar basura en donde nos parezca.

Por esto se pretende Realizar el diagnóstico de la situación actual del Malecón del Muelle de Cabotaje de la Parroquia de Puerto Bolívar, provincia de El Oro durante todo el año 2015 por inundaciones en Pleamar para prevenir el saturamiento y deterioro de la vía.

DESARROLLO

Localización del Estudio

Puerto Bolívar está localizado en la costa de Sudamérica, al sur de Ecuador en la provincia de El Oro, cuenta con un puerto multipropósito con atracaderos de 12.0 metros al servicio del comercio exterior del Ecuador y es el segundo de la República por el movimiento de carga en el Sistema Nacional Portuario.

Sus coordenadas geográficas son: 3°15'55" Latitud Sur y 80°00'01" Longitud Oeste, la corriente de marea es de 1,5 nudos al eje del canal y los vientos máximos de 10 un, además se realizan actividades productivas comerciales, turismo y pesca, cuya localización se sitúa a 1 m.s.n.m, circundada por el estero Huaylá. (1) (Grafico1)

Antecedentes Históricos Del Problema

El borde costero de la Zona Especial de Manejo, hasta mediados de los años 50, estaba aún cubierta de una espesa vegetación de bosque de manglar con alturas de hasta 10 m que sólo abría paso a esteros, canales y sabanas. Esta imagen desapareció paulatinamente, al principio por la ocupación de suelos para fines habitacionales (Machala y Puerto Bolívar).

La ZEM ha conocido tres períodos en su desarrollo económico:

1. El primer período de bonanza económica y desarrollo se sustentó en la producción de cacao para la exportación. Esta fase se extiende desde 1890 hasta 1925. Destaca la construcción del muelle de Puerto Bolívar y del ferrocarril (1903) Puerto Bolívar- Machala-Santa Rosa y Machala-Pasaje.
2. El segundo período, que evidenció profundos cambios en el área de la zona correspondió al auge bananero. Es uno de los períodos que por su desarrollo sostenido generó en el área crecimiento económico, inmigración, desarrollo portuario, infraestructura vial, expansión financiera y desarrollo comercial. Esto convirtió a esta zona en un polo de desarrollo.

Esta fase de expansión económica basada en el banano va desde 1930 hasta 1970. Sin duda, el crecimiento económico que patrocinó el auge bananero trajo consigo varios efectos negativos como: desequilibrio ecológico, los cauces de los ríos fueron cambiados en su curso hacia las áreas bananeras, los pequeños centros poblados crecieron con las migraciones y con ello los problemas de abastecimiento agua y alcantarillado. Se incrementó la contaminación ambiental.

3. El tercer período está sustentado sobre el banano y sobre la actividad camaronera, que se ha constituido en otro renglón importante de la economía provincial. Aquí, como en el caso del período anterior, se observan efectos negativos para los ecosistemas, pues la actividad camaronera ha originado daños y destrucción de importantes áreas de manglares y esteros.

En donde estos efectos negativos se vieron reflejados en el cambio de clima, modificación de los niveles del terreno, playa y del medio ambiente, motivo que el alcantarillado se compromete colapsando, los sedimentos y los desechos sólidos contaminan la playa. (Grafico3)

El presente estudio busca integrar y establecer una **SOLUCIÓN DE INUNDACIONES**, para los habitantes del Oeste de los sectores aledaños a los esteros y de la urbe, a los comerciantes tanto de los locales ubicados cerca al malecón como también a los ambulantes y turistas que se ubican en el “**MUELLE DE CABOTAJE DE LA PARROQUIA DE PUERTO BOLIVAR**” de la ciudad de Machala, aplicada a la operación y construcción técnica de **LAGUNAS DE OXIDACION Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE COMPUERTAS** al sistema de alcantarillado público sanitario y aguas lluvias, donde se estudió y determinó, la operatividad del alcantarillado así como también la cantidad de usuarios que actualmente hacen uso de la mencionada **red**.

Se busca adaptar este sistema a la red de alcantarillado, para que el funcionamiento de una solución orientada a la operación planificada y futurista, permitiendo regular de manera técnica la visión del ciudadano que se desplazará desde cualquier parte del mundo a la Parroquia de Puerto Bolívar desde un punto Turístico y para todos aquellos residentes de la urbe que tendrán una expectativa diferente de como avanzamos para generar un nuevo estilo de vida.

El objetivo es innovar las **medidas de prevención contra inundaciones** por pleamar del Puerto Bolívar, basándonos en técnicas que se llevan a cabo en grandes ciudades y que de cierta manera han logrado minimizar los desastres causados por los aguajes y precipitaciones máximas en las zonas costeras, al integrar los procesos de descontaminación de las aguas, se podrá a futuro complementar con otro tipo de sistemas que nos permitan aprovechar las aguas procesadas en cualquier otro tipo de necesidad como riego, etc.

Fundamentación Teórica Del Problema

Según el manual de **EVALUACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS DE INUNDACIÓN Y SELECCIÓN DE ÁREAS CON RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO EN ZONAS COSTERAS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA**. (MADRID NOVIEMBRE, 2010)

Las inundaciones producidas por pleamares máximas, son inexistentes. Todas las inundaciones de las Zonas especiales de manejo por inundaciones que se han registrado son por desbordamiento de ríos o precipitaciones máximas. Y por otro lado resultan ineficaces los métodos en la Zonas de manejos costero para reconocer indicios de inundaciones pasadas, debido a que en costas son bajas han desaparecido estos , debido al intenso desarrollo urbanístico y las numerosas regeneraciones de las playas, modificando la topografía y las características hidráulicas del terreno.

Causas de la sobre elevación del mar

La marea astronómica se produce por la atracción que ejercen la luna y el sol sobre los océanos. El efecto combinado de esta atracción con la rotación de la Tierra hace que en latitudes se manifieste como una sucesión de oscilaciones del nivel del mar con un máximo (pleamar) y un mínimo (bajamar) en cada ciclo.

El período medio de oscilación es de aproximadamente doce horas y media. La carrera de marea (diferencia de cotas entre una pleamar y una bajamar sucesivas) en una localización determinada es mayor cuando los tres astros están alineados (Luna Nueva y Luna Llena), lo que se denomina marea viva. En Cuarto Creciente y en Cuarto Menguante las fuerzas atractivas son perpendiculares entre sí y como consecuencia, las carreras de marea son menores (marea muerta). (2)

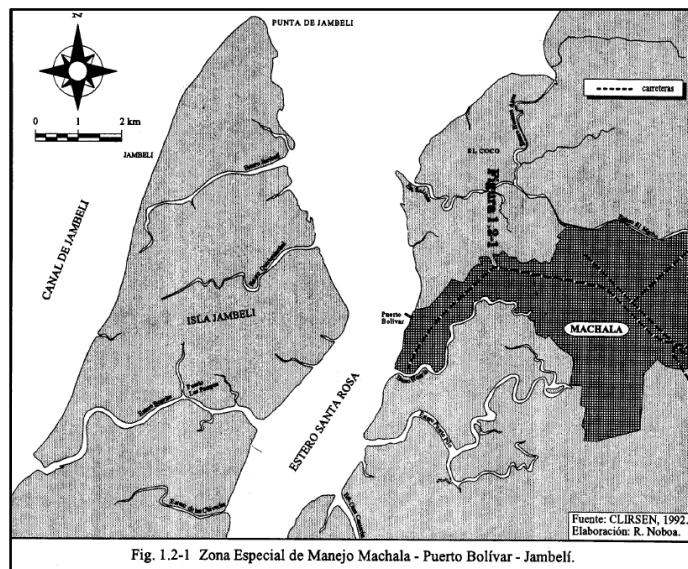
Criterios de Inundabilidad

- ✓ Inundabilidad por mareas, corresponde a las causas de sobreelevación que permanecen durante horas o días, tiempo suficiente para que el nivel del mar se propague hasta cualquier punto cuya cota se encuentre por debajo de dicho nivel. Entre éstas se consideran naturalmente las mareas astronómica y meteorológica.
- ✓ Inundabilidad por oleaje, corresponde al efecto del remonte de las olas. se considera inundable cualquier punto cuya cota sea inferior a la máxima cota que puede alcanzar el nivel del mar por efecto combinado de marea y oleaje, siempre que se encuentre a una distancia de la costa inferior a un valor proporcional a dicha cota.

Según el manual **PLAN DE MANEJO DE RECURSOS COSTEROS ZEM MACHALA - PUERTO BOLÍVAR – JAMBELÍ (1993)**

Zonas Especiales de Manejo Costero Ecuador

La ZEM está ubicada en el Oeste de la Provincia de El Oro, al sur del litoral ecuatoriano Ocupa una superficie de **1.500** ha. El Estero Santa Rosa separa la parte continental de la ZEM (Machala-Puerto Bolívar) de la Isla Jambelí, perteneciente al archipiélago del mismo nombre.



Zona Especial de Manejo Machala-Puerto Bolívar - Jambelí

Los principales problemas que enfrenta el manejo costero en la ZEM, pueden resumirse así:

- ✓ Descargas domésticas sólidas y líquidas sin tratamiento en cursos de aguas provenientes de centros poblados y de las industrias.
- ✓ Pérdida de manglar y bosques de tierra firme para producción de bienes y servicios y para desarrollo de la cría de camarón.
- ✓ **Uso del suelo para** monocultivo (banano, cacao) y conversión de tierras agrícolas para expansión urbana de Machala.
- ✓ Maricultura mediante explotación extensiva de camaroneras, pérdida de especies asociadas a las larvas del camarón (peces, moluscos, crustáceos), uso del suelo agrícola para camaroneras.
- ✓ Reducción de las áreas tradicionales de pesca y recolección de moluscos por destrucción del hábitat de especies de importancia comercial y explotación empírica del recurso.
- ✓ Concentración de la actividad turística en un solo sitio (isla Jambelí) y falta de promoción turística de otras áreas

La ciudad ha incrementado rápidamente su tamaño, sobrepasando la capacidad de proporcionar servicios básicos y ejerciendo muy poco control sobre el tipo, ubicación o compatibilidad de los usos de suelo.

Principales problemas de manejo

- ✓ La franja costera de Machala y Puerto Bolívar ha sido ocupada muy desordenadamente, sin planificación, alterando embarcaderos (para diversos propósitos) con residencias e instalaciones industriales y comerciales.

- ✓ En ausencia de sistemas de alcantarillado sanitario, los efluentes son arrojados directamente en los canales de navegación cuyas aguas son directamente utilizadas en las muy próximas piscinas camaroneras.
- ✓ La escasa altura del terreno sobre el nivel del mar favorece las inundaciones ocasionadas por las lluvias, las crecientes de los ríos y los aguajes, y expone a las construcciones costeras y a las orillas desprotegidas al impacto del oleaje producido por las embarcaciones.
- ✓ La ZEM se ubica en áreas, no directamente expuestas a la acción del mar. Los terrenos son planos, inundables, blandos, no consolidados e hipersalinos, propios de salitrales y manglares talados.
- ✓ Algunas camaroneras obstruyen el drenaje natural, con lo cual se provocan las inundaciones aún en sectores supuestamente protegidos de estos fenómenos.
- ✓ Los sedimentos depositados en el delta del Río Jubones son acarreados hacia las aguas más tranquilas en el sur, lo cual provoca la sedimentación en el margen suroriental del canal de Jambelí y, por lo tanto, la disminución de la profundidad en el canal de acceso a Puerto Bolívar y la erosión de la Punta de Jambelí

En virtud a lo antes señalado es preciso tomar en cuenta que las inundaciones por pleamar son constantes y van modificando a las personas a través de experiencias que se adquieren en cada evento, por lo que se puede identificar como un proceso de evolución tecnológico y concienciación cultural, donde las nuevas generaciones asimilan y aprenden las diferentes normas de las generaciones pasadas, para generar un ambiente y un sistema de producción turístico sano y libre de riesgos y eventos

Como se ha visto, la amplitud de las mareas en alta mar es menor que 1 metro. En cambio, cerca de las costas la amplitud es generalmente mayor y en algunos casos alcanza o sobrepasa los 10 metros. En la **Tabla1** figuran algunos de los lugares donde se producen grandes mareas. Se ha puesto un solo lugar por zona. (3)

Según

Históricamente, las costas han sido sitios predilectos para asentamientos humanos, por ello mucha gente vive o trabaja hoy en día en estas zonas en las infraestructuras allí instaladas. Todo lo construido en las zonas costeras del mundo se hizo teniendo en cuenta el nivel del mar y su crecida local máxima durante tormentas, valores que parecían permanentes. Debido a los efectos del calentamiento global, estos valores están cambiando más de lo esperado, y muchas ciudades de litoral se enfrentan a amenazas de inundación mayores que las de antaño.

Conviene matizar que aunque el calentamiento global promueve cada vez más la incidencia de inundaciones costeras por tormentas, en el caso de Manhattan se le suman otros factores. Aun así, este caso es una demostración clara de que las zonas costeras del mundo deberán protegerse mucho mejor en las próximas décadas.

El malecón de Manhattan, como otros en otras partes del mundo, se diseñó teniendo en cuenta la máxima altura del agua por la marea alta o pleamar (cuando, por causas astronómicas, el agua del mar alcanza su máxima altura), la máxima típica de una marejada ciclónica durante una tormenta, y la suma de ambas si los dos fenómenos coincidían al mismo tiempo.

Para estimar el impacto del cambio climático futuro, en el estudio se asume que el nivel medio del mar, incluyendo las aportaciones al mismo hechas por el agua extra proveniente de la fusión parcial de las capas de hielo del planeta, subirá entre 0,2 y 0,4 metros para el año 2050. Por si fuera poco, cerca de la cuarta parte de estas 136 ciudades está en deltas, y por ende más expuesta a las crecidas de los ríos, así como a descensos del terreno en tierra firme o ascensos del lecho marino costero, por efecto de la subsidencia local, sobre todo en aquellos casos en que la sobreexplotación del manto freático (la extracción excesiva de aguas subterráneas) acelera los procesos naturales.

SEGÚN LA RED DE REVISTAS CIENTÍFICAS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, ESPAÑA Y PORTUGAL

Sistema de Información Científica

En ICHARM (2009), se definió que entre los factores que hacen más vulnerables los desastres se encuentran: la variabilidad climática, la deficiencia en sistemas organizacionales, el ordenamiento territorial y los factores educativos; como el establecimiento de población en zonas de riesgo.

Para el análisis del riesgo por inundaciones se deben considerar tres componentes (Oumeraci, 2011), estas son: 1) fuentes, 2) rutas y 3) receptores, a través de la cadena de riesgo. Las fuentes están relacionadas con los fenómenos naturales que dan origen a una inundación. Las rutas son las trayectorias que dan paso a la inundación y que pueden disminuirse con sistemas de defensas, y los receptores son aquellas áreas que pueden ser afectadas por la inundación produciendo daños. El análisis de inundaciones se ha enfocado principalmente al análisis de cuencas y modelación de avenidas (EXCIMAP, 2007).

Adicionalmente Hankin et al. (2008) incluyen inundaciones por tsunamis e inundaciones por agua subterránea. McKenzie et al. (2010) definen a una inundación por agua subterránea cuando el nivel freático aumenta en respuesta a una recarga excepcional hacia la superficie de la tierra o hacia un punto donde la infraestructura subsuperficial es afectada y se ha reconocido como un tópico importante con impactos económicos. Cobby et al. (2009) proponen técnicas que se pueden aplicar en datos disponibles, y señalan limitaciones para producir mapas de inundación por agua subterránea.

Macdonald et al. (2007) evidenciaron que, en un acuífero somero permeable, la aparición de agua subterránea es el primer signo de alerta de una inundación para muchos residentes. Finch et al. (2007) realizaron una evaluación preliminar del riesgo de inundaciones por agua subterránea, monitoreando la humedad del suelo y niveles de agua subterránea. Alconada et al. (2010) investigaron, a través de la identificación hidrogeoquímica, que el agua de inundación se relaciona con la descarga de agua subterránea de flujos locales e intermedios. Belousova (2011) propone una metodología determinística y probabilística para evaluar el riesgo de inundaciones subsuperficiales, entendiéndose este concepto como un aumento del nivel freático. Actualmente, la

investigación de inundaciones por agua subterránea se enfoca a los mecanismos que producen la inundación, la modelación de inundaciones por agua subterránea y el mapeo de áreas susceptibles a inundación (BGS, 2010). Este fenómeno no se ha estudiado en planicies costeras mexicanas, por lo que la inundación por agua subterránea no debe ser ignorada.

Metodología Utilizada

Investigación bibliográfica para determinar los periodos de inundación por pleamar más representativos del año 2015. Adicionalmente cuales son los motivos por los cuales se han dado las inundaciones en el malecón de Puerto Bolívar. Es importante mencionar que las inundaciones estarán referenciados a eventos astronómicos, como son el **perigeo** lunar en donde la luna está más cerca de la tierra en su órbita elíptica 363300 km, que coincide con las mareas de sicigia. (Grafico2)

Visita al malecón de Puerto Bolívar en toda su longitud se puede observar que el estados de la acera (cemento) y parte de la vía (cemento asfaltico) se encuentra corroída motivo del agua salada que los inunda esto se observó desde la entra del muelle de cabotaje hasta la altura donde se encuentra la iglesia (antes de llegar al antiguo muelle de cabotaje), todo esto es con el fin de verificar si los criterios identificados en el punto 1 son ciertos, también con el objetivos de recaudar información para el desarrollo del proyecto.

Investigación bibliográfica de la red de alcantarillado y aguas lluvias, que existe en la ciudad de Machala y si tienen relación con la inundaciones que se generan en el Malecón.

Levantamiento topográfico (referencia de niveles BM arbitrario 1) para ver si en el sector que se inunda es motivo de alguna falla técnica en la construcción o por motivos constructivo la vía está más baja o si se ha asentado.

Desarrollar un manual de la inundación en pleamar del Malecón: este se basara en los resultados de los cuatro elementos anteriores, estará respaldado por fotografías, descripción de causas por las que el agua florece en la vía y posibles soluciones.

RESULTADOS ESPERADOS

- La principal causa por la que el malecón del muelle de puerto bolívar se inunda es debido a la pleamar, la pleamar influye directamente por que el alcantarillado en su mayor parte está colapsado y esto hace que el nivel de marea que sube salga por los sumideros y florezca en la vía. ([Grafico9](#))
- El área de influencia longitudinal más propensa y constante al anudamiento es desde el frente de la entrada del muelle de cabotaje hasta aproximadamente (30-40) m en dirección al antiguo muelle de cabotaje y en sección transversal desde la mitad de la vía hacia donde están los locales comerciales. ([Grafico10](#))
- Con la topografía que se hizo (toma de niveles respecto al bordillo) se observó que en la parte del malecón que se inunda la vía tiene una forma cóncava y con respecto al Malecón es la parte más baja ya que todo esta estructura era existente y cuando se remodelo el Muelle de Cabotaje lo único que se hizo fue subir los niveles de este, quedando la vía por debajo. ([Grafico12](#))
- Otra causa significativa son las épocas de invierno en donde las precipitaciones aumentan exuberantemente como lo fue este mes de mayo del 2015 ya que aumento 7 veces respecto a la precipitación normal. ([Grafico11](#))
- Con la propuesta de creación de un sistema de pozas de oxidación y el sistema de compuertas, todas estas aguas podrían ser aprovechadas disminuyendo así los volúmenes y evitando las inundaciones y colapso de las tuberías.

Conclusiones

1. Las inundaciones que se generan en el malecón del muelle de cabotaje de Puerto Bolívar no son en un 100% generada por la pleamar y las precipitaciones máximas, ya que el malecón cuenta con un sistema de barandas que no permite que la ola generada por la pleamar sobre pase este nivel.
2. Las inundaciones que tienen lugar en el malecón tienen relación en cierta manera con la red de alcantarillado sanitario y de aguas lluvias en donde estos colectores se encuentran saturados debido a los desechos sólidos y el nivel de sedimentación en ellos.
3. La propuesta de crear un sistema de lagunas de oxidación e implementar un sistema de compuertas tienen un mínimo costo por ser el más convencional, y de esta manera se garantizara que las inundaciones se minimicen.

Recomendaciones

1. Cuando se realice la inspección en sitio y se construya cualquier medida de prevención ante inundaciones tener muy en cuenta los niveles de máxima pleamar y los volúmenes críticos de las precipitaciones que en nuestro caso son las épocas de invierno.
2. La construcción de una red de alcantarillado que no sea mixta para así poder tener más acceso a los volumen de aguas lluvias y destinarlos de cierta manera para riego u otros usos en donde se la pueda aprovechar.
3. La construcción de del sistema de compuertas debe construirse tomando en cuenta material para corrosión ya que se va a trabajar con agua salobre y se deben considerar los mantenimientos periódicos para la estructura.

REFERENCIAS

1. http://www.puertobolivar.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=265
2. https://www.chsegura.es/static/riesgoinundaciones/EPRI_COSTAS_2-12-10.pdf
3. <https://es.wikipedia.org/wiki/Marea>
4. <https://es.wikipedia.org/wiki/Marea>
5. https://www.chsegura.es/static/riesgoinundaciones/EPRI_COSTAS_2-12-10.pdf
6. <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/calendario-aguajes>
7. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/23877/Caracteristicas+Mareas.pdf/f300280f-2cc6-4a21-99e5-9f6aa9237a74>
8. **EVALUACIÓN PRELIMINAR DE RIESGOS DE INUNDACIÓN Y SELECCIÓN DE ÁREAS CON RIESGO POTENCIAL SIGNIFICATIVO EN ZONAS COSTERAS DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA. (MADRID NOVIEMBRE, 2010)**
9. Según el manual **PLAN DE MANEJO DE RECURSOS COSTEROS ZEM MACHALA - PUERTO BOLÍVAR – JAMBELÍ (1993)**
10. **AMAZINGS NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**
11. **SEGÚN LA RED DE REVISTAS CIENTÍFICAS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, ESPAÑA Y PORTUGAL**
12. https://www.youtube.com/watch?v=kUk7rk_5TSo

ANEXOS GRÁFICOS

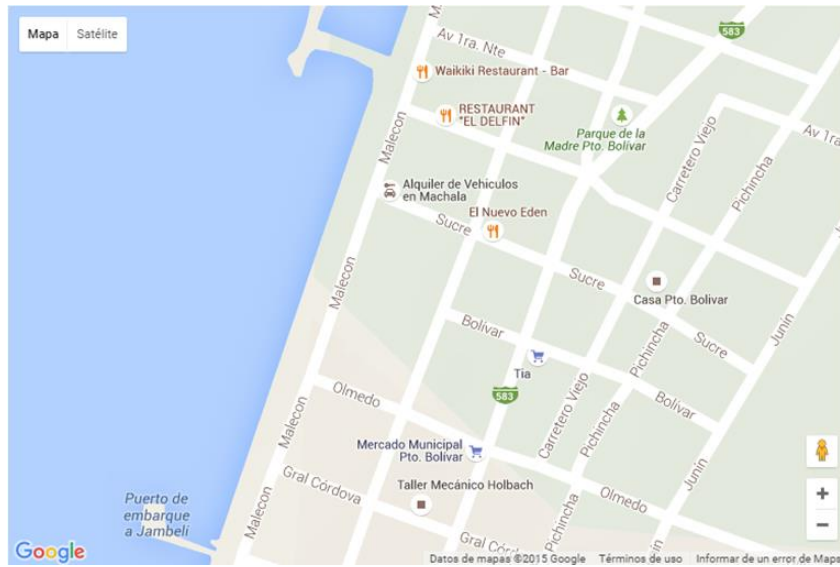


Grafico 1 Localización Estratégica de PB

Nivel de las mareas según sean de SISIGIAS o de CUADRATURA

Inter-N@utica

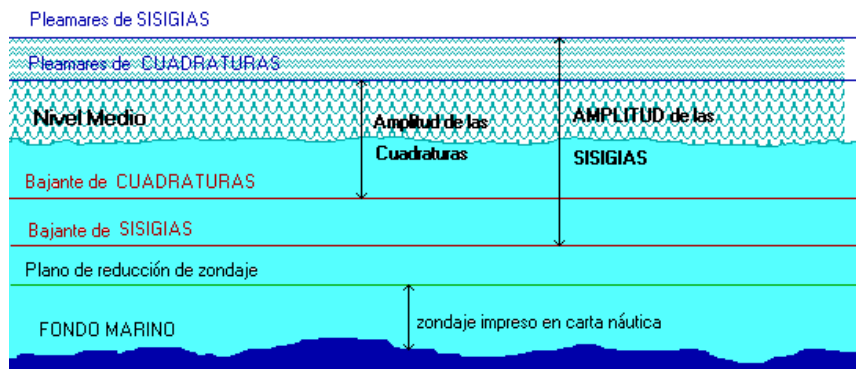


Grafico 2 Eventos astronómicos



Grafico 3 Desechos sólidos reflejados en la playa de Puerto Bolívar



Grafico 4 Imagen a las 14:00-18:20, en el puente de la calle17 respectivamente

Calendario de aguajes y fase lunar 2015						
Mes	Luna nueva	Cuarto creciente	Luna llena	Cuarto menguante	Perigeo	Aguajes
ENERO	20	26	4	13	21	5, 6, 7 21, 22, 23, 24
FEBRERO	18	25	3	11	19	4, 5, 6 19, 20, 21, 22
MARZO	20	27	5	13	19	6, 7, 8 21, 22, 23, 24
ABRIL	18	25	4	11	16	5, 6, 7 19, 20, 21, 22
MAYO	17	25	3	11	14	4, 5, 6, 18, 19, 20, 21
JUNIO	16	24	2	9	9	3, 4, 5, 17, 18, 19
JULIO	15	23	1, 31	8	5	2, 3, 4, 5, 16, 17, 18
AGOSTO	14	22	29	6	2, 30	1, 2, 3, 4, 15, 16, 17 30, 31
SEPTIEMBRE	13	21	27	5	27	1, 2, 28, 29, 30 14, 15, 16
OCTUBRE	12	20	27	4	26	1, 28, 29, 30, 31 13, 14, 15
NOVIEMBRE	11	19	25	3	23	12, 13, 14, 26, 27, 28, 29
DICIEMBRE	11	18	25	3	21	12, 13, 14, 26, 27, 28, 29

NOTA: Los días que están resaltados en NEGRILLA son los máximos aguajes.

Grafico 5 Calendario de Aguajes y Fases Lunares Ecuador - INOCAR 2015



Grafico 6 Los 80 alumnos del Quinto año de Ingeniería de Sistemas, de la Unidad Académica de Ingeniería Civil realizaron la limpieza y pintado de todo el malecón de Puerto Bolívar, donde también hubo un evento al final del malecón denominada “La Playita”, cuyo objetivo fue fomentar el turismo



Grafico 7 Antiguo Muelle de Cabotaje



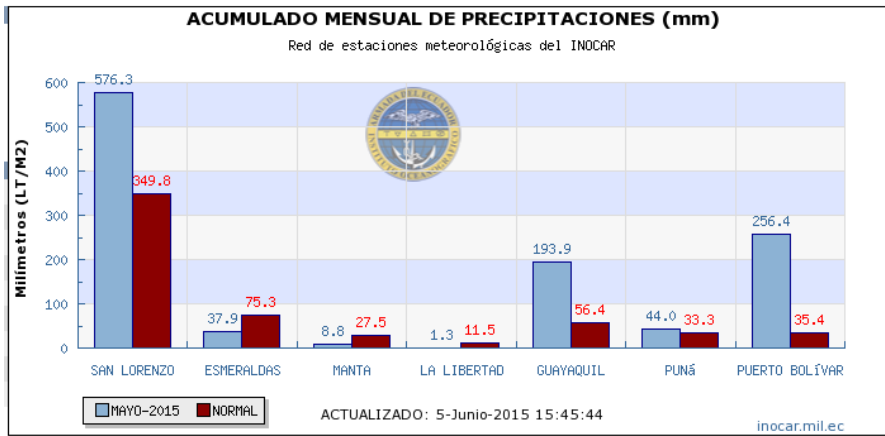
Grafico 8 Baches en la Vía del Malecón



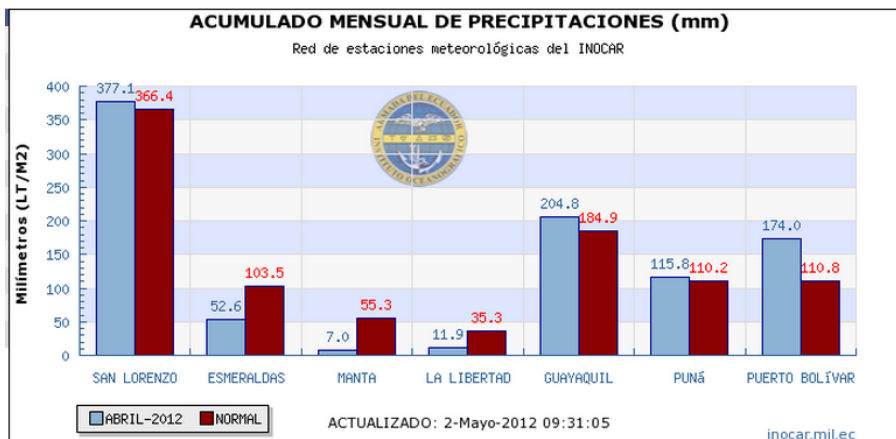
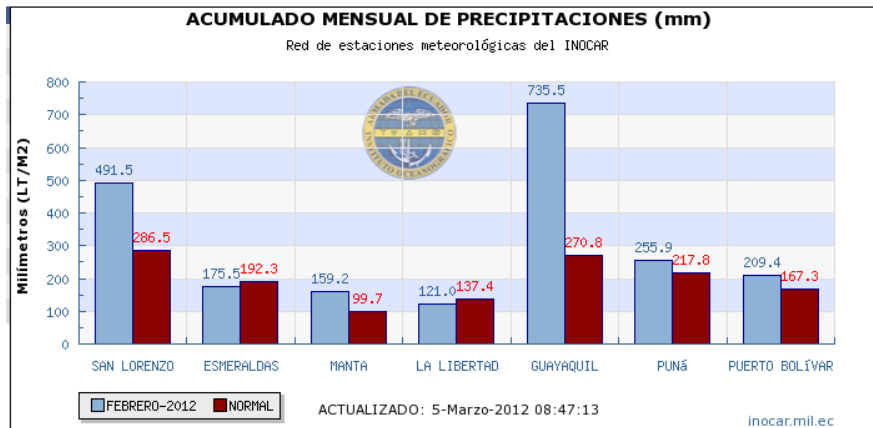
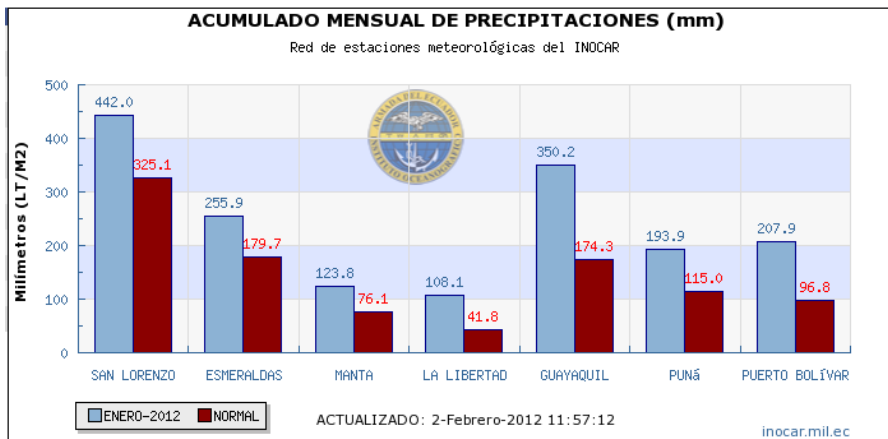
Grafico 9 En las calles Tarqui entre Guabo y Boyacá, una alcantarilla está rebosante de aguas servidas que además tiene una filtración de agua entubada, los malos olores ocasionan malestar en el sector comercial y peatones.



Grafico 10 Un fuerte aguacero unido a condiciones de aguaje y marejada afectó al Malecón de Puerto Bolívar y anegó calles de Machala, en El Oro



2012



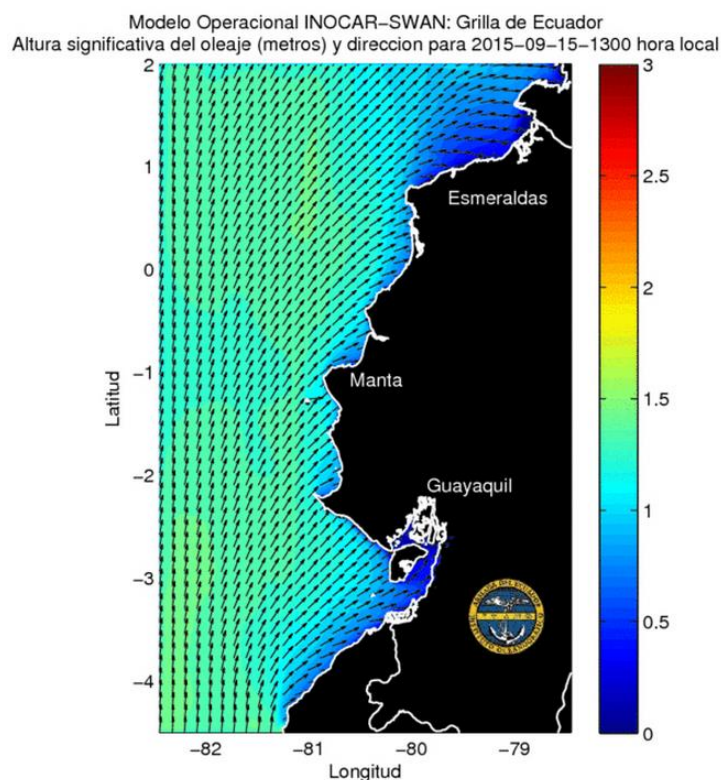


Grafico 11 Precipitaciones Mensuales del perfil Costero

ANEXO TABLAS

TABLA 1 Lugares por zona donde se producen grandes mareas

Localidad	Amplitud (m)
Granville, bahía del Monte Saint-Michel (Francia)	13,6
Burntcoat Head, Minas Basin, bahía de Fundy (Nueva Escocia, Canadá)	11,7
Leaf Lake, bahía de Ungava (Quebec, Canadá)	9,8
Newport, canal de Bristol (Inglaterra)	9,2
Sunrise, Turnagain Arm, en el Cook Inlet (Alaska, EE.UU.)	9,2
Río Gallegos (Reducción Beacon) (Argentina)	8,8
Entrada del río Koksoak, en la bahía de Hudson (Canadá)	8,7
Banco Dirección, en el estrecho de Magallanes (Chile)	8,5

ANEXOS TOPOGRAFIA



Área donde se queda el agua empozada aun después de haber bajado el nivel del mar



Área frente al restaurante de Pepe's el agua se queda debido a que la vía es más baja respecto a las otras vías transversales



Vía del malecón en todo lo ancho se encuentra en malas condiciones debido al agua salada, frente a la iglesia del Puerto.