

Análisis de Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático: Puerto Verde Panamá Atlántico



René López A
Consultor Ambiental
05/08/2013

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
ESCENARIO DE VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DEL PROYECTO	4
EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	15
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL.....	24
Desarrollo y Selección de Indicadores de Vulnerabilidad.....	24
Peso de los Indicadores y Agregación en Índices.....	25
Resultados del Índice de Vulnerabilidad.....	26
INVENTARIO DE EVENTOS NATURALES.....	32
ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE ADPATACIÓN	35
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	40

INTRODUCCIÓN

El clima del planeta está cambiando. Algunos de estos cambios se deben a variaciones naturales que han tenido lugar desde hace millones de años, tales como cambios en la rotación de la tierra, la actividad solar, erupciones volcánicas y variabilidad intrínseca natural del sistema climático, entre muchas otras causas. Actividades como el desarrollo industrial, el cambio del uso del suelo y la quema de combustibles fósiles han liberado a la atmósfera gases que han elevado la temperatura del planeta contribuyendo al “efecto invernadero” (IPCC, 2007).

Aunque es mandatorio que se realicen y se fortalezcan esfuerzos internacionales para reducir las emisiones de gases efecto invernadero, la adaptación al cambio climático para reducir o afrontar los impactos negativos en nuestras actividades sociales y económicas se hace una necesidad inmediata.

El ascenso y descenso del nivel relativo del mar está influenciado tanto por factores geológicos como climáticos. Cambios en el sistema de placas tectónicas pueden haber sido responsables de un descenso de 300 m en comparación con el nivel del mar actual a lo largo de los últimos ocho millones de años (Titus y Barth, 1986).

El clima, por su parte, influencia el nivel del mar en dos formas: (i) moviendo el agua de la tierra contenida en los glaciares sobre la tierra y los océanos y 2) cambiando la temperatura del agua oceánica y por ende su volumen. Aunque el derretimiento completo de los glaciares tomaría millones de años, su derretimiento parcial podría elevar el nivel de los océanos hasta un poco menos de un metro en el próximo siglo. Debido a que el agua se expande cuando se calienta, un clima más cálido podría elevar el nivel de los océanos sin contar con el aporte de los glaciares.

Aunque los números de estimación de aumento del nivel del mar pueden ser considerados pequeños, pues se habla en términos de centímetros, los impactos del mismo son significativos en términos de erosión, inundaciones y tormentas tropicales.

Actualmente la empresa SMC Barcelona, S.A. se avoca a la construcción del *proyecto de Puerto Verde Panamá Atlántico* luego de identificar la oportunidad de proveer servicios portuarios que surgen de los nuevos retos de la ampliación del Canal de Panamá que se prevé finalice en el año 2014. Con la oportunidad de paso de embarcaciones de mayor calado como lo son los post Panamax se identifica que la zona del Atlántico panameño va a requerir de una mayor capacidad para suministrar servicios marítimos a estas nuevas embarcaciones. En este sentido la empresa ha identificado en la Provincia de Colón, Distrito de Cativa las localidades de *Isla Largo Remo* y *Samba Bonita* la posibilidad de un desarrollo portuario denominado Puerto Verde Panamá Atlántico.

Finalmente con este trabajo se incorpora el tema de la vulnerabilidad ante el cambio climático como un componente del Estudio de Impacto Ambiental de suma importancia donde se identifica la vulnerabilidad social del área y se identifican los escenarios de impacto con y sin el desarrollo del proyecto.

ESCENARIO DE VULNERABILIDAD EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Este componente tiene como objetivo evaluar el escenario costero actual donde se desarrolla *El proyecto de Puerto Verde Panamá Atlántico (PVPA)* en relación a la incidencia del ascenso del nivel del mar, incluyendo el comportamiento de mareas en la zona para determinar su influencia en las condiciones estructurales de las obras civiles a construir.

Se utilizan herramientas de análisis científico aprobadas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), para lograr llegar desde una perspectiva global a un enfoque local que permita la toma de decisiones

sobre la base de la mejor información existente en cuanto a la determinación de la vulnerabilidad y el impacto asociado al cambio climático en una zona de exposición.

Con base en lo anterior se ha evaluado la vulnerabilidad de la zona a los impactos por el ascenso del nivel del mar producto de las alteraciones que sufre el clima, para lo cual se ha realizado un conjunto de corridas de modelos que contemplan escenarios de clima futuro sobre en base a emisiones de CO₂eq a la atmosfera.

Como producto del análisis realizado se han plasmado los resultados en formato de gráficos, cuadros e imágenes, con la finalidad de lograr una mayor comprensión de los resultados obtenidos y del tema que se desarrolla.

En la actualidad, ya existen barcos de calado y dimensiones superiores a las que ofrecerán las nuevas dimensiones del canal. Además, la tendencia de las grandes navieras, con el fin de reducir más los costes, es aumentar todavía más el tamaño de los barcos. Todo ello conlleva la necesidad de atraque de los buques que no pueden cruzar el canal, con la rotura y distribución de carga a otros medios de transporte.

El proyecto de Puerto Verde Panamá Atlántico, surge de estas nuevas necesidades que nacen de la ampliación del canal, y del propio crecimiento de la economía panameña. Además, los análisis de tráfico marítimo realizados concluyen que la zona del Atlántico requerirá a corto y mediano plazo capacidad para suministrar tanto servicios marítimos como combustible a barcos post panamax.

PVPA será un puerto complementario a los servicios marítimos que ya existen en la zona, dando posibilidad de atraque a barcos que, a causa de sus dimensiones, no podrán cruzar el Canal (ni después de su ampliación), ni atracar en ningún otro puerto de la zona.

La zona escogida para la construcción de un puerto y su zona logística es la llamada Isla Largo Remo, zona que el informe, de fecha 25 de marzo del 2012,

del Banco Mundial¹ sobre la oferta y demanda de los servicios marítimos relacionados con la expansión del Canal, cataloga como la mejor.

Imagen No.1 Ubicación del Proyecto



Entre las ventajas asociadas al desarrollo del PVPA está la complementariedad con Puertos existentes, lo que no viene a representar una competencia para estos además servirá para capacitar y formar profesionales en un nuevo mercado laboral, de igual forma el PVPA contempla el uso de energías renovables e implantación de eficiencia energética en las operaciones y funcionamientos del mismo, un concepto nuevo en cuanto a las actividades portuarias, por la magnitud del mismo este viene a representar un polo de desarrollo industrial alrededor de las comunidades aledañas al proyecto.

El proyecto adicionalmente representa, 2,528 nuevos puestos de trabajo directos y 6,143 nuevos puestos de trabajo indirectos además de la

¹ <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2012/10/24/reverted-areas-strategy-in-panama>

En el Cuarto Reporte del IPCC (IPCC, 2007d; IPCC, 2007b) se establece que los incrementos de las temperaturas medias del aire y el océano, el derretimiento generalizado del hielo y la nieve y la elevación del nivel medio del mar son evidencias inequívocas del calentamiento del sistema climático. En conjunto, los GEI, medidos por su impacto de calentamiento equivalente en dióxido de carbono, registraron en el 2005 una concentración aproximada de 430 ppm CO₂e (partes por millón en CO₂ equivalente), y aumentan a 2 ppm por año, frente a un nivel preindustrial de 290 ppm CO₂e. El crecimiento de la concentración de dichos gases en la atmósfera desde la era preindustrial se debe en gran parte al uso de combustibles fósiles y al cambio en el uso del suelo.

La evidencia disponible indica que entre 1998 y 2005 se reportaron las temperaturas de aire superficial global más altas desde 1850. El período 1995-2006 es considerado el conjunto de 12 años más cálidos desde mediados del siglo XIX. Asimismo se presentó un aumento de la temperatura media mundial, ya que la tasa de calentamiento durante los últimos 50 años ha sido en promedio 0,13 °C ± 0,03 °C por década, duplicando la tasa de los últimos 100 años.

Actualmente el análisis de la gestión del riesgo por inundación esta en un proceso de cambio hacia una metodología que contempla las variables económicas y las mismas se enfocan a los costos beneficios derivados del impacto.

Siguiendo la terminología de la teoría del riesgo en inundación más desarrollada hasta el momento en proyectos como el Floodsite² o Comrisk³, se hace distinción entre tres tipos de alcance y escala de los estudios: macro, meso y micro escala, esta última es una escala que es aplicable a los estudios de valuación de riesgo de cambio climático.

2 WWW.FLOODSITE.NET

3 COMMON STRATEGIES TO REDUCE THE RISK OF FLOODING IN COASTAL LOWLANDS

La principal diferencia entre el enfoque desde un punto de vista macro, meso o micro está en relación con el detalle espacial que se quiera alcanzar en el análisis de daño, ya que la resolución espacial viene condicionada por la diferenciación de usos y tipos de suelo, datos socioeconómicos y su distribución espacial y los procesos físicos a resolver.

En el contexto de estudios de micro escala, se analiza el daño y el valor asociado de cada unidad impactada, resolviendo los procesos físicos y determinando con menor grado de incertidumbre la evolución y el daño previsible. Los datos se desagregan por categorías dentro de cada clasificación y se dispone de una distribución espacial más detallada. Como ejemplo, en la inundación por ascenso del nivel del mar en una costa dependerá de las características físicas de la misma, la cobertura vegetal que se sitúan tras ella y la población entre otros.

Para considerar los impactos del ascenso del nivel del mar asociado al cambio climático se realizaron dos corridas del Modelo MAGICC/SCENGEN (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change / SCENario GENERator), para determinar los futuros incremento del niveles del mar al año 2050 y el año 2100 y ver la influencia de este incremento en la zona costera donde se desarrolla el *Proyecto de Puerto Verde Panamá Atlántico*.

**Escenarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero Considerados
para las Corridas del Modelo**

<i>Escenario de Emisión de GEI</i>	<i>Definición del Escenario</i>
A1B (Referencia)	Utilización equilibrada de todo tipo de fuentes de energía
B1 (Política)	Cambios en las estructuras económicas y la introducción de tecnologías limpias.
A1F1 (Referencia)	Utilización intensiva de combustibles de origen fósil
A1T (política)	Utilización de fuentes de energía de origen no fósil

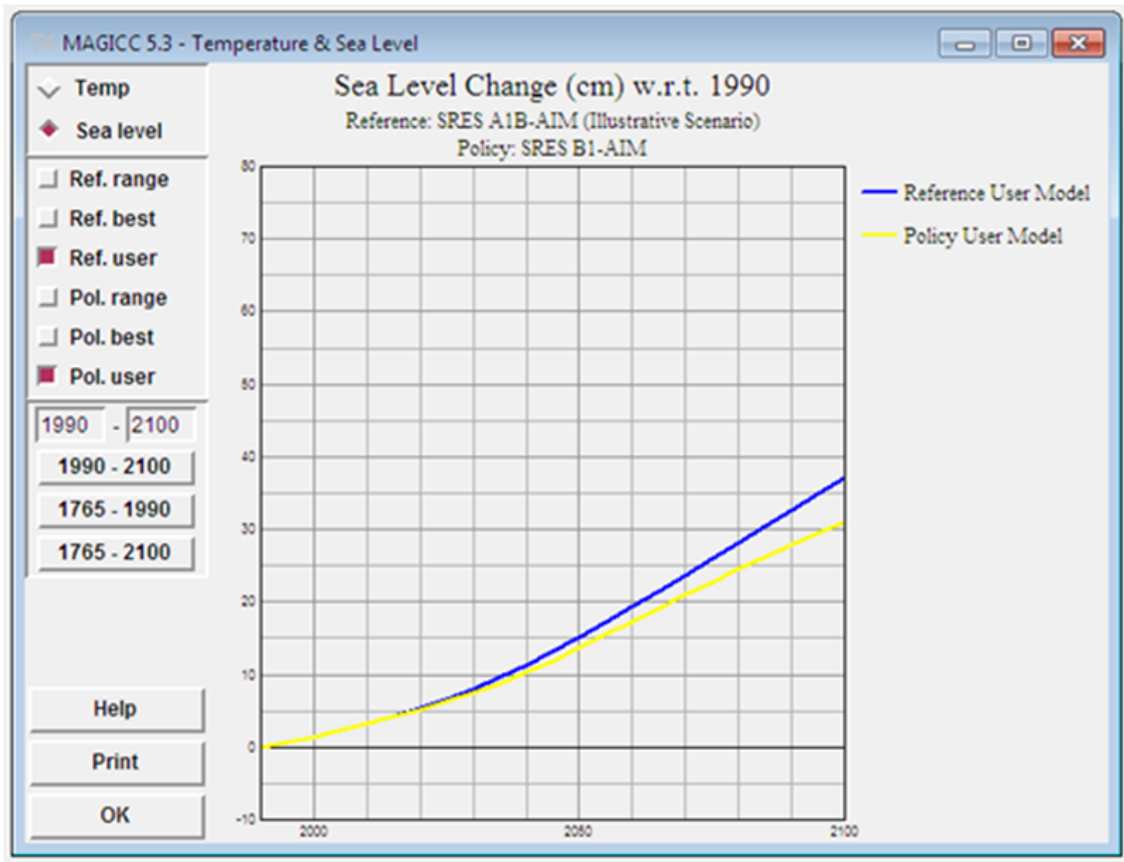
En el año 2100 el mundo habrá experimentado cambios que resulta difícil imaginar: tan difícil como lo habría sido concebir, a finales del siglo XIX, los cambios acaecidos en los 100 años subsiguientes. Cada escenario de emisión está basado en una dirección de los acontecimientos futuros claramente diferenciado, de tal manera que las cuatro líneas evolutivas difieren con un grado de irreversibilidad creciente. En su conjunto, describen futuros divergentes que cubren una parte considerable de las incertidumbres inherentes a las principales fuerzas determinantes.

Abarcan una gran diversidad de características “futuras” decisivas, como el cambio demográfico, el desarrollo económico o el cambio tecnológico. Por esa razón, su plausibilidad o su viabilidad no deberían considerarse solamente en base a una extrapolación de las tendencias económicas, tecnológicas y sociales actuales.

La línea evolutiva y familia de escenarios A1 describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante.

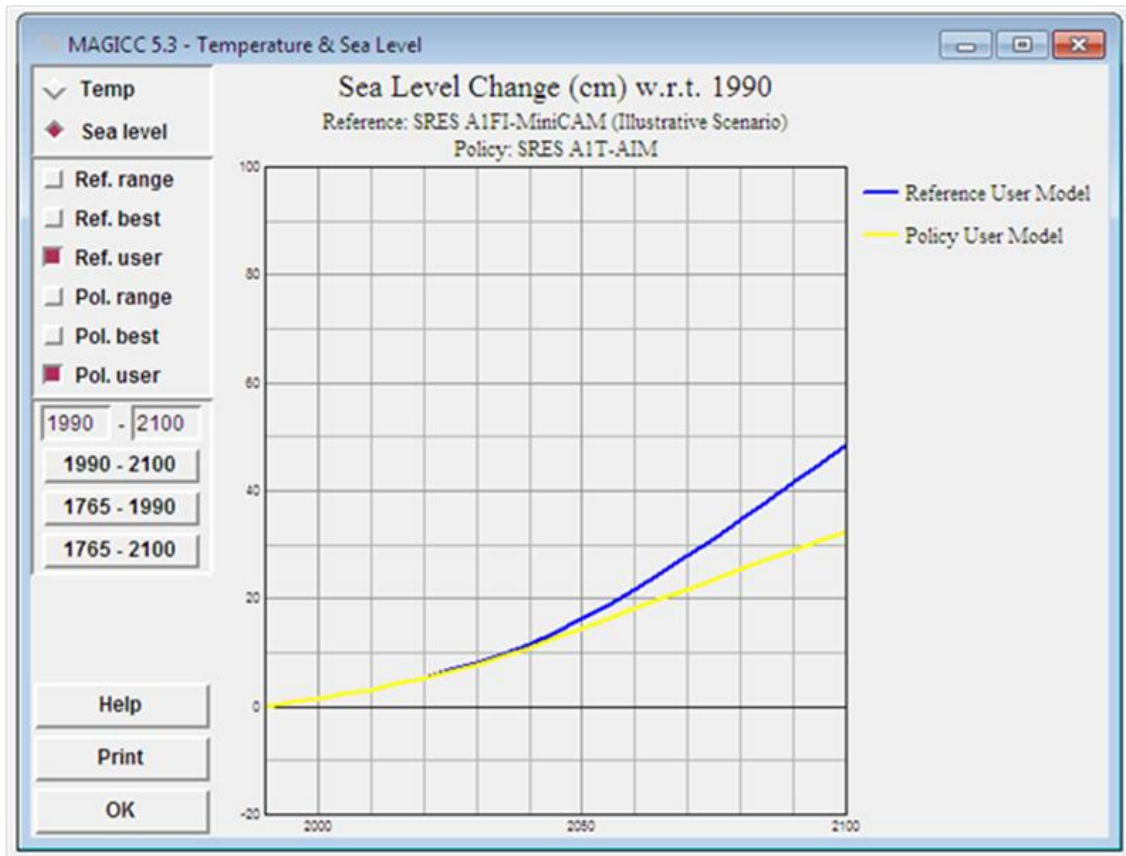
La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza un máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios de las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y de la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y medioambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.

Grafica No.1
Cambios en el Ascenso del Nivel del Mar
Escenarios de Emisión A1B / B1



Como se puede observar para cada una de las corridas los escenarios de referencia están sobre la base de utilización intensiva y equilibrada de combustibles de origen fósil mientras que los escenarios de políticas se basan en el uso de desarrollo alternativo de tecnologías energéticas y un predominantemente consumo de combustibles de origen no fósil.

Grafica No.2
Cambios en el Ascenso del Nivel del Mar
Escenarios de Emisión A1F1 / A1T



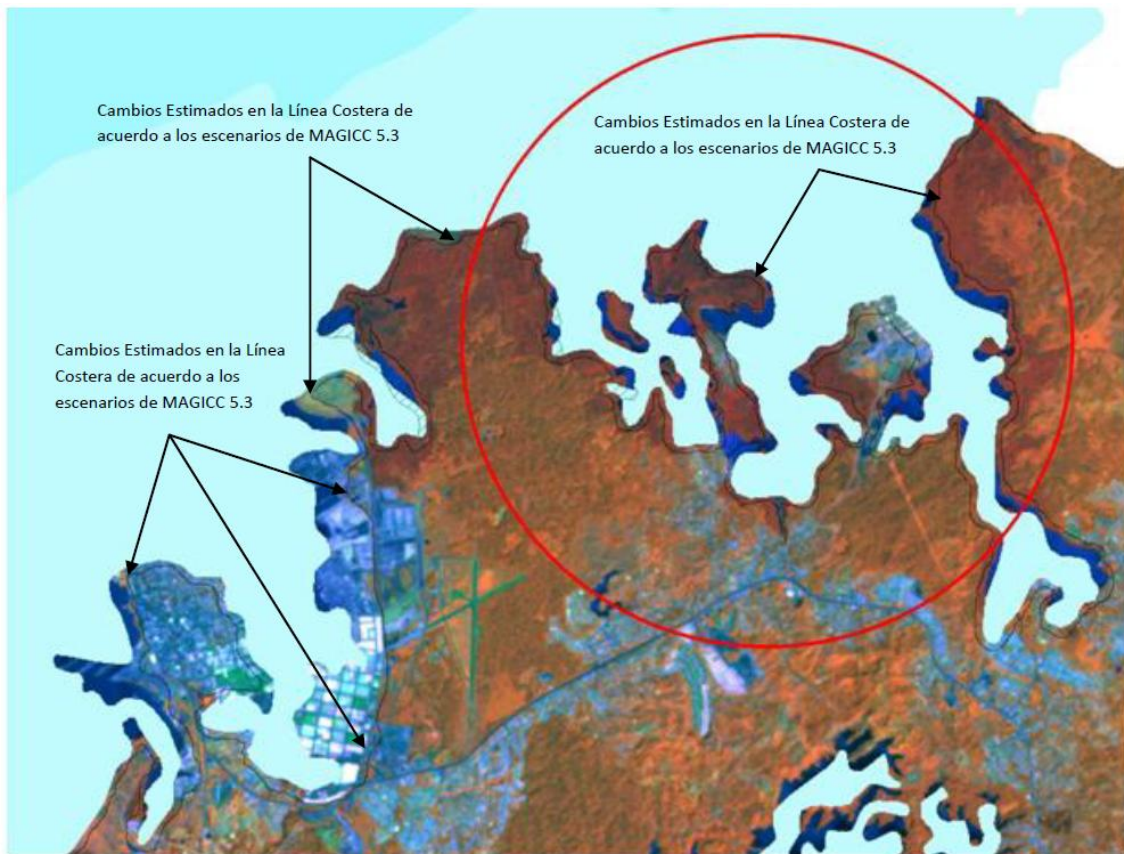
El mayor incremento del nivel del mar lo tenemos en el año 2100 con 49 cm en base a un escenario de emisión con un alto consumo de combustibles fósiles, de igual forma este escenario representa un incremento de 17 cm del nivel del mar para el año 2050.

Tabla No.1
Incrementos en el Ascenso del Nivel del Mar

Escenarios de Emisión	Sensibilidad Climática	2030	2050
A1B	Media	7.3 cm	15 cm.
A1F1	Media	9.3 cm.	17 cm.
B1	Media	7.0 cm.	14 cm.
A1T	Media	8.6 cm	12 cm.

El proyecto de Puerto Verde Panamá Atlántico ubicado en las costas del Distrito de Colón, corregimiento de Cativá, se desarrolla sobre una elevación aproximada entre 0.50 y 1.25 metros sobre el nivel del mar, con las proyecciones de ascenso del nivel del mar por cambio climático, se puede determinar que en el área del proyecto se tendrán afectaciones sobre la línea costera relacionadas principalmente con pérdida de tierra por inundación y su impacto directo sobre la cobertura vegetal del área y su biodiversidad asociada.

Imagen No3. Esquema Gráfico de Cambio en la Línea Costera por el Ascenso del Nivel del Mar por cambio climático en la Zona del Proyecto.



Fuente: Elaboración Propia sobre la base de Imagen de satélite Aster y los resultados de las corridas de MAGICC 5.3.

En los documentos generados por el IPCC, la vulnerabilidad se define como el grado de daño que el cambio climático puede producir en un sistema natural o social, y establece la vulnerabilidad en función de la susceptibilidad o sensibilidad de un sistema a cambios en el clima y de la capacidad de adaptación definida como el grado en el cual, ajustes en prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o eliminar el daño potencial dado por el cambio

climático, entendiendo este último concepto como la capacidad de resiliencia ante el cambio climático.

La vulnerabilidad es muy difícil de medir por lo que actualmente no existe una metodología universal para su determinación, aunado a que tampoco se tienen las metas claras de reducción de GEI dentro los procesos de negociación que se dan en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés) en donde Panamá ha expresado su posición y preocupación fuertemente en el tema de la necesidad de adaptación, y su análisis se debe adaptar a objetivos específicos y escala adecuada al contexto de la zona de estudio. Sin embargo, existe unanimidad acerca de que la vulnerabilidad está estrechamente relacionada con el Riesgo y debe tener en cuenta tres aspectos asociados: medio físico, medio ecológico y medio socioeconómico y la misma quedaría representada a través de la siguiente ecuación:

$$R_{ah} = H_{ah} E_{ah} V_{ah} \quad (1)$$

Donde,

R = Riesgo

H = Amenaza

E = Exposición

V = Vulnerabilidad

a y *h* = localización geográfica, y la magnitud de la amenaza, respectivamente.

Para la vulnerabilidad de una costa, V_m , estará en función de la vulnerabilidad de cada uno de los tres sectores afectados: físico, V_{nmF} , ecológico, V_{nmECO} y socioeconómico, V_{nmSE} , esto es:

$$V_m = f(V_{nm}^F, V_{nm}^{ECO}, V_{nm}^{SE}) \quad (2)$$

Teniendo en cuenta el alcance de este estudio y la información disponible, se ha adoptado una escala de trabajo de 1 km sobre la línea de costa, debido a la baja pendiente que tiene la misma. Esto quiere decir, que todos los cálculos de

impactos asociados al ascenso del nivel del mar se han adaptado a una escala de trabajo de 1 Km sobre la línea de costa, aproximadamente.

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

“Vulnerabilidad es el grado en que un sistema, subsistema o componente de ellos es susceptible o incapaz de afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y fenómenos extremos”.

Esta definición enfatiza la capacidad de afrontar los impactos adversos a través de las estrategias y opciones que un sistema tiene para responder y minimizar dichos impactos. En este sentido, el IPCC considera esencial la incorporación de la capacidad de adaptación de un sistema para la gestión del riesgo en los análisis de vulnerabilidad. En muchos estudios y evaluaciones de vulnerabilidad, ésta es descompuesta en tres componentes: *exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.*

Exposición: *Hace referencia al grado en que un sistema está expuesto a estímulos externos que actúan sobre el mismo.* En este sentido, los estímulos vienen ligados al Cambio Climático en cualquiera de sus componentes: subida de temperatura, elevación del nivel del mar, etc. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

Sensibilidad: *Hace referencia a la rapidez de reacción, es decir al grado de afectación y cambio (positivo o negativo) de un sistema ante un cambio climático o cualquiera de sus componentes.* Cuanto más sensible es un sistema, mayor la magnitud de una respuesta adversa ante un cambio y, por lo tanto, mayor vulnerabilidad.

Capacidad de adaptación: *Hace referencia a la capacidad o habilidad de un sistema para ajustarse a los cambios, en el sentido de estar mejor preparado para afrontar y gestionar su “exposición” y “sensibilidad”.* En los análisis de vulnerabilidad se han identificado diferentes factores para reflejar la capacidad de adaptación, aunque en relación al cambio climático suele utilizarse, mayoritariamente, la disponibilidad de recursos materiales, económicos y

sociales (humanos, tecnológicos, financieros, herramientas de gobernanza, etc.).

La mayor parte de los estudios sobre vulnerabilidad revelan la dificultad de evaluar la capacidad de adaptación antropogénica, sobre todo a largo plazo, debido a la complejidad del papel humano en la toma de decisiones en relación a las respuestas, así como a la imposibilidad de predecir la evolución de futuros cambios sociales y económicos.

Ante este esquema o modelo conceptual, las experiencias para evaluar la vulnerabilidad se han centrado en la identificación de un conjunto de **índices e indicadores** que estén significativamente correlacionados con los componentes de la misma (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación).

Por otra parte, en este informe, la necesaria adaptación a los datos disponibles, junto a la disponibilidad temporal para su realización, ha hecho que sólo se evalúen dos componentes de la vulnerabilidad:

La “exposición” del medio físico/abiótico, calculada a través del **Índice de Vulnerabilidad Costera** (Coastal Vulnerability Index), ampliamente utilizado por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) y, en nuestro caso, adaptado a la costa de Cativá en Colón.

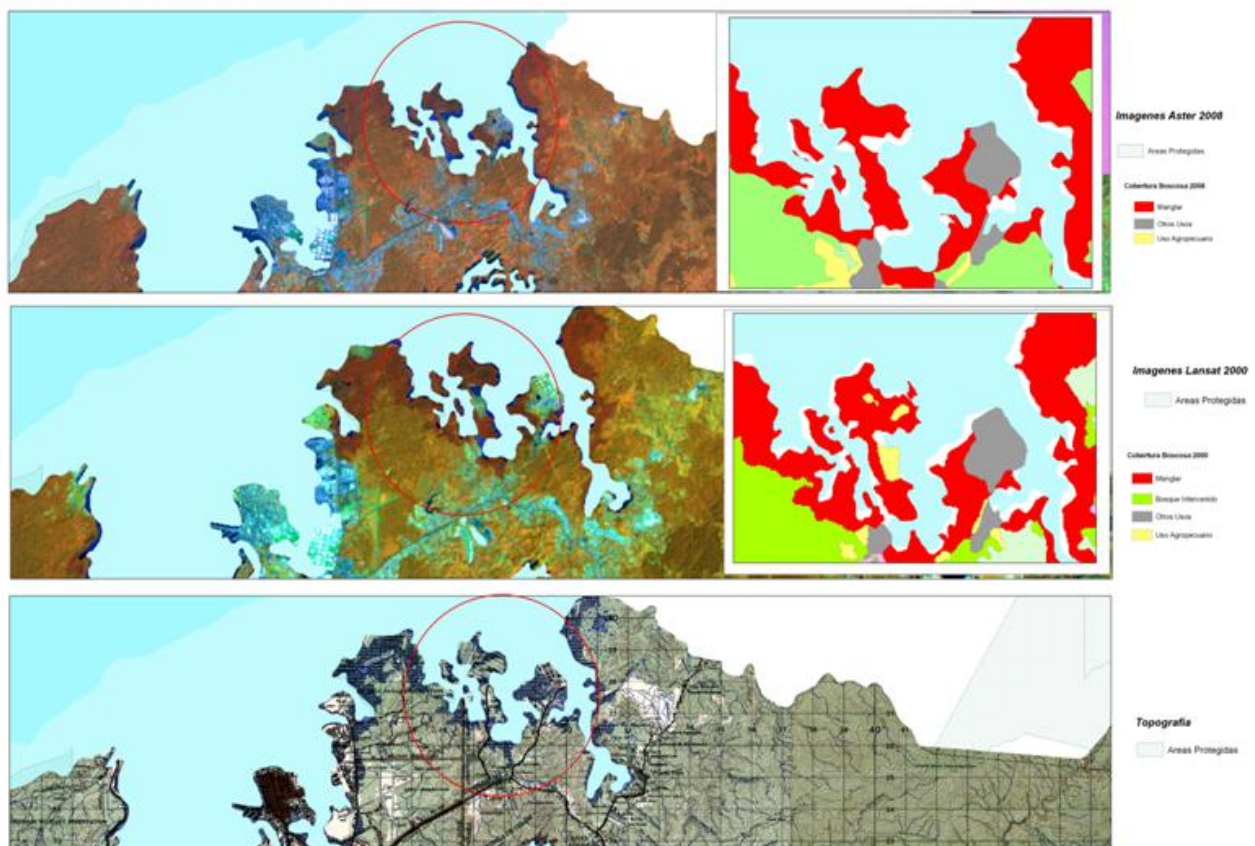
La “sensibilidad” de algunos elementos del medio socioeconómico a través de diferentes metodologías y el uso de índices e indicadores específicos (**Índices de Vulnerabilidad Socioeconómica**).

CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ZONA COSTERA.

Las áreas costeras, en concreto, se encuentran entre los ambientes más diversos y productivos del mundo. Los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con el potencial ascenso del nivel medio del mar (NMM), así como con posibles cambios en la frecuencia y/o intensidad de fenómenos extremos (tormentas, huracanes, etc.). Entre las

consecuencias esperadas respecto a estas modificaciones se podrían enumerar: (i) el incremento de los niveles de inundación permanente, (ii) inundaciones relacionadas a eventos extremos, (iii) la aceleración de la erosión costera y (iv) la intrusión de agua marina en los acuíferos costeros o el incremento de la influencia mareal de estuarios y sistemas fluviales.

Figura No.2- Evolución de la Zona Costera en el Área del Proyecto y Ciudad de Colón.

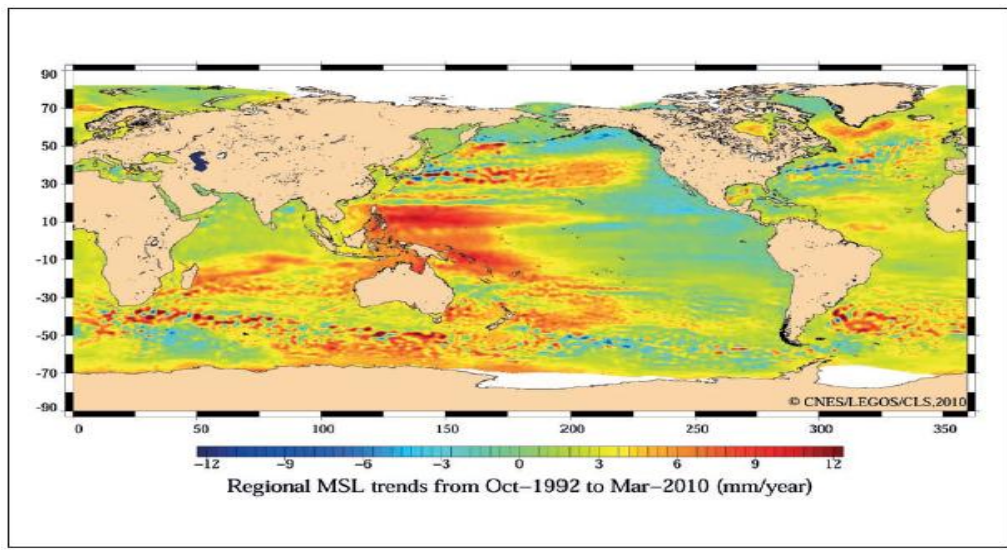


Fuente: Elaboración propia, en base a imágenes de satélite Landsat y Aster

Según el IV Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2007), de acuerdo con el conocimiento actual sobre impactos futuros, se pronostica que los humedales costeros, incluyendo marismas mareales y manglares, se prevé que se verán afectados negativamente por la elevación del nivel del mar, especialmente donde esté limitado su desplazamiento hacia tierra o privados de sedimentos que puedan compensar la subida del nivel del mar esperada.

Tomando los datos de este último informe del IPCC (2007), el **nivel medio del mar** se ha elevado con tasas anuales de $1,7 \text{ mm} \pm 0,5$ durante el último siglo ($1,8 \text{ mm} \pm 0,5$ para el periodo 1961-2003). Estas tasas fueron elaboradas a partir de estudios basados en datos registrados para una selección de mareógrafos a nivel mundial (PSMSL–Permanent Service for Mean Sea Level).

Figura No.3- Tendencias del nivel medio del mar para el periodo 1992-2010 obtenidas de altímetros embarcados en satélites donde se puede apreciar la variabilidad regional que, a escala global, puede oscilar entre $\pm 12 \text{ mm}$.



Fuente: CLS/LEGOS/CNES (2010)

Los trabajos publicados proporcionan tasas anuales de $3,1 \text{ mm} \pm 0,7$ (IPCC, 2007). Estos datos, al ser obtenidos con carácter cuasiglobal reflejan, por otra parte, la variabilidad espacial del nivel del mar, si bien debido a la escala temporal de los registros, esta variabilidad espacial está mayormente asociada a variaciones de la temperatura y salinidad (efecto estérico), así como a fenómenos hidrodinámicos a esta escala (Niño, NAO, etc.) ligados a los desplazamientos de masa realizados por las corrientes marinas. En este sentido, a pesar de la tendencia global de incremento, sobre la expresión cartográfica de estas tasas (Figura No.2) se puede observar que existen áreas geográficas que, a esta escala temporal, o bien duplican la tasa global o registran descensos por el mismo orden.

Tabla No.2. Calentamiento de la superficie y aumento del nivel del mar medios proyectados al final del siglo XXI.

Caso	Cambio en la temperatura (°C en 2090-2099 con respecto a 1980-1999)		Incremento del nivel del mar (m en 2090-2099 con respecto a 1980-1999)
	Mejor estimación	Rango probabilidad	Rango basado en modelos excluyendo cambios dinámicos futuros rápidos en el flujo de hielo
Concentraciones constantes año 2000	0,6	0,3 – 0,9	No disponible
Escenario B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Escenario A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Escenario B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Escenario A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Escenario A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Escenario A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

Fuente: Grupo trabajo I. Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007)

Para el próximo siglo, las tasas de incremento del nivel medio del mar continuarán y, dependiendo del escenario al que se evolucione (Tabla No.2), podrían tener valores que duplicarían las tasas registradas en el siglo XX. Estos datos (IPCC, 2007), procedentes de modelos numéricos y escenarios, proporcionan ascensos entre 18 cm (escenarios más controladores de la emisión de gases invernadero) y 59 cm (escenarios con menor intervención en la emisión de gases invernadero) para finales del siglo XXI. Es importante constatar que, independientemente del escenario elegido, el nivel del mar seguirá subiendo a tasas entre 2 y 3 mm/año durante la primera mitad del siglo XXI.

En relación a la tabla No.2, es necesario enfatizar que los rangos de valores asociadas a cada escenario han sido calculados con modelos numéricos que no incorporan la aportación adicional de agua al océano ligada a los potenciales cambios en la “dinámica del flujo de hielo” en los casquetes polares, especialmente la Antártida. El propio IPCC (2007) estima que su contribución podría situarse en torno a los 0-17 cm, lo cual, en los escenarios más pesimistas, ampliarían el rango a 18-76 cm.

[Qué significa esto para Panamá Caribe y para el área del proyecto.](#)

ÍNDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA

La elección de este índice está justificada por tratarse de un índice integrado, de carácter semicuantitativo, de fácil aplicación a partir de los datos existentes sobre la costa de Andalucía y de amplia aceptación en otros estados y ámbitos costeros (EEUU, Canadá, Indonesia, etc.), se trata de un indicador que *ofrece información sobre el cambio potencial que se producirá en la costa por efecto de la variación del nivel del mar*". Por lo tanto, su uso, en este caso, está orientado a establecer una evaluación de la vulnerabilidad de la costa de Cativá, a un nivel exploratorio y con un indudable interés estratégico para establecer niveles de prioridad.

Para evaluar la "exposición" de la costa de Cativá ante una potencial subida del nivel del mar, nos hemos centrado en la cuantificación y ponderación de las diferentes variables que contribuyen a la evolución de la costa en un área determinada. Esta metodología se basa en la ponderación de 1 (muy baja vulnerabilidad) a 5 (muy alta vulnerabilidad) para un conjunto de 6 variables que tienen una clara influencia en la evolución de la costa. Estas variables se clasifican en dos grandes grupos:

Variables geológicas/geomorfológicas: Estas variables reflejarían la exposición de la costa en función de la resistencia que ofrece el soporte geológico/geomorfológico a la erosión (tipología costera geomorfológica), las tendencias del cambio de la línea de costa a largo plazo (tasas de erosión) y la susceptibilidad a los procesos de inundación marina (pendiente costera). De esta forma, en este grupo se incluyen 3 variables:

- a. Tipología geomorfológica de la costa.
- b. Tasas de cambio de la línea de costa a largo plazo.
- c. Pendiente costera.

VARIABLES FÍSICAS/HIDRODINÁMICAS: Las tres variables incluidas contribuyen significativamente a establecer el grado de exposición a los procesos de erosión e inundación del sector costero analizado:

d. Tasas de cambio del nivel relativo del mar.

e. Altura media del oleaje significativo.

f. Rango mareal medio.

El simple sistema de ponderación (de 1 a 5) empleado con las 6 variables permite su integración en una ecuación que, finalmente, proporciona el **Índice de Vulnerabilidad Costera (CVI**, por sus siglas en inglés):

$$IVC = \sqrt{\frac{a*b*c*d*e*f}{6}} \quad (3)$$

La aplicación directa de esta metodología a la costa de Cativá encontró una limitación en la extensión de la línea costera por lo que se realizó una adaptación metodológica para poder realizar una adecuada regionalización del proceso. Sobre la base de esta clasificación tenemos la siguiente tabla donde se identifica el indicador y el valor de vulnerabilidad asociado al mismo.

Tabla No.3- Variables y clasificación para el Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera

Variable	Muy bajo (1)	Bajo (2)	Moderado (3)	Alto (4)	Muy alto (5)
Geomorfología	Roca acantilada, costa de fiordos	Acantilados medianos, costa accidentada	Acantilados bajos, planicies aluviales	Playa improvisada, lagunas, estuarios	Playas de Arena, deltas, Manglares y arrecifes de corales
Erosión costera (m/año)	>2.0	1.0 a 2.0	-1.0 a 1.0	-2.0 a -1.0	< -2.0
Pendiente de costa (%)	>1.20	1.20 a 0.90	0.90 a 0.60	0.60 a 0.30	<0.30
Cambios relativos en el nivel del mar (mm/año)	<1.8	1.8 a 2.5	2.5 a 3.0	3.0 a 3.5	>3.5
Promedio de altura de ola (m)	<0.55	0.55 a 0.85	0.86 a 1.05	1.06 a 1.25	>1.25

Rango promedio de marea (m)	>6.0	4.0 a 6.0	2.0 a 4.0	1.0 a 2.0	<1.0
-----------------------------	------	-----------	-----------	-----------	------

El IVC calculado para la costa de Cativá, siguiendo la metodología del USGS, proporciona la posibilidad de relacionar las 6 variables asignadas al tramo en estudio de forma cuantitativa para expresar su vulnerabilidad en relación a la “exposición” y los cambios físicos que sufriría la costa ante la potencial subida del nivel del mar. Es necesario recordar de nuevo que, aunque este método proporciona los resultados de forma numérica, éstos no deben interpretarse como directamente asociados a cambios físicos específicos. Sin embargo, sí muestran dónde los efectos de una subida del nivel del mar serían mayores.

Una vez las 6 variables han sido asignadas, es posible integrarlas a través de una ecuación que se expresa como la raíz cuadrada del producto de las 6 variables clasificadas (de 1 a 5), dividido por el número de las variables.

Conociendo cada una de las variables identificadas para esta zona de estudio tenemos entonces que el IVC en este caso sería el siguiente:

Tabla No.4- Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Costera en el Área del Proyecto

Variable	Muy bajo (1)	Bajo (2)	Moderado (3)	Alto (4)	Muy alto (5)
Geomorfología	X	X	X	X	Playas de Arena, deltas, Manglares y arrecifes de corales
Erosión costera (m/año)	X	X	-1.0 a 1.0	X	X
Pendiente de costa (%)	X	X	X	X	<0.30
Cambios relativos en el nivel del mar (mm/año)	X	X	X	3.0 a 3.5	x
Promedio de altura de ola (m)	<0.55	X	X	X	X
Rango promedio de marea (m)	X	X	X	X	<1.0

$$IVC = \frac{\sqrt{(5*3*5*4*1*5)}}{6}$$

$$IVC = \sqrt{250}$$

$$IVC = 15.81$$

Como se indica en la metodología, esta clasificación sólo refleja de forma ordenada la vulnerabilidad en cuanto a la “exposición del medio abiótico”, de ahí la utilización de los cuartiles para establecer los umbrales y facilitar su interpretación.

Tabla No.5- Determinación del valor cualitativo del IVC

Sector	Indicador	Valor	Valor cualitativo
Medio Abiótico	IVC	1.0 - 6.32	Bajo
		6.33 - 10.0	Moderado
		10.01 – 14.14	Alto
		>14.14	Muy Alto

Con esta clasificación en cuartiles del valor producto del Índice de Vulnerabilidad de Costa para el aspecto abiótico tenemos que la zona costera del área del proyecto tiene una vulnerabilidad muy alta.

El Bosque de Manglar representa más del 90% de la cobertura vegetal existente en el área del proyecto por lo que la determinación de su vulnerabilidad es un factor clave en el desarrollo de este proyecto. Los manglares proporcionan servicios de reducción de riesgos de los peligros costeros, como las olas y las mareas de tempestad, esto aunado al servicio ambiental de este tipo de bosque asociado a la capacidad que tienen los manglares para el secuestro y fijación de carbono, tanto en su biomasa aérea como en sus raíces.

Una de las principales preocupaciones que existen actualmente con relación a los manglares es que pueden perderse ya que los niveles del mar aumentan, dejando la línea costera más expuesta y vulnerable a eventos extremos.

Otra exposición que altera la sensibilidad de los manglares es el cambio en la salinidad del agua donde se desarrollan los mismos, al tener un cambio en los patrones de precipitación la salinidad de las zonas costeras se puede ver alterada lo que tendría una influencia directa sobre los bosques de manglar tendiente a disminuir esta cobertura boscosa en las costas tropicales.

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL

Para determinar la vulnerabilidad social en el área del proyecto se utilizó un análisis multicriterio, por medio de indicadores integrados en un índice de vulnerabilidad (IV). La vulnerabilidad actual integra la información socioeconómica del área de estudio por medio de variables de tipo social y económico, entre otras. Los indicadores fueron trabajados a nivel de los lugares poblados próximos al área del proyecto.

Desarrollo y Selección de Indicadores de Vulnerabilidad

De acuerdo con el marco conceptual se seleccionó un grupo de indicadores para representar la vulnerabilidad del sistema. La selección final de indicadores se realizó de acuerdo con una calificación elaborada con criterios específicos para el proyecto.

Tabla No.6 Indicadores Seleccionados para la Vulnerabilidad Socioeconómica.

COMPONENTE	SECTOR	INDICADOR
Vivienda, Agua, Salud,	Vivienda	Casas con piso de tierra
	Agua	Casa sin agua potable
	Salud	Casa sin servicio sanitario
		Casas que cocinan con leña
		Población con discapacidad
Educación	educación	Población Analfabeta
Recursos Financieros	Economía	Población Desocupada

Peso de los Indicadores y Agregación en Índices

El peso o ponderación de los indicadores se estableció por medio de un perfil de vulnerabilidad, según lo propuesto por SEI (2004) se representa el estado actual (promedio) de los indicadores con relación a su mínimo y máximo y se lleva a una expresión gráfica para ser validada. La fórmula a aplicar para cada indicador es:

$$Vi = (Xi - Xi,min) / (Xi,max - Xi,min) * 100. \quad (4)$$

Donde,

Vi = indicador desarrollado

Xi = valor actual del indicador

Xi,max = valor máximo del indicador en el área

Xi,min = valor mínimo del indicador en el área.

El Índice de Vulnerabilidad (IV) se desarrolló por agregación simple (sumatoria) de indicadores. Para hacer comparables los indicadores y el Índice de Vulnerabilidad entre los lugares poblados, se usaron rangos similares o absolutos. Las unidades particulares de cada indicador fueron llevadas a una base porcentual (0-100).

El análisis de la vulnerabilidad esta dado en un enfoque espacial de división político administrativa del distrito de Colón y sus corregimientos, el índice quedaría representado a través de la siguiente categorización:

Tabla No.7 Categorización de la Vulnerabilidad Socioeconómica.

<i>Vulnerabilidad</i>	<i>Índice</i>
Muy Baja	0 - 20
Baja	20,1 - 40
Media	40,1 - 60
Alta	60,1 - 80
Muy Alta	80,1 - 100

El objetivo de este índice es estimar la vulnerabilidad en el que se encuentran las poblaciones del corregimiento donde se encuentra el proyecto, ante la amenaza de eventos meteorológicos extremos. Se parte del concepto de que el riesgo está en función de la amenaza y la vulnerabilidad (Retana, J.; Villalobos R., 2007). Se determina la vulnerabilidad, por medio de indicadores integrados en un índice de vulnerabilidad los cuales pueden ser expresados en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Para el caso de este estudio se trabaja sobre la base del componente de las características sociales y económicas del Corregimiento de Cativá y comparándolo con los demás corregimientos del Distrito de Colón, a través de siete (7) variables o indicadores claves para determinar la vulnerabilidad ante el cambio climático, siendo estas *Números de casas que cocinan con leña; Número de casa sin agua potable; Número de casas sin servicio sanitario; Número de casas con Pisos de Tierra; Población analfabeta; Población Desocupada, Población y población discapacitada.*

Para el desarrollo de indicadores se adoptó el esquema *Presión-Estado-Respuesta (PER)* diseñado originalmente por Statistics Canada en 1979. En 1991, ese esquema fue utilizado y modificado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico para el desarrollo de indicadores ambientales (OCDE, 2001). De acuerdo con PER, una *presión* aplicada sobre un sistema que se encuentra en un *estado* dado, va a provocar una *respuesta* para tratar de amoldarse o equilibrarse nuevamente. Para este estudio, la presión va a estar representada por los eventos meteorológicos extremos. El estado está representado por los indicadores socio económicos (vulnerabilidad del sistema) y las respuestas están dadas por las medidas de adaptación que se identifiquen.

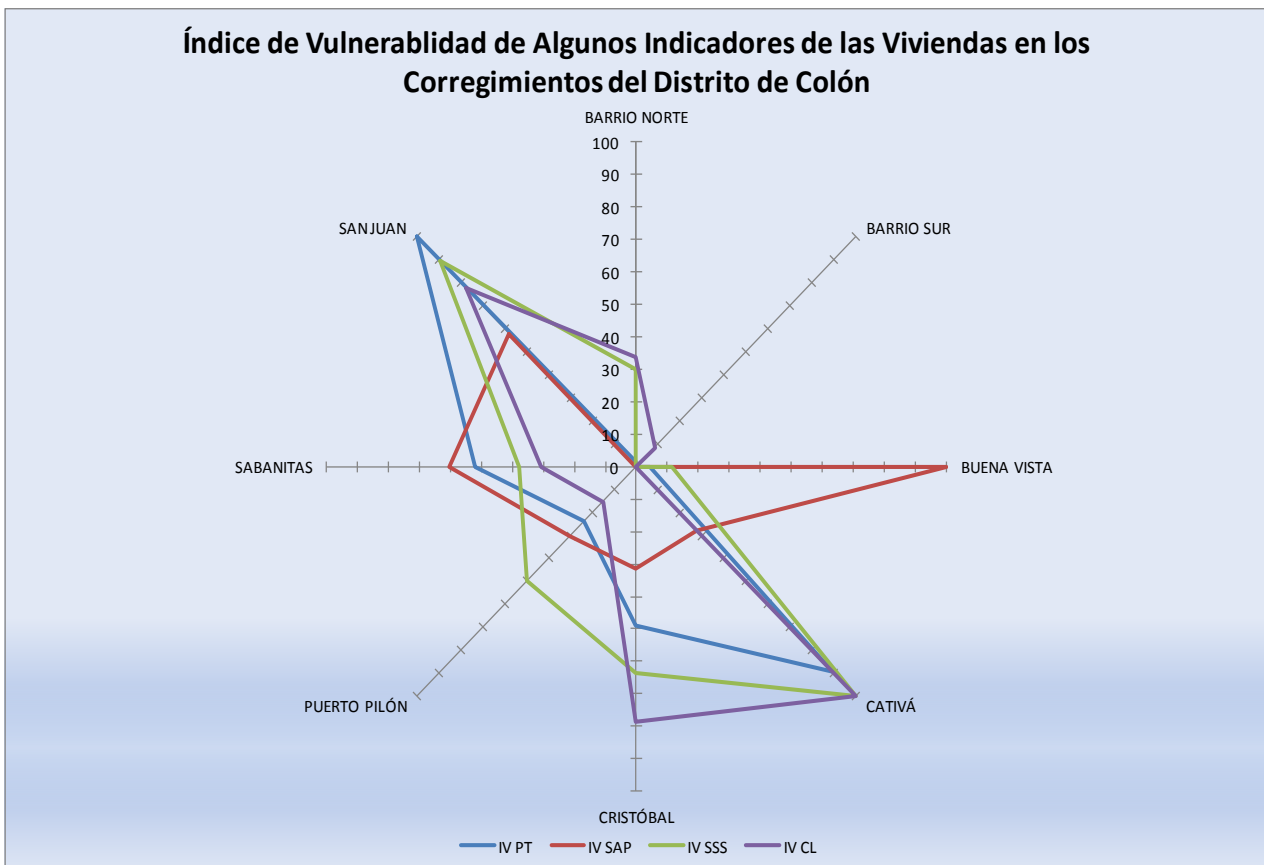
Resultados del Índice de Vulnerabilidad

En el distrito de Colón el corregimiento de mayor vulnerabilidad en cuanto a las características de las viviendas es el de Cativá, con los valores máximos en los

indicadores de casas sin servicios sanitarios y el uso de la leña como fuente de energía para cocinar, este indicador refleja el uso del manglar como fuente de combustión al ser la mayor cobertura vegetal próxima en el corregimiento, el indicador de menor valor desde el aspectos de las viviendas es el de casas sin agua potable y aun así es un problema que se refleja en algunos sectores del corregimiento y principalmente en la zona próxima al proyecto.

El corregimiento de Cativá tiene una vulnerabilidad agregada alta en las características de sus viviendas, su índice de vulnerabilidad es de 79,21% pero el corregimiento con la vulnerabilidad más alta en este componente es el de San Juan con un índice de vulnerabilidad de 81,37%. (Ver gráfica No.3).

Gráfica No.3
Índice de Vulnerabilidad Socioeconómico
Corregimientos del Distrito de Colón



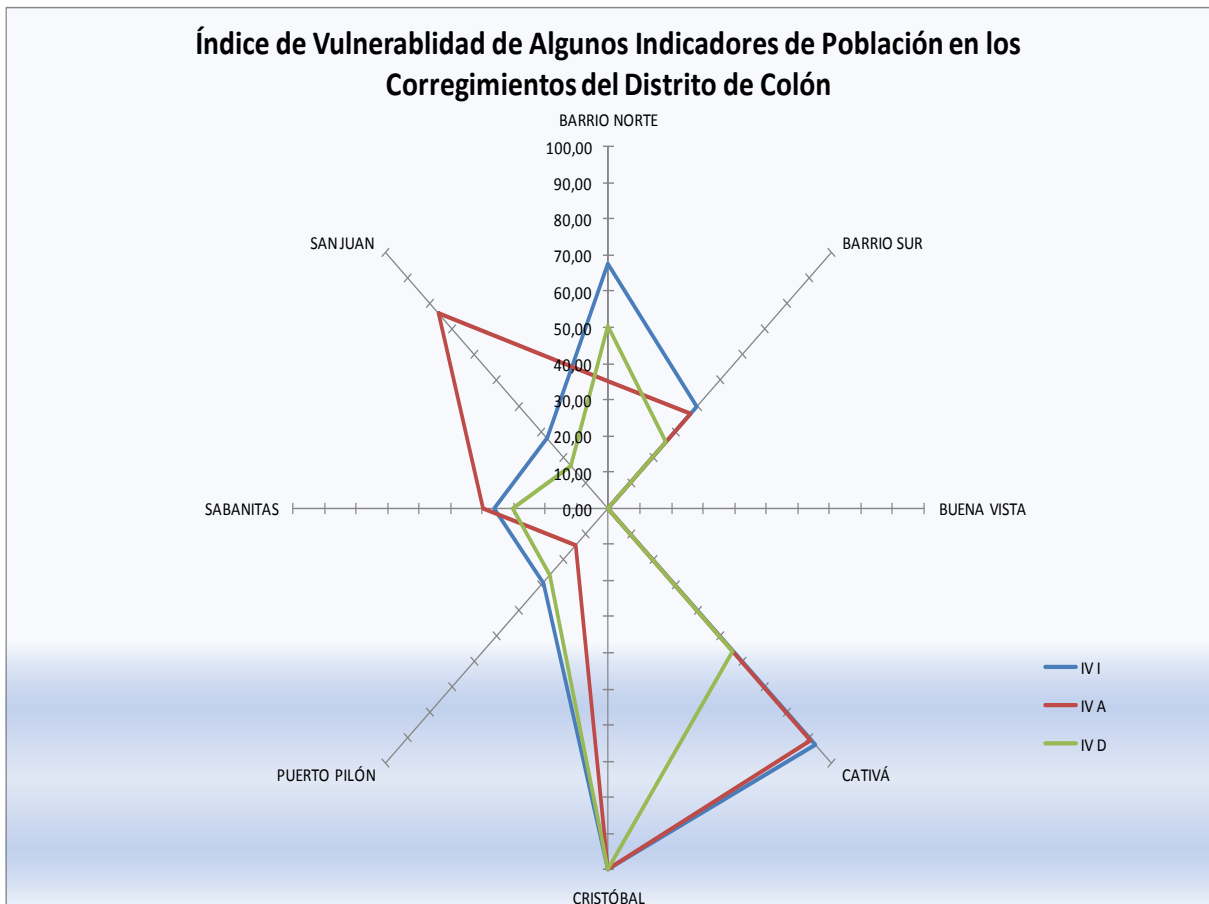
Fuente: Elaboración Propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010

Nota: PT = Casa con piso de tierra; SAP = Sin Agua Potable; SSS = Sin Servicio Sanitario; CL = Cocinan con Leña.

Desde la perspectiva de la Población el corregimiento de Cativá igualmente presenta una vulnerabilidad alta con un Índice de 79,73% en el conjunto de indicadores de Población desocupada, Analfabetas y con impedimentos físicos, siendo el indicador de población con impedimentos el de mayor porcentaje con un valor de 92,73%, seguido del indicador de analfabetas con un 90,61%.

El corregimiento de Cativá tiene una vulnerabilidad agregada alta en los indicadores de población seleccionados, su índice de vulnerabilidad es de 79,73% pero el corregimiento con la vulnerabilidad más alta en este componente es el de Cristóbal con un índice de vulnerabilidad del 100%, es decir tiene los valores más altos para los tres indicadores seleccionados (Ver gráfica No.4).

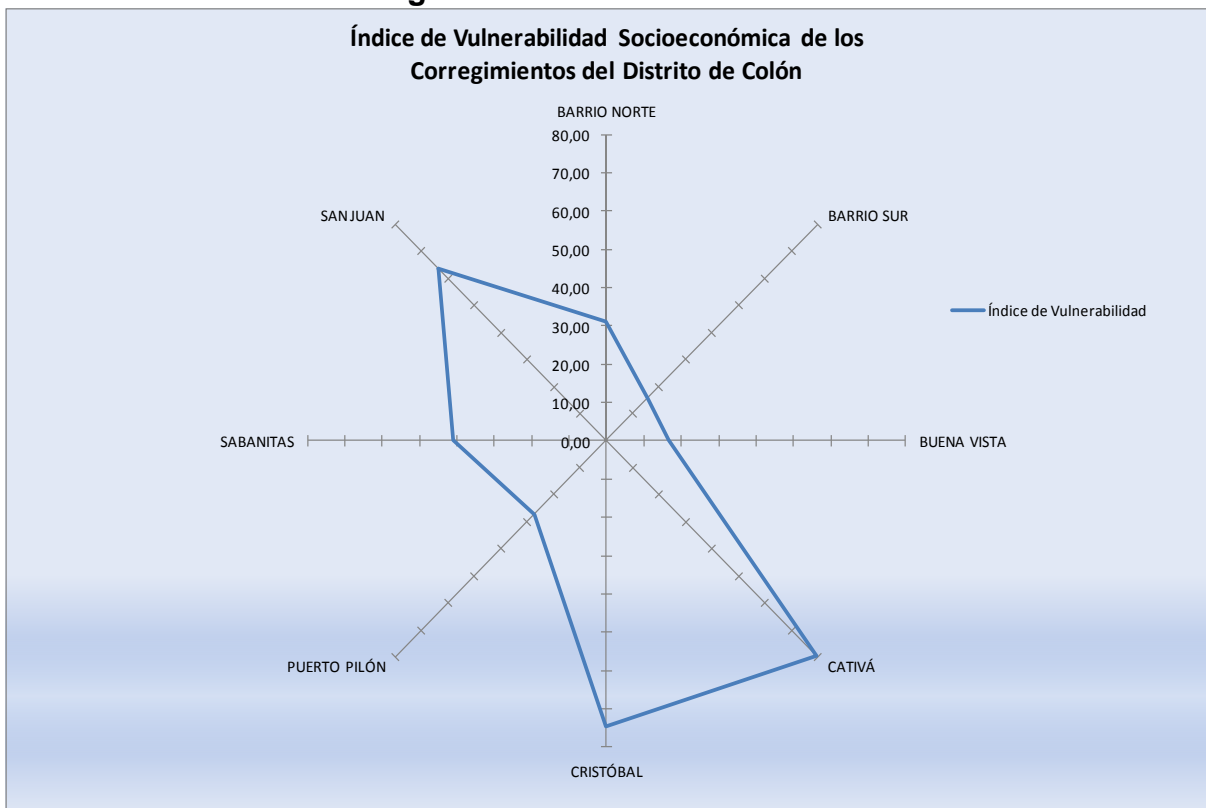
Gráfica No.4
Índice de Vulnerabilidad Socioeconómico
Corregimientos del Distrito de Colón



Fuente: Elaboración Propia, con datos del Censo de Población y Vivienda 2010
Nota: I = Impedimento físico; A = Analfabetas; D = Desempleados.

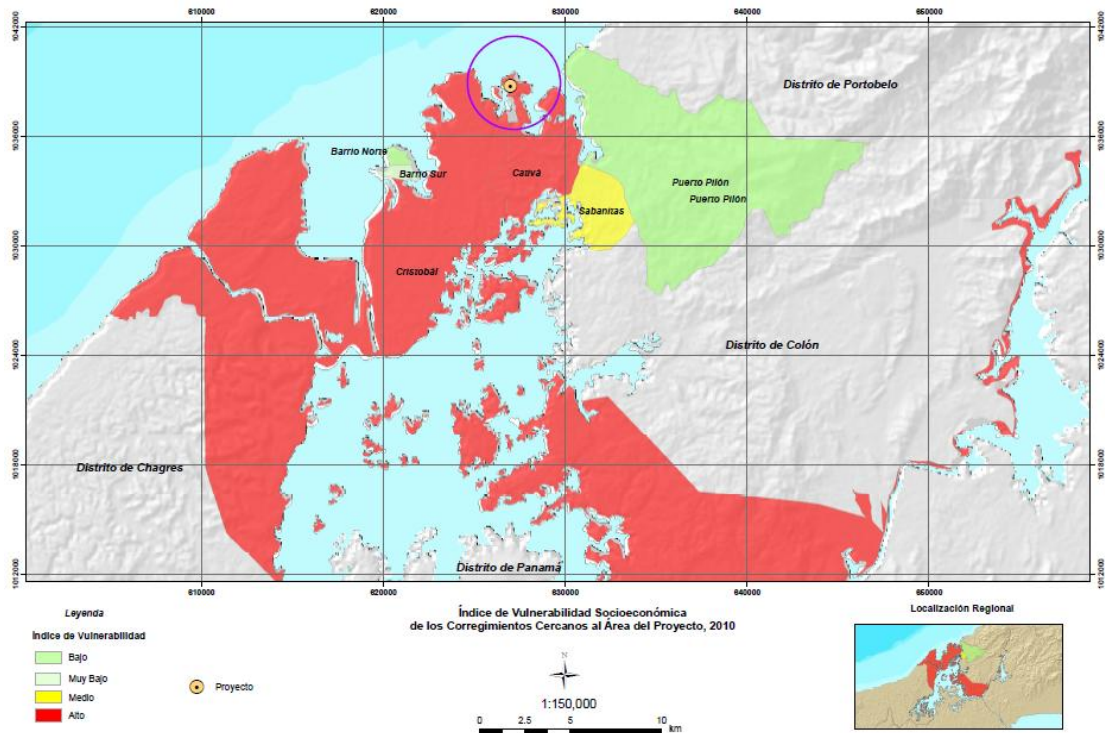
Finalmente debemos señalar que el Distrito de Colón en su conjunto tiene una vulnerabilidad socioeconómica media con un valor de 43,68%, donde destacan corregimientos como Barrio Sur y Buena Vista con una vulnerabilidad muy baja con valores de 15,83% y 16,57% respectivamente, mientras que en el polo opuesto se encuentran los corregimientos de Cristóbal y Cativa que tienen los Índices de Vulnerabilidad más altos siendo estos 74,69% y 79,43% respectivamente, (Ver gráfica No.5)

Gráfica No.5
Índice de Vulnerabilidad Socioeconómico
Corregimientos del Distrito de Colón



Fuente: Elaboración Propia, con datos del Censo de Población y Vivienda 2010

Mapa No.1 Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica



Fuente: *Elaboración Propia, con datos del Censo de Población y Vivienda 2010*

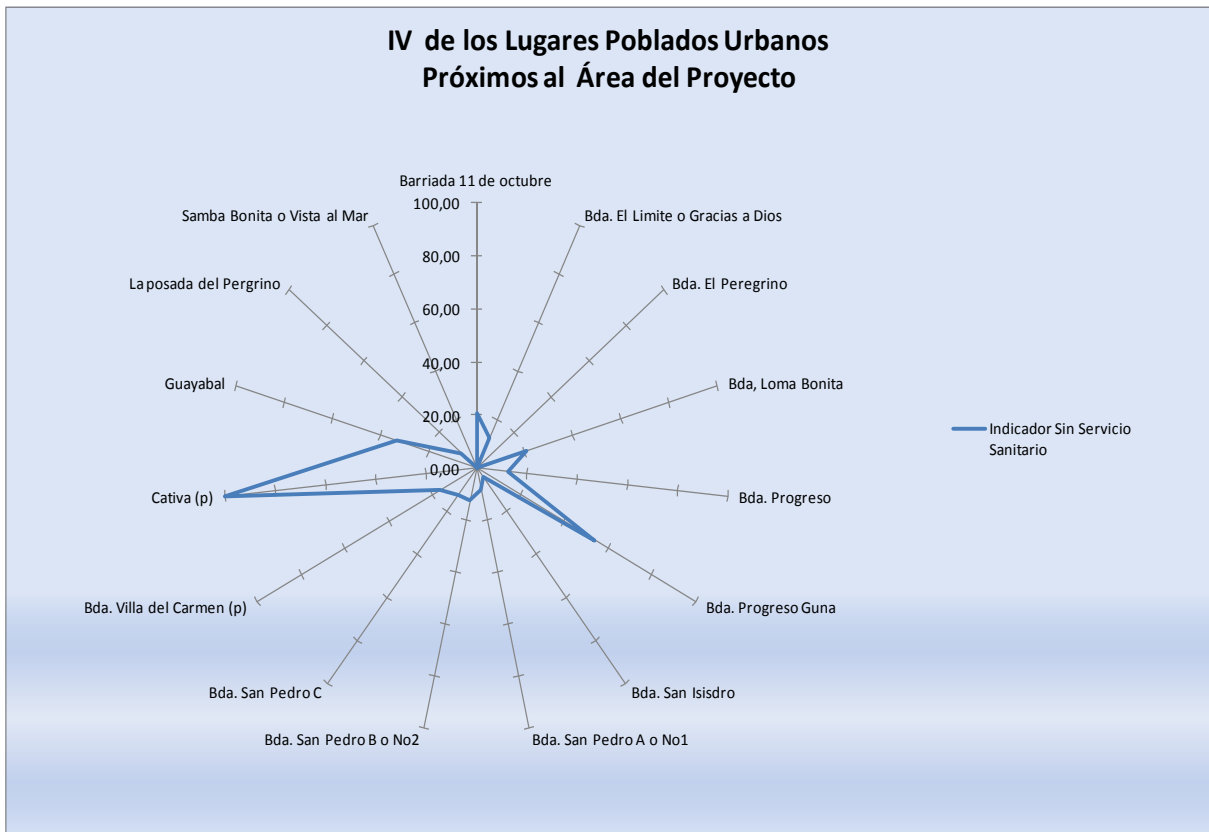
El Mapa No.1 nos permite apreciar la vulnerabilidad de cada uno de los corregimientos que forman parte del distrito de Colón en donde se identifica el Corregimiento de Cativá con una alta vulnerabilidad al igual que el corregimiento de San Cristóbal y Sabanitas con una Vulnerabilidad socioeconómica media.

A continuación se presenta un análisis de vulnerabilidad socioeconómica utilizando los mismos indicadores previamente descritos para los lugares poblados urbanos que se encuentran más próximos al área del proyecto en el corregimiento de Cativa.

En el corregimiento de Cativá el lugar poblado de mayor vulnerabilidad en cuanto a las características de las viviendas es el de Cativá (p), con los valores máximos en los indicadores de Sin agua potable y sin servicio sanitario a demás del uso de la leña como fuente de energía para cocinar, este indicador refleja el uso del manglar como fuente de combustión al ser la mayor cobertura vegetal próxima en el corregimiento, el indicador de

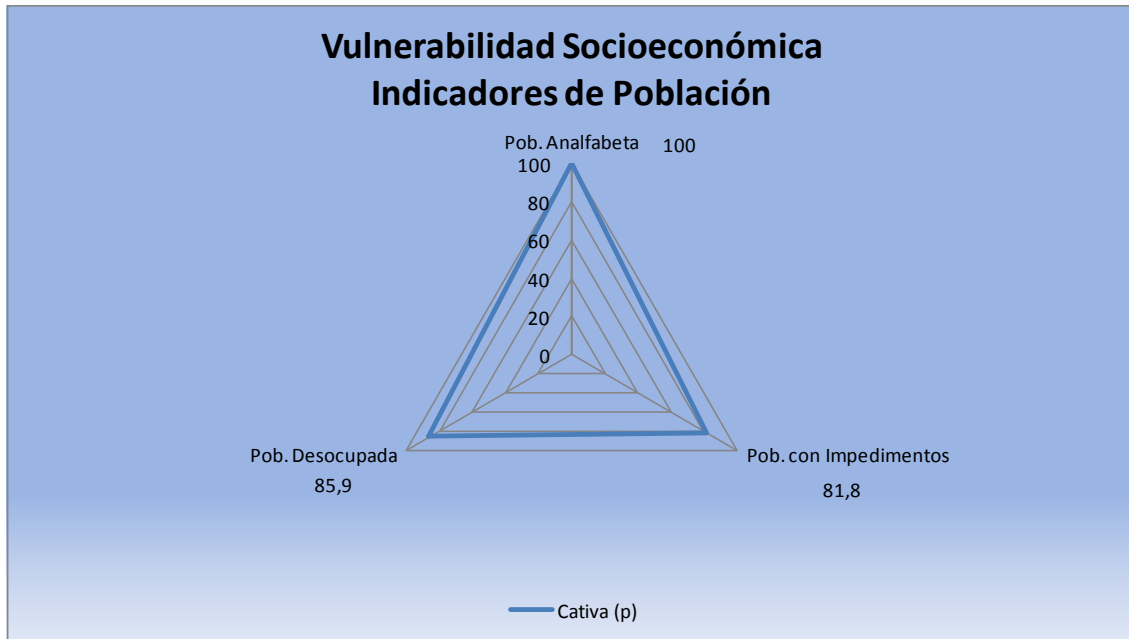
menor valor desde el aspectos de las viviendas es el de casas sin agua potable y aun así es un problema que se refleja en algunos sectores del corregimiento y principalmente en la zona próxima al proyecto.

Gráfica No.6
Índice de Vulnerabilidad Socioeconómico
Lugares Urbanos Próximos al proyecto



Desde la perspectiva de la Población (indicadores de Población desocupada, Analfabetas y con impedimentos físicos) el lugar poblado de Cativá (p) presenta una vulnerabilidad alta con un Índice de 89,24% con indicadores como el de Población Analfabeta donde tiene la máxima vulnerabilidad (100%) con respecto a los otros lugares poblados urbanos como se puede apreciar en la gráfica No.7.

Gráfica No.7
Índice de Vulnerabilidad Socioeconómico
Lugares Urbanos Próximos al proyecto



Finalmente podemos indicar que los lugares poblados urbanos próximos al área del proyecto presentan un Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica baja, ya que presentan indicadores con valores poco desfavorables siendo el componente de población el de mayor vulnerabilidad a través de los indicadores de Población desocupada y población analfabeta. Pero presentan una alta vulnerabilidad ante eventos climáticos que cada temporada de lluvia generan cuantiosas pérdidas económicas en las propiedades de la población de Cativá y sus lugares poblados.

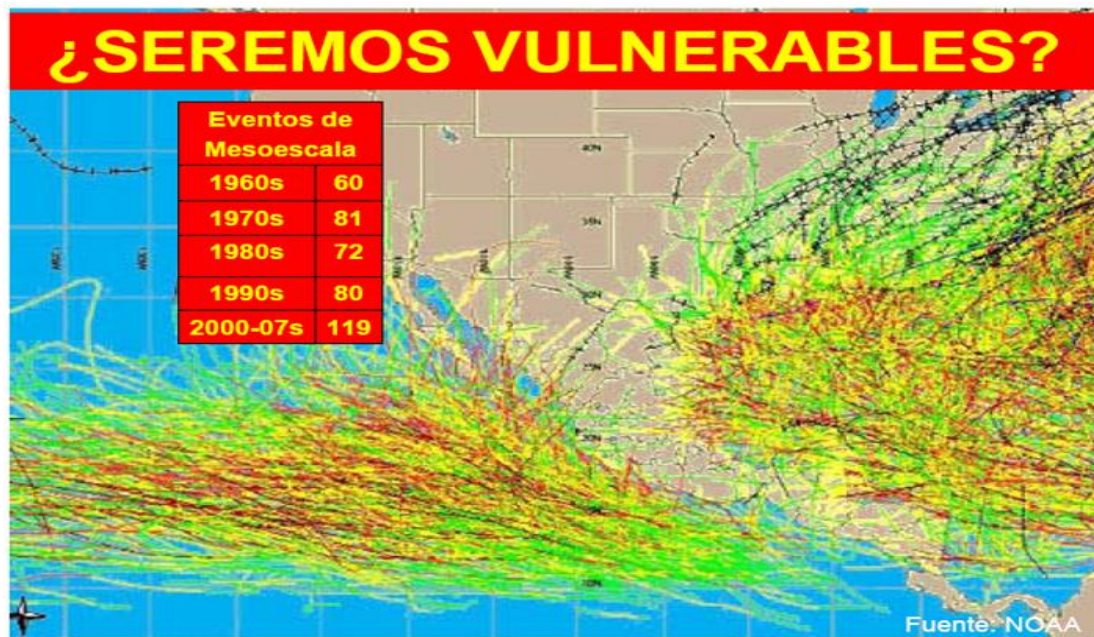
INVENTARIO DE EVENTOS NATURALES

Se estima que actualmente la mitad de la población mundial habita en zonas costeras, aunque hay grandes variaciones de un país a otro. Los cambios del clima afectarán a los sistemas costeros debido al aumento del nivel del mar, a un mayor riesgo de mareas de tempestad y a un posible cambio en la frecuencia y/o intensidad de los fenómenos extremos.

La figura No.4 identifica las regiones más afectadas por los impactos asociados a eventos meteorológicos, principalmente huracanes y tormentas tropicales

tanto en el Mar Caribe como en el Océano Pacífico, donde se identifica la alta vulnerabilidad de las costas caribeña de Panamá por la influencia de estos eventos.

Figura No.4 Cantidad de Huracanes y Tormentas Tropicales en el Pacífico y Caribe.



Fuente: Centro Nacional de Huracanes NOAA

Las incertidumbres en las predicciones del aumento del nivel del mar crean la necesidad de evaluar una serie de parámetros que pueden ser utilizados para describir la exposición y el riesgo a los impactos.

Considerando los diversos eventos climáticos que afecta nuestro país, en particular la zona próxima al proyecto, se ha identificado una serie de eventos registrados en la base de datos del Disaster Information Management System (DESINVENTAR), sistema de gestión de información de desastres que se alimenta de la recopilación sistemática, documentación y análisis de datos sobre las pérdidas causadas por desastres asociados a eventos naturales, en la tabla No.8 identifica los principales eventos ocurridos en el corregimiento de Cativá donde se desarrolla el proyecto, considerando los relacionados a inundaciones, deslizamientos, lluvias y vientos fuertes.

Tabla No.8 Eventos Climáticos Registrados en DESINVENTAR para el Corregimiento de Cativá

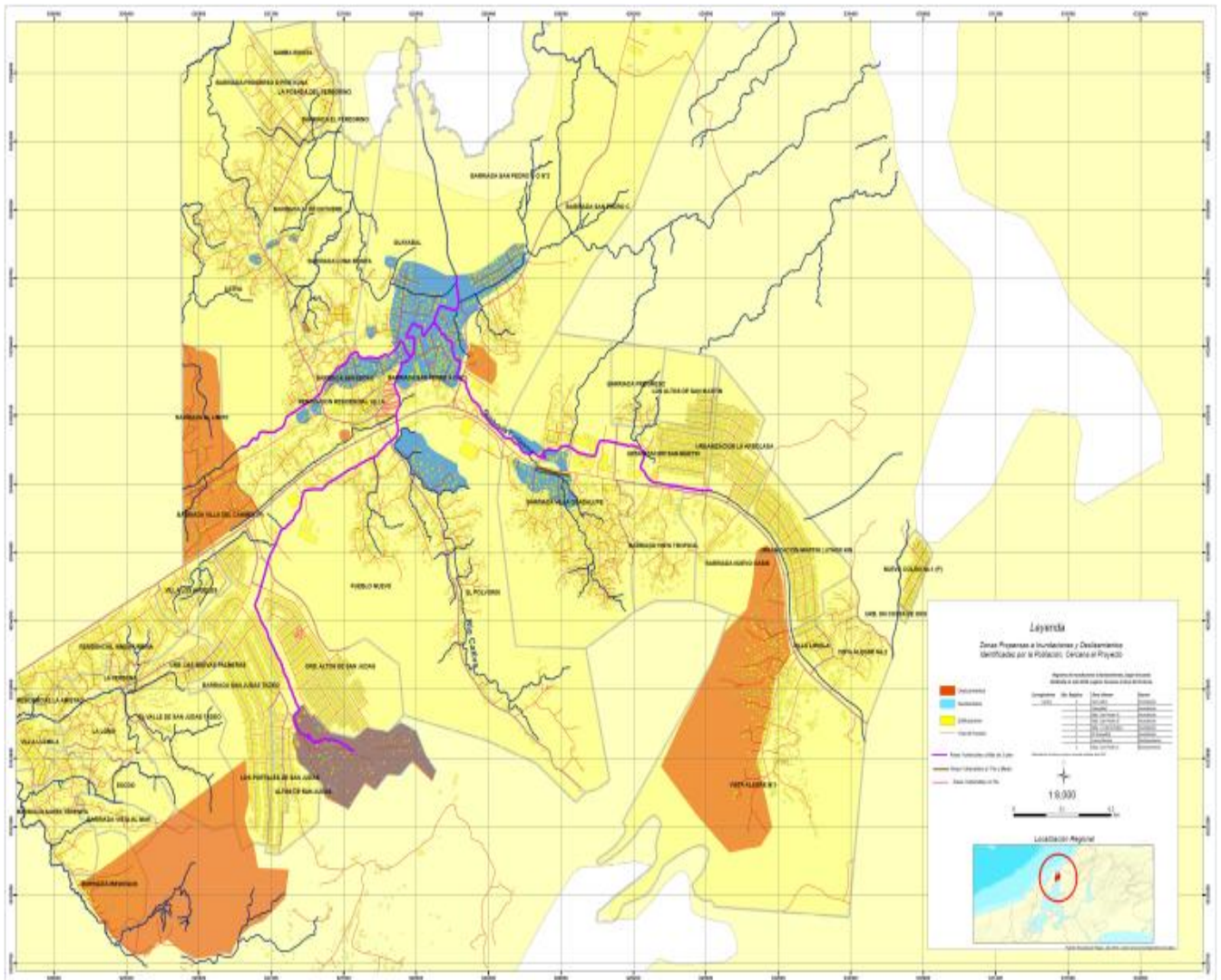
Evento	CORREGIMIENTO	Fecha	Lugar	Viviendas Destruídas	Viviendas Afectadas	Damnificados	Afectados	Evacuados	Daños en vías Mts
STRONG WIND	CATIVA	29/06/2009	BARRIADA VISTA ALEGRE	1		4			
FLOOD	CATIVA	01/08/2008	QUEBRADA FASTAMA		25		125		
FLOOD	CATIVA	19/05/2008	El Guayabal		5		25		
RAINS	CATIVA	08/05/2008	Barriada Cativa Villa Los Angeles.		1				
FLOOD	CATIVA	17/11/2007	Barriada San Pedro Sector C.		5		18		
FLOOD	CATIVA	17/11/2007	Barriada Llano Bonito.		7		22		
FLOOD	CATIVA	17/11/2007	Sector El Guayabal.		8		38		
FLOOD	CATIVA	17/11/2007	Los Laguitos		5		16		
LANDSLIDE	CATIVA	17/11/2007	La Praderas de San Judas		2		9		
FLOOD	CATIVA	27/10/2007	Barriada San Pedro Sector A.		5		18		
FLOOD	CATIVA	27/10/2007	Barriada San Pedro Sector B.		1		6		
LANDSLIDE	CATIVA	11/11/2006			1		4		
STRONG WIND	CATIVA	13/06/2002			10		50		
FLOOD	CATIVA	18/11/2001	Cativa Guayabal San Pedro A y B		50		50	30	6
FLOOD	CATIVA	25/08/2001	Guayabal San Pedro San Martín Vista Tropical V. Guadalupe						8
FLOOD	CATIVA	01/08/2001	Guayabal San Pedro A y B Villa Luzmila San Judas		60		80		
FLOOD	CATIVA	31/12/2000	Santa Rosa		5		25	6	
FLOOD	CATIVA	30/12/2000	Río Gatún		2		10	10	
STRONG WIND	CATIVA	24/06/1997	Nuevo San Juan Juan Demostenes Arosemena		12		72		
STRONG WIND	CATIVA	24/06/1997	Nuevo Vigía		3		15		
FLOOD	CATIVA	27/11/1996	Santa Isabel Palenque Puerto Pilión Cuango Cristobal	13	527	65	2913		
LANDSLIDE	CATIVA	12/11/1996	Quebrada Bonita		1		5		
RAINS	CATIVA	24/05/1996	CATIVA,NUEVO COLON,VILLA LIOLA,SAN MATEO,SANTA RITA Y NAZARE		120		600		
STRONG WIND	CATIVA	24/09/1992	Quebrada Bonita sector Coibita		15				
RAINS	CATIVA	09/10/1989	VILLA LUZMILA, LAS VERBENAS	50		250			

Fuente: <http://online.desinventar.org/> consultado en julio de 2013

Cabe destacar que en lugar de proyecto hasta la fecha no se tiene registro de impactos por marejada en la zona del proyecto, esto es característico de zonas costeras en las cuales existen barreras naturales de arrecifes coralinos, islas e islotes que protegen la línea de costa y permiten la formación de un cuerpo de agua interna con poco movimiento u oleaje.

En el mapa No2. Se tiene una visión espacial de las zonas impactadas por eventos climáticos de acuerdo a la base de datos de DESINVENTAR y a la información generada a partir de los datos de las encuestas aplicadas por el componente social en el área próxima del proyecto.

Mapa No.2 Áreas Afectadas por Eventos Climáticos en la Zona Próxima al Proyecto.



Nótese en color celeste en el mapa los lugares poblados urbanos en donde se ha tenido una mayor cantidad de eventos de inundaciones siendo estos la Barriada San Pedro, Barriada Llano Bonito, y Sector Guayabal, todos estos próximos a la quebrada Fantasma, en color mamey se identifican los deslizamientos siendo estos principalmente el sector de Las Praderas de San Judas y quebrada Bonita.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN

El IPCC define la capacidad de adaptación al cambio climático como la “capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluyendo la

variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas.” (IPCC, 2007). La adaptación involucra “iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Existen diferentes tipos de adaptación: preventiva y reactiva, privada y pública, y autónoma y planificada.” (IPCC, 2007a).

Los elementos de una estrategia de adaptación deben abarcar no sólo alteraciones físicas en el sistema de gestión, sino también cambios tecnológicos e institucionales que permitan hacer frente a condiciones dinámicas. Los sistemas naturales tienen una capacidad de responder autónomamente a presiones externas como el cambio climático, y esto se puede describir como la habilidad natural del sistema (en este caso, el litoral y sus ecosistemas) a responder.

En muchos lugares, sin embargo, las actividades humanas han reducido la habilidad natural de un sistema para la adaptación, quizás por el desarrollo o la contaminación de la zona costera.

La adaptación planificada, y por lo tanto proactiva, apunta a la reducción de la vulnerabilidad de un sistema mediante la minimización del riesgo o la maximización de la capacidad de adaptación. Se identifican en las zonas costeras, tres estrategias básicas de adaptación:

Protección: reducir el riesgo de un acontecimiento mediante la disminución de la probabilidad de su ocurrencia.

Acomodación: aumentar la habilidad de la sociedad para enfrentar los efectos del acontecimiento.

Retirada: reducir el riesgo del acontecimiento mediante la limitación de sus efectos potenciales.

Cada una de estas estrategias está diseñada para proteger el uso humano de la zona costera y, si son aplicadas apropiadamente, cada una tiene

consecuencias diferentes para los ecosistemas costeros. La retirada implica renunciar a la tierra mediante una retirada estratégica o la prevención de futuras obras de desarrollo de gran envergadura en áreas costeras que puedan ser afectadas por el futuro aumento del nivel del mar. La acomodación implica el uso alterado de la tierra, incluyendo respuestas de adaptación tales como la elevación de edificios por encima de los niveles de inundación y la modificación de los sistemas de desagüe. La retirada y la acomodación ayudan a mantener la naturaleza dinámica del litoral y permiten que los ecosistemas costeros migren libremente hacia el interior, y por lo tanto, que se adapten naturalmente.

La creación de un plan de acción en el marco de la adaptación de la zona costera, debe incluir opciones de adaptación que proporcionen beneficios, independientemente de los nuevos escenarios climáticos:

- El PVPA se compromete a desarrollar un sistema de manejo de los manglares en forma conjunta con los actores claves para su conservación.
- Incrementar la investigación en los ecosistemas costeros y marinos para contar con patrones de línea base a fin estimar significativamente los cambios, principalmente los asociados a bosques de manglar que bajo ciertas circunstancias, los suelos de estos se acumulan a un ritmo similar a los aumentos locales en el nivel del mar, lo que permitiría que los manglares sobrevivieran en su propio lugar.
- Evidencia previa sugiere que algunos suelos de manglares se han acumulado a tasas de entre 1 y 10 mm por año. Actualmente el nivel medio global del mar está aumentando a un ritmo de 3 mm por año, esto sugiere que, en algunos lugares, la superficie del suelo de manglares podrá seguir el ritmo de aumento del nivel del mar.
- El PAPV puede proponer un proyecto de acciones tempranas de mitigación que de manera conjunta permita reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y modos de vida asociados a los manglares y que a su vez permitan mejorar la capacidad adaptativa de las mismas.

- Reforzar los programas de manejo costero y concebir una planificación territorial, buscando la armonía entre los recursos naturales y el desarrollo.
- Formular programas educativos sobre medio ambiente costero, protección y efectos climáticos globales, dirigidos a los diferentes niveles de la población.

Cada una de estas medidas de adaptación que van desde acciones puntuales hasta estrategias de desarrollo requieren de una capacidad adaptativa para poder implementarlas, entre los principales aspectos de esta capacidad se encuentra una estructura organizativa consolidada, la presencia institucional y la capacidad de recursos financieros.

El corregimiento de Cativá donde se desarrolla el proyecto Puerto Verde Panamá Atlántico, presenta una débil capacidad adaptativa dado que la población no tiene una organización consolidada ya sea en Organizaciones No Gubernamentales, grupos ambientales o cooperativas, a excepción de la Barriada Progreso Kuna, la presencia institucional se centra en la cabecera de la provincia de Colón por lo que la participación entre las comunidades adyacentes al proyecto es escasa y puntual, la mayor parte de las acciones institucionales vienen dadas por los gobiernos locales (representantes de corregimiento), pero los mismos cuentan con recursos financieros muy limitados, y los ingresos económicos de la población sitúan las comunidades próximas al proyecto en el grupo de familias de bajos ingresos.

Finalmente indicar que la alta vulnerabilidad geofísica y ambiental que presenta la línea costera donde se desarrollará el proyecto asociado a la alta vulnerabilidad socioeconómica y la baja capacidad de adaptación existente hacen que la zona donde se desarrollará el proyecto tenga una vulnerabilidad integral alta ante el cambio climático.

El desarrollo del proyecto Puerto Verde Panamá Atlántico, viene a mejorar la capacidad adaptativa de la zona al incrementar la capacidad de ingresos

económicos al generar plazas de empleos directos e indirectos y la oportunidad para satisfacer las necesidades de bienes y servicios, por otro lado el desarrollo de la obra civil representa una transformación de la zona costera y el comportamiento de los ecosistemas asociados que son altamente sensibles a la variabilidad y el cambio climático.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Bo Lim, Erika Spanger-Siegfried; *Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: Desarrollo de Estrategias, Políticas y Medidas*. UNDP 2005.
- Comité Regional de Recursos Hidráulicos; *Análisis de la vulnerabilidad de la zona costera ante el ascenso del nivel del mar por un cambio climático global. Costa del Pacífico de Costa Rica. Informe Final*. Proyecto Centroamericano sobre Cambio climático. 1996.
- FODM; *Incorporación de Medidas de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en el Manejo de los Recursos Naturales en dos Cuencas Prioritarias en Panamá*. UN-ODM 2011.
- Frederik Pischke, Román Gómez, Colin Herron; *Agua y Adaptación al Cambio Climático en las Americas*. Dialogo Regional de Políticas 2010.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. *Fourth Assessment Report* (2007). Obtenido de www.ipcc.ch.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos; *Resultados de los Censos de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de www.contraloria.gob.pa/inec/.
- Miguel Mendez Jiménez; *Análisis Preliminar de la Vulnerabilidad de la Costa de Andalucía a la Potencial Subida del Nivel del Mar Asociada al Cambio Climático*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla 2011.
- Ministerio de Ambiente y Energía, Instituto Meteorológico Nacional; *Adaptación del Sistema Hídrico de la Zona Noroccidental de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica al Cambio Climático*. San José Costa Rica 2007.

- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; *Análisis de la Vulnerabilidad Futura de los Recursos Hidricos al Cambio Climático. Guatemala 2007.*
- Observatorio Demográfico de América Latina y el Caribe; *Proyección de Población. 2009*
- USAID; *Análisis de la Vulnerabilidad al Cambio Climático del Caribe de Belice, Guatemala y Honduras. Obtenido de <http://190.11.224.74:8080/jspui/bitstream/123456789/2024/1/5.3%20Analisis%20de%20Vulnerabilidad%20Arrecife%20Mesoamericano%20June%2012%202012.pdf>.*