**BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO**

**REPÚBLICA DEL ECUADOR**

Programa De Fortalecimiento del Sistema Nacional de Alerta Temprana

EC-L1221

Evaluación económica ex ante

Documento final

Consultoría individual

Consultor económico: Jorge Marcelo Mendoza

Quito, República del Ecuador

Noviembre de 2016

Índice de Contenido DE la Evaluación Económica

[RESUMEN EJECUTIVO 4](#_Toc468199822)

[I. PLANTEO METODOLÓGICO 7](#_Toc468199823)

[Contexto de la intervención 7](#_Toc468199824)

[Enfoque. 9](#_Toc468199825)

[Situación Sin Proyecto vs. Con Proyecto 11](#_Toc468199826)

[Criterios de cuantificación de costos y beneficios 13](#_Toc468199827)

[Antecedentes en intervenciones similares. 14](#_Toc468199828)

[II. IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS 15](#_Toc468199829)

[Lógica del Programa 15](#_Toc468199830)

[Probabilidad de ocurrencia de los desastres 16](#_Toc468199831)

[Magnitud del impacto potencial sobre las personas 17](#_Toc468199832)

[Activos e Infraestructura en las áreas expuestas al desastre 23](#_Toc468199833)

[Mejora en las condiciones de desarrollo. 28](#_Toc468199834)

[Parámetros para la cuantificación del efecto-beneficio SAT 29](#_Toc468199835)

[III. Costos económicos 32](#_Toc468199836)

[IV. Retorno Económico del Programa 36](#_Toc468199837)

[Resultados de la evaluación. 36](#_Toc468199838)

[Escenarios complementarios de evaluación 40](#_Toc468199839)

[Análisis de sensibilidad 42](#_Toc468199840)

[Anexo A: Elementos de la amenaza de tsunami 45](#_Toc468199841)

[Anexo B: Criterios para medir la eficacia de los SAT 48](#_Toc468199842)

[Anexo C: Referencias del terremoto 2016 50](#_Toc468199843)

[Anexo D: Matriz de Resultados 52](#_Toc468199844)

[Anexo E - Caso Base – Flujo de Fondos Proyectado 55](#_Toc468199845)

[Bibliografía consultada y fuentes de información 58](#_Toc468199846)

**ABREVIATURAS**

ATN Adelantos Tesoro Nacional

BDE Banco de Desarrollo del Ecuador

BID Banco Interamericano de Desarrollo

BM Banco Mundial

DNPOIC Dirección Nacional de Proyectos con Organismos Internacionales de Crédito

EEEP Empresa Pública de Desarrollo Estratégico -Ecuador Estratégico

FCC Facilidad de Crédito Contingente para Emergencias por Desastres Naturales

FRI Facilidad de Respuesta Inmediata a Emergencias Causadas por Desastres

GdA Gobiernos autónomos descentralizados

GdE Gobierno de Ecuador

GRD Gestión de riesgo de desastres

INEC Instituto Nacional de Estadística y Censo de Ecuador

LPI Licitación pública internacional

LPN Licitación pública nacional

MINFIN Ministerio de Finanzas del Ecuador

MTOP Ministerio de Transporte y Obras Públicas

OMM Organización Meteorológica Mundial de la ONU

PGE Presupuesto General del Estado

PIB Producto interno bruto

PNGR Plan Nacional para la Gestión del Riesgo

PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

RRHH Recursos Humanos

SENAGUA Secretaría del Agua de Ecuador

SENPLADES Secretaría Nacional de Planificación del Desarrollo

SEPA Sistema de Ejecución de Planes de Adquisiciones

SGR Secretaría de Gestión de Riesgo

TIR Tasa interna de retorno

VAN Valor actual neto

VEV Valor estadístico de la vida (Statistical value of life)

RESUMEN EJECUTIVO

*Contenido.* El presente documento utiliza la metodología costo/beneficio (C/B) para la evaluación del Programa Fortalecimiento del Sistema Nacional de Alerta Temprana (Programa), estimando los resultados económicos a ser generados en las áreas objetivo con el fin de justificar la priorización de la Intervención.

En su primera parte introductoria (Capítulo I) se establece la metodología de evaluación, a partir de los efectos esperados del mejoramiento y expansión del Programa. Las diferentes perspectivas futuras que resultan de la persistencia de las debilidades del contexto actual (lo que representa la opción *Sin Proyecto*) frente a las mejores condiciones de funcionamiento, cobertura y eficacia del Sistema que este Programa contribuirá a consolidar (alternativa *Con Proyecto*) constituyen el punto de referencia del enfoque. A continuación, en el Capítulo II se presenta el análisis de los beneficios esperados, sobre la hipótesis de que el Sistema permitirá disminuir los potenciales impactos derivados de la eventual ocurrencia de los citados eventos. En correspondencia con el apartado anterior, el Capítulo III detalla las inversiones que se corresponden con las acciones previstas para alcanzar los objetivos perseguidos. Estas son presentadas desagregadas por Componente, explicitando las principales actividades planteadas. Como corolario de los valores estimados en los dos Capítulos anteriores, los indicadores expuestos en el Capítulo IV resumen los resultados estimados para el Programa y su sensibilidad a las variables determinantes.

*Conclusiones.* El análisis ex ante utiliza la metodología de costo-beneficio para establecer el retorno de las inversiones previstas. A los fines de establecer el marco de valoración se han establecido supuestos, conforme a referencias técnicas, literatura especializada y antecedentes históricos locales, sobre las principales variables que inciden en la estimación de beneficios, incluyendo: a) La probabilidad de ocurrencia de un tsunami y su magnitud máxima de impacto[[1]](#footnote-2), b) La población beneficiaria, frecuencia y daños esperados de los eventos futuros de desbordamiento de ríos, c) El valor estadístico de la vida aplicable a los beneficiarios, en función de las prácticas habituales de estimación utilizadas internacionalmente[[2]](#footnote-3).

Las inversiones en equipamiento se orientan al monitoreo (boyas, mareógrafos, estaciones de monitoreo), comunicación y conectividad (sistemas informáticos), así como difusión (sirenas). Adicionalmente serán ejecutadas acciones de concientización, sensibilización y capacitación en las comunidades (incluyendo ejecución de simulacros y preparación de planes de contingencia). El análisis contempla la estimación de los costos de operación y mantenimiento necesarios para mantener en adecuado funcionamiento el sistema dentro de su vida útil estimada.

Las alertas brindadas por el Programa mejorado permitirán atenuar la vulnerabilidad del área, lo que se manifiesta frente a la eventual ocurrencia de los desastres señalados, lo que se expresa por los siguientes beneficios: (a) Reducción de muertes y daños personales de los habitantes de zonas de alta vulnerabilidad y (b) Disminución de daños a los bienes públicos y privados que puedan ser desplazados y/o protegidos. A partir de la reducción de los impactos potenciales el Programa muestra una TIR promedio de 27,1%, para un horizonte de 20 años, con un VAN de US$ 20,7 Millones (d=12%) y una relación Beneficio/Costo de 1,99. La existencia de las amenazas constituye una restricción objetiva a las decisiones de inversión privada, por lo que mitigar sus efectos es una condición necesaria para el desarrollo a largo plazo. Sin embargo, los cálculos expuestos no contemplan estos impactos futuros en términos de aporte al desarrollo económico (eludiendo la trampa de la pobreza[[3]](#footnote-4) vinculada a desastres) dado que no hay evidencia suficiente para substanciar rigurosamente este supuesto, por lo que potencialmente los beneficios reales podrían ser mayores a los calculados en este análisis.

El análisis presenta escenarios complementarios que resultan de modificar los siguientes parámetros críticos: i) tasa de descuento de los flujos futuros[[4]](#footnote-5), y ii) probabilidad de ocurrencia de un tsunami y su impacto máximo potencial[[5]](#footnote-6). La Tabla 1 refleja significativas variaciones con respecto a las hipótesis de base. Como referencia, el ratio B/C de la intervención varía entre 1,20 y 2,47, expresando alta respuesta de los indicadores frente a los supuestos de referencia.

**Tabla 1**. Escenarios de variación de la tasa de descuento y la probabilidad de ocurrencia

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Escenarios Complementarios de Evaluación** | **TIR** | **VAN US$ Millones** | **Ratio B/C** |
| Caso Base (VeV US$ 283.000 -d=12% -p: 0,002) | 27% | 20,7 | 1,99 |
| Reducción Tasa Descuento (VeV US$ 283.000 -d=7% - p: 0,002) | 27% | 39,3 | 2,47 |
| Probabilidad de Ocurrencia (VeV US$ 283.000 -d=12% - p: 0,004) | 16% | 4,2 | 1,20 |
| Probab.Ocurrencia + Tasa Descuento (VeV US$ 283.000 -d=7% - p: 0,004) | 16% | 13,1 | 1,49 |

Asimismo, la Tabla 2 resume ejercicios de sensibilidad donde las variables inherentes a la propia gestión del SAT presentan comportamientos negativos con respecto al Caso Base.

**Tabla 2**. Análisis de sensibilidad – Menor eficiencia y mayores Costos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sensibilidad p 1:500** | **TIR** | **VAN en USD millones** | **Ratio B/C** |
| Caso base (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 27% | 20,7 | 1,99 |
| Reducción beneficio SAT (Benef Vida 32% - Bienes: 18-24%) | 20% | 8,2 | 1,39 |
| Aumento de costos 30% (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 22% | 14,3 | 1,54 |

Se observa que frente a una menor efectividad del SAT en términos del beneficio esperado en materia de mitigación del desastre (baja respuesta de las comunidades al alerta) y en caso de mayor incremento de costos de inversión y recurrentes (cambios tecnológicos que conlleven erogaciones superiores) los resultados mantienen niveles aceptables.

Teniendo en cuenta el nivel de incertidumbre de las variables, se complementó el análisis de sensibilidad frente a los Escenarios complementarios expuestos en la Tabla 1. Los resultados se resumen en el siguiente cuadro.

**Tabla 3**. Sensibilidad – Punto de equilibrio en escenarios complementarios.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sensibilidad p 1:250** | **TIR** | **VAN US$ Millones** | **Ratio B/C** |
| Escenario Cambio Ocurrencia d=12% (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 16% | 4,2 | 1,20 |
| Puntos de equilibrio (donde costo B/C =1 y VAN = 0): | | | |
| Reducción Beneficio SAT (Costo de Inversión y recurrentes sin cambio) | Reducción máxima de beneficios 16.7% | | |
| Aumento Costos  (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | Aumento máximo de costos inversión y recurrentes 20.1% | | |
|  |  |  |  |
| Escenario Cambio Ocurrencia d=7% (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 16% | 13,1 | 1,49 |
| Puntos de equilibrio (donde costo B/C =1 y VAN = 0): | | | |
| Reducción Beneficio SAT (Costo de Inversión y recurrentes sin cambio) | Reducción máxima de beneficios 33.0% | | |
| Aumento Costos (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | Aumento máximo de costos inversión y recurrentes 49.0% | | |

Se concluye que el programa muestra una solidez razonable ante condiciones desfavorables.

# PLANTEO METODOLÓGICO

### Contexto de la intervención

* 1. *Exposición y Vulnerabilidad.* El nivel de riesgo por desastres de un país es determinado por su exposición a las amenazas naturales y su vulnerabilidad ante los efectos de la materialización de las mismas[[6]](#footnote-7). Por su posición geográfica, el Ecuador es vulnerable ante amenazas no solamente de índole hidro-meteorológica de ocurrencia frecuente, sino también de tipo geológico en la mayor parte de su territorio. Mientras existen registros de siete eventos tsunamigénicos entre 1906 y 2016 (se trata de un fenómeno asociado a la amenaza sísmica), la probabilidad de ocurrencia de un nuevo evento de este tipo en la costa ecuatoriana es considerada significativa por el Gobierno de Ecuador. Aquellos sismos con magnitudes mayores a 6,7, cuyos epicentros estén muy cerca de la línea de costa o en el lecho marino próximo al continente, son considerados tsunamigénicos[[7]](#footnote-8).
  2. Además de los sismos y los tsunamis asociados, los eventos hidrometeorológicos que derivan en el desbordamiento de los ríos son los que provocan mayor afectación. La región de la costa ecuatoriana presenta grandes planicies adyacentes a los cursos de agua que se desbordan a causa de las precipitaciones, situación agravada por la acumulación de sedimentos y taponamiento de cauces, que disminuyen la capacidad de flujo natural de las cuencas. En particular las provincias de El Oro, Guayas, Santa Elena, Manabí, Los Ríos y Esmeraldas, debido al asentamiento poblacional próximo a los cauces, son las más expuestas y vulnerables[[8]](#footnote-9). Las inundaciones severas pueden ser generadas por episodios de intensa pluviosidad asociada al Fenómeno de El Niño[[9]](#footnote-10) como por precipitaciones esporádicas torrenciales u otros motivos (tsunamis).
  3. A la alta exposición a diferentes tipos de amenazas (terremotos, tsunamis, inundaciones, sequías y erupciones volcánicas) se suman las condiciones de vulnerabilidad socioeconómicas. El 47.6% de su territorio nacional y el 74.6% de su población total son vulnerables ante la exposición de dos o más amenazas naturales (Banco Mundial, 2005). Asimismo, el 72.2% de su PIB está en áreas expuestas al riesgo de desastres. Durante los últimos 20 años (1995-2015), el país ha tenido más de 2 millones de personas afectadas por desastres naturales (EM-DAT, 2016). Del total de eventos que han causado emergencias o desastres entre 1970 y 2007, el 68% corresponde a eventos climáticos.
  4. Los principales factores que han contribuido a la vulnerabilidad incluyen: (i) falta de conocimiento para la prevención de emergencias; viviendas construidas sobre tierras inestables; (ii) inadecuada calidad de la infraestructura y de los materiales de construcción; (iii) eventos cada vez más intensos y (iv) falta de estrategias eficientes para reducir los riesgos. El rápido crecimiento demográfico y el aumento de la densidad poblacional hace que hayan más habitantes expuestos a las amenazas y los peligros antes mencionados. La falta de políticas eficientes, planificación, códigos y estándares de construcción adecuados y la deficiente aplicación de modelos de alertas tempranas hacen que aumenten los impactos negativos de cada evento. Ecuador depende cada vez más de las capacidades externas de preparación y respuesta ante emergencias, para reducir el sufrimiento y las pérdidas humanas y económicas debido al incremento e intensidad de los eventos de la naturaleza.
  5. En los últimos años, el país ha realizado avances importantes en el marco de política de Gestión de Riesgos de Desastres[[10]](#footnote-11). En ese enfoque fueron creadas la Secretaría de Gestión de Riesgos, SGR y el Servicio Integrado de Seguridad ECU-911con la finalidad de gestionar en todo el territorio ecuatoriano la atención de las situaciones de emergencia.
  6. *Eventos de desastre recientes en Ecuador.* El 16 abril de 2016 un terremoto de magnitud de 7,8 grados golpeó la zona costera del Noroeste de Ecuador, causando grandes daños y pérdida de vidas (663 fallecidos y 4.859 heridos). Los mayores efectos se concentraron en las provincias de Manabí y Esmeraldas, que constituyen zonas con elevados niveles de pobreza[[11]](#footnote-12) y debilidades de infraestructura[[12]](#footnote-13). A partir de estudios técnicos liderados por el Equipo Evaluador del Gobierno de Ecuador, los costos totales de la reconstrucción, incluyendo infraestructura pública y privada, costos sociales, productivos y ambientales se estimaron en US$ 3.344 millones) (SENPLADES, 2016). Por su parte, las pérdidas económicas en las zonas afectadas se estimaron en 0,7% del PIB nacional, destacándose la reducción de 21.823 empleos (formales e informales) e impactos sensibles en algunos sectores económicos (turismo, camaronero y otros).
  7. Las zonas de mayor afectación presentaban gran vulnerabilidad social, incluyendo altos niveles de pobreza y ruralidad, mayores al promedio nacional. Como se expresó, ello se reflejaba también en el déficit cualitativo de las viviendas, construidas mayoritariamente con techos que no son de hormigón, con paredes primordialmente de madera (con acceso reducido a las redes públicas de agua y saneamiento). La zona afectada incluye una alta proporción de personas laborando por cuenta propia, dedicándose a la comercialización de bienes diversos, así como trabajando en los sectores turismo, pesca y acuacultura, los cuales tuvieron afectaciones importantes. Otros factores de vulnerabilidad son la proliferación de edificaciones informales, sin mantenimiento y/o con estándares de construcción inadecuados con respecto al tipo de suelo sobre el que se asientan.
  8. *Sistema de Alerta Temprana (SAT)*. Uno de los temas prioritarios para mejorar el desempeño de gestión de riesgo de desastres en Ecuador es el fortalecimiento del Sistema Nacional de Alerta Temprana frente a eventos de amenazas[[13]](#footnote-14). El diseño del SAT consta de elementos que deben trabajar de manera orgánica: (i) monitoreo y análisis de amenaza (utilizando información recopilada automáticamente de estaciones de observación de eventos naturales), (ii) toma de decisiones para alertar a ciudadanos ante eventos de amenazas y difusión de la misma información hacia ciudadanos mediante medios de comunicación y sirenas comunitarias; (iii) acción preparativa de los ciudadanos tras recibir la información de alerta (por ejemplo de evacuación a centros de albergue o sitios seguros). Se trata de un sistema para empoderar a los ciudadanos y comunidades expuestas a las amenazas con fines de actuar (evacuar u otras medidas), en tiempo oportuno en caso de emergencia con el objetivo de reducir la pérdida de vidas, daños a las personas o a la propiedad, así como mitigar en lo posible afectaciones a la infraestructura y el medio ambiente.
  9. Durante los últimos años se ha expandido la instalación de SATs en varios países para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas a amenazas (UNISDR, 2010). Del apropiado funcionamiento y mantenimiento de estos sistemas se generan beneficios en las poblaciones objetivo, entre las que se destacan: (i) reducir el número de personas afectadas; (ii) beneficiar específicamente a grupos más vulnerables (niños y niñas, adultos mayores, indígenas y discapacitados, quienes en general enfrentan más dificultades para la información en situación de emergencia permitiéndoles una evacuación oportuna; y (iii) bajo costo de instalación y mantenimiento comparado con otras medidas (por ejemplo obras de infraestructura destinadas a protección civil[[14]](#footnote-15)).
  10. El funcionamiento del SAT ecuatoriano frente al sismo de abril de 2016 no satisfizo sus objetivos operacionales[[15]](#footnote-16), ya que el GdE reportó que muchos ciudadanos no habían recibido la información inmediata del sismo (por ejemplo, su epicentro y magnitud) ni el alerta de posible amenaza adicional por tsunamis.

### Enfoque.

* 1. Existen una secuencia de elementos básicos que se enlazan para la evaluación del riesgo de desastre: la tipología y las características de la amenaza/peligro, los elementos expuestos al mismo (es decir el inventario afectado medido en personas y bienes) y la vulnerabilidad de ese inventario a las características de la amenaza enfrentada. El primer elemento se centra en aspectos específicos del evento. Por ejemplo, los peligros ligados a un terremoto se caracterizan por su ubicación, epicentro y magnitud, junto a otros parámetros técnicos importantes. A su vez, un tsunami se distingue por su caudal, altura, trayectoria y velocidad proyectada. Estos eventos presentan distintos niveles de riesgo conforme a sus características, lo que suele establecerse útilmente por vía de una serie de escenarios posibles[[16]](#footnote-17).

**Figura 1.** Elementos del modelo de evaluación del riesgo de desastre



*Fuente: Elaboración Propia en base a Copenhage Consensus. 2012. Natural Disasters.*

* 1. El segundo aspecto consiste en identificar el inventario afectado, incluyendo en éste los seres humanos, los bienes y el medio ambiente físico en riesgo. Para caracterizar este aspecto se busca conocer en detalle su ubicación geográfica particular, el número de personas expuestas o en condición de ser afectada por la amenaza, la magnitud de las actividades económicas de la región, dimensiones, calidad y tipología de la infraestructura. Analizados en conjunto, los aspectos ligados a la amenaza con los elementos expuestos permiten incorporar la perspectiva de vulnerabilidad frente al potencial desastre. A partir de ello se pueden establecer supuestos fundados para determinar la eventual pérdida de vidas humanas y bienes en caso de ocurrencia del desastre (y asignarle una valoración económica).
  2. La medida básica para evaluar cambios en la exposición catastrófica de un inventario es definida en la literatura especializada como la curva de probabilidad de excedencia[[17]](#footnote-18) (EP). Ésta es básicamente una herramienta matemática que considera un lugar geográfico definido, un inventario expuesto identificado, una amenaza estudiada y una determinada condición de vulnerabilidad frente a los eventos posibles (así como la probabilidad asociada con cada uno de ellos). Más precisamente, el análisis requiere establecer la probabilidad de que se pierda frente a un evento determinado un valor de *X* dólares (o *N* vidas, o ambos combinados, según la métrica priorizada). Las pérdidas esperadas (medidas por vía de un promedio anual de pérdidas sin intervención) se cotejan contra las medidas planificadas de Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) que permitirían disminuir la condición de vulnerabilidad de personas y bienes (y por lo tanto minimizan la pérdida esperada). Los beneficios se cuantifican entonces mediante la comparación de ambos escenarios hipotéticos aplicados (pérdidas esperadas con y sin medidas de RDD) y actualizados en el horizonte temporal relevante (10 o 20 años, conforme a la estrategia de intervención). Al incorporar al análisis las estimaciones de costos que representan las medidas de RRD (que se derivan de fuentes técnicas y científicas especializadas), se calcula una relación beneficio-costo (ratio B/C) empleada cómo la herramienta más habitual de comparación.
  3. El enfoque beneficio-costo de proyectos que salvan vidas en riesgo en general utilizan de referencia el valor estadístico de la vida (*VeV o statistical value of life* en inglés) para las estimaciones. El intento es asociar un valor monetario para llevar a cabo el análisis económico cuantificado que posibilite comparar opciones de intervención. Si el proyecto reduce la probabilidad de que un individuo muera, puede considerarse que el mismo permitirá evitar (ahorrar) un número de vidas estadísticas igual a la reducción en el riesgo de muerte de toda la población expuesta. Como tradicionalmente se aplica en la literatura, se considera un rango de estimaciones[[18]](#footnote-19) del VeV.
  4. Otras tendencias observadas en estudios recientes[[19]](#footnote-20) sugieren que los incrementos en la magnitud de las pérdidas proyectadas por desastres meteorológicos se ven impulsados principalmente por aumentos en la dimensión económica de las zonas expuestas. La implicación general es que, aunque el desarrollo económico tiende a reducir la vulnerabilidad individual, es a la vez un elemento que impulsa mayor exposición acumulada de personas y activos económicos en áreas proclives a amenazas relacionadas con la meteorología, en particular en zonas urbanas y costeras. El riesgo de pérdidas económicas parece estar aumentando más rápidamente que el riesgo de mortalidad, lo cual es reflejo de un aumento más rápido en la exposición del PIB (medido en dólares estadounidenses) que en la exposición de la población (medida en habitantes).

### Situación Sin Proyecto vs. Con Proyecto

* 1. *Concepto.* El presente análisis sustenta el retorno económico de las inversiones previstas en el Programa a partir de dos escenarios futuros alternativos. Ello implica una estimación cuantitativa de los beneficios esperados netos de costos, basándose en la comparación entre las expresiones simuladas de la situación *Sin Proyecto* (sin intervención) frente a la situación *Con Proyecto* (resultados esperados a partir de las acciones previstas).
  2. De mantenerse las debilidades existentes, el aviso de alerta que podría emitir el Sistema no llegaría ser difundido a tiempo o no alcanzaría a todas las poblaciones afectadas, generando amplias pérdidas de vidas, heridas o lesiones personales, daños a bienes y ambiente y merma de las capacidades futuras de generación de riqueza. El planteo del presente análisis es que a partir del funcionamiento pleno y mejorado del SAT el impacto negativo de una eventual emergencia sería significativamente reducido.
  3. *Estimaciones de riesgos ligados al evento*. En esa perspectiva, es necesario establecer una caracterización de carácter científico y técnico sobre dos aspectos propios de los desastres que el sistema atenderá a los fines de disminuir el riesgo de sus potenciales impactos: i) su probabilidad de ocurrencia y ii) las características en que el peligro podría presentarse, en términos de la dimensión de las áreas que podrán sufrir un evento mayor o destructivo (y otros factores complementarios) en función de su probabilidad asociada. Ambos elementos son en principio externos a la intervención, es decir que dependen de aspectos sísmicos, hidrológicos, climatológicos[[20]](#footnote-21) y presentan comportamientos de compleja predictibilidad. Si bien se trata de factores que actúan de forma idéntica sobre los escenarios futuros alternativos de este estudio (*Sin Proyecto* y *Con Proyecto*), su valoración incide de forma sustantiva sobre los resultados finales que arrojen los indicadores de beneficio-costo[[21]](#footnote-22). Al incorporar el concepto de vulnerabilidad, ambos escenarios se diferencian claramente, permitiendo la intervención mejorar las condiciones en que la población objetivo podrá preservar su vida, integridad física y activos.
  4. A los fines de establecer una probabilidad futura estimada de ocurrencia de los eventos o amenazas de interés para el Programa (tsunamis o desbordamiento de ríos), se toman como fundamento técnico las estimaciones de la SGR a partir del registro de eventos adversos y previsiones, los escenarios de riesgo elaborados por la Dirección de Monitoreo y los estudios del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN). El basamento técnico particular sobre desbordamiento de ríos surgen de datos de históricos que reflejan impactos de eventos históricos en las Provincias donde se planifica la intervención, los cuales se estima serán reducidos parcialmente a partir de la intervención.
  5. *Beneficios esperados*. Se estima que el funcionamiento mejorado del Programa permitirá disminuir la vulnerabilidad del área y sus habitantes, que se manifiesta por los siguientes conceptos: (i) Reducción de muertes y daños personales de los habitantes de las regiones que viven en las zonas de alta vulnerabilidad; (ii) disminución de pérdida de bienes públicos y privados[[22]](#footnote-23); y (iii) consolidación de condiciones estructurales que alientan el desarrollo socio-económico. Mientras que los conceptos (i) y (ii) se presentan como resultado directo de la intervención, el concepto (iii) resulta una contribución a largo plazo, que requerirá la presencia de otros elementos para traducirse en impactos efectivos. A partir de los fundamentos que resultan de literatura especializada o estudios profesionales y técnicos, serán valorizados los beneficios económicos proyectados de los criterios (i) y (ii).
  6. *Costos incrementales.* Los costos computables se componen de las inversiones iniciales y los costos de operación y mantenimiento futuros. Los componentes que integran el programa están orientados en forma directa a resolver los aspectos antes señalados de modo congruente y conjunto son los siguientes: (i) Fortalecimiento de su capacidad de monitoreo y pronóstico y (ii) Fortalecimiento del sistema de emisión de alertas y de las capacidades de reacción de las comunidades afectadas. Los costos de operación y mantenimiento previstos son los necesarios para sostener el apropiado funcionamiento del Sistema en el período de vida planteado.
  7. Uno de los aspectos críticos de la evaluación es establecer correctamente condiciones de causalidad. En términos prácticos, determinar una razonable correspondencia entre las acciones planteadas y los efectos esperados en la población objetivo. En este caso particular debido a su naturaleza, existe una alta incertidumbre vinculada a la probabilidad de ocurrencia de los desastres. Asimismo, es fundamental separar, en caso de que se identifiquen, beneficios que podrían corresponder a otras instituciones (o programas) que podrían actuar sobre el Programa en forma contemporánea. El objetivo es evitar que se atribuyan a una determinada intervención beneficios que correspondan y resulten del esfuerzo de un conjunto de instituciones y/o programas.

### Criterios de cuantificación de costos y beneficios

* 1. Para realizar la evaluación del programa cada concepto de beneficio estimado y costo previsto es valorizado en un eje de tiempo, a partir de lo cual se formula un flujo de fondos para los 20 años (plazo estimado de vida útil del Programa). La secuencia de análisis finaliza en la determinación del ratio B/C, la tasa interna de retorno del programa (TIR) y el valor actual neto (VAN) a partir de la sumatoria de los flujos positivos y negativos esperados de la intervención prevista. Se entiende que la intervención tiene sentido como un conjunto y que las diferentes acciones presupuestadas sientan las bases para enfrentar los retos reduciendo los riesgos futuros, traduciéndose en beneficios que podrían ocurrir aún fuera del alcance de medición del presente programa.
  2. Entendiendo que facilitan el proceso decisorio posterior, los beneficios ligados a la reducción de vidas humanas se presentan de modo desagregado con los efectos sobre activos físicos. Asimismo, dada la característica de alta incertidumbre ligada a los desastres se establecen distintos rangos de valoración a las hipótesis de ocurrencia y magnitud efectiva esperada de la amenaza, así como a otros supuestos críticos de valoración. De ello resulta un escenario básico o caso base, que será luego sometido a una sensibilización para establecer su fortaleza ante condiciones que podrían comportarse fuera del marco planteado. Para determinar los indicadores de retorno (B/C ––TIR – VAN), se adicionan los beneficios específicos proyectados en el eje de tiempo a partir de Flujo de fondos establecido en los párrafos previos.
  3. Considerando la existencia de parámetros de referencia que inciden de forma significativa en los resultados esperados, se plantean escenarios complementarios de valoración en base a: (i) la tasa de descuento (se plantea como alternativa una d= 7% para contraponer al d= 12% que refleja el nivel generalmente utilizado en evaluaciones de los organismos multilaterales) y (ii) distintas probabilidades de ocurrencia de tsunamis y su magnitud asociada (desastre de alto impacto y baja frecuencia), el evento de mayor relevancia dentro de las acciones de esta iniciativa.
  4. Desde otra visión más amplia es conveniente considerar no solo los efectos directos en materia de daños sino también el aporte del Programa contribuyendo a crear condiciones para promover el desarrollo económico a largo plazo (el monitoreo y control de impactos por ocurrencia de tsunamis o desbordamiento de ríos reduce la aversión al riesgo facilitando la captación de inversiones en las áreas expuestas). Esta expansión económica requerirá de otros factores concurrentes (aspectos macroeconómicos, políticas de impulso, vocación del sector privado), para que los beneficios se traduzcan en el largo plazo en una situación consolidada. Estos aspectos serán presentados con una mirada reflexiva de ponderación cualitativa, sin incorporar los mismos en los cómputos finales de TIR, VAN y ratio B/C.
  5. *Indicadores*. El análisis costo-beneficio se realiza mediante tres indicadores: el ratio B/C, la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN). A continuación, se presentan las fórmulas utilizadas para el cálculo de cada uno de estos indicadores de rentabilidad.
* Ratio B/C: La Relación Beneficio/Costo se calcula dividiendo los Beneficios Económicos (B) por el Costo de inversión, operación y mantenimiento (C), ambos actualizados a una misma tasa de descuento (Caso base d=12%).
* Tasa Interna de Retorno (TIR): Es aquella tasa que, aplicada a determinado flujo neto de beneficios (Beneficio neto de Costo de inversión, operación y mantenimiento, ambos incrementales), vuelve igual a cero su valor actual neto.
* Valor Actual Neto (VAN): El Valor actual neto se define como el beneficio económico generado (B) menos el costo del mismo (C), ambos actualizados a la tasa de descuento del 12% usualmente empleada para proyectos financiados por organismos multilaterales.

### Antecedentes en intervenciones similares.

* 1. A efectos de brindar una referencia sobre los beneficios en este tipo de intervenciones se ha revisado la literatura sobre el enfoque costo-beneficio aplicado en estos análisis[[23]](#footnote-24). Por una parte es conocido que las medidas necesarias para prepararse mejor para las crisis implican un costo cierto o efectivo, mientras que los beneficios son mayormente inciertos. El análisis costo-beneficio proporciona un medio para tratar de resolver esa limitación. Que una intervención se considere conveniente dependerá de varios otros factores, entre ellos uno de alta importancia: la probabilidad de que el desastre se produzca. Intuitivamente, cuando los eventos son más probables de ocurrir, más valiosas se consideran las medidas de reducción de riesgo. Por el contrario, eventos de alto impacto pero de baja probabilidad son potencialmente los más difíciles de evaluar. Asimismo, para las políticas que tienen efectos generacionales y la probabilidad trasciende varias generaciones, también hay un debate sobre el valor apropiado de la tasa de descuento a aplicar[[24]](#footnote-25).
  2. La Tabla 4 presenta un resumen estadístico detallado de la relación beneficio-costo en una serie de estudios en distintas categoría de estrategias de manejo de desastres. El mínimo y el máximo, así como la media de todos los estudios se proporcionan para cada tipología. Existe una considerable heterogeneidad en los estudios presentados: algunos se centran sólo en una determinada intervención en un área geográfica específica, otros consideran una intervención hipotética en un número de diferentes países, y algunos establecen generalizaciones a nivel global. Aun considerando esas restricciones, los valores mínimos y máximos dan una idea de la importancia de las intervenciones. Se destaca una alta dispersión en los resultados de SAT[[25]](#footnote-26) pero predomina la conclusión de su utilidad.

**Tabla 4**. Ratio Beneficio/Costo en intervenciones de manejo de desastres.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Intervenciones de manejo de riesgo** | **Ratio B/C** | | |
| Mínimo | Máximo | Promedio |
| Sistemas Alerta Temprana | 0,9 | 57,0 | 15,7 |
| Medidas estructurales/(infraestructura en: | |  |  |
| Terremotos | 0,1 | 6,5 | 3,1 |
| Inundaciones | 0,1 | 60,1 | 11,1 |
| Tormentas tropicales | 1,5 | 18,6 | 5,5 |
| Mejora sistemas de agua y desagüe | 1,3 | 61,5 | 12,1 |
| Vacunación | 0,1 | 7,7 | 2,5 |
| Sistemas nutricionales | 1,0 | 648,0 | 61,1 |

*Fuente: World Bank. Benefit-Cost Analysis for Risk Management. 2014*

* 1. Algunos estudios con base en sistemas de alerta funcionando en Europa[[26]](#footnote-27), estiman que los sistemas de información y alerta temprana hidrometeorológicos ahorran varios cientos de vidas al año, evitan entre 460 y 2700 ​​millones de euros de pérdidas de activos de desastres por año y producen entre 3,4 y 34 billones de euros de beneficios adicionales por año a través de la optimización de la producción económica en sectores sensibles al clima (agricultura, energía, entre otros). El mismo trabajo plantea la hipótesis de que el potencial de beneficios similares en el mundo en desarrollo sería más que proporcional a la población, debido al tipo de amenazas, el clima y la geografía, así como principalmente por una mayor vulnerabilidad debido a las débiles condiciones estructurales de la infraestructura. Este análisis estima que los beneficios potenciales de información y capacidad de sistemas de alerta temprana en todos los países en desarrollo serían: (i) entre 300 millones y 2 mil millones de dólares por año de pérdidas de activos evitado debido a los desastres naturales; (ii) un promedio de 23.000 vidas salvadas por año; y (iii) entre 3 y 30 mil millones de dólares por año de pérdidas económicas futuras evitadas. Los beneficios totales alcanzarían entonces entre 4 y 36 mil millones de dólares por año. Debido a que algunos de los componentes más caros de los sistemas de alerta temprana se alimentan de instrumentos globales existentes (los satélites de observación de la Tierra, las previsiones meteorológicas mundiales), las inversiones adicionales son relativamente modestas (los ratios B/C se estiman a priori entre 4 y 36 veces).

# IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS

### Lógica del Programa

* 1. El objetivo central del Programa es apoyar en el desarrollo de un sistema nacional de alerta temprana frente a tsunamis y desbordamiento de ríos. El impacto esperado a largo plazo del programa es disminuir la vulnerabilidad de las áreas y reducir el número de personas fallecidas, heridas y afectadas por dichas amenazas.
  2. El Programa comprende dos componentes:

(i) Fortalecimiento de la red nacional de monitoreo y pronóstico. Este componente busca fortalecer la red nacional de monitoreo sísmico, oceanográfico (tsunamigenico) e hídrico que permita tomar decisiones de alerta temprana para tsunamis y desbordamiento de ríos de manera oportuna. Incluye: (i) fortalecer la red nacional de monitoreo sísmico administrado por IG-EPN incluyendo la adquisición e instalación de estaciones nuevas en las zonas de alto riesgo sísmico; (ii) ampliar la cobertura de estaciones hidrológicas automáticas a nivel nacional y garantizando la conectividad de información hidrológica entre las entidades públicas. Las actividades incluyen la adquisición e instalación de estaciones hidrológicas y meteorológicas en las zonas de alta susceptibilidad por el desbordamiento de ríos; (iii) fortalecer la red nacional de observación marítima y tsunamigenica administrada por INOCAR incluyendo, entre otros, la adquisición e instalación de boyas y software para monitorear las condiciones oceanográficas; (iv) realizar simulaciones colectivas para mejorar arreglos institucionales en caso de emergencia entre los operadores del SAT para tsunamis y desbordamientos de ríos, y de ahí (v) revisar y actualizar el protocolo de comunicación del SAT; y (vii desarrollar mapas de amenaza probabilista por desbordamiento de ríos de la Región Costa.

(ii) Fortalecimiento del sistema de emisión de alertas y de la capacidad reactiva comunitaria. Este componente busca incrementar el número de ciudadanos que reciben información de alertas mediante sirenas comunitarias instaladas y saber cómo proceder en caso de emergencia (e.g. evacuación a zonas seguras). Este componente incluye: (i) adquirir e instalar, bajo la responsabilidad de ECU-911, sirenas comunitarias del SAT en municipios seleccionados de alta exposición por tsunamis, de acuerdo con los parámetros de priorización del Gobierno en las zonas de alto riesgo de tsunamis, con finales de aumentar la cobertura del mismo a nuevas Provincias en Santa Elena, Guayas, El Oro y Galápagos; (ii) adquirir e instalar, bajo la responsabilidad de ECU-911, sirenas comunitarias del SAT en municipios seleccionados de alta exposición por desbordamientos de ríos, de acuerdo con los parámetros de priorización del Gobierno en las zonas de alto riesgo, con la finalidad de aumentar la cobertura del mismo a nuevas Provincias en Santa Elena y Guayas; (iii) adquirir e instalar, bajo la responsabilidad de ECU-911, equipos de radio-comunicación del cuerpo de bomberos en los municipios de las Provincias de Guayas, Santa Elena, El Oro y Galápagos, en donde instalen las sirenas, para poder asistir a las comunidades a la hora de evacuación; (iv) preparar los materiales necesarios para definir la ruta de evacuación de las municipalidades en donde se instalen sirenas en Santa Elena, Guayas, El Oro y Galápagos Manabí y Esmeraldas, incluyendo la elaboración de plan de evacuación e instalación de señaléticas y luminaria de emergencia; (v) Realizar, bajo la responsabilidad de SGR en coordinación con las autoridades locales, talleres y simulacros comunitarios en municipalidades para mejorar la capacidad de preparación comunitaria para reacción y evacuación en caso de eventos de desastres. (Se realizarán también simulaciones y simulacros a nivel nacional y provincial en Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Galápagos); y (vi) desarrollar la estrategia nacional para evacuación vertical, incluyendo plan de construcción de sitios artificiales.

* 1. El proceso de identificación y valorización de los beneficios esperados que se presenta seguidamente en este capítulo tiene como objetivo principal analizar la razonabilidad de la inversión, estableciendo relaciones de causalidad con las actuaciones previstas.

### Probabilidad de ocurrencia de los desastres

* 1. *Introducción.* El planteo de mejoramiento del SAT trabaja sobre dos tipos de amenazas de características diferentes: mientras los tsunamis constituyen un evento de baja probabilidad de ocurrencia y alto impacto, por otra parte el desbordamiento de ríos es un evento de alta frecuencia y menor impacto relativo.
  2. *Premisas para tsunamis.* Estudios a nivel global *[[27]](#footnote-28)* establecen que los eventos de tsunamis grandes e infrecuentes, aunque enormemente destructivos, por lo general representan un mayor riesgo de mortalidad que el efecto acumulativo de eventos más pequeños y frecuentes. El análisis de la exposición a tsunamis, por lo tanto, se centra en eventos extremos generados por grandes terremotos con periodos de retorno de aproximadamente 500 años (en términos formales, una probabilidad de un 10% de que se presente un evento en 50 años). Los países grandes de Asia, como Indonesia y Japón, tienen una alta proporción de sus habitantes que viven en zonas proclives a tsunamis[[28]](#footnote-29).
  3. Como se ha expresado, a los fines de establecer una probabilidad futura estimada de ocurrencia y magnitud del evento o desastre de interés del Programa (tsunamis o desborde de ríos) se han revisado los trabajos previos de la SGR a partir del registro de eventos adversos y previsiones y los escenarios de riesgo elaborados por la Dirección de Monitoreo. Han existido en el siglo pasado eventos que afectaron la Región Costa, aunque sus daños no se encuentran rigurosamente documentados. Si bien informaciones periodísticas reportan la existencia de muertes en los casos de 1906 y 1958, existen restricciones para transpolar la situación a los tiempos actuales. La zona de interés contaba con un desarrollo humano, de infraestructura y socio-económico 50 años atrás, por lo que los antecedentes en materia de efectos no son asimilables. El frente costero expuesto a la ocurrencia de fenómenos era en la práctica de menor extensión y mucho menos poblado.
  4. Un estudio reciente[[29]](#footnote-30) refiere a trabajos previo basados en análisis estadísticos de recurrencia y períodos de retorno. En ellos se había establecido la probabilidad condicional de que se produjera un sismo de magnitud 7,9 con epicentro en el lecho marino o muy cercano al mar, frente a las costas de Manabí y Esmeraldas, con probabilidad de ocurrencia del 90% entre 1989-2009. Tal predicción estadística se habría cumplido en el año de 1998, con el terremoto de Bahía de Caráquez, cuyo epicentro se ubicó en la línea de costa. La complejidad del caso es que la magnitud del sismo y la profundidad del mar en el epicentro fueron insuficientes para generar un tsunami destructor, habiéndose detectado solamente uno de tipo instrumental (con alturas de ola ligeramente superiores a las acostumbradas para esas localidades). Esta reflexión atiende a que la incertidumbre pasa no solo por la probabilidad de ocurrencia sino por la combinación de la misma con las características que determinan su efecto destructivo. Aunque los tsunamis son relativamente infrecuentes, podrían sobrevenir con mayor asiduidad de lo que la población cree. De hecho, debido a la variación de las pautas de asentamiento de la población y, por consiguiente, al aumento de ésta en las zonas costeras, la memoria colectiva de esos episodios no se transmite adecuadamente de una generación a otra.
  5. *Premisas para desbordamiento de ríos.* La Secretaría de Gestión de Riesgos ha elaborado mapas para 72 localidades. De ellos surge la población probablemente bajo riesgo, así como la dimensión estimada de la infraestructura pública y privada en las áreas amenazadas. La existencia de eventos adversos previos, incidentes y estudios constituyen los antecedentes para establecer una hipótesis futura de recurrencia.

### Magnitud del impacto potencial sobre las personas

* 1. *Efectos de los desastres en general.* De acuerdo con la base de datos OFCA / CRED EM-DAT, relacionados los fenómenos extremos de carácter climático mataron a un promedio de 43.000 personas por año en los países en desarrollo entre 1970 y 2011. Dado que la población total en el año 2011 en los países en desarrollo era aproximadamente 5.7 mil millones personas, hay una probabilidad de mortalidad anual de 7,5 por millón debido a los fenómenos meteorológicos. Las desventajas con respecto al mundo desarrollado no se deben solamente a la presencia de sistemas alerta temprana, sino que también los materiales de construcción de la vivienda y la calidad de la infraestructura en general, así como las obras de protección contra desastres (diques, sistemas de drenaje) son también son importantes. Las diferencias en el clima (por ejemplo, la exposición a las tormentas tropicales es mayor en las áreas en desarrollo) también marcan una diferencia.
  2. *Impacto de los tsunamis*, Los tsunamis son más frecuentes en el Océano Pacífico, debido a la actividad sísmica y volcánica existente en la frontera de las placas tectónicas a lo largo del Cinturón de Fuego del Pacífico. El Centro de Alertas de Tsunami del Pacífico (PTWC) fue creado en 1949, en respuesta al tsunami originado en las Islas Aleutianas en 1946, que devastó Hilo, Hawái. El sismo que afectó a Chile en 1960 con alta intensidad desencadenó un tsunami que llegó a afectar a zonas tan distantes como Hawái. El tsunami ocurrido en el Océano Índico en 2004 fue uno de los más letales de la historia, ocasionando uno de los desastres más devastadores en pérdidas humanas: 230.000 personas fallecidas. Por desgracia, la región no disponía de un sistema de alerta temprana[[30]](#footnote-31). Otro estudio[[31]](#footnote-32) difiere levemente en la cifra de muertos (210.000) pero incorpora una estimación de daños económicos en infraestructura y bienes del orden de US$ 10.000 millones.
  3. El tiempo que transcurre entre el evento desencadenante y la arribada a tierra del tsunami es una variable clave, puesto que influye en la efectividad que pueden tener los sistemas de alerta temprana que avisan del tsunami (la posibilidad de llevar a cabo una evacuación efectiva). Chile, India, Indonesia, Myanmar, Perú, las Islas Salomón, Portugal, Tonga, Pakistán, Papúa Nueva Guinea y Filipinas son países que muestran niveles particularmente altos de amenaza, en vista de que los tsunamis podrían azotar la costa en menos de 15 minutos con olas de más de 6 metros de altura[[32]](#footnote-33).
  4. Un antecedente de gestión de riesgo ante tsunami ha sido la ejecución del proyecto: Preparación ante Desastre Sísmico y/o Tsunami y Recuperación Temprana en Lima y Callao, financiado por ECHO y ejecutado por INDECI en asociación con el Gobierno Regional de El Callao, la Municipalidad Metropolitana de Lima, Municipalidad Provincial del Callao, Municipalidades Distritales de Rímac y Villa María del Triunfo. Se simularon consecuencias ante un sismo Mb 8 frente a El Callao que arrojó los siguientes efectos; 50.000 personas fallecidas, 680.000 heridos, 200.350 viviendas colapsadas. y 348.350 viviendas inhabitables[[33]](#footnote-34).
  5. La población de la Costa de Ecuador bajo amenaza se resume en el siguiente cuadro. Se observa que de una población total de 7,3 millones de habitantes, el grupo expuesto al desastre representa 14.1%.

**Tabla 5**. Población total y bajo amenaza de las Provincias de la Costa.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Provincia | Habitantes Totales | Población en riesgo |
| EL ORO | 680.845 | 2.688 |
| ESMERALDAS | 608.906 | 294.452 |
| GALAPAGOS | 30.172 | 30.170 |
| GUAYAS | 4.146.996 | 76.002 |
| MANABÍ | 1.510.375 | 386.233 |
| SANTA ELENA | 367.235 | 245.384 |
| TOTALES REGION | 7.344.529 | 1.034.929 |

*Fuente: ECU 911,*

* 1. La población que habita en las cercanías a playas tendidas o de poca pendiente, con presencia de marismas, islas o bajos arenosos y estuarios están en muy alto riesgo ante tsunamis. Por el contrario, quienes habitan en zonas colinadas, playas levantadas y cerca de acantilados costeros son consideradas sujetos de bajo riesgo para eventos tipo maremoto (sin embargo son de alto riesgo frente a sismos con características de terremoto precursor) debido a la inestabilidad de sus laderas, taludes y acantilados que pueden originar deslizamientos, desprendimientos y derrumbes.
  2. En el siglo pasado ocurrieron seis eventos sísmicos (1906, 1933, 1953, 1958, 1979 y 1998), que generaron tsunamis de diversa magnitud a lo largo del litoral ecuatoriano. Los maremotos pueden representar una fuerza altamente destructiva y cuando ocurren pueden arremeter contra las costas de manera muy agresiva, además de generar inundaciones de hasta cientos de metros tierra adentro, ocasionando un movimiento del agua capaz de destrozar viviendas, edificios y otro tipo de construcciones. La pérdida de vidas, el número de personas heridas y el daño de infraestructuras pueden ser extremadamente altos, como se observó con la ocurrencia reciente de los tsunamis del Océano Indico en 2004 y de Japón de 2011, y en menor medida en Chile de 2010[[34]](#footnote-35).
  3. Ante la inexistencia de una previsión técnica rigurosa brindada por el Gobierno de Ecuador (los estudios probabilísticos se encuentran en fase de preparación) se efectuó un análisis de informaciones de referencia como fundamentos para establecer un rango de probabilidades de ocurrencia y magnitudes aplicable al presente estudio. En la Tabla que sigue se presentan los antecedentes de los tsunamis ocurridos en los últimos 150 años sobre los que existen datos de pérdidas de vida. Se incluyen los de mayor relevancia, dentro de un listado de 74 casos[[35]](#footnote-36) entre 1868 y 2016.

**Tabla 6**. Tsunamis registrados en el período 1868 -2016

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fecha | Ubicación | Magnitud | Altura máxima | Perdida vidas | Población expuesta | Rel Vidas/ Población E |
| 2011 | Honshu Japan | 9,0 | 38.9 | 18.453 | 2.548.000 | 0,72% |
| 2004 | Coast of Sumatra | 9,1 | 50.9 | 227.899 | 7.500.000 | 3,04% |
| 1998 | Papua New Guinea | 7,0 | 15.0 | 2.182 | 150.000 | 1,45% |
| 1976 | Philipinas | 8,0 | 9.0 | 68.000 | 980.000 | 6,94% |
| 1952 | Kamtchatka, URSS | 9,0 | 18.4 | 10.000 | 400.000 | 2,50% |
| 1945 | Makran, Pakistan | 8,0 | 17.0 | 4.000 | 467.500 | 0,86% |
| 1933 | Sanriku, Japan | 8,4 | 29.0 | 3.022 | 1.872.000 | 0,16% |
| 1896 | Sanriku, Japan | 9,4 | 38.0 | 26.000 | 1.144.000 | 2,27% |
| 1868 | Chile-Peru | 8,3 | 24.0 | 27.282 | 400.000 | 6,82% |

*Fuentes: Desastres TohokunUniversity-IRIDeS. A Global Assessment of tsunami hazards over the last 400 years y* [*www.tsunami-alarm-system.com/en/phenomenon-tsunami/occurrences-pacific-ocean.html*](http://www.tsunami-alarm-system.com/en/phenomenon-tsunami/occurrences-pacific-ocean.html)*.* *Población expuesta. GAR. Evaluación de riesgo global de desastres. Cap. 2. 2009*.

* 1. La información resumida permite incorporar en el cálculo presentado en la columna final (relación Pérdida de Vidas / Población Expuesta) un marco de referencia. Se observa que los desastres presentaron un rango entre 0.16% y 6.94% (promedio lineal 2.75%). En general es conocido que los mayores impactos se han registrado en aquellas regiones donde la vulnerabilidad de los territorios era mayor y donde no existían SATs operativos. También se menciona para el evento de Japón 2011 que existía efectivamente un SAT, pero el mismo no habría operado de modo eficiente.
  2. Avanzando a la referencia de la vulnerabilidad de la región expuesta de Ecuador, los asentamientos humanos se presentan en zonas bajas y planas, cerca de playas de poca pendiente, sobre islas arenosas, presentando elevado riesgo ante tsunamis por su alta vulnerabilidad, física, socio–cultural, y morfológica, ante la inexistencia de zonas que brinden seguridad y la desaparición de barreras naturales. Se considera que la pérdida de vidas, el número de personas heridas y el daño de infraestructuras pueden ser extremadamente altos en caso de un evento extremo, comparable a los observados en Océano Índico 2004 y Japón 2011.
  3. Teniendo en cuenta los elementos planteados y las referencias expuestas, se estimó el riesgo máximo del evento sobre la base de una pérdida de vidas de 21.000 con una probabilidad de ocurrencia de 10% en los próximos 50 años (p= 1:500). Dicho valor representa el 2.03% de la Población expuesta a amenazas de tsunami, estimada en 1.034.929 por los expertos técnicos del GdE (cifras por debajo de promedio antes referido). A los fines de establecer un escenario complementario, sobre la base de una probabilidad p 1.250 (un desastre cada 250 años) se estimó una pérdida potencial máxima de 5.250 vidas, equivalente al 0.51% de la Población expuesta. Este dato es razonable considerando dos factores: (i) ante un período de recurrencia menor, la pérdida potencial máxima se reduce más que proporcionalmente (aspecto ampliado en Capítulo 4. Escenarios Complementarios de Evaluación); (ii) el porcentaje de vidas pérdidas sobre la población expuesta de los tres eventos menos severos en la Tabla 6 es 0.58%. Dado que los valores presentan una alta incertidumbre por la naturaleza del fenómeno, los resultados presentados se exponen asumiendo que la magnitud de ambos impactos citados podrían moverse dentro del rango de valores que se presentan en la tabla que sigue.

**Tabla 7**. Probabilidad de ocurrencia y rangos de magnitud asociada. Pérdida de vidas.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Situación | Perdida media | Probabil | Mínimo | Máximo |
| Sin proyecto | 21.000 | 1 en 500 | 10.500 | 31.500 |
| 5.250 | 1 en 250 | 2.625 | 7.875 |
| Con proyecto | 11.550 | 1 en 500 | 5.775 | 17.325 |
| 2.888 | 1 en 250 | 1.444 | 4.332 |

*Fuente: Elaboración propia en base a informaciones citadas en Tabla 6.*

* 1. En el cuadro que antecede se ha incorporado la magnitud de pérdidas bajo el supuesto de que la prevención del riesgo de desastres continúe funcionando con las debilidades existentes (Situación Sin Proyecto) o que incorpore el SAT optimizado (Con Proyecto). En el apartado *Parámetros para la cuantificación del efecto-beneficio SAT,* que se presenta más adelante en este Capítulo, se expresan los fundamentos de la reducción esperada en términos de pérdida de vidas, la cual se estimó en un 45%.
  2. *Impacto de los desbordamientos de ríos en Ecuador.* En este caso, el tiempo que transcurre desde la detección del fenómeno es mayor, lo que hace más factible la posibilidad de atenuar parte de sus efectos directos sobre los bienes que en el caso de tsunamis. Sin embargo, los daños acumulados son significativos en función de su elevada recurrencia.
  3. Aproximadamente el 18% de la población de Ecuador y el 12% del territorio (14.000km2) está expuesta a inundaciones. Solamente en la última etapa invernal (enero-mayo 2016), se registraron 410 inundaciones, casi 80% de las cuales tuvieron lugar en la región costera (SGR, 2016). En términos de las áreas de intervención del programa, se estima que el 12,8% de la superficie de la subcuenca de Chongón (68,8 km2), el 16,0% del área de la subcuenca de Chone (373,5 km2), y el 17,3% del área de la subcuenca de Portoviejo (359,6 km2) es susceptible a inundación.. Por otra parte, la economía agrícola regional sufre de exposición crónica a inundaciones: el 12,6% del área de la subcuenca de Chongón, 86,2% del área de la subcuenca de Portoviejo y 95,1% del área de la subcuenca de Chone son zonas agroproductivas susceptibles (INFOPLAN-IGM, 2009, citado en Clavijo y Peñaherrera, 2013). La población de la Costa de Ecuador bajo amenaza se resume en el siguiente cuadro. Se observa que la población expuesta representa el 12% de los habitantes de Guayas y el 15% de los de Manabí.

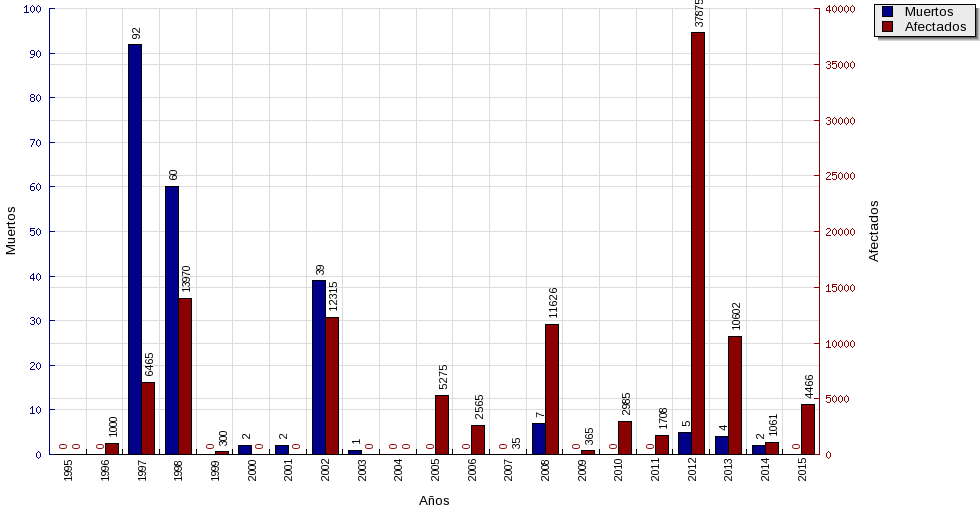
**Tabla 8**. Población total y bajo amenaza de desbordamiento en las áreas de intervención

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Provincia | Población total | Población en riesgo | % |
| GUAYAS | 4.146.996 | 499.883 | 12% |
| MANABÍ | 1.510.375 | 221.573 | 15% |
| TOTALES REGION | 5.657.371 | 721.456 | 13% |

*Fuente: ECU 911,*

* 1. Dentro de la Provincia de Manabí, la población expuesta a desbordamientos es aproximadamente 81.193 y 144.380 habitantes en las subcuencas de Portoviejo y Chone, respectivamente. Por su parte, en la Provincia de Guayas, si bien en la subcuenca de Chongón no hay asentamientos humanos significativos (Clavijo y Peñaherrera, 2013), su proximidad a la ciudad de Guayaquil hace que todos los sectores ubicados de la vía Perimetral hacia el noroeste de la ciudad, donde se concentra el 22% de la población, o 499.883 habitantes, sean propensos a inundaciones. Las informaciones sobre víctimas no se encuentran rigurosamente registradas y presentan algunas contradicciones. Entre 1970 y 2007 hubo cerca de 150 víctimas y 4.480 viviendas destruidas por inundaciones (Comunidad Andina, 2009). Por otra parte, el sitio Desinventar[[36]](#footnote-37) refiere para el período 1970 -2015 una cantidad de personas fallecidas y desaparecidas por el mismo motivo de 302 sólo para las dos provincias de interés.
  2. Se toma como referencia un documento oficial de SGR[[37]](#footnote-38) que analiza las distintas amenazas naturales que afectan al país. La mayor causante de muertes (incluyendo desaparecidos) en el período 1970-2010 han sido los deslizamientos con un número de 1910, seguidos por las inundaciones con un número de 716 personas. A partir de la focalización de los efectos en las áreas de interés, Guayas y Manabí, se determinaron los impactos observados en los últimos 20 años..

**Figura 2.** Muertos y afectados en Manabí y Guayas por Desborde ríos / 1995-2015



*Fuente:* [*https://online.desinventar.org/desinventar/#ECU-DEMO/*](https://online.desinventar.org/desinventar/#ECU-DEMO/)

* 1. Se observa que el pico de fallecimientos en la zona se corresponde con la presencia del fenómeno de El Niño en 1997/98, acumulando en sólo dos años 152 decesos (similar situación se había verificado en 1987 con 102 muertos). Independientemente de los fallecimientos la cantidad de afectados tiende a ser mayor, con una relación promedio de 338 afectados por cada 1 muerto (el total de afectados para el período considerado alcanzó a 96.624). Se esperaba una situación más compleja con la presencia de El Nino 2015-16 que se planteaba muy riguroso, pero las lluvias se manifestaron por debajo de los niveles críticos[[38]](#footnote-39). A pesar de esta referencia técnica, los datos preliminares presentan 1 fallecimiento y cerca de 4.000 afectados en Manabí y 3 muertes con aproximadamente 7.000 personas afectadas en Guayas.
  2. Dado que la zona específica que será beneficiada por el sistema de alerta cubre el 35% de las áreas bajo riesgo de inundación en Manabí y Guayas, a los fines de los cálculos de efectos futuros de la amenaza se aplicó un porcentaje similar el promedio de fallecimientos de los últimos 45 años (período 1970-2015. Complementariamente, el número de afectados tiene a acrecentarse en los últimos años, conforme a un documento de SGR[[39]](#footnote-40) que estaría señalando la presencia de tendencias más severas vinculadas al Cambio Climático. De ello surge la previsión que se presenta seguidamente.

**Tabla 9**. Desbordamiento de ríos – Pérdida de vidas y población afectada

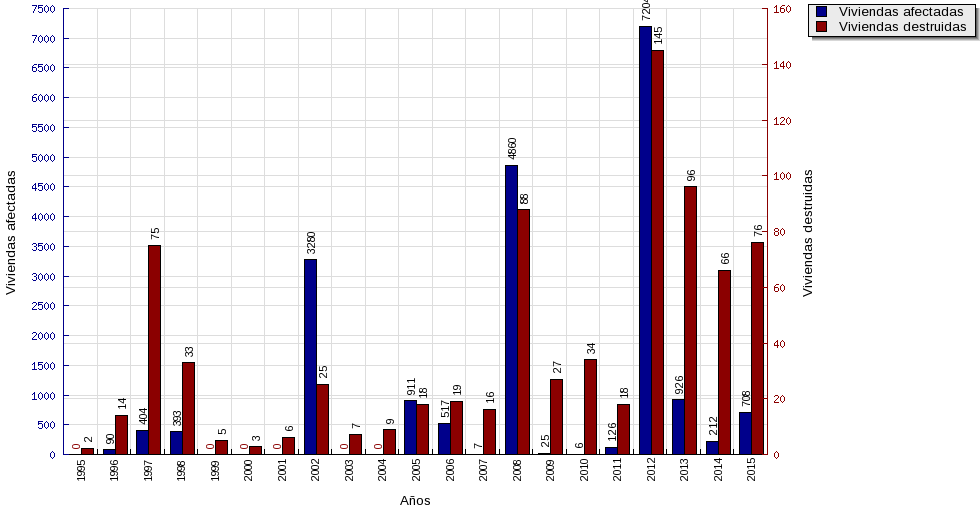
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Provincia | Población Expuesta 2016 | Pérdida vidas Tasa 1970-2015 | Pérdida vidas (anual estimado) | Heridos/ Afectados Tasa 2010-2014 | Heridos/ Afectados (anual estimado) |
| Guayas | 499.883 | 0,0003% | 1,6 | 0,48% | 2401 |
| Manabí | 221.573 | 0,0003% | 0,7 | 0,48% | 1064 |
| Total |  |  | 2,3 |  | 3.465 |
| Pérdidas evitadas en personas | | | 1,1 |  | 1.039 |
| Pérdidas evitadas en miles US$ | | | 299 |  | 468 |

* 1. La pérdida anual de vidas alcanza un porcentaje reducido en el perído 1970-2015, por ende el número absoluto de fallecimientos proyectado no es una cantidad elevada (considerando la población expuesta alcanzaría a 2.3 personas por año). En este caso su valorización responde a similar criterio que en el caso de tsunami, aplicando el Valor Estadístico de Vida calculado (promedio US$ 283.000) Complementaria mente, es mayor el número de habitantes que se han visto sujetas a los efectos del desastre, debido a: i) la disminución o suspensión en la provisión de los servicios; ii) daños psicológicos o psicosociales; iii) la falta o reducción en el acceso a bienes de uso cotidiano, iv) afectaciones en la salud a causa de las condiciones insalubres derivadas del desastre (enfermedades respiratorias o gastrointestinales) y, v) detrimento en la implementación de la protección social. En este caso, las afectaciones se valorizaron a un costo promedio diario de atención a afectados de US$ 30 (comida, medicinas y eventualmente refugio, estimación provista por el GdE) considerando un tiempo mínimo de 15 días (los perídos de atención varían entre 7 y 30 días habitualmente). Las dos últimas líneas refloejan las perdidas que serán evitadas al mejorar el funcionamiento del SAT optimizado. En el apartado *Parámetros para la cuantificación del efecto-beneficio SAT* que se presenta más adelante en este Capítulo se expresan los fundamentos de la reducción esperada en términos de pérdida de vidas, la cual se estimó en un 45% y en disminución de afectados, que se estimó en un 30%.

### Activos e Infraestructura en las áreas expuestas al desastre

* 1. *Introducción*. Algunos trabajos de especialistas[[40]](#footnote-41) recientes asumen al evaluar las pérdidas potenciales que la alerta temprana podría proporcionar los mismos beneficios relativos en términos de pérdidas evitadas en distintos países. En términos numéricos, siguiendo dicha hipótesis un sistema de alerta temprana similar al europeo permitiría una reducción en las pérdidas de activos relacionados con el desastre en los países donde se aplique entre 0,003 y 0,017% de su PIB[[41]](#footnote-42). Esto es un punto de referencia conservador, teniendo en cuenta que los países en desarrollo presentan una vulnerabilidad relativa superior frente a las amenazas. Esa estimación sugiere que la generalización de la calidad de los servicios y sistemas de alerta temprana que se pueden encontrar en los países desarrollados podría producir beneficios en términos de pérdidas evitadas entre 300 millones y 2 billones de dólares por año si se aplicaran iguales medidas en los países en desarrollo. Además, esta evaluación es probablemente una subestimación, ya que no tiene en cuenta las pérdidas indirectas de los desastres naturales, es decir, la merma potencial para generar riqueza futura que resulta de la destrucción de los activos reales capaces de crearla. En caso de catástrofes a gran escala, las pérdidas indirectas pueden ser del mismo orden de magnitud o aún superiores que las pérdidas directas.
  2. Los daños más frecuentes en materia de desastres se presentan en las viviendas de la población expuesta, aunque otras infraestructuras son habitualmente afectadas, tal como se explica seguidamente. Por ejemplo, el daño y el número de víctimas mortales en establecimientos educativos afectadas por desastres se ponen de relieve por desastres sísmicos estudiados. En 2002, una serie de terremotos en dos días sucesivos de magnitud Mw 5,7 golpearon la región de Molise en el sureste de Italia matando a 30 personas, 27 de las cuales eran niños atrapados en el derrumbe de una escuela primaria (Maffei y Bazzurro, 2004). Si el evento hubiera sido más severo, el daño a las escuelas de la zona y el número de víctimas mortales probablemente hubiera sido mucho más grave. El terremoto de magnitud 6,4 que afectó a la zona de Bingol, en el este de Turquía en 4 de mayo de de 2003, provocó que 27 escuelas de la zona experimentaran daños relevantes y otras 9 daños moderados. Ochenta y cuatro muertes ocurrieron cuando un bloque se derrumbó en un internado en Celtiksuyu (Ellul y D'Ayala, 2003). En China, después del terremoto de Sichuan, más de 7.000 aulas colapsaron. En las provincias de Sichuan y Gansu, más de 12.000 y 6.500 escuelas fueron afectadas, respectivamente (Reliefweb, 2009). En general, la infraestructura de las escuelas no se encuentra debidamente preparada para enfrentar las amenazas y los alumnos (especialmente los más pequeños) constituyen un grupo vulnerable para manejar las condiciones del desastre, lo que tiene de a agravar los efectos. Similar experiencia existe en relación a la infraestructura de salud, donde se han verificado significativas pérdidas en eventos recientes[[42]](#footnote-43).
  3. *Infraestructura y activos expuestos a inundaciones.* Otra de las afectaciones directas a la población es el daño y destrucción de las viviendas debido a inundaciones, deslizamiento y procesos de erosión que se presentan en eventos de desbordamiento. La estimación de la afectación a las viviendas resulta de fuentes diversas, entre ellas la publicación “El fenómeno El Niño 1997-1998: Memorias, retos y soluciones” de la CAF y otros documentos de la Dirección de Monitoreo de la SGR[[43]](#footnote-44). La cantidad de viviendas destruidas y afectadas alcanzaron a 837 y 19.669 unidades en las dos Provincias intervenidas en el período de los recientes 20 años. En el gráfico de más abajo se observa una significativa afectación a la infraestructura en los últimos 4 años por desbordamientos recurrentes.

**Figura 3.** Viviendas dañadas y afectadas en Manabí y Guayas por Desborde ríos/ 1995-2015.



*Fuente:* [*https://online.desinventar.org/desinventar/#ECU-DEMO/*](https://online.desinventar.org/desinventar/#ECU-DEMO/)

* 1. La Tabla 7 presenta datos de infraestructura relevante de las áreas de interés, expuestas a las amenazas tsunami y desbordamiento de ríos, a los efectos de su caracterización. Como será explicitado más adelante en este documento, dadas las características del fenómeno tsunami (escaso tiempo de respuesta) los beneficios de un SAT no serían tan relevantes para mitigar daños directos, hasta tanto se generan otras medidas estructurales que funcionen de modo congruente con el SAT. En el caso de desbordamiento de ríos, los beneficios del sistema pueden ser más significativos.

**Tabla 10** Principal infraestructura expuesta a tsunamis y desbordamiento de ríos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Conceptos | Tsunami | Ríos |
| Viviendas | 206.986 | 144.291 |
| Escuelas | 875 | 613 |
| Centros de salud | 51 | 36 |

*Fuente: Elaboración propia en base a información provista por SGR y ECU 911.*

* 1. Con respecto a los efectos sobre los bienes del tsunami, se asume que dado el escaso período que existe entre la detección que genera el alerta y la llegada a tierra del fenómeno, la probabilidad de disminuir los daños es baja. Esencialmente, el beneficio esperado se apoya en los impactos en la salud de las personas. En ese marco se estimaron beneficios en base a las siguientes informaciones de referencia y premisas.

**Tabla 11** Tsunami - Efectos sobre los bienes expuestos y pérdidas evitadas

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Infraestructura expuesta (Cantidad en unidades) | Datos 2016 | Afectación Máxima | Impacto anual (p 1:500) | Costo unitario bienes muebles afectados (US$ por unidad) | Costo bienes muebles afectados (US$) | Pérdida de bienes muebles evitada (US$) |
| Viviendas | 206.986 | 45.537 | 91,07 | 1.000 | 91.074 | 27.322 |
| Escuelas | 875 | 438 | 0,88 | 24.846 | 21.740 | 8.696 |
| Centros de salud | 51 | 26 | 0,05 | 470.588 | 24.000 | 9.600 |
| Total |  |  |  |  | 136.814 | 45.618 |

* 1. La estimación efectuada de esta tipología (cuyo impacto representa el 1% de los beneficios esperados por la reducción derivada de las mejoras implementadas al SAT sobre los efectos del tsunami) responde a un conjunto de supuestos. La referencia a la afectación máxima se refiere a lo siguiente: (a) el porcentaje de viviendas alcanzadas fue establecido en 11 veces la pérdida de vidas estimada, tomando en cuenta los resultados del ejercicio de simulación realizado en Perú[[44]](#footnote-45). De esta forma se estableció en el 22% de las viviendas del área expuesta (el impacto máximo en términos de vidas se fijó en el 2% de la población expustas), (b) en escuelas y centros de salud no se identificaron referencias técnicas para calcular un porcentaje de afectación, por lo que se adoptó discrecionalmente el criterio de que el 50% de los mismos serían alcanzados por los efectos del tsunami. A partir de esos cálculos la columna de impacto anual refleja el daño anual físico que luego de ser valorizado es computado en el flujo de fondos del programa.
  2. El AE requiere asignar una valoración a esos conceptos físicos establecidos. Por su parte, los costos unitarios de los bienes afectados en escuelas y centros de salud se vinculan con las pérdidas calculadas en los ejercicios de revisión realizados en este tipo de instituciones durante el Terremoto de abril de 2016. Los reportes sobre el mismo[[45]](#footnote-46) determinaron daños que incluyen infraestructura y bienes muebles. Dado que se asume que el sistema de alerta no modificará los impactos negarivos sobre la infraestructura fija, se adoptó a los fines de los cálculos de este documento que el 20% dicho valor corresponde a la porción de bienes muebles desplazables. Con respecto a los bienes muebles personales en los hogares se asumió un valor de pérdida de US$ 1.000 por vivienda (siguiendo la referencia del Terremoto de abril, el daño promedio por vivienda había alcanzado a US$ 14.800 en promedio, sin datos que permitan su discriminación en bienes muebles e inmuebles). A partir de los valores unitarios y las cantidades afectadas se puede establecer el Costo Anual estimado de pérdida de bienes (es decir la Situación Sin proyecto). En el apartado *Parámetros para la cuantificación del efecto beneficio SAT* que se presenta más adelante en este Capítulo se expresan los fundamentos de la reducción esperada en términos de pérdida de bienes la cual se estimó en un 30% para bienes muebles del hogar y un 40% en bienes muebles y equipos desplazables de escuelas y centros de salud[[46]](#footnote-47).
  3. Con respecto a los daños de bienes por desbordamiento de ríos, la experiencia muestra impactos recurrentes año tras año a partir de los cuale se ha elaborado la siguiente estimación.

**Tabla 12** Desbordamiento ríos- Efectos sobre bienes expuestos/ pérdidas evitadas

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Infraestructura expuesta (Cantidad en unidades) | Datos 2016 | Tasa Afectación Prom 2010-2014 | | Impacto anual | | Costo unitario bienes muebles afectados (US$ por unidad) | Costo bienes muebles afectados (US$) | Pérdida de bienes muebles evitada (US$) |
| Viviendas | 144.291 | | 0,48% | | 693 | 1.000 | 692.935 | 207.880 |
| Escuelas | 613 | | 5,00% | | 30,63 | 12.423 | 380.450 | 152.180 |
| Centros de salud | 36 | | 5,00% | | 1,79 | 235.294 | 420.000 | 168.000 |
| Total |  | |  | |  |  | 1.493.385 | 528.060 |

* 1. La estimación responde a los siguientes supuestos. La referencia a la afectación histórica suge de las estadísticas de informes de SGR citados[[47]](#footnote-48) en lo que respecta a su componente más importante (viviendas). En escuelas y centros de salud no se identificaron referencias técnicas rigurosas para calcular una afectación, por lo que se adoptó el criterio a partir de juicios de expertos (la opinión es que regularmente entre el 5 y 10% de las escuelas y centros de salud sufren los efectos del desbordamiento de ríos). El costo unitario de los daños toma similares referencias que en el caso de los tsunami, aunque se estima que los efectos podían ser de menor magnitud por la naturaleza del desastre, por lo que en el caso de Escuelas y Centros de salud la valoración aplicada es el 50% que la resultante de los estudios sobre el Terremoto de 2016. Las últimas dos columnas presentan el Costo total de los bienes muebles afectados y la Pérdida de Bienes evitada, respectivamente, Cómo se explicó previamente, en el apartado *Parámetros para la cuantificación del efecto beneficio del SAT*, que se presenta más adelante en este Capítulo se expresan los fundamentos de la reducción esperada en términos de pérdida de bienes la cual se estimó en un 30% para bienes muebles del hogar y un 40% en bienes muebles y equipos desplazables de escuelas y centros de salud.
  2. *Efecto sobre la actividad económica.* Se asume que la mayor parte de la actividad comercial se distribuye a lo largo del país conforme a la dispersión poblacional. Por otra parte, se estima que la economía agrícola regional sufre de exposición crónica a inundaciones: el 12,6% del área de la subcuenca de Chongón, 86,2% del área de la subcuenca de Portoviejo y 95,1% del área de la subcuenca de Chone son zonas agroproductivas susceptibles (INFOPLAN-IGM, 2009, citado en Clavijo y Peñaherrera, 2013). Vias de tránsito afectadas alcanzan a 595 km en Esmeraldas y 1.197 km en Guayas, afectando la actividad productiva. Tierras afectadas 43.000 has en Esmeraldas y 354.000 has en Guayas. La distribución de las principales actividades económicas en ambas Provincias se presenta en el siguiente cuadro.

**Tabla 13**. Principales actividades económicas en guayas y Manabí.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Actividades | Agropec | Pesca | Turismo | Construcción | Transporte | Comercio | Manufactura | Adm Púb | Otros |
| Guayas | 11,5% | 1,8% | 6,3% | 6,9% | 6,1% | 16,1% | 11,6% | 9,8% | 29,9% |
| Manabi | 23,9% | 6,8% | 5,6% | 7,2% | 3,6% | 14,1% | 6,6% | 11,6% | 20,6% |

*Fuente. Equipo Evaluador impacto Terremoto 2016 en base a encuesta de empleo ENEMDU 2015.*

* 1. Los desbordamientos de ríos tienen un gran impacto en la actividad económica, en función de los efectos que se registran especialmente en los grupos de ocupación informal, que encuentran limitaciones para enfrentar sus efectos. Se estima que la población afectada por los desbordamientos es afectada en su capacidad de trabajo, o en la disponibilidad de bienes o recursos por lo que no puede desarrollar sus tareas habituales durante el tiempo en que dura la afectación por estos fenómenos anormales. Los lapsos de tiempo en que los grupos de afectados quedan fuera de la actividad comercial pueden oscilar entre 15 y 30 días, conforme a la forma en que se manifiestan los desastres. Su efecto fue estimado de modo simplificado en función del aporte individual al producto interno (PBI per capita) asumiendo una pérdida monetaria equivalente al tiempo perdido por el grupo de afectados valorizado (dado que la región es relativamente pobre se consideró que un PBI regional por habitante equivalente al 70% del promedio nacional). El siguiente cuadro resume las premisas planteadas.

**Tabla 14**. Desbordamiento de ríos – Efectos de corto plazo en la actividad

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Provincia | Población Expuesta 2016 | Heridos/ Afectados (anual estimado) | PBI Per Capita (70% del valor anual) | Perdida estimada en 15 ds inanctividad | Perdida evitada con SAT |
| Guayas | 499.883 | 2.401 | 2.895 | 285.609 | 85.683 |
| Manabí | 221.573 | 1.064 | 2.895 | 126.597 | 37.979 |
| Total | 721.456 | 3.465 | 2.895 | 412.206 | 123.662 |

* 1. A partir de la población afectada por Desbordamiento de ríos definida previamente se asume una merma temporaria en su actividad regular, La disminución o suspensión en la provisión de los servicios conduce generalmente a la pérdida de sus medios habituales de vida o subsistencia, tales como su fuente habitual de ingresos;o la falta o reducción en el acceso a bienes comerciales de uso cotidiano, de los bienes muebles afectados y la Pérdida de Bienes evitada, respectivamente, Tal como se expresó en los ejemplos previos, en el apartado *Parámetros para la cuantificación del efecto beneficio del SAT*, que se presenta más adelante en este Capítulo se detallan los fundamentos de la disminución proyectada de pérdida de actividades comerciales, mejoría que se estimó en un 30% del impacto potencial Sin Proyecto.

### Mejora en las condiciones de desarrollo.

* 1. *Introducción.* Una dificultad observada en estudios ex post de los costos indirectos de los desastres radica en la definición del escenario hipotético de referencia. Establecer una comparación apropiada entre la trayectoria real observada (con impactos del desastre) con una trayectoria de referencia supuesta (escenario contrafactual) es muy compleja de definir teniendo en cuenta que varias líneas de evolución podrían ser posibles. Por otra parte, la recuperación y la reconstrucción por sí mismas alteran los escenarios de referencia. Por ejemplo, un desastre puede conducir a una extinción definitiva de las actividades económicas vulnerables en una región, debido a que estas actividades no pueden recuperarse, o porque pueden moverse a un lugar de menor riesgo. En ese caso, el desastre no sería un evento temporal sino un shock permanente. Además, la reconstrucción se puede utilizar para desarrollar nuevos sectores económicos con mayor productividad, y conducir a una situación final que se pueden considerar más deseable que el escenario de referencia inicial proyectado[[48]](#footnote-49).
  2. Existe también la posibilidad de que reducir las pérdidas por desastres puedan conducir a una recuperación económica acelerada (Hallegatte 2012). Este es un supuesto importante, ya que los desastres pueden tener consecuencias a largo plazo sobre el desarrollo infantil con grandes consecuencias sobre la productividad del trabajo y por lo tanto sobre el crecimiento y el bienestar. Por otra parte, los desastres conducen a las migraciones significativas (por ejemplo, Katrina en Nueva Orleáns). Si los desastres conducen a la migración externa puede generar consecuencias a largo plazo sobre el crecimiento económico, sobre todo si, como sugiere el caso de Katrina los trabajadores altamente cualificados y de alta productividad son más capaces de encontrar otros trabajos. Algunos estudios[[49]](#footnote-50) que investigan este problema a través del impacto de huracanes en el crecimiento a nivel de condado en los EE.UU encontraron que el crecimiento económico se redujo en promedio un punto de 0,79% en los condados afectados por un huracán, aumentando sólo un 0,22% puntos al año siguiente, lo que sugiere la existencia de consecuencias a largo plazo.
  3. *Trampas de la Pobreza.* Luego de desastres en países en desarrollo los efectos negativos tienden a perdurar, debido a la magnitud de los daños en relación con su producto interior bruto (Gurenko, 2004; Linnerooth-Bayer et al, 2005; EIRD / Banco Mundial, 2011). La condición macroeconómica también se ha demostrado que es un factor importante en la forma en que se responden a los desastres. Un gran reto de las naciones en desarrollo frente a los desastres es que no sólo destruyen la infraestructura física a gran escala, sino que también afectan a un número desproporcionadamente alto de los individuos, en comparación frente a eventos similares en los países de la OCDE. Por último, en muchos países en desarrollo las medidas de reducción de riesgo no son apropiadas ni se utilizan seguros adecuados para protegerse de las consecuencias económicas de futuras catástrofes. Cuando los desastres se producen, los países pueden tener dificultades para lograr un desarrollo sostenible si los mismos afectan cultivos, infraestructura y servicios. Como resultado, el proceso de reconstrucción tiende a ser lento y durante ese tiempo el capital financiero y humano se asignan a la reconstrucción del país, en lugar de ser utilizado para el desarrollo. Adicionalmente, otro desastre podría producirse antes de que la región haya tenido tiempo de recuperarse por completo de la anterior. Y así sucesivamente y así sucesivamente desastres repetidos han empujado a estos países en lo que se conoce como trampas de la pobreza.
  4. Un desastre puede crear trampas de la pobreza mediante la destrucción de los activos y acabando con el ahorro. Estos impactos pueden empujar a los hogares a situaciones donde se reduce la productividad, por lo que es imposible para los mismos reconstruir sus ahorros y activos y volver a los niveles previos de ingreso (Carter et al 2007, Dercon 2004, 2005, López y Servén 2009, Van den Berg 2010). Estas situaciones a nivel micro puede llegar incluso a acumular efectos a nivel macro, si las capacidades de inversión en una región no son suficientes para hacer frente a las necesidades de reconstrucción (Hallegatte et al 2007, Hallegatte y Dumas 2008).
  5. *La situación en Ecuador*. La zona Norte de Esmeraldas constituye uno de los sectores más productivos de la costa ecuatoriana por su exuberante vegetación, sus reliquias arqueológicas y por el desarrollo de las industrias maderera, pesquera, camaronera, comercio de mariscos y la naciente industria del ecoturismo. En la provincia de Manabí el 70% de las playas reciben todo el año turistas nacionales e internacionales, encontrándose una infraestructura hotelera y turística muy completa y desarrollada. Por esta razón existe también mayor cantidad de infraestructura física y población sujeta a alto riesgo para eventos marinos. El resto de las provincias presenta también un alto potencial de desarrollo. A los fines de una ponderación con fuentes más objetivas el presente análisis se ha concentrado en el plano de los daños directos de los desastres. Sin embargo, en la medida que el Sistema de Alerta temprana constituya un primer paso en una estrategia coordinada en integral en materia de desastres, y formando parte de un conjunto de medidas de corte estructural y no estructural, los beneficios en materia de desarrollo económico podrían ser significativos.

### Parámetros para la cuantificación del efecto-beneficio SAT

* 1. No existen evidencias previas en Ecuador que permitan establecer con certeza en qué medida la presencia del SAT permitirá reducir los eventuales daños que causarían las amenazas consideradas para este análisis. Ante esta limitación se exponen los antecedentes identificados que se utilizan como fundamente en las valoraciones planteadas en este documento.
  2. *SAT orientado a tsunamis*. Los estudios técnicos reconocen la complejidad del reto: ¿Cómo evaluar la reducción del daño que permitirá alcanzar el SAT si el daño aun sin existencia del sistema de alerta temprana no se conoce? La escasa frecuencia del evento hace más difícil la evaluación, ante la imposibilidad de identificar contra factuales útiles para una comparación. En materia de estudios sobre desastres, Paul (2009)[[50]](#footnote-51) analiza dos desastres que considera similares acontecidos en Banglasdesh. El huracán Sidr, más reciente, causó alrededor de 3.400 muertes en 2007 mientras que otras tormentas previas habían generado efectos mucho mayores (el huracán Gorki mató a más de 140.000 personas en 1991). La hipótesis explicativa incluyó que a partir del buen pronóstico meteorológico de la tormenta se logró publicar con prontitud el aviso, creando las condiciones para el buen uso del Sistemas de Alerta Previa empleando la infraestructura de refugio y protocolos de prevención establecidos. Desde el análisis de los especialistas de gestión, se establece que las características de estas amenazas normalmente ofrecen un escaso período de tiempo para aplicar las estrategias que permitan minimizar los efectos negativos. Frente a esta situación las posibilidades de reducir daños en los bienes son sensiblemente menores que frente a otros fenómenos que se detectan con mayor anticipación.

* 1. *SAT para desbordamiento de ríos.* Existen algunos estudios en otras latitudes. Por ejemplo, la Comisión Internacional para la Protección del Rin ha estimado que las advertencias de inundaciones pueden ayudar a las empresas a evitar el 50-75% de las pérdidas por inundaciones (Comisión Internacional para la Protección del Rin, 2002).
  2. Dos estudios efectuados en Oceanía[[51]](#footnote-52) brindan un soporte teórico adicional para ponderar los beneficios en términos del aporte del SAT frente al desbordamiento de ríos. Estos trabajos exponen un análisis de los distintos efectos esperados sobre una gama de conceptos (personas, bienes, actividades), así como los efectos mínimo, máximo y promedio esperados.

**Tabla 15**. Beneficios esperados de un Sistema de Alerta Temprana frente a desbordamiento de ríos.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Conceptos | Impacto | Efecto SAT | | |
| Mínimo | Máximo | Probable |
| Daños personales |  |  |  |  |
| Costos de Atención médica | Alto | 10% | 50% | 30% |
| Pérdida objetos y bienes personales | Alto | 20% | 55% | 40% |
| Costo de evacuación | Nulo | 0% | 0% | 0% |
|  |  |  |  |  |
| Pérdidas en actividad |  |  |  |  |
| Compañías grandes | Medio | 10% | 50% | 30% |
| Compañías medianas | Medio | 20% | 40% | 30% |
| Compañías pequeñas | Medio | 20% | 60% | 40% |
|  |  |  |  |  |
| Factores de producción |  |  |  |  |
| Tierras agrícolas | Nulo | 0% | 0% | 0% |
| Maquinarias y barcos | Medio-Bajo | 0% | 20% | 10% |
|  |  |  |  |  |
| Afectación sector Público |  |  |  |  |
| Edificios | Bajo | 0% | 20% | 10% |
| Servicios de salud | Bajo | 25% | 50% | 40% |
| Establecimientos de enseñanza | Bajo | 25% | 50% | 40% |
| Costos de coordinación | Medio | 30% | 90% | 60% |
|  |  |  |  |  |
| Otras pérdidas | Pérdida de oportunidades educacionales | | | |
|  | Efectos traumáticos de largo plazo | | |  |

*Fuente: Fiji Technical Report An economic analysis for early flood warning in Navua. SOPAC Project Report 2008.*

* 1. Un trabajo sobre beneficios de los SATs[[52]](#footnote-53) establece que las alertas emitidas con anterioridad pueden permitir a la gente proteger no solo su integridad física sino también sus propiedades y aún la infraestructura. Por ejemplo operadores pueden proceder a ajustar niveles de agua de presas o embalses, autoridades locales pueden posicionar equipamiento de emergencia y aún los hospitales pueden organizar desplazamientos internos de equipamiento vulnerable. En general cuando más largo es el tiempo desde la advertencia hasta la llegada del fenómeno mayor es la protección de activos[[53]](#footnote-54). El trabajo afirma que sin dudas los SATs han reducido sustancialmente el número de muertes y heridos, así como los daños al patrimonio, refiriendo a estudios en EE.UU. que determinaron la disminución de un 45% en la mortalidad y un 40% en el número de heridos. Otras referencias a evaluaciones en Europa (inundaciones en el Rin entre 1992 y 1995) determinaron reducciones dramáticas en la mortalidad y baja del 50% en costos económicos por daños[[54]](#footnote-55).

* 1. Los principales conceptos de beneficio valorizado se resumen en la siguiente tabla, la cual incluye su cuantificación.

**Tabla 14**. Beneficios computados en el análisis económico –Conceptos y valor en US$.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Beneficios proyectados | | Período | | Monto US$000 | | VAN US$ 000 | |
| Amenaza tsunami | |  | | 115.900 | | 33.224 | |
| Reducción en pérdida humanas (vidas+heridos) | | Años 4 a 20 | | 114.806 | | 32.911 | |
| Disminución afectación de bienes | | Años 4 a 20 | | 1.094 | | 314 | |
| Desarrollo económico a largo plazo | | No computado | | 0 | | 0 | |
|  | |  | |  | |  | |
| Amenaza desborde de ríos | |  | | 25.446 | | 8.148 | |
| Reducción en pérdida humanas (vidas+heridos) | | Años 4 a 20 | | 15.475 | | 4.436 | |
| Disminución afectación de bienes | | Años 4 a 20 | | 10.498 | | 3.009 | |
| Reducción de actividad de corto plazo | | Años 4 a 20 | | 2.451 | | 703 | |
| Desarrollo económico a largo plazo | | No computado | | 0 | | 0 | |

* 1. El criterio para determinar los beneficios esperados responde a la combinación de los conceptos antes expuestos. Determinada la magnitud física (humana) del impacto máximo esperado se establece su valoración económica. Sin embargo, cabe considerar que ese sería el efecto determinado o proyectado dentro de un rango de ocurrencia de 500 años. Por ello, su ponderación a los fines del Flujo de fondos del Programa computa la probabilidad correspondiente a ese impacto (p 1:500) y establece una magnitud aplicable al período de 1 año. A partir de este último valor, que representa la magnitud anual del daño en caso de que el evento se registrara de modo efectivo, surgen la estimación de los ahorros (es decir la reducción de las pérdidas esperadas) que surgirían al funcionar de modo eficiente el SAT, también en base anual. Similar criterio se aplica a los distintos conceptos en ambas amenazas consideradas[[55]](#footnote-56).
  2. Cómo puede observarse el 80% de los beneficios esperados provienen de ahorros vinculados a la amenaza tsunami. Adicionalmente, cabe destacar que en el caso del tsunami este normalmente ofrece un escaso período de tiempo para aplicar estrategias de difusión que permitan minimizar los efectos negativos. Los beneficios se relacionan prioritariamente al plano humano (vidas y heridos). Frente a estas condiciones las posibilidades de reducir daños en los bienes son sensiblemente menores que frente a otros fenómenos que se detectan con mayor anticipación. Distinto es el caso de desbordamiento de ríos, donde el lapso de tiempo entre la detección y la presencia del fenómeno es más amplio (en general) lo que permite desplazar activos o tomar acciones que reduzcan los impactos.

# Costos económicos

* 1. La Tabla 17 expone las inversiones por Componente:

**Tabla 17**. Inversiones previstas del programa – valores en USD

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Componente** | **BID** | **CP** | **Total** |
| **Componente 1.** Fortalecimiento de la red nacional de monitoreo y pronóstico | $4.680.000 | $ 673.700 | $5.353.700 |
| **Componente 2.** Fortalecimiento del sistema de emisión de alertas y de capacidad reactiva comunitaria | $8.035.400 | $1.671.556 | $9.706.956 |
| Gestión, administración, auditorias y evaluación del programa | $ 84.600 | $ 154.744 | $ 239.344 |
| Total | $12.800.000 | $2.500.000 | $15.300.000 |

*Fuente. Presupuesto del Programa*

* 1. Se observa que el componente de mayor relevancia es el Fortalecimiento del sistema de remisión de alertas y de la capacidad reactiva comunitaria frente a eventos de amenazas representando el 63,3% de la inversión prevista, seguido por el Fortalecimiento de la Red Nacional de Monitoreo y el Sistema de Remisión de Alerta Temprana con el 35,1%). Los gastos de administración y evaluación representan el 1,6% restante.
  2. Para la identificación y valuación de costos económicos, existen varias consideraciones importantes. En primer lugar, se consideran todos los costos de carácter incremental (de inversión u operación y mantenimiento) que estén asociados a los resultados que se espera obtener con el Programa, aun las acciones necesarias pudieran ser financiadas con recursos de otras fuentes de financiamiento (definidos como costos de obras o acciones complementarias). Los costos de inversión son de carácter económico, por lo que no incluyen sus componentes impositivos. La siguiente tabla resume los costos aplicados en el análisis.

**Tabla 17**. Costos económicos aplicados en análisis económico –Conceptos y valor en USD

.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Costos de Inversión | A Ejecutar | Monto US$000 | VAN US$ 000 |
| Comp 1.Red de monitoreo y Pronóstico |  | 4.680 | 3.960 |
| Estaciones hidrológicas/meteorológicas | Años 1 a 3 | 692 | 585 |
| Estaciones riesgo sísmico | Años 1 a 3 | 1.030 | 872 |
| Sistema boyas y software oceanográfico | Años 1 a 3 | 2.953 | 2.498 |
| Otras menores | Años 1 a 3 | 6 | 5 |
| Comp. 2 Sistema emisión alertas y capacidad reactiva |  | 8.433 | 7.114 |
| Sirenas Comunitarias y Video vigilancia | Años 1 a 3 | 3.555 | 3.008 |
| Equipo Radio comunicación Bomberos | Años 1 a 3 | 1.638 | 1.386 |
| Señalética , Luminaria y Plan Evacuación | Años 1 a 3 | 2.490 | 2.107 |
| Ejecución simulacros | Años 1 a 3 | 750 | 613 |
|  |  |  |  |
| Costos Operación y Mantenimiento Recurrentes | A incurrir | Monto US$000 | VAN US$ 000 |
| Conectividad y Operación equipos | Años 3 a 20 | 11.864 | 3.868 |
| Adquisición equipamiento reposición | Años 4 a 20 | 16.782 | 5.003 |
| Otros generales | Años 3 a 20 | 1.186 | 387 |
| Otros Costos |  |  |  |
| Costo Alerta Fallidas | Años 3 a 20 | 921 | 273 |
| Monitoreo y Evaluación | Años 1 a 3 | 239 | 192 |

* 1. Se detallan los principales conceptos enunciados correspondientes a las inversiones antes detalladas. Dado que se consideran únicamente costos económicos, el Impuesto al Valor Agregado (14% del importe de las adquisiciones, que será financiado entre otros conceptos por el GdE) no forma parte de los Costos de Inversión utilizados para los cálculos de rentabilidad. Se presentan los datos en función de la sumatoria de los costos previstos año por año (el detalle año por año se expone en el Anexo E), así como su VAN (d=12%) para una comparación conceptual más homogénea de la relevancia de los distintos conceptos de costo computados.
  2. Dentro del Componente 1 las principales inversiones son: i) adquisición e instalación de estaciones hidrológicas y meteorológicas; (ii) adquisición e instalación de estaciones nuevas en las zonas de alto riesgo sísmico (específicamente en la región Costa); y (iii) adquisición e instalación de boyas y software para monitorear las condiciones oceanográficas.
  3. En el Componente 2, se prevén las siguientes actividades: (i) adquirir e instalar sirenas comunitarias con la cámara vigilancia y monitoreo del SAT para (a) tsunamis en 40 comunidades y (b) desbordamientos de ríos en 5 comunidades; (ii) adquirir e instalar equipos de radio-comunicación del cuerpo de bomberos; (iii) preparar un plan de evacuación e instalación de señaléticas y luminaria de emergencia; y (iv) realizar simulacros en las áreas de intervención.
  4. A partir de la incorporación de la infraestructura y equipamiento específico, se requiere establecer los costos incrementales para su operación y mantenimiento, así como la reposición de aquellos cuya vida útil no alcance al horizonte del Programa, planteado en 5 años. El horizonte de funcionamiento del SAT bajo su esquema actual ha sido estimado en 20 años, por lo que se prevé los gastos necesarios para mantener su operatividad a pleno por ese período. Parte de los equipos podrían sufrir riesgo de obsolescencia, por lo que se ha previsto su reinversión[[56]](#footnote-57).

**Tabla 19**. Costos de operación y mantenimiento – Previsión anual en US$

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Costos Operación y Mantenimiento | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5-20 |
| Conectividad y Operación equipos | - | -296 | -444 | -654 | -654 |
| Adquisición equipamiento reposición | - | 0 | - | -987 | -987 |
| Otros generales | - | -30 | -44 | -65 | -65 |

* 1. Los costos de operación que han sido contabilizados a los fines de este ejercicio incluyen: a) cargos de conectividad y operación de equipos, b) una provisión imputada anualmente que para reponer el 100% del equipamiento adquirido en 10 años y c) otros costos eventuales por un 10% del cálculo básico. Estos conceptos comienzan a ser computados a partir del año 2, cuando una parte de los activos es incorporado. El mantenimiento de la previsión de estas erogaciones más allá de los 3 años previstos para la intervención reviste importancia en su carácter de costos necesarios para garantizar la sostenibilidad futura del planteo general. A partir del año 5 se asumen constantes a lo largo del horizonte de vida del Programa. En estos conceptos debería incorporarse el personal que debiera ser contratado por las áreas públicas participantes que revista un carácter adicional a las posiciones existentes (esto fue estimado como no necesario por los equipos del GdE por lo que no se proyectan mayores gastos en personal). De esta forma, se concluye que el cambio en las capacidades del servicio de alerta será acompañada con un acrecentamiento de los costos recurrentes. Con posterioridad a la finalización de la intervención, esta estructura de gastos (en diversas Instituciones que operan de modo coordinado) deberá ser sostenida a los fines de continuar manteniendo las condiciones para materializar los beneficios previstos.
  2. *Costo económico de las alertas fallidas:* .Existen experiencias que determinan una posibilidad cierta de que el Programa emita una alerta fallida. Sobre esto se verifican algunas referencias en la literatura, como un trabajo de CENAPRED México, expresa que debido a la complejidad de los fenómenos que origina la alerta, inherentemente tienen factores de incertidumbre, por lo que en ocasiones pueden generar sobre-alertamientos o alertas inoportunas. Existen amplias referencias de alertas fallidas pero no existe un patrón estadístico que brinde evidencia rigurosa de su cantidad o probabilidad de ocurrencia por tipo de desastre.
  3. Objetivo de minimización de falsas alarmas. A medida que los sistemas de alerta crecen en cobertura geográfica y sofisticación, también aumentan las probabilidades de emitir falsas alarmas. Si bien proporcionan una práctica invalorable, las altas tasas de falsas alarmas pueden socavar la confianza pública, generar resistencia al sistema, diluir el impacto de las alertas y reducir la credibilidad de futuras advertencias. En 2007, una alarma local de tsunami fue lanzada equivocadamente en Aceh, Indonesia, causando pánico masivo y lesiones en los residentes que buscaban refugio (aún se llegó a cuestionar el sistema inutilizando equipos de alerta, causando vulnerabilidades innecesarias). En 2014 un terremoto de 8,7 en la escala de Richter, que golpeó la costa de Indonesia, dio lugar a la activación del Sistema de Alerta Temprana de Tsunamis del Pacífico, pero no hubo tsunamis significativos. Una manera de reducir las falsas alarmas es combinar los datos técnicos con otros indicadores locales fiables sobre los peligros (comportamiento animal o cambios en la vegetación), para verificar los modelos científicos de amenazas.
  4. En materia de inundaciones, es importante destacar que los beneficios de las previsiones dependen en gran medida y de manera no lineal de su precisión y la confianza de la población. Por ejemplo, si fuera posible predecir exactamente las riadas, incluyendo su ubicación, sería posible evacuar planificadamente las zonas de riesgo y reducir las pérdidas humanas a cero sin costosas inversiones en protección contra inundaciones. Pero la decisión de evacuar no se suele efectuar si la probabilidad de falsa alarma es demasiado alta (o si el área de advertencia es demasiado grande). Frente algunas evacuaciones innecesarias la confianza en el sistema de alerta puede desaparecer y con ello se convierte en inútil. Este problema se ilustra con el caso de Nueva Orleáns, que había sido evacuada dos veces innecesariamente (por huracán George en 1998 e Ivan en 2004), lo que determinó que fuera más difícil convencer a los habitantes a abandonar la ciudad antes del huracán Katrina. Si el riesgo de falsa alarma se vuelve lo suficientemente bajo como para crear y mantener la confianza y permitir medidas significativas de prevención ante los desastres, una mejora limitada en la precisión de las previsiones de este modo puede dar lugar a un aumento de su valor social.

**Tabla 20**. Preevisión de costos por alertas fallidas de tsunami

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Costos Alerta Fallida | Poblacion afectada | Frecuencia | Costo inactividad |
| Costos económicos de actividad | 42.026 | 1 en 14 años | 476.195 |
| Costo de gestión y movilización Gobierno | - |  | 100.000 |
| Costo total de cada alerta fallida |  |  | 576.195 |

* 1. A los fines de calcular un costo adicional eventual (anunciar una alerta que genera movimiento de personas y recursos pero luego no ocurre el desastre) se consideran dos aspectos. Por una parte existe el costo técnico ligado al Programa de acciones complementarias que se asocian al alerta determinado por su alcance (personas movilizadas con respecto a la dimensión de las poblaciones potencialmente bajo amenaza), los gastos efectivamente ligados a recursos terrestres y aéreos, costos de activación de utilización de albergues y refugios temporales, así como otros costos y conclusiones generales (estos gastos se han calculado en función de actividades de simulacro efectuadas previamente por el GdE en las áreas de interés, las cuales alcanzaron entre US$ 50.000 y 100.000 por ejercicio). Adicionalmente, se computa una pérdida económica en términos de Costo de Oportunidad, en razón de que las personas movilizadas dejaron de realizar sus actividades productivas habituales. Se ha estimado el número de alertas fallidas en función de la detección de sismos del último siglo (algunos podrían no traer un tsunami pero probablemente disparen el protocolo de advertencia). Es decir que se considera que estos costos serán soportados por la economía o incurridos por el GdE una vez cada 14 años.
  2. Asimismo, se han estimado los costos de operación de la Unidad Ejecutora del Programa y los pertinentes a tareas de fiscalización y control externo (incluyendo auditorías, informes de Evaluación de Medio Término y Evaluación Final) los cuales han sido incorporado en los Flujos de Fondos del Programa a los efectos de estimar los indicadores de retorno.

# Retorno Económico del Programa

### Resultados de la evaluación.

* 1. El análisis del retorno de las inversiones en el Programa se articula sobre los siguientes supuestos principales:
  + La probabilidad de ocurrencia de un tsunami, amenaza sobre la cual opera el Programa, conforme a las referencias técnicas, se ubica en un 10% para un período de 50 años.
  + La dimensión de las áreas expuestas a las amenazas naturales engloban a 1.039.000 habitantes bajo alto riesgo de tsunami en las 6 provincias de la zona costera y 721.456 pobladores expuestos a desbordamiento de ríos en las Provincias de Guayas y Manabí.
  + Los niveles de vulnerabilidad de las regiones expuestas se consideran altos, por lo que los impactos de los eventos planteados (tsunami y desbordamiento de ríos) en las áreas afectadas se estima que serían significativos, como fue detallado en el Cap.2 Magnitud del Impacto Potencial.
  1. Los costos de inversión están asociados a las inversiones en equipamiento (boyas y mareógrafos), e infraestructura del sistema general (estaciones hidrológicas y sísmicas), así como equipos de vigilancia (sirenas) y conectividad en las localidades. Adicionalmente se acciones de concientización, sensibilización y capacitación de las Comunidades (incluyendo simulacros y preparación de Planes de Contingencia). Los costos de operación y mantenimiento se corresponden con el sostenimiento de sus condiciones de operatividad por un período de 20 años.
  2. Los supuestos de las variables de entrada o parámetros se reflejan en el siguiente cuadro:

**Figura 3**. Distribución de probabilidades de variables de referencia

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nombre | Gráfico Distribución | Mín | Media | Máx |
| Probabilidad de ocurrencia tsunami (%) | |  | | --- | |  | | -0,001912075 | 0,001999949 | 0,0056087 |
| Magnitud/Alcance a evento destructivo (%) |  | -0,017937 | 0,01999981 | 0,05790708 |
| Benef SAT Vida (%) | D:\ActiveReports.emf | 0,2633229 | 0,4500003 | 0,6286248 |
| Benef SAT Bienes hogar (%) | D:\ActiveReports.emf | -0,07356313 | 0,3000037 | 0,6896738 |
| Benef SAT Equipos móviles (%) | D:\ActiveReports.emf | 0,2181971 | 0,4000004 | 0,5827108 |
| Benef SAT Actividad (%) | D:\ActiveReports.emf | -0,1165407 | 0,2999964 | 0,6748106 |
| Valor Estadístico Vida (US$ 000) | D:\ActiveReports.emf | 111,7123 | 283 | 453,6382 |
| Costo promedio bienes hogar (US$ 000) | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| Probabilidad Alerta fallida (%) | D:\ActiveReports.emf | -0,04382894 | 0,06999929 | 0,1797679 |

* 1. A partir de los beneficios generados medidos en términos del valor estadístico de las pérdidas humanas potencialmente evitadas y a la estimación de los daños a los bienes e infraestructura potencialmente afectada en el área expuesta al desastre, el Programa muestra una TIR promedio de 27,1%, para un horizonte de 20 años, con un VAN de US$ 20,7 Millones (d=12%) y una relación Beneficio/Costo de 1,99.
  2. Dado que los resultados reflejan varias hipótesis de compleja estimación, la siguiente figura presenta los resultados expuestos en gráficos que muestran la distribución posible de los mismos, en base a las principales variables cuyo rango de probabilidad se expone abajo,

**Figura 5**. Distribución de resultados – Tasa de retorno



* 1. Se observa que la tasa de Retorno presenta un valor medio de 27,1%, destacándose que el 90% de los resultados se ubican entre -0,6% y 55,5%.

**Figura 6**. Distribución de resultados – VAN



* 1. Se observa que el VAN alcanza un valor medio de US$ 20,7 millones, destacándose que el 90% de los resultados se ubican entre US$ -12,4 millones y 71,1 millones.

**Figura 7**. Distribución de resultados –Ratio B/C



* 1. Se destaca que el 77,4% de los resultados posibles muestran una relación Beneficio/Costo superior a 1.
  2. Tal como se explicó, los resultados responden a los siguientes beneficios: (a) Reducción de muertes y daños personales de los habitantes de las regiones que viven en zonas de alta vulnerabilidad; (b) Disminución de daños a los bienes públicos y privados por las dos amenazas consideradas. Al diferenciar los beneficios caliculados con respecto a los desastres cuyos efectos se busca atenuar, se observa que el 80,3% de los mismos provienen de la iniciativa de SAT tsunami, mientras el 19,3% se generarían en acciones de SAT desbordamiento de ríos.

* 1. En el gráfico más abajo se presenta la ponderación en los resultados finales de las principales variables consideradas. Se destaca que los resultados muestran una gran correlación con los supuestos que se asignen a dos conceptos: la probabilidad de ocurrencia del tsunami y a la magnitud/alcance de sus efectos medida por la exposición a eventos destructivos. El Gráfico de tornado a continuación es otra forma de exposición común o habitual que expone los mismos conceptos y resulta en conclusiones similares.

**Figura 8**. Ratio B/C Correlación entre parámetros o variables de ingreso y resultados.



**Figura 9**. Ratio B/C Gráfico de Tornado.



### Escenarios complementarios de evaluación

* 1. El análisis contempla escenarios de evaluación distintos que resultan de modificar los siguientes parámetros críticos: i) tasa de descuento de los flujos futuros[[57]](#footnote-58), y ii) probabilidad de ocurrencia de un tsunami[[58]](#footnote-59). La Tabla 21 expone esos resultados y refleja significativas variaciones con respecto a las hipótesis de base. Como referencia, el ratio B/C de la intervención varía entre 1,20 y 2,47, expresando una alta respuesta de los indicadores frente a los supuestos de referencia.

**Tabla 21**. Escenarios deTasa Descuento y Probabilidad de Ocurrencia.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Escenarios Alternativos de Evaluación** | **TIR** | **VAN US$ Millones** | **Ratio B/C** |
| Caso Base (VeV US$ 283.000 -d=12% -p: 0,002) | 27% | 20,7 | 1,99 |
| Reducción Tasa Descuento (VeV US$ 283.000 -d=7% - p: 0,002) | 27% | 39,3 | 2,47 |
| Probabilidad de Ocurrencia (VeV US$ 283.000 -d=12% - p: 0,004) | 16% | 4,2 | 1,20 |
| Probab.Ocurrencia + Tasa Descuento (VeV US$ 283.000 -d=7% - p: 0,004) | 16% | 13,1 | 1,49 |

* 1. La consideración sobre la variación en la probabilidad de ocurrencia requiere una revisión particular. En función del rango de tiempo de análisis, el impacto potencial o pérdida máxima calculado o proyectado varía de forma no lineal. Cuanto más amplio es el período considerado, mayor es la pérdida máxima posible y viceversa. En función de estudios de UNISDR (Country Risk Report Ecuador 2015 y otros países en la región) se estableció la relación entre las hipótesis de pérdida máxima por el evento tsunami en períodos de 250 y 500 años.

**Tabla 22**. Pérdida Máxima potencial en distintos rangos de ocurrencia – Pacífico Sur LAC

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| País | Pérdida máxima | US$ Millones | Relación |
| 1:250 años | 1: 500 años |
| Ecuador | 40 | 170 | 24% |
| Chile | 205 | 663 | 31% |
| Peru | 114 | 337 | 34% |
| Colombia | 383 | 1.049 | 37% |
| **Pacífico LAC Prom** | **742** | **2.219** | **33%** |

*Fuente:* [*www.preventionewb.net*](http://www.preventionewb.net)

* 1. Conforme a las previsiones de los países latinoamericanos del Atlántico Sur, la relación entre la pérdida máxima en ambos rangos considerados es del 33% (para el caso de Ecuador la estimación es menor, equivalente al 24%, aplicándose esa relación en los cálculos presentados en este apartado)[[59]](#footnote-60).
  2. Teniendo en cuenta este punto de referencia se calcularon los indicadores de retorno estimados. El ratio de Beneficio/Costo (B/C) refleja una relación positiva, observándose como expone el gráfico más abajo que el 70.0% de los resultados son superiores a 1, con un valor máximo de 2.95 (en el Caso Base el 77.4% de los resultados obtenidos alcanzaban valores superiores a 1 con un ratio B/C máximo de 11,7).

**Figura 10**. Ratio B/C para p 1:250



### Análisis de sensibilidad

* 1. Asimismo, la Tabla 23 resume ejercicios de sensibilidad donde las variables inherentes al SAT presentan comportamientos negativos con respecto al caso base.

**Tabla 23**. Análisis de sensibilidad Caso Base

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sensibilidad p 1:500** | **TIR** | **VAN US$ Millones** | **Ratio B/C** |
| Caso base (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 27% | 20,7 | 1,99 |
| Reducción del beneficio del SAT (Benef Vida 32% - Bienes: 18-24%) | 20% | 8,2 | 1,39 |
| Aumento de los costos 30% (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 22% | 14,3 | 1,54 |

* 1. Se observa que frente a una menor efectividad del SAT en términos del beneficio esperado en materia de mitigación del desastre (baja respuesta de las Comunidades al alerta) y en caso de mayor incremento de costos de inversión y recurrentes (cambios tecnológicos que conlleven erogaciones superiores) los resultados mantienen niveles aceptables.
  2. Teniendo en cuenta el nivel de incertidumbre de las variables, se complementó el análisis de sensibilidad frente a los Escenarios complementarios expuestos. Los resultados se resumen en el siguiente cuadro.

**Tabla 24**. Sensibilidad Escenarios complementarios.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sensibilidad p 1:250** | **TIR** | **VAN US$ Millones** | **Ratio B/C** |
| Escenario Ocurrencia con d=12% (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 16% | 4,2 | 1,20 |
| Puntos de equilibrio (donde costo B/C =1 y VAN = 0): | | | |
| Reducción Beneficio SAT (Costo de Inversión y recurrentes sin cambio) | Reducción máxima de beneficios 16.7% | | |
| Aumento Costos  (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | Aumento máximo de costos inversión y recurrentes 20.1% | | |
|  |  |  |  |
| Escenario Ocurrencia con d=7% (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | 16% | 13,1 | 1,49 |
| Puntos de equilibrio (donde costo B/C =1 y VAN = 0): | | | |
| Reducción Beneficio SAT (Costo de Inversión y recurrentes sin cambio) | Reducción máxima de beneficios 33.0% | | |
| Aumento Costos (Benef Vida 45% - Bienes: 30-40%) | Aumento máximo de costos inversión y recurrentes 49.0% | | |

* 1. Se concluye que el Programa muestra una solidez razonable ante condiciones desfavorables.

* 1. *Sostenibilidad.* La literatura establece las capacidades necesarias que componen un Sistema de Alerta Temprana que incluyen: (i) el sistema de observación local, para los datos del tiempo (temperatura, precipitación), datos hidrológicos ( escorrentía), datos topológicos (base de datos de elevación a enlazar previsión de la fuga con la extensión de la inundación), datos socioeconómicos (densidad de población y capacidad de transporte para decidir sobre la evacuación); (ii) la capacidad de previsión; (iii) la capacidad de interpretación, que se traduce en los resultados del modelo de previsión y advertencias real; (iv) Las herramientas de comunicación, para asegurarse de que la alerta llegue a las personas encargadas de la aplicación de medidas de prevención (incluido el público y los planes de evacuación y de emergencia; y (v) la toma de decisiones para asegurarse de que las advertencias se aplican en realidad (incluyendo la evacuación).
  2. La capacidad de mejorar la capacidad de previsión para proporcionar pronósticos que sean apropiados depende de capacidad científica local, incluyendo el aporte de Universidades y Programas de investigación. A su vez, la capacidad de implementar medidas de prevención dependerá de la infraestructura y la capacidad local (por ejemplo la falta de capacidad de transporte público o individual) puede hacer que un SAT pierda eficiencia. Las categorías de acción se pueden diseñar de manera diferente en función de los contextos locales. Por ejemplo, la comunicación a través de teléfonos móviles con televisión, radio y celulares puede ser extremadamente eficiente, pero su complemento con opciones de baja tecnología puede ser un útil complemento. Cuando la confianza entre los productores y la población es limitada, los puntos de contacto locales pueden ayudar a su construcción[[60]](#footnote-61).
  3. La sostenibilidad de los sistemas de alerta temprana se vincula fuertemente con el nivel de coordinación interinstitucional, que podría ser apoyada en el futuro con la participación de otras organizaciones, como las no gubernamentales. La experiencia en Ecuador refleja una importante articulación entre las distintas instituciones de carácter nacional que participan en el evento.

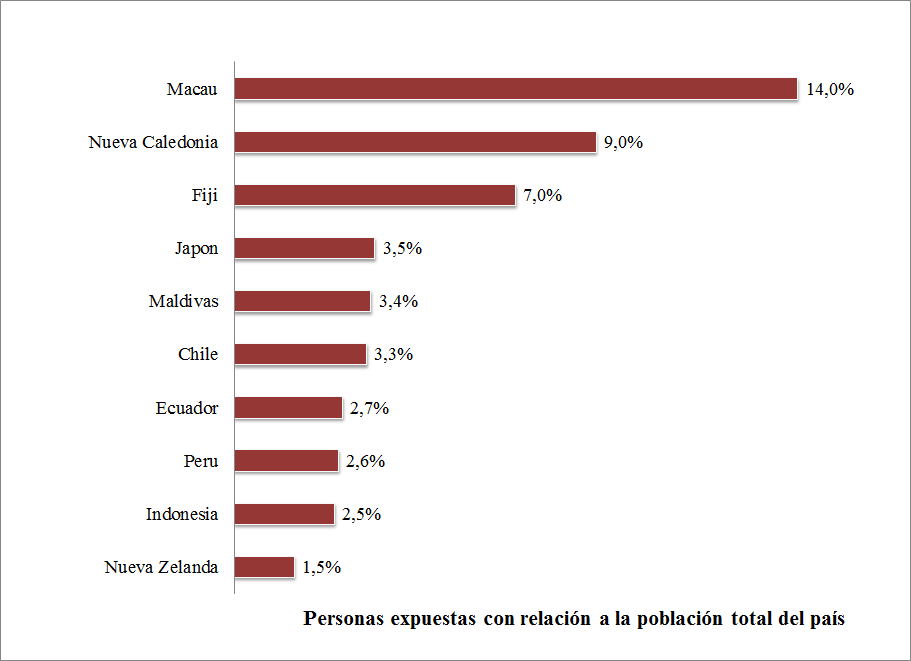
# Anexo A: Elementos de la amenaza de tsunami

Los tsunamis son olas puestas en movimiento por grandes y súbitos deslizamientos forzados de agua del mar, producidos por terremotos o desplazamientos de tierra submarinos, y también por otras causas tales como volcanes submarinos o impactos de asteroides. Cuando se genera un tsunami, su velocidad en mar abierto puede alcanzar varios centenares de kilómetros por hora, por lo que llega hasta costas lejanas en un tiempo relativamente corto. Mientras a medida que se acercan a la costa pierden velocidad, su altura crece. Como tienen una longitud de onda relativamente amplia, los tsunamis pueden penetrar tierra adentro hasta muy lejos y cómo su periodo de onda es relativamente breve, causan inundaciones con mayor rapidez que los maremotos y las marejadas. Su enorme capacidad para erosionar la tierra y destruir edificios los hace muy destructivos, tanto en mortalidad cómo en pérdidas económicas.

Los eventos de tsunamis grandes e infrecuentes, aunque enormemente destructivos, por lo general representan un mayor riesgo de mortalidad que el efecto acumulativo de eventos más pequeños y frecuentes. Como se ve en las figuras que siguen su incidencia potencial sobre las poblaciones amenazadas y sus economías es elevado.

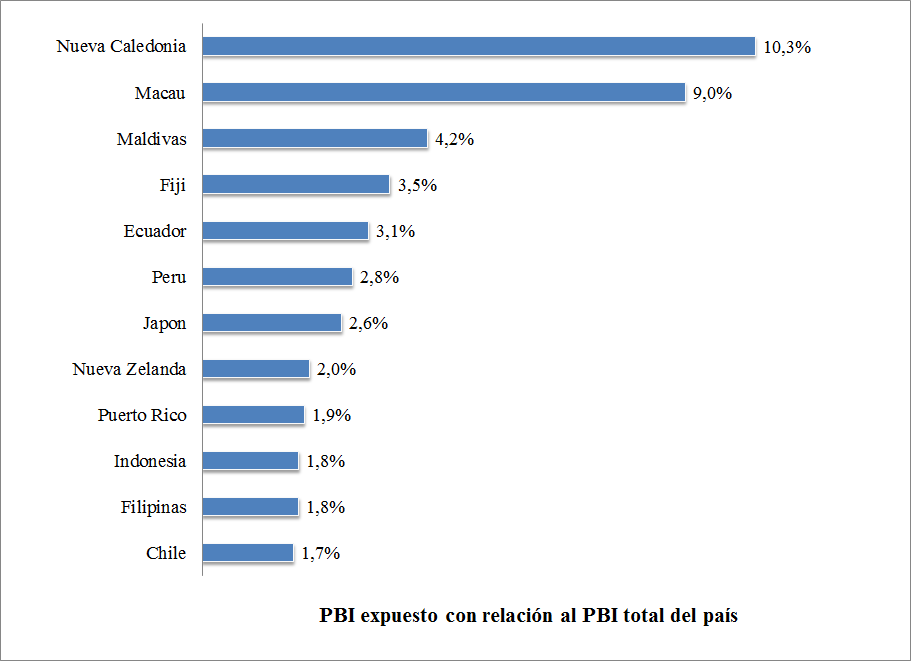
La exposición relativa es más elevada en algunos países sudamericanos cómo Ecuador y Perú.

**Figura 11**. Tsunami – Porcentaje de población nacional expuesta a la amenaza – países afectados.



*Fuente: GAR. Evaluación de riesgo global de desastres. Capítulo 2. 2009.*

**Figura 12**. Tsunami – Porcentaje del PIB nacional expuesto a la amenaza – principales países



*Fuente: GAR. Evaluación de riesgo global de desastres. Capítulo 2. 2009.*

Mientras Japón tiene el más elevado índice de PIB nominal expuesto a los tsunamis (en razón de su desarrollo económico), la exposición relativa es más elevada en algunos países sudamericanos cómo Ecuador y Perú.

Es importante señalar que en general estas amenazas son simuladas con un 10% de probabilidad de que haya una incidencia cada 50 años. La amenaza real de que haya un tsunami en una zona concreta de estos países depende de la topografía local, la batimetría y otros factores. Por ejemplo, aunque la costa de Filipinas podría verse afectada en tan solo 9 minutos por olas de hasta 16 metros de altura, las zonas de mayor impacto quedarían fuera de la ciudad de Manila. El tiempo que transcurre entre el evento desencadenante y la llegada a tierra del tsunami es una variable clave, puesto que influye en la efectividad de los sistemas de alerta temprana que monitorean el tsunami y en la posibilidad de llevar a cabo una evacuación.

**Situación de Ecuador.** La zonificación sísmica del Ecuador muestra que las mayores intensidades sísmicas esperadas son de grado IX, las mayores del país, y en su mayor par te corresponden a las provincias de Esmeraldas y Norte de Manabí. Dos sismos con intensidad XI se han registrado en los últimos 4 siglos: 1) en 1797 con efectos secundarios devastadores (incluyendo la represa de varios ríos). Las fuentes estiman entre 13.000 y 31.000 personas fallecidas y otros en 1834, con epicentro en Colombia, de menores efectos negativos.

En el Ecuador históricamente se han registrado siete eventos tsunamigénicos:

1. 1906, 03 de enero: Prov. de Esmeraldas, entre San Lorenzo y Tumaco (Colombia). Sismo generador de magnitud 8,8 Ritcher.

2. 1933, 02 de octubre: Prov. del Guayas, en el mar, frente a Salinas (Puntilla). Sismo generador 6,9 Ritcher.

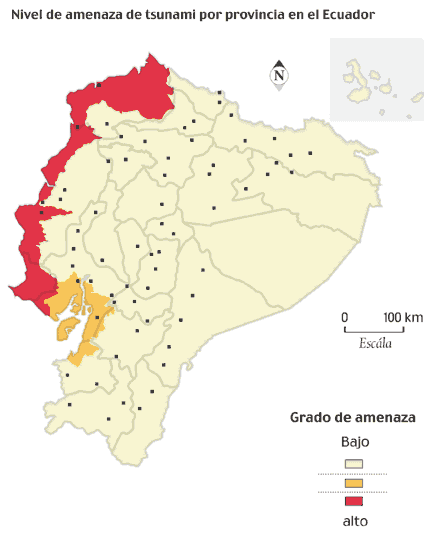
3. 1953, 12 de diciembre: Prov. de El Oro, en el mar, frente a Puerto Bolívar. Sismo generador 7,8 Ritcher. 9

4. 1958, enero: Prov. de Esmeraldas, en el mar, frente a Esmeraldas. Sismo generador 7,8 Ritcher

5. 1979, 12 de diciembre: Prov. de Esmeraldas, frente a Esmeraldas, en el mar, frente a Esmeraldas. Sismo generador 7,8 Ritcher

6. 1998, 4 de agosto: Prov. de Manabí, en el mar, frente a las costas de Boca de Briceño. Sismo generador 6,8 Ritcher.

7. 2016, 16 de abril: Prov. de Manabí, en el cantón pedernales. Sismo generador 7.8 Ritcher.



*Fuente: Coperazione Internazionale, Institut de Recherche pour le développenment, Oxfam.*

# Anexo B: Criterios para medir la eficacia de los SAT

*Marco conceptual.* Los sistemas de alerta temprana son una herramienta que permite a una población estar preparada ante la ocurrencia de un desastre y contribuyen a minimizar significativamente el impacto de amenazas de origen natural o antrópico en la vida de las personas. La visión que se propone sobre el propósito y la estructura de los SAT está definida en base al Marco de Acción de Hyogo 2005-2015, que establece en la Segunda Prioridad la necesidad de identificar, evaluar y monitorear los riesgos, y también la importancia de mejorar los sistemas de alerta temprana existentes. Este considera que los SAT son claves para la estrategia de reducción del riesgo de desastres a todo nivel: “El punto de partida para reducir los riesgos de desastre y promover una cultura de resiliencia consiste en conocer las amenazas y los factores físicos, sociales, económicos y ambientales de vulnerabilidad a los desastres a que se enfrentan la mayoría de las sociedades, así como la evolución de las amenazas y los factores de vulnerabilidad a corto y largo plazo, para luego adoptar las medidas oportunas en función de ese conocimiento” (EIRD, 2005). El Marco también reconoce la necesidad de desarrollar capacidad institucional en las organizaciones estatales y privadas para asegurar que los sistemas de alerta estén integrados en todos los procesos de toma de decisión que tengan que ver con desastres, tanto para su prevención como para manejar sus efectos[[61]](#footnote-62).

Se identifica cuatro puntos claves para el desarrollo de SAT integrados y efectivos que se presentan en la siguiente imagen.

*Fuente: ISDR. EWC III. Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana.*

*Desarrollo de Sistemas de Alerta temprana, 2006*

Los puntos claves para el desarrollo de SAT integrados y efectivos[[62]](#footnote-63) comprenden:

1. Conocer el riesgo: identificar los factores de riesgo (mediante evaluaciones y mapas) es una tarea que puede motivar a una población a reconocer cuáles son las amenazas y vulnerabilidad ante las que están expuestos, y establecer adecuadamente las prioridades y características del SAT que se diseña.
2. Monitoreo técnico y servicios de alerta: los servicios de alerta constituyen el componente fundamental del sistema. Es necesario contar con una base científica sólida para prever y prevenir amenazas, y con un sistema fiable de pronósticos y alerta que funcione de forma permanente. Un seguimiento continuo de los parámetros y los aspectos que antecedieron las amenazas es indispensable para elaborar alertas precisas y oportunas. Los servicios de alerta para las distintas amenazas deben coordinarse en la medida de lo posible para aprovechar las redes comunes institucionales, de procedimientos y comunicaciones.
3. Difusión y comunicación: las alertas deben llegar a las personas en peligro a tiempo. Para generar respuestas adecuadas que ayuden a salvar vidas y medios de sustento se requieren de mensajes claros que ofrezcan información sencilla y útil. Es necesario definir sistemas de comunicación a todo nivel (local, regional y nacional) y designar portavoces autorizados. El empleo de múltiples canales de comunicación es indispensable para garantizar que la alerta llegue al mayor número posible de personas. Además, sirve como sistema de prevención ante la falla de cualquier canal.
4. Capacidad de respuesta de las poblaciones: es de suma importancia que las comunidades comprendan el riesgo que corren, respeten el servicio de alerta y sepan cómo reaccionar. Para esto son necesarios programas de educación y preparación ante desastres y emergencias. Se desarrollan planes de gestión practicados y sometidos a pruebas.

El mismo documento menciona cuatro factores transversales que deben considerarse para maximizar la eficacia de un SAT: (i) trabajar considerando la institucionalidad y gobernabilidad, es decir, incluir en el proceso (de forma vertical y horizontal)a todas las instancias locales, regionales y nacionales necesarias; (ii) adoptar un enfoque de amenaza multiple (un sistema holístico tiene mejores funciones y mayor fiabilidad que un sistema centrado en un solo fenómeno porque es activado de forma más frecuente); (iii) comprometer y maximizar la participación comunitaria, llegar a los ciudadanos es clave para el éxito, y finalmente; y (iv) ser conciente de la diversidad, ya que distintos grupos sociales y culturales están sometidos a diferentes amenazas. Todo SAT debe ser inclusivo y comprender las diferencias en cuanto a diversidad, de género y sociales y sus efectos sobre la capacidad de adaptación de los ciudadanos.

*Criterios para evaluar efectividad*. Un campo de acción relevante hacia el futuro es la elaboración de criterios para medir la eficacia de los sistemas de alerta temprana, aspecto sobre el que existen pocos antecedentes de evaluación bajo procedimientos riegurosos. El diseño y aplicación de un método de recopilación de información utilizando mecanismos uniformes para evaluar los resultados brindaría información para aumentaría notablemente la exactitud y la eficiencia de este tipo de sistemas. Algunos estudios plantean la discusión sobre los criterios de evaluación, que deberían contemplar los siguientes elementos[[63]](#footnote-64):

* + cobertura y número de receptores;
  + precisión de las alertas;
  + oportunidad de las alertas;
  + grado de satisfacción de los usuarios;
  + conocimiento del sistema existente;
  + pérdidas económicas evitadas;
  + toda información conflictiva, improcedente o contradictoria.

# Anexo C: Referencias del terremoto 2016

Con base en información del Ministerio de Educación, de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), y del Ministerio de Inclusión Económica y Social, se identificaron 875 escuelas afectadas, tanto públicas como privados, así como 11 universidades e institutos de investigación y técnicos y 72 Centros Infantiles de la zona de mayor afectación sufrieron daños a causa del sismo.. De ellos, 325 establecimientos catalogados con daño medio o severo provocaron una falta de espacios educativos suficientes o adecuados para iniciar el año lectivo 2016-2017 en ela Región Costa, dando como consecuencia la necesidad de habilitar espacios provisionales de educación, reubicar temporalmente en otros establecimientos con condiciones adecuadas, o establecer programas de dobles turnos a cerca de 120.000 estudiantes de los distintos niveles educativos. Los daños en el sector educativo se estimaron en 108,7 millones de dólares, de los cuales 85 millones de dólares corresponden a instituciones administradas por el Ministerio de Educación, 22 millones a entidades de educación superior y 11,6 a Centros Infantiles.

Los costos adicionales ascendieron a 33 millones de dólares, 73,4 por ciento con destino en la recuperación y el fortalecimiento de los establecimientos de salud para asegurar una atención adecuada mientras se efectúan las reparaciones mayores o la reconstrucción de los destruidos, y el resto asignado a programas de emergencia destinados al traslado de heridos, despliegue de EMT, movilización y contratación adicional de personal, y a la compra de medicamentos y dispositivos médicos especialmente para el IESS, así como a la atención de heridos y los servicios de prevención y de salud pública. Del total de daños, pérdidas y costos adicionales del sector, el 89 por ciento corresponde al sector público y el 11 por ciento al sector privado.Terremoto abril de 2016 en Ecuador.

*Afectaciones servicios de electricidad y provision de agua:* La falta de electricidad tuvo algunos efectos secundarios cómo la inhabilitación de las estaciones de bombeo de extraer agua de pozos en varias comunidades, problemas de inseguridad pública durante la noche, así como la pérdida de servicio de algunas instalaciones de telecomunicaciones al agotarse la reserva de sus baterías. Los daños en el subsector electricidad se estimaron en 76,1 millones de dólares. se hizo necesario implementar acciones proveer de agua apta para el consumo humano de la población afectada, recuperando algunas de las captaciones y poniendo en funcionamiento plantas de tratamiento de agua potable[[64]](#footnote-65), distribuida posteriormente por camiones cisternas a los albergues, refugios, asentamientos espontáneos y barrios sin el servicio[[65]](#footnote-66). Adicionalmente, el taponamiento de algunos colectores de la red de alcantarillado debido a obstrucciones, tuvo que ser solucionado de manera emergente mediante el uso de camiones “hidrocleaner”, todo ello generando costos adicionales. Los daños en el sistema de agua potable se estimaron en 51,9 millones de dólares, mientras que los de la red pública de alcantarillado ascendieron a 15,5 millones de dólares, dando como resultado total daños cuantificados en 67,4 millones de dólares de los cuales 86,7 por ciento corresponden a las zonas urbanas. En Infraestructura vial se identificaron 297 kilómetros afectados en 20 tramos viales de las Provincias.

*Pérdidas en el sector productivo.* Manufacturas: Estas pérdida ascendió a 92 millones de dólares, que incluyen las pérdidas estimadas para el sector informal de 4,7 millones de dólares. El sector se compone en una gran mayoría a empresas grandes, principalmente dedicadas a la elaboración de alimentos y bebidas. Comercio: las ventas perdidas se distribuyeron casi equitativamente entre las ramas comercio al por mayor y comercio al por menor, así como entre empresas de tamaños distintos. Se destaca que, por la importancia que tiene, se identificó que una parte significativa de las pérdidas se dio en el sector informal. Las pérdidas totales para el sector comercio fueron de 285,3 millones de dólares, de las cuales se estima que corresponden al sector informal 85,9 millones de dólares. Turismo: Las pérdidas totales para el sector fueron de 19,6 millones de dólares, de las cuales 5,9 millones de dólares correspondieron al sector informal. En el caso de la ganadería, los principales daños del terremoto se evidenciaron en las infraestructuras productivas (establos) y de procesamiento de la leche. En el de la agricultura, los efectos del sismo se concentraron en la afectación a las infraestructuras de procesamiento y almacenamiento de maíz en grano[[66]](#footnote-67) así como a los centros de acopio de palma africana y cacao, y a la piladora de arroz, Las pérdidas totales para el sector agricultura se estimaron en 118,4 millones de dólares de los cuales 16,4 millones correspondieron al sector informal. Pesca: Fueron particularmente afectadas las camaroneras en sus activos como los muros, compuertas y activos de las piscinas, así como otros eslabones de la cadena productiva. En el caso de la pesca, el terremoto afectó puertos pesqueros e infraestructuras industriales. Se calculó también que las exportaciones en el sector camaronero en 2016 se verán mermadas en 35 millones de dólares. En la provincia de Manabí la variación del PIB Provincial generada por el sismo se estima en una reducción de 9,8 puntos porcentuales, explicado por la caída del valor agregado en los sectores productivo, social y de infraestructura.

*Costo de reconstrucción*: En el subsector servicios turísticos se estimó un costo de reconstrucción mejorada de 97 millones de dólares (9 por ciento del sector) que considera la reparación y reconstrucción de hoteles considerando las mejoras estructurales necesarias para incrementar su resiliencia.

En el subsector agricultura, silvicultura, caza se estimó un costo de reconstrucción mejorada de 316 millones de dólares (31 por ciento del sector) que considera los siguientes rubros: (i) mantener y mejorar la rentabilidad de la actividad pesquera artesanal; (ii) recuperar la operatividad de los puertos pesqueros; (iii) mantener y mejorar el nivel de empleo y de ingresos generados por el sector pesquero artesanal e industrial; (iv) mejorar la resiliencia ante desastres del sector pesquero; (v) recuperar la capacidad de procesamiento, almacenamiento y comercialización del sector agropecuario; (vi) mantener y fortalecer las cadenas productivas agropecuarias estratégicas; y (vii) lograr una recomposición de las redes comerciales del sector agropecuario por medio de la inversión y el crédito.

# Anexo D: Matriz de Resultados

**OBJETIVO DEL PROYECTO**: Fortalecer el sistema nacional de alerta temprana para tsunamis y desbordamientos de ríos.

**Impacto Esperado**

| **IMPACTO ESPERADO**: | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Indicadores | Unidad de medida | Línea de base | | Mediciones intermedias | | | | | | Metas | | Fuente/ Medio de verificación | Observaciones |
| Valor | Año | Valor | Año 1 | Valor | Año 2 | Valor | Año 3 | Valor | Año |
| Índice de Manejo de desastres (MD)[[67]](#footnote-68) | Índice (valor de 0 a 100) | 46.18 | 2013 |  |  |  |  |  |  | 49.78 | 2019 | Indicadores de Gestión de Riesgos de Desastre del BID, para Ecuador (2013) [[68]](#footnote-69) | El MD corresponde a la capacidad para la preparación ante fenómenos naturales a nivel nacional, institucional y comunidad. Su efectividad implica una real organización, capacidad y planificación operativa de instituciones y de los diversos actores que verían involucrados en casos de emergencia[[69]](#footnote-70). |
| Identificación del riesgo, (IR)[[70]](#footnote-71) | Indicador | 43,68 | 2013 |  |  |  |  |  |  | 45.26 | 2019 | El Mismo informe de Indicadores 2013 del IGR MD[[71]](#footnote-72). | IGR IR comprende la capacidad y desempeño institucional y comunitario de monitoreo, registro, análisis y diseminación de información relacionado a la amenaza, vulnerabilidad y riesgo de desastres. Comunidades y tomadores de decisiones tengan los modelos, mapas e otra información para la identificacion.[[72]](#footnote-73) |

RESULTADOS ESPERADOS

| Indicadores | Unidad de medida | | Línea de base | | Mediciones intermedias | | | | | | Metas | | Fuente/ Medio de verificación | Observaciones |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Valor | Año | Valor | Año | Valor | Año | Valor | Año | Valor | Año |
| **COMPONENTE 1:** **Fortalecimiento de la Red Nacional de Monitoreo y el SAT** | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo de remisión de alertas desde el sismo hasta activación de la alerta por Tsunamis | Minutos | 20 | | 2016 |  |  |  |  | 12 | 2019 | 12 | 2019 | Informes avalados por la SGR basado en la simulación nacional | Tiempos estimados por simulaciones realizadas por la SGR |
| Boletines (Avisos y Alertas) del monitoreo hidrológico en tiempo real | Cuencas en servicio | 0 | | 2016 |  |  | 3 | 2018 |  |  | 3 | 2019 | Informe Técnico del INAMHI | Se tendrá el servicio en las cuencas de Chone, Portoviejo y Chongón |
| **COMPONENTE 2:** **Fortalecimiento de capacidad comunitaria frente a eventos de amenazas** | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura de población expuesta con acceso al SAT por Tsunami incrementada[[73]](#footnote-74) | Habitantes | 0 | | 2016 |  |  |  |  | 1.034.929 | 2019 | 1.034.929 | 2019 | Informes avalados por la SGR | Fuente de información (habitantes cada comunidad): Censo nacional |
| Cobertura de población expuesta con acceso al SAT por desbordamiento de ríos incrementada[[74]](#footnote-75) | Habitantes | 0 | | 2016 |  |  |  |  | 721.456 | 2019 | 721.456 | 2019 | Informes avalados por la SGR | Fuente de información (habitantes cada comunidad): Censo nacional |
| Población expuesta que participa en los ejercicios de evacuación | Habitantes | 0 | | 2016 |  |  |  |  | 300.000 | 2019 | 300.000 | 2019 | Informes avalados por la SGR |  |

Anexo E - Caso Base – Flujo de Fondos Proyectado

Se presenta a continuación en dos hojas la síntesis de las planillas de cálculo que resumen el flujo de fondos proyectado. La primera contempla los primeros 10 años de impacto esperado del Programa y la segunda los siguientes 10 años.





# Bibliografía consultada y fuentes de información

1. BID. Ocurrencia y gestión de inundaciones en América Latina y el Caribe: factores claves y experiencia adquirida./ Fernández Illescas C., Buss S.. Nota técnica 924. 2016.

Copenhagen Consensus. Natural Disasters. Kunreuthe, H., Michel-Kerjan, E. 2012.

1. CENAPRED. Sistemas de Alerta temprana con enfoque de género. UNDP. 2010.
2. Facultad de Ingeniería y Dirección Nacional de Defensa Civil.Riesgos por tsunami en la costa ecuatoriana. Mario A. Cruz DeHowitt; M. C. Acosta; Nelson Vasquez. 2006.
3. Hallegate, Stephane. The Economics of Natural Disasters Concepts and Methods. 2010. World Bank.
4. Hallegatte, Stéphane. 2012. “A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-Meteorological Services, Early Warning, and Evacuation.”. <http://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/1813-9450-6058>
5. TohokunUniversity-IRIDeS. A Global Assessment of tsunami hazards over the last 400 years. 2016.
6. Paul, B. K., 2009. Why Relatively Fewer People Died? The Case of Bangladesh’s Cyclone Sidr, Natural Hazards 50, 289–304. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11069-008-9340-5>
7. Ocean & Coastal Management: Managing tsunamis though early warning systems. A multidisciplinary approach. 2011.
8. SGR. ECUADOR: Referencias básicas para la gestión de riesgos 2013-2014. Elaborado en 2012 por SGR y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR.
9. SGR. Informe de Cierre de etapa invernal. 2016.
10. SOPAC.Fiji Technical Report An economic analysis for early flood warning in Navua. Project Report 2008.
11. Strobl E. The economic growth impact of hurricanes: evidence from US coastal counties. Review of Economics and Statistics 93:575–589. 2011.
12. UNDP. Reto Global: Desastre y Pobreza. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. 2009.
13. Worl Bank. Costs and benefits of early warning systems. Rogers and Tsirkunov. 2010
14. World Bank. Benefit-Cost Analysis for Risk Management: Summary of Selected Examples. Background paper for the World Development Report 2014. Kyla Wethli.

1. Probabilidad de 1:500 años con un impacto potencial de 21.003 muertes (poblacion vulnerable bajo amenaza 1.034.929 habitantes). [↑](#footnote-ref-2)
2. Siguiendo valoraciones aplicadas por Copenhagen Consensus. Natural Disasters. Kunreuthe, H., Michel-Kerjan, E. 2012. [↑](#footnote-ref-3)
3. La literatura establece que la exposición y la recurrencia ante desastres mantienen a las regiones en retraso. No han sido valorizados las contribuciones del SAT al consolidar aspectos estructurales que alientan el desarrollo socio-económico, mitigando restricciones a la inversión por aversión al riesgo. Adicionalmnete el SAT presiona hacia acciones de ordenamiento territorial y regulaciones que reduzan la vulnerabilidad en el largo plazo. Estos aspectos se traducirán en impactos efectivos a largo plazo. [↑](#footnote-ref-4)
4. Se plantea la tasa del 7% para establecer un rango de resultados a contraponer frente a los que arrojan el valor de descuento del 12% que refleja el nivel máximo generalmente utilizado en evaluaciones de los OMT. Los estudios es materia de desastres incluyen una variada gama de tasas con un mínimo del 5% (utilizada en Copengahen Consensus y otros estudios de WB). [↑](#footnote-ref-5)
5. Otros estudios trabajan con probabilidades de ocurrencia entre 1:100 años y 1:500 años. Fuente: Ocean & Coastal Management: Managing tsunamis though early warning systems. A multidisciplinary approach.2011. En función del rango de tiempo considerado, el impacto potencial o pérdida máxima esperada varía de forma no lineal. Cuanto más amplio es el período considerado, mayor es la magnitud de la amenaza probable, por lo que también es mayor la pérdida máxima posible. En función de estudios de UNISDR (Country Risk Report Ecuador 2015 y otros países en la región) se estableció la relación entre las hipótesis de eventos en períodos de 250 y 500 años. [↑](#footnote-ref-6)
6. La región de América Latina y el Caribe es altamente vulnerable a los desastres naturales con un promedio de daños económicos elevado con relación a otras áreas (0.18% del PIB por evento). Entre 1980-2010, los daños económicos asociados sobrepasaron el total registrado en las ocho décadas previas (1900-1980). Las poblaciones más pobres y vulnerables de la región son las más afectadas por los desastres naturales (BID-CEPAL, 2000; Banco Mundial, 2003). Existen factores asociados al incremento de los impactos: urbanización rápida y no planificada en áreas peligrosas, degradación ambiental y falta de gobernabilidad. BID, 2013. Ocurrencia y gestión de inundaciones en ALC: factores claves y experiencia adquirida./ Fernández Illescas C., Buss S.Nota técnica 924. 2016. [↑](#footnote-ref-7)
7. A 50 Km. de la costa ecuatoriana se encuentra una gran depresión en el suelo del océano, la fosa oceánica, lugar de convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica, constituyéndose esta interacción en la fuente sismogenética más activa e importante del País. Protocolo de Coordinación del Sistema Nacional de Alerta de Tsunami en el Ecuador. 2016. [↑](#footnote-ref-8)
8. Ecuador: Referencias básicas para la gestión de riesgos 2013-2014. Secretaría de Gestión de Riesgos. Referido en EC-L1014. [↑](#footnote-ref-9)
9. El Fenómeno del Niño 1997-1998: memoria, retos y soluciones. Volumen IV: Ecuador. CAF, 2000. Referido en EC-L1014. [↑](#footnote-ref-10)
10. GRD está incluida en la Constitución del Ecuador votada el 2008 (el Estado protege a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico). A su vez, el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2013-2017, establece que la reducción del riesgo de desastres es una condición para sus objetivos. [↑](#footnote-ref-11)
11. Pobreza por consumo: Esmeraldas 43.1% y Manabí 31,3%. Fuente: INEC Censo 2010. [↑](#footnote-ref-12)
12. Viviendas sin techos de hormigón: Esmeraldas 88.2% y Manabí 85.6%. INEC Censo 2010. [↑](#footnote-ref-13)
13. Propuesta de SIS ECU 911 sobre el Sistema de Alerta Temprana (SAT) http://www.ecu911.gob.ec/biblioteca/ [↑](#footnote-ref-14)
14. Adicionalmente, el SAT puede tener algunos impactos adicionales en las comunidades a partir del uso múltiple de la sirena comunitaria que genera solidaridad adicional de la comunidad (por ejemplo campañas de prevención de la delincuencia juvenil). [↑](#footnote-ref-15)
15. Fuente: Proyecto SAT. Agosto 2016. [↑](#footnote-ref-16)
16. Por ejemplo, ¿Cuáles serían las probabilidades que un huracán de magnitud 5 cause golpee en un area específica de América Central o el Caribe, o en la Costa Este de USA, en los próximos 10 años?. [↑](#footnote-ref-17)
17. Fuente: Copenhagen Consensus. 2012. Natural Disasters. Adicionalmente, recientes investigaciones encontraron que las personas a menudo perciben los eventos de baja probabilidad y de graves consecuencias de forma diferente a los expertos, afectado su comportamiento en situaciones extremas. Frente a ello la comunidad científica ha comenzado a prestar más atención a los factores psicológicos y sociológicoses, e incorporando las emociones humanas más destacadas como el miedo y la ansiedad en los modelos de decisión. [↑](#footnote-ref-18)
18. El rango de valores que utilizan lose studios téoricos considera una amplia gama de estimaciones. Se aplica en este trabajo el promedio de dos puntos de referencia: (a) un valor mínimo de US$ 110.000 que surge del promedio de valor de vida ajustado por discapacidad -DALY, y b) un máximo de 456.ooo que resulta del valor estadístico empleado por USA de US$ 6.000.000, ajustado en base a la relación de PBI per capita entre Ecuador y USA (comparando cifras de 2014). Ambas referencias son utilizados por el equipo de Consenso de Copenhague para establecer distintos parámetros de valoración y aplicados en otros estudios sobre esta materia (Banco Mundial). Ver: 7. Copenhagen Consensus. Natural Disasters. Kunreuthe, H., Michel-Kerjan, E. 2012. [↑](#footnote-ref-19)
19. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. Capítulo 2. UNDP. 2009. [↑](#footnote-ref-20)
20. Podrían existir ademas otros factores de carácter antrópico, pero fuera del alcance del Programa. [↑](#footnote-ref-21)
21. Cuanto mayor sea la probabilidad de ocurrencia de un desastre más probable sería alcanzar los beneficios esperados (ahorro en pérdida de vidas, daños personales y otros efectos sobre la infraestructura). [↑](#footnote-ref-22)
22. Paralelamente se crean condiciones para mitigar los efectos sobre la infraestructura, aunque la efectividad del SAT en este aspecto es menor y queda altamente condiionada ala naturaleza del evento (si la anticipación que brinda el alerta es muy escaso las acciones que pueden efectuarse son practivcamente nulas). [↑](#footnote-ref-23)
23. World Bank. Benefit-Cost Analysis for Risk Management: Summary of Selected Examples. Background paper for the World Development Report 2014 . Kyla Wethli. [↑](#footnote-ref-24)
24. La reflexión e interrogante es si la Tasa debiera disminuir con el tiempo, para reflejar el aumento de la incertidumbre sobre los costes y beneficios que afectan a las generaciones más lejos en el futuro. Arrow, Kenneth et all. “How Should Benefits and Costs Be Discounted in an Intergenerational Context?” 2012. Resources for the Future Discussion Paper 12-53, Resources for the Future, Washington DC. [↑](#footnote-ref-25)
25. Casos: Riesgo de inundaciones en Fiji (ratio 3.6-7.3), inundaciones en Pakintá (ratio 1.6), Ciclon en Bangladessh (ratio 40.8), inundaciones ne Sri Lanka (0.9), pronostico del tiempo en Vietnam (ratio 10.4) , inundaciones en Tailandia (ratio 1.76). World Bank. 2014. Kyla Wethli. [↑](#footnote-ref-26)
26. Hallegatte, Stéphane. 2012. “A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-Meteorological Services, Early Warning, and Evacuation.” [↑](#footnote-ref-27)
27. Reto Global: Desastre y Pobreza. Informe de Evaluación Global sobre la evaluación de Riesgo de desastres. Capíatulo 2. PNUD,2009. [↑](#footnote-ref-28)
28. Ver Anexo A Características de los tsunamis. [↑](#footnote-ref-29)
29. Fuente: Riesgos por Tsunami en la costa ecuatoriana. Mario A. Cruz, DeHOWITT; Máría Cristina ACOSTA (1); Nelson VÁ SQUEZ . 2006. Facultad de Ingeniería y Dirección Nacional de Defensa Civil. [↑](#footnote-ref-30)
30. Proyecto DIPECHO VI "Aprendizajes y Adaptación frente a Tsunami en Ecuador, Colombia, Perú y Chile", implementado por la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO”. 2011. [↑](#footnote-ref-31)
31. Reto Global: Desastre y Pobreza. Informe de Evaluación Global sobre la evaluación de Riesgo de desastres. Capítulo 2. PNUD,2009. [↑](#footnote-ref-32)
32. Reto Global: Desastre y Pobreza. Informe de Evaluación Global sobre la evaluación de Riesgo de desastres. Capítulo 2. PNUD,2009. La amenaza real de que haya un tsunami en una zona concreta de estos países depende de la topografía local, la batimetría y otros factores. Por ejemplo, aunque la costa de Filipinas podría verse afectada en tan solo 9 minutos por olas de hasta 16 metros de altura, las zonas de mayor impacto quedarían fuera de la ciudad de Manila. [↑](#footnote-ref-33)
33. Diagnóstico de los Sistemas de Alerta Temprana ante Tsunami en el Pacífico Sudeste. VI Plan de Acción para Sudamérica del Programa de Preparación para Desastres.2011. [↑](#footnote-ref-34)
34. El evento afectó el territorio entre Valparaíso y la Araucanía, donde viven cerca de 13 millones de personas, el 80% de la población nacional. En Maule y Bío Bío, las regiones más golpeadas por el terremoto y tsunami, habitan 2.769.659 personas, el 19% de la población total del país. El desastre ocasionó 512 muertos, 16 desaparecidos y 800 mil personas damnifi cadas. La mayor cantidad de fallecidos fue debido al tsunami ( por ejemplo en la comuna de Pelluhue se registraron 47 muertos, 6 eran pobladores de este lugar y 41 fueron turistas chilenos). [↑](#footnote-ref-35)
35. TohokunUniversity-IRIDeS. A Global Assessment of tsunami hazards over the last 400 years. 2016. [↑](#footnote-ref-36)
36. https://online.desinventar.org/desinventar/#ECU-DISASTER. [↑](#footnote-ref-37)
37. ECUADOR: Referencias básicas para la gestión de riesgos 2013-2014. Elaborado en 2012 por SGR y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres UNISDR. [↑](#footnote-ref-38)
38. Informe de Cierre de etapa invernal. 2016. SGR. [↑](#footnote-ref-39)
39. Escenario probabilidad de ocurrencia de desbordamiento de ríos. Diciembre de 2015. SGR. [↑](#footnote-ref-40)
40. Hallegatte, Stéphane. 2012. A Cost Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-Meteorological Services, Early Warning, and Evacuation. [↑](#footnote-ref-41)
41. Siguiendo el análisis de Hallegatte, el beneficio anual de un SAT en Ecuador se ubicaría entre US$ 1.9 y 11.0 Millones. (PIB US$ 64.823 Millones en 2014). [↑](#footnote-ref-42)
42. Ver Anexo. Efectos del terremoto 2016 en Ecuador. [↑](#footnote-ref-43)
43. Las viviendas afectadas alcanzaron a 4.688 en Esmeraldas y 6.345 en Guayas.En el caso del Litoral ecuatoriano para el año 1997-98, ante la presencia de El Niño se registraron lluvias con períodos de retorno superiores a los 500 años que trajo como resultado la destrucción total o parcial de los puentes (no permite el paso de los caudales extremos generados por tales lluvias por debajo del mismo). Caso similar ocurrió con tramos de carreteras que trabajan como un gran dique y sus alcantarillas no tienen la capacida hidráulica suficiente, el agua pasa por encima, se erosionan los taludes, aunados estos factores al empuje del agua y colapsan. [↑](#footnote-ref-44)
44. Diagnóstico de los Sistemas de Alerta Temprana ante Tsunami en el Pacífico Sudeste. VI Plan de Acción para Sudamérica del Programa de Preparación para Desastres.2011. Para una pérdida de vidas de 50.000, las viviendas colapsadas e inhabitables alcanzaron a 548.700 (relación de 11 a 1 entre viviendas afectadas y personas afectadas). [↑](#footnote-ref-45)
45. Evaluación de los efectos e impactos del terremoto del 16 de abril, 2016. Gobierno de Ecuador, [↑](#footnote-ref-46)
46. Cabe reforzar el concepto de que los efectos de un tsunami sobre la infraestructura podrían ser relevantes, pero considerando que el Sistema de Alerta Temprana no tendría incidencia significativa en términos de reducción de los mismos, su estimación no forma parte del presente estudio. Las medidas de mitigación de este tipo de daños son habitualmente de otras características. [↑](#footnote-ref-47)
47. Escenario probabilidad de ocurrencia de desbordamiento de ríos. Diciembre de 2015. SGR. [↑](#footnote-ref-48)
48. Fuente: The Economics of Natural Disasters Concepts and Methods. Hallegate 2010. World Bank. [↑](#footnote-ref-49)
49. Strobl E (2011) The economic growth impact of hurricanes: evidence from US coastal counties. Review of Economics and Statistics 93:575–589. [↑](#footnote-ref-50)
50. Paul, B. K., 2009. Why Relatively Fewer People Died? The Case of Bangladesh’s Cyclone Sidr, Natural Hazards 50, 289–304. [↑](#footnote-ref-51)
51. Fuente: Fiji Technical Report An economic analysis for early flood warning in Navua. SOPAC Project Report 2008. SAMOA technical report. Economic Analysis. 2008. [↑](#footnote-ref-52)
52. Worl Bank. Costs and benefits of early warning systems. Rogers and Tsirkunov. 2010 [↑](#footnote-ref-53)
53. Durante las jornadas de trabajo en Ecuador el equipo del Gobierno comentó que existen oleoductos en la zona de la costa preparados para cerrar válvulas de seguridad ante la recpeción del alerta de tsunami, lo que minimizaría eventuales derrames de magnitud indeterminada. [↑](#footnote-ref-54)
54. Los equipos de trabajo del GdE no tienen una posición definitive sobre los efectos esperados del SAT en material de reducción de impactos. Sin embargo, la reflexiones preliminaries indicaron que sus expectativas son de una significativa mejora en terminos de potenciales muertes evitadas en caso de tsunamis (entre 50 y 70%), mientras que en desbordamiento de ríos los beneficios superiors se presentarían en terminos de protección de actives (30-40%). [↑](#footnote-ref-55)
55. A modo de ejemplo, para la amenaza tsunami fue estimada una pérdida potencial máxima de vidas de 21.000 casos. Considerando que el VeV se aplica sobre la base de un promedio para Ecuador de US$ 283.000, la magnitud máxima calculada alcanzaría a US$ 5.943 Millones. Cómo este valor responde a una probabilidad de 500 años, su ponderación a los fines de estimar un valor anualizado representaría US$ 11.9 Millones por año. Dado ese cálculo de pérdida potencial anual por efecto del tsunami, la implementación del SAT que impulsa el Programa permitiría reducir un 45% los daños humanos del fenómeno. La aplicación del 45% de ahorro en vidas sobre los US$ 11. 9 Millones determinan el beneficio anual por este concepto, lo que para el planteo efectuado sería US$ 5.3 Millones años. La Tabla 14 presenta los valores año por año agregados de forma simple y el VAN del flujo de beneficios para el período de 20 años considerado. [↑](#footnote-ref-56)
56. Los equipos de INOCAR mencionaron que la vida útil de ls boyas adquiridas podría no supercar los 5 años. Existen constantes advances tecnológicos que llevan a la necesidad de contar con equipos de mayor precision y confiabilidad. [↑](#footnote-ref-57)
57. Se plantea la tasa del 7% para establecer un rango de resultados a contraponer frente a los que arrojan el valor de descuento del 12% que refleja el nivel máximo generalmente utilizado en evaluaciones de los OMT. Los estudios es materia de desastres incluyen una variada gama de tasas con un mínimo del 5% (utilizada en Copengahen Consensus y otros estudios de WB). [↑](#footnote-ref-58)
58. Otros estudios trabajan con probabilidades de ocurrencia entre 1:100 años y 1:500 años. Fuente: Ocean & Coastal Management: Managing tsunamis though early warning systems. A multidisciplinary approach.2011. [↑](#footnote-ref-59)
59. El evento máximo en la hipótesis de 250 años tendría un impacto máximo en pérdida de vidas de 5.253 Sin Proyecto y 2.889 Con Proyecto. [↑](#footnote-ref-60)
60. Los puntos débiles en la sostenibilidad suelen ser acciones directas de responsabilidad del nivel local municipal que este no puede proveer. Las municipalidades no cuentan con recursos humanos ni presupuesto para el seguimiento de las tareas de mantenimiento.Es prioritario que el sector municipal se comprometa a velar por la efectiva operación de sirenas, sensores y otros equipos instalados en el SAT y planificar la generación de recursos a tal fin. [↑](#footnote-ref-61)
61. Iniciativas complementarias plantean la necesidad de desarrollar coordinadamente sistemas de alerta temprana a nivel global para reducir las brechas entre naciones respecto al tema de alerta de desastres (en el caso del tsunami que afectó al Océano Índico el año 2004, que carecía de un sistema de alerta temprana, en comparación con el SAT que existe en el Pacífico norte).. III Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana (III EWC), dirigida por la ONU para la reducción de riesgo de desastres (UNISDR). [↑](#footnote-ref-62)
62. Fuente: ISDR. EWC III. Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana. Desarrollo Sistemas de Alerta temprana, 2006. [↑](#footnote-ref-63)
63. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. EIRD. Capítulo 5. Los sistemas de Alerta temprana. [↑](#footnote-ref-64)
64. Se llegó a tener operativas 32 plantas de tratamiento móviles [↑](#footnote-ref-65)
65. Se llegó a contar con 70 tanqueros de diferentes capacidades para distribuir el agua [↑](#footnote-ref-66)
66. La Unidad Nacional de Almacenamiento (UNA) ubicada en Portoviejo, uno de los centros de procesamiento y acopio de granos de mayor tamaño fue gravemente dañada: dos silos de capacidad de 5,000 quintales cada uno se destruyeron totalmente, y la unidad para secar el maíz dejó de funcionar. [↑](#footnote-ref-67)
67. Forma parte del Índice de Gestión del Riesgo (IGR), El objetivo del IGR es la medición del desempeño o performance de la gestión del riesgo de desastres (GRD). Es una medición cuantitativa de la gestión con base en unos niveles preestablecidos (targets, o hitos) del nivel uno a cinco. El IGR incluyen: Identificación del riesgo (IR); Reducción del riesgo (RR); Manejo de desastres (MD); y Gobernabilidad y Protección financiera (PF). Ver el informe técnica: <http://eird.org/pr14/cd/documentos/espanol/Publicacionesrelevantes/Documentosguiaglobales/BID-Metodologia-Indicadores.pdf> [↑](#footnote-ref-68)
68. Provisional presentado por el BID, en revisión por el País. [↑](#footnote-ref-69)
69. El IGR MD incluyen 6 sub-indicadores: MD1. Organización y coordinación de operaciones de emergencia; MD2. Planificación de la respuesta y sistemas de alerta; MD3. Dotación de equipos; MD4. Simulación, actualización y prueba; MD5. Preparación y capacitación comunitaria; MD6. Planificación para la rehabilitación y reconstrucción. Proyección o contribución del Programa: DM2: 3→4 [↑](#footnote-ref-70)
70. Forma parte del IGR. Ver nota de pie 1. [↑](#footnote-ref-71)
71. Ver nota de pie 2 [↑](#footnote-ref-72)
72. El IGR IR incluyen 6 sub-indicadores: IR1. Inventario sistemático de desastres; IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico; IR3. Mapa de amenazas. IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo. IR5. Información pública y participación comunitaria. IR6. Capacitación y educación. Proyección o contribución del Programa: IR3: 3→4 [↑](#footnote-ref-73)
73. El acceso al SAT por parte de la población expuesta, consiste en que dicha población pueda beneficiarse, en caso de un desastre, de un SAT que cuente con los tres elementos operando de manera articulada (Ver el POD ¶1.7). En el caso de Tsunamis, el SAT involucra el monitoreo de amenazas por parte del IG-EPN, el análisis de la probabilidad de ocurrencia de Tsunamis por parte del INOCAR, la toma de decisiones para la activación del SAT por parte de la SGR; la comunicación de la alerta a la comunidad, a través de las sirenas comunitarias de ECU-911 y otros medios de comunicación; la garantía de contar con los canales de comunicación necesarios entre las instituciones y los socorristas y las acciones preparativas y de capacitación necesarias para la comunidad por parte de la SGR. [↑](#footnote-ref-74)
74. Ver nota de pie 8. En el caso de desbordamiento de ríos, el SAT involucra, en vez de IG-EPN y INOCAR (observatorios sísmicos y tunamigenico), los elementos del monitoreo hidrometeorológico a cargo del INAMHI. Las funciones de SGR y ECU-911 son las mismas del caso de tsunamis. [↑](#footnote-ref-75)