

**Programa para incrementar la resiliencia ante inundaciones
del Valle de Sula en Honduras (HO-L1244)**

Análisis Económico Ex Ante

Consultor: Eduardo Zegarra M.

Febrero 2024

Contenido

1. Introducción.....	4
2. Descripción del proyecto.....	4
2.1. Área del proyecto	4
2.2. Lógica y objetivos de la intervención.....	5
2.3. Componentes y resultados esperados del proyecto	6
3. La exposición a inundaciones en bases EM-DAT y DESINVENTAR	7
3.1. EM-DAT.....	7
3.2. DESINVENTAR.....	10
4. Estimación de beneficios esperados en escenario base	13
4.1. Beneficios esperados de las obras del componente 1	13
4.2. Ajustes a los beneficios esperados del componente 1 en base a datos del informe BID-CEPAL sobre daños de Eta y Iota en Honduras	15
4.3. Beneficios esperados del SAT	17
4.4. Beneficios estimados anuales para el proyecto	17
5. Costos del proyecto	18
6. Indicadores de costo-beneficio en escenario base.....	19
7. Análisis de sensibilidad.....	20
8. Conclusiones	21
Referencias.....	22
Anexo 1. Evolución de costos y beneficios del proyecto en escenario base.....	23

Índice de cuadros

Cuadro 1. Eventos asociados a inundaciones en Honduras	8
Cuadro 2. Eventos con potenciales impactos en valle de Sula	10
Cuadro 3. Datos DESINVENTAR por municipio 1970-2015.....	11
Cuadro 4. Datos DESINVENTAR por municipio 1970-2015.....	11
Cuadro 5. Estadísticas descriptivas para variables de eventos en zona de influencia.....	13
Cuadro 6. Factores de ajuste en base a estudio BID-CEPAL (2021).....	16
Cuadro 7. Afectaciones económicas anuales evitadas por el proyecto.....	17
Cuadro 8. Presupuesto para obras del componente 1	18
Cuadro 9. Evolución del gasto del proyecto	18
Cuadro 10. Indicadores de beneficio-costos	19
Cuadro 11. Ajustes para sensibilidad	20
Cuadro 12. Indicadores de beneficio-costos	21

Índice de gráficos

Gráfico 1. Número de afectados anuales	9
Gráfico 2. Número total de afectados en zona de proyecto.....	12
Gráfico 3. Áreas agrícolas perdidas.....	12
Gráfico 4. Evolución de beneficios y costos del proyecto en escenario base	19
Gráfico 5. Análisis de sensibilidad para la TIR del proyecto.....	20

Índice de mapas

Mapa 1. Área de influencia del proyecto (15 municipios)	5
Mapa 2. Área inundable en periodo de retorno 10 años sin proyecto	14

1. Introducción.

1. Honduras es uno de los países del mundo más vulnerables ante los eventos climáticos. Los desastres han venido impactando en la incidencia de la pobreza e indicadores de desarrollo socio-económico, en especial por la ocurrencia de eventos de amplio impacto en sectores vulnerables de la población como las inundaciones, que son el tipo de amenaza que impacta con mayor frecuencia al país. Un área particularmente vulnerable a este tipo de eventos es la parte baja del Valle de Sula, zona estratégica y densamente poblada con 1.4 millones de habitantes, y que se considera uno de los principales polos de desarrollo económico. El valle es afectado de forma recurrente por inundaciones, habiendo sido la zona del país más impactada por las recientes tormentas ETA e IOTA en 2020, y Julia en 2022.
2. Las inundaciones impactan de forma indirecta (por interrupciones a servicios básicos y afectaciones a las actividades económicas) a toda la población del Valle de Sula y de forma directa a unos 119 mil habitantes, que se localizan en el área inundable (ipresas, 2023). En las inundaciones de ETA e IOTA, por ejemplo, la pérdida económica en el Valle de Sula sólo en el sector comercio e industria fue equivalente al 2,24% del PIB nacional de 2020, más de 455.000 personas vieron interrumpido su sistema de abastecimiento de agua, y los daños y pérdidas en las viviendas representaron en torno a seis (6) salarios mínimos por familia afectada. Se proyecta que la frecuencia y severidad de estas inundaciones se verá incrementada por efecto del Cambio Climático (Miambiente, 2019).
3. Las respuestas estatales frente a los desastres de este tipo han sido débiles debido a carencia de recursos, y limitadas capacidades técnicas y de gestión. Las inversiones en infraestructura para reducir la exposición a inundaciones han sido escasas, más reactivas que preventivas, y el sistema de gobernanza del territorio está aún en una etapa de formación. En este contexto, el BID y el gobierno de Honduras han diseñado el presente proyecto de inversión para la gestión del riesgo de inundaciones en el valle de Sula, que busca revertir algunas de estas limitaciones, planteando un conjunto de intervenciones integradas con criterio preventivo, con mejoras en instrumentos para la gestión del riesgo (fortalecer y ampliar el Sistema de Alerta Temprana-SAT) y con el fortalecimiento de la gobernanza territorial y mejora de la información para la toma de decisiones.
4. El propósito del presente documento es realizar el análisis económico ex ante del proyecto, identificando sus potenciales beneficios para contrastarlos con los costos, y así establecer indicadores de costo-beneficio, siguiendo los lineamientos y criterios del BID para tal efecto (tasa de descuento de 12% y un horizonte temporal de evaluación de 20 años). Es tema clave del estudio la correcta identificación de los principales beneficios esperados, que en este caso se evaluarán bajo el concepto de pérdidas evitadas, es decir, estimando el impacto esperado de las intervenciones en reducir las pérdidas por inundaciones que sufre la población del valle, tanto en forma directa como indirecta.

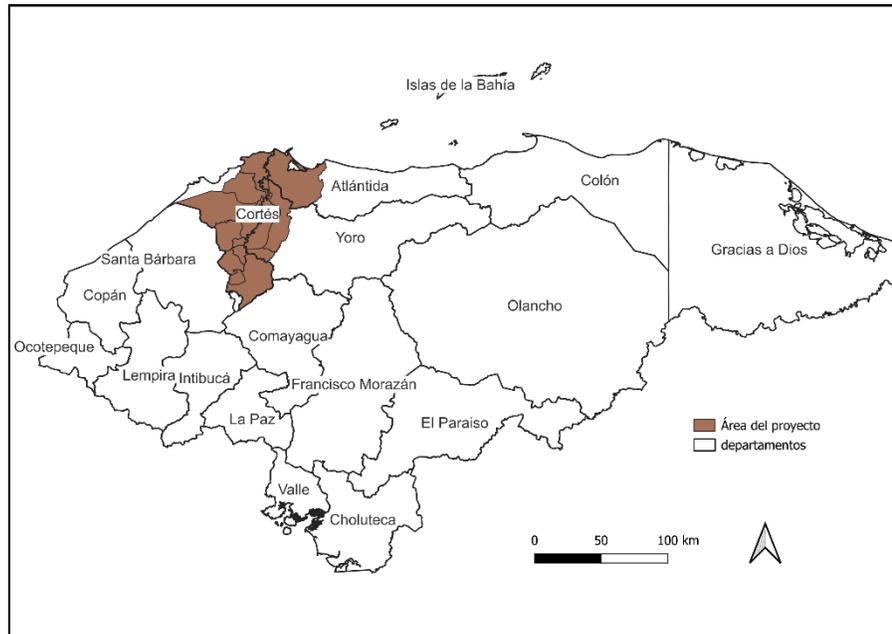
2. Descripción del proyecto

2.1. Área del proyecto

5. El área directa de influencia del proyecto es el Valle de Sula, con una superficie aproximada de 2 400 Km², localizado al noroeste de Honduras. El Valle de Sula abarca territorio de tres

departamentos: Cortés, Yoro y Atlántida, formando parte de 15 municipios: Puerto Cortés, Tela, Choloma, El Negrito, El Progreso, La Lima, Pimienta, Potrerillos, San Manuel, San Pedro Sula, Villanueva, San Antonio de Cortés, Santa Cruz de Yojoa, San Francisco de Yojoa y Santa Rita. Una buena parte de los municipios involucrados se superponen casi completamente con el departamento de Cortés. Los municipios ubicados en Atlántida y Yoro, de otro lado, cubren una parte limitada de estos departamentos, como se puede ver en el mapa a continuación.

Mapa 1. Área de influencia del proyecto (15 municipios)



2.2. Lógica y objetivos de la intervención.

6. El diseño de la intervención se basa en los beneficios esperados de invertir en la reducción del riesgo y vulnerabilidad de la población del valle de Sula a inundaciones, con un enfoque de gestión del territorio y de Sistemas de Alerta Temprana (SAT) para reducir el impacto de los desastres sobre los sectores sociales más vulnerables. Por medio del programa se busca contribuir a revertir la tendencia a la inversión reactiva en la reparación de obras de control de inundaciones, mediante el financiamiento de acciones de reducción del riesgo basadas en el análisis costo/beneficio de las intervenciones.

7. El objetivo central del proyecto es incrementar la resiliencia ante inundaciones de las familias vulnerables en el Valle de Sula, Honduras. Los objetivos específicos incluyen: (i) reducir el riesgo de las familias vulnerables ante las inundaciones considerando escenarios de cambio climático; (ii) fortalecer las capacidades de las instituciones públicas responsables de la gestión del riesgo de inundaciones; (iii) crear un espacio de gobernanza metropolitana o regional para la gestión del riesgo y la adaptación climática en el Valle de Sula, con participación de sector público multinivel, organizaciones de la sociedad civil, academia, y sector privado; y (iv) fortalecer las condiciones para la resiliencia frente a las inundaciones

de comunidades vulnerables, con enfoque de género, discapacidad y priorizando comunidades afrodescendientes.

2.3. Componentes y resultados esperados del proyecto

8. Los componentes del proyecto son cuatro:

Componente 1. Infraestructura para el control de inundaciones. Se financiará el dragado de canales artificiales y tramos de ríos, construcción de muros, reparación de bordas de tierra y mejora de obras de derivación en los canales, para reducir el riesgo en los puntos más críticos del Valle de Sula, considerando escenarios de cambio climático en el diseño de las obras. Esta infraestructura incorporará estándares de accesibilidad universal para PcD, donde se requiera.

Componente 2. Fortalecimiento de la capacidad para la planificación de la reducción del riesgo y para el monitoreo y alerta temprana de las inundaciones. Se financiarán equipos de monitoreo pluviométrico y de caudales, mejoras de centros de análisis de datos de la SIT, y la capacitación, para fortalecer a la SIT y a la Secretaría de Estado en los Despachos de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento/ Fondo Hondureño de Inversión Social (SEDECOAS/FHIS), así como a otras instituciones públicas y universidades en la modelación del riesgo por inundaciones, considerando el efecto del cambio climático, y su gestión efectiva. Cuando sea pertinente, los sistemas de información incorporarán las variables de género, etnia y discapacidad.

Componente 3. Gestión territorial sostenible. Se financiarán consultorías para la creación o fortalecimiento de estructura de gobernanza para la gestión territorial, y la elaboración de estudios y planes, urbanos y regionales, con consideraciones de riesgos naturales y cambio climático, para la mejora de la gestión territorial en el Valle de Sula. Los planes considerarán las vulnerabilidades e inequidades étnico-raciales, por género, discapacidad, entre otras.

Componente 4. Fortalecer la resiliencia de la población más vulnerable ante las inundaciones. Se financiarán acciones de mejora de la resiliencia de asentamientos informales, incluyendo el diseño y ejecución de SAT (vinculados a las acciones del Componente 2) y evacuación con enfoque de género y consideraciones de discapacidad, priorizando los barrios con población afrodescendiente. Esto incluirá la compra e instalación de equipos de alarmas en los barrios, el desarrollo de aplicaciones y sistemas para alertar a las poblaciones más vulnerables, pequeñas obras comunitarias de mejora de la resiliencia, las mejoras o construcción de infraestructura de albergues que integren medidas de accesibilidad y para prevenir la violencia de género, y la capacitación, culturalmente apropiada y sensible al género, a comunidades y municipalidades en alerta temprana y gestión de la emergencia. Estos sistemas incentivarán la participación de mujeres, afrodescendientes y personas con discapacidad en su diseño y ejecución.

9. Al final del proyecto se espera contar con una estructura de gobernanza, un centro de toma de decisiones para la gestión del riesgo de inundaciones operativo y una planificación territorial que integre la amenaza de inundaciones para el Valle de Sula; se habrá reducido el riesgo de inundación por medio del SAT y las obras de control de inundaciones,

beneficiando de forma particular a mujeres, afrodescendientes y personas con discapacidad; y se habrá incrementado la capacidad de las instancias públicas responsables de la gestión de las inundaciones.

10. Los beneficiarios del proyecto serán los habitantes del Valle de Sula; los beneficios se medirán en términos de reducción del riesgo de inundaciones, alcanzando de manera indirecta a la población de 1,4 millones del Valle de Sula y de forma directa a las 119 mil personas que se sitúan en zonas inundables.

3. La exposición a inundaciones en bases EM-DAT y DESINVENTAR

11. Uno de los tipos de eventos con mayores impactos sociales y económicos en Honduras son las inundaciones. Las inundaciones se generan por procesos intensos de precipitación, ya sea en algunos puntos específicos del territorio, o por algún evento climático mayor como un huracán o tormenta tropical. En lo que sigue analizamos datos tomados de dos fuentes para caracterizar la ocurrencia e impactos de inundaciones en el país en general y en el valle de Sula en particular.

3.1. EM-DAT

12. La base de datos de EM-DAT contiene información de largo plazo sobre desastres naturales a nivel de la mayor parte de países del mundo, con datos incluso desde inicios de los 1900s. No obstante, la calidad de los datos es relativamente limitada para las seis primeras décadas del siglo XX, por lo que se utilizarán los datos de esta fuente para los últimos 53 años (1970-2023).
13. En el caso de Honduras se obtuvieron 111 registros de desastres ocurridos entre 1970 y 2023, de los cuales 64 pueden estar asociados a inundaciones en las categorías de inundaciones (38) y tormentas (26). La distribución de estos eventos durante todo el periodo se muestra en detalle en el cuadro 1.
14. Se pueden observar un número e intensidad importante de eventos, donde los más fuertes fueron el huracán Fifi de 1974 y el Huracán Mitch de 1998 que tuvo un saldo de pérdidas humanas cercano a los 15,000. Las pérdidas económicas del Huracán Mitch también fueron las mas altas de la serie, con unos US\$ 3,800 millones.
15. La ocurrencia de las tormentas Eta y Iota en 2020 también fue de gran impacto social y económico, con más de 5 millones de personas afectadas (en la medida que recorrieron gran parte del territorio hondureño), y un estimado de pérdidas económicas de más de US\$ 2,000 millones de acuerdo a BID-CEPAL (2021)¹.

¹ Al momento de acceder a los datos de EM-DAT no se habían estimado aún las pérdidas económicas de las tormentas Eta e Iota de 2020, particularmente importantes para el valle de Sula. Por tal motivo hemos incluido en los datos de EM-DAT un estimado de pérdidas económicas para estos eventos realizado por BID-CEPAL (2021), asignando un 89% de la pérdida total estimada a Eta y el 11% restante a Iota (en función al número de afectados).

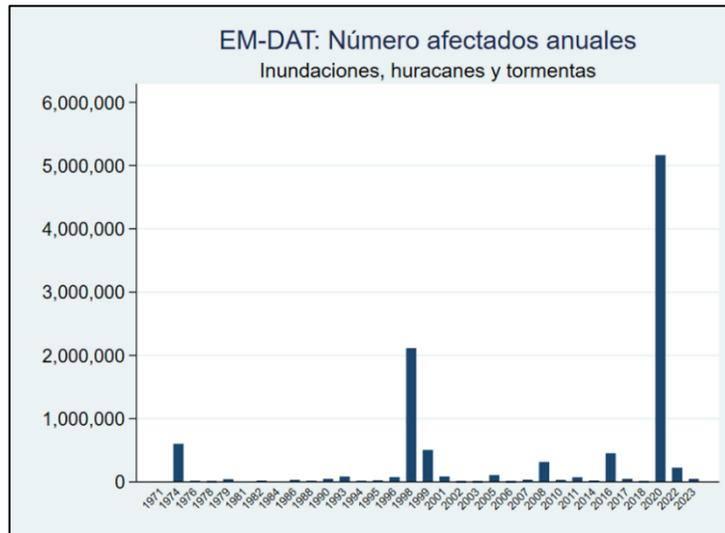
Cuadro 1. Eventos asociados a inundaciones en Honduras

Año	Nombre evento (tormentas/huracanes)	Fallecidos	Afectados	Pérdidas (US\$ Mill)
1971		0	0	0
1974	Fifi	8,000	600,000	540
1976		20	15,000	0
1978	Greta	0	7,500	1
1979		1	40,000	13
1981		0	0	0
1982	Alleta	130	20,000	101
1984		0	0	0
1986		0	30,000	0
1988		4	14,000	0
1988		15	2,125	0
1988	Joan	0	12	0
1990		5	48,000	100
1993		39	67,447	58
1993		374	15,000	57
1994		1	500	0
1994		150	15,000	0
1995	Allison	18	22	0
1995		14	25,000	4
1996	Cesar and Douglas	0	0	1
1996		7	75,000	31
1996	Marcos	1	0	1
1998	Mitch	14,600	2,112,000	3,794
1999		34	503,001	2
2001	Michelle	21	86,321	5
2002		1	0	0
2002		10	969	100
2002		0	1,720	0
2003		3	105	0
2003		7	3,000	20
2005		8	800	0
2005	Stan	6	2,869	100
2005	Hurricane "Wilma"	0	0	0
2005	Beta	0	11,000	0
2005	Gamma	47	90,000	16
2006		4	1,500	8
2007	Felix	1	19,500	7
2007		5	15,000	0
2007		1	500	0
2008	Alma	0	0	0
2008	Tropical Depression Sixteen	67	313,357	0
2010	Hurricane Agatha	18	24,675	90
2010		5	1,610	0
2010		117	3,400	0
2010	Tropical storm Matthew	4	0	0
2011		33	69,798	0
2014		0	20,000	0
2014		4	3,000	1
2016	Tropical storm 'Earl'	1	151	0
2016		6	450,000	0
2017		3	645	0
2017		7	400	0
2017	Tropical depression'16/Hurricane 'Nate'	3	120	0
2017		8	46,975	0
2018		6	6,948	0
2020		3	17,700	0
2020	Tropical storm 'Amanda'	5	1,200	0
2020	Hurricane 'Eta'	110	4,566,584	1,793
2020	Hurricane 'Iota'	14	578,000	222
2022		0	1,800	0
2022	Hurricane 'Julia'	5	144,000	0
2022		9	76,657	0
2023	Tropical storm 'Pilar'	1	0	0
2023		4	46,658	0

Fuente: EM-DAT

16. La serie indica una alta frecuencia de ocurrencia de este tipo de eventos durante todo el periodo, como se puede ver el siguiente gráfico.

Gráfico 1. Número de afectados anuales



Fuente: EM-DAT

17. Casi todos los años se tienen afectados, con números enormes para Fifi (1974), Mitchell (1998) y especialmente Eta y Iota en 2020. Cabe señalar que, en los años 2005, 2008, 2016 y 2022 también hubo un número bastante importante de afectados por este tipo de eventos. En conjunto, estas cifras indican que Honduras es un país particularmente vulnerable a desastres de esta naturaleza, que ocurren de manera frecuente y con amplio impacto en la población y el territorio.

18. Una limitación de la base de datos de EM-DAT es que registra solamente eventos de cierta magnitud nacional, pero no registra eventos de magnitud menor o que son más localizados. Por este motivo es difícil identificar eventos que hayan tenido impacto más específico en la zona del valle de Sula (en particular, en los 15 municipios identificados como zona de intervención del proyecto). No obstante, esta limitación, en el cuadro 2 se señalan aquellos eventos en los que aparece el departamento de Cortés o el nombre "Sula" como parte de las zonas afectadas (no se consideran los departamentos de Yoro y Atlántida porque el área de estos departamentos en la zona del proyecto es pequeña en comparación al tamaño total de estos).

Cuadro 2. Eventos con potenciales impactos en valle de Sula

Año	Nombre evento (tormentas/huracanes)	Fallecidos	Afectados	Pérdidas (US\$ Mill)
1988		4	14,000	0
1990		5	48,000	100
1995		14	25,000	4
1996		7	75,000	31
2001	Michelle	21	86,321	5
2003		3	105	0
2005	Stan	6	2,869	100
2005	Hurricane "Wilma"	0	0	0
2005	Gamma	47	90,000	16
2006		4	1,500	8
2007	Felix	1	19,500	7
2008	Tropical Depression Sixteen	67	313,357	0
2010	Hurricane Agatha	18	24,675	90
2010		117	3,400	0
2011		33	69,798	0
2016	Tropical storm 'Earl'	1	151	0
2017		3	645	0
2017		7	400	0
2017		8	46,975	0
2020		3	17,700	0
2020	Hurricane 'Eta'	110	4,566,584	1,793
2020	Hurricane 'Iota'	14	578,000	222
2022		0	1,800	0
2022		9	76,657	0
2023		4	46,658	0

Fuente: EM-DAT

19. Varios eventos de alcance nacional han afectado a la zona del valle de Sula, y es posible que las tormentas Eta y Iota ocurridas hacia fines del 2020 hayan sido la de mayor impacto en esta parte del país.

3.2. DESINVENTAR

20. La otra fuente importante de información sobre ocurrencia de desastres en la región de Latinoamérica y Caribe es DESINVENTAR. En este caso se registran todo tipo de eventos, así sean muy localizados, y que aparezcan en medios de comunicación local, regional o nacional. La base de datos tiene información desde 1915, pero la calidad de la información es limitada durante la mayor parte del siglo XX. Por este motivo usaremos también los datos desde 1970 en adelante. En el caso de Honduras la información llega hasta el año 2015, habiéndose descontinuado desde ese año.

21. Se seleccionaron los eventos correspondientes a inundaciones, tormentas, huracanes y lluvias intensas, que generalmente están asociadas a la ocurrencia de inundaciones. Una ventaja de la base de DESINVENTAR es que se tienen registros de eventos muy localizados, por ejemplo a nivel de municipios. Esto permite identificar la ocurrencia de eventos en el área de influencia del proyecto ubicada en 15 municipios de los departamentos de Cortés, Yoro y Atlántida.

22. Se agregaron las variables de interés en forma anual para esos 15 municipios y se obtuvo un consolidado de eventos que implican ocurrencia de inundaciones en la zona. Algunas

variables tomadas de la zona sobre la ocurrencia de estos cuatro tipos de desastres para el periodo 1970-2015 se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 3. Datos DESINVENTAR por municipio 1970-2015

	Fallecidos	Afectados	Pérdidas (Millones US\$)	Área agrícola perdida (Has)
INUNDACIÓN	1,734	242,681	731	67,195
HURACÁN	60	0	0	0
LLUVIA	14	112,885	7	6,005
TORMENTA	0	880	0	0
TOTAL	1,808	356,446	739	73,200

Fuente: DESINVENTAR

23. La ocurrencia de inundaciones ha tenido el mayor impacto, con pérdidas por US\$ 731 millones, 242 mil afectados, 1734 personas fallecidas y más de 73,000 Has de área agrícola perdida entre 1970 y 2015. La distribución de valores por cada uno de los 15 municipios se muestra a continuación.

Cuadro 4 Datos DESINVENTAR por municipio 1970-2015

	Fallecidos	Afectados	Pérdidas (Millones US\$)	Área agrícola perdida (Has)
CHOLOMA	1,648	21,195	18	7,506
EL NEGRITO	1	0	148	1,976
EL PROGRESO	78	31,655	126	12,623
LA LIMA	9	62,175	194	12,231
PIMIENTA	2	761	1	1,114
POTRERILLOS	0	1,030	8	866
PUERTO CORTES	7	1,650	23	2,424
SAN ANTONIO DE CORTES	0	180	1	662
SAN FRANCISCO DE YOJOA	0	100	1	141
SAN MANUEL	1	33,843	4	258
SAN PEDRO SULA	31	174,235	90	18,273
SANTA CRUZ DE YOJOA	5	718	3	1,172
SANTA RITA	5	9,000	1	733
TELA	16	3,554	117	11,182
VILLANUEVA	5	16,350	4	2,039
TOTAL	1,808	356,446	739	73,200

Fuente: DESINVENTAR

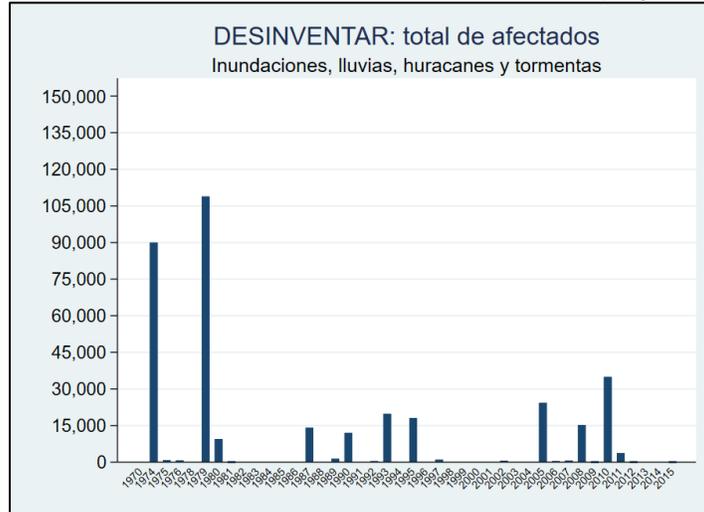
24. El municipio de Choloma aparece con la mayor ocurrencia de fallecidos (1,648)². San Pedro de Sula, de otro lado, muestra el mayor número de personas afectadas (casi 175,000) seguido por La Lima (62,000) y San Manuel (34,000). En pérdidas económicas acumuladas, La Lima aparece con las mayores con US\$ 194 millones, seguido por El Negrito (US\$ 148 millones) y El Progreso (US\$ 126 millones). En el área agrícola perdida destaca San Pedro

² Estas pérdidas de vidas se produjeron en 1974, durante el Huracán Fifi de gran impacto en todo el territorio nacional.

de Sula (18,000) seguido de La Lima y el Progreso (más de 12,000 Has), así como Tela (más de 11,000 Has). La pérdida de área agrícola es importante en casi todos los municipios del área de influencia del proyecto.

25. La evolución anual del número de afectados por los cuatro tipos de eventos se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 2. Número total de afectados en zona de proyecto

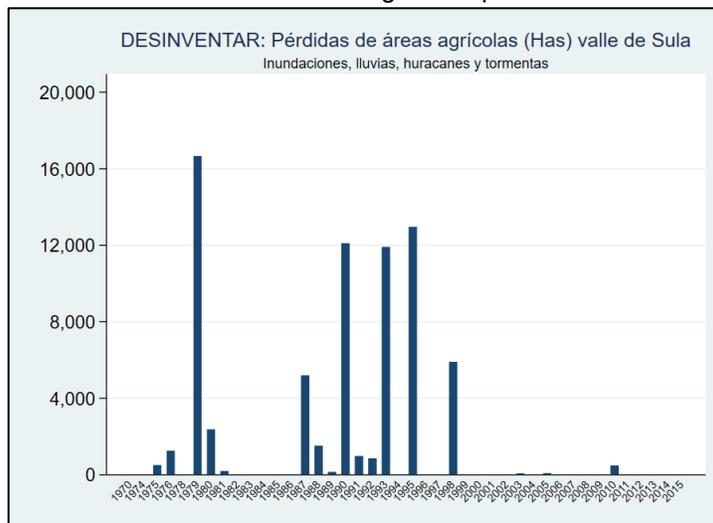


Fuente: DESINVENTAR

26. Se observa una relativamente alta frecuencia anual de personas afectadas por estos eventos, con los mayores impactos en 1974, 1979, entre 1987 y 1995, y entre 2005 y 2011.

27. La evolución de áreas agrícolas perdidas en la zona se muestra a continuación.

Gráfico 3. Áreas agrícolas perdidas



Fuente: DESINVENTAR

28. También se pueden ver periodos con altos impactos en el área agrícola perdida en el valle, aunque da la impresión que la fuente (basada en reportes periodísticos) esté subestimando las áreas agrícolas perdidas en las últimas dos décadas.
29. Se tomaron los 46 años entre 1970 y 2015 y estimaron las principales estadísticas descriptivas de las variables en la base de datos de DESINVENTAR, las que se muestran a continuación.

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas para variables de eventos en zona de influencia

	min	max	media	desv. estd
Fallecidos	0	1,701	39	250
Afectados	0	108,874	7,749	21,293
Viviendas destruidas	0	2,330	85	372
Viviendas dañadas	0	9,200	286	1,363
Pérdidas económicas (US\$ Millones)	0	330	16	57
Áreas agrícolas perdidas (Has)	0	16,664	1,591	3,919

Fuente: DESINVENTAR

30. La media de fallecidos es de 39, pero con una alta variabilidad (desviación estándar de 250). La media de afectados fue de 7,749, con un máximo de casi 110,000. También se registra una media anual de 85 viviendas destruidas y 286 viviendas dañadas, en este último caso con una muy alta varianza. Las pérdidas económicas estimadas en promedio ascienden a US\$ 16 millones anuales, con una desviación estándar de US\$ 57 millones. Finalmente, las áreas agrícolas perdidas tienen una media de 1,591 Has, con un máximo de casi 17,000 Has. y una desviación estándar de 3,900 Has.

4. Estimación de beneficios esperados en escenario base

31. La medición de beneficios esperados del proyecto son la parte medular de la evaluación económica ex ante. En este caso se van a estimar beneficios en un escenario base para dos elementos centrales de la intervención: (i) las obras de mejoramiento en el control de inundaciones (Componente 1); (ii) fortalecimiento y ampliación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) en el ámbito de influencia del proyecto.

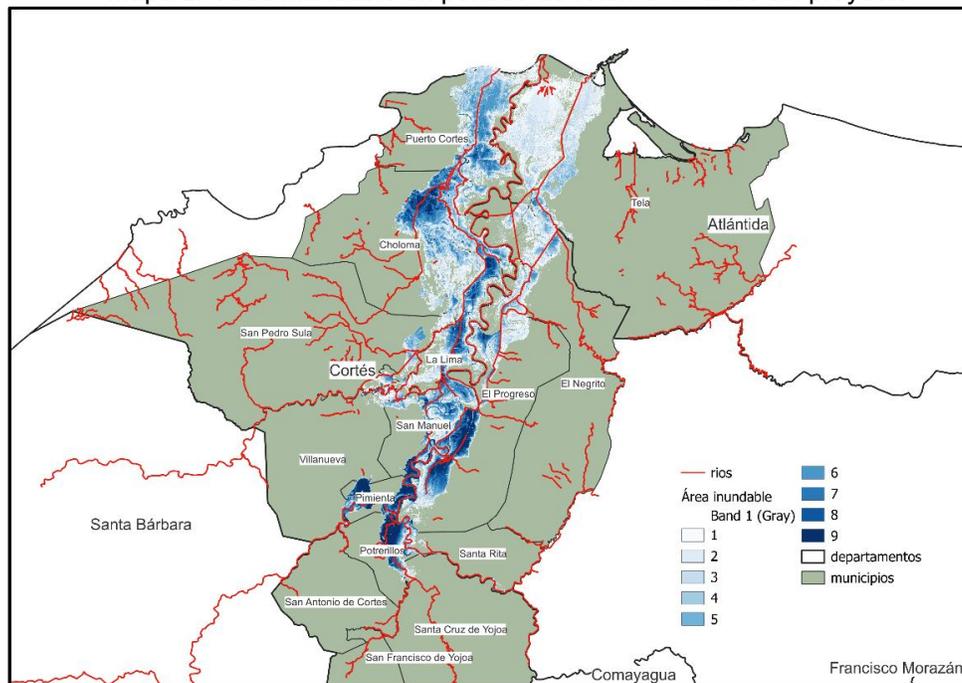
4.1. Beneficios esperados de las obras del componente 1

32. Para evaluar los potenciales beneficios de las obras planteadas en el componente 1 se cuenta con el trabajo de modelación hidráulica para el valle de Sula realizado por la consultora iPresas, en el que se identifican las áreas susceptibles de inundación, se predicen los atributos (cobertura, profundidad, velocidad) de potenciales eventos bajo periodos de retorno de 2, 5, 10, 20 y 50 años.
33. La consultora planteó tres configuraciones para la ocurrencia de las inundaciones: (i) con predominancia del río Chamelecón; (ii) predominancia de Ulúa; (iii) importancia similar de ambos ríos. Para fines de la evaluación económica utilizaremos la configuración (i) que es la que se considera más probable. Igualmente, se evaluó el comportamiento esperado para la situación sin las obras propuestas en el componente 1 (sin proyecto), y la situación con obras del componente 1 (con proyecto), y se evaluaron las siguientes variables de pérdida:

- Personas fallecidas
- Personas afectadas
- Viviendas afectadas
- Áreas agrícolas afectadas

34. La comparación de las afectaciones en la situación con y sin proyecto permite generar estimados de los beneficios esperados entendidas como “pérdidas evitadas”. En el Mapa 2 se muestra la que sería el área inundable en la situación “sin proyecto” para un periodo de retorno de 10 años bajo esta configuración.

Mapa 2. Área inundable en periodo de retorno 10 años sin proyecto



Fuente: iPresas.
Elaboración propia

35. Las áreas de color azul más oscuro representan mayor profundidad (calado) de la inundación estimada para el evento más severo que podría ocurrir en el periodo de retorno correspondiente. Este tipo de capas se generaron para todos los periodos de retorno, y para la situación con y sin proyecto. Luego estas capas se relacionan a las de ubicación de viviendas y de las áreas agrícolas, con las que se estiman pérdidas por la ocurrencia del evento más severo de inundación que podría ocurrir en el periodo de retorno.

36. De acuerdo al análisis de los impactos esperados en la población en los eventos modelados por iPresas, se proponen para el componente 1 un conjunto de obras que se orientan a la disminución del riesgo en zonas específicas de alta vulnerabilidad y alta densidad poblacional en los municipios de La Lima, San Manuel, San Pedro Sula y El Progreso. Por este motivo, los mayores impactos previstos de las obras del componente 1 se concentra en dichas localidades.

37. De la simulación de los eventos, se generaron atributos de éstos que influyen en la pérdida estimada de vidas humanas así como en la población afectada y los daños a las viviendas y áreas agrícolas afectadas. En el caso de las pérdidas humanas esperadas, iPresas aplicó tasas de mortalidad esperadas en zonas con cierto nivel de organización y prevención relevantes para el área del proyecto que se ubicaron en la categoría C4 de acuerdo al método Graham desarrollado en programa SUFRI en la Unión Europea para inundaciones.
38. En cuanto a los daños a las viviendas, éstos se refieren básicamente a afectaciones al contenido ya que:
- “(...) la mayor parte de los daños tienen que ver con la afección sobre el propio contenido de las viviendas (así se pudo corroborar durante la visita técnica). Esto es debido a que las inundaciones que se producen no son destructivas, desde el punto de vista de daño estructural a las viviendas, pues la orografía de la zona impide que se generen velocidades altas durante las inundaciones. Por ello, la valoración de este rubro se realiza considerando el costo de reposición de los bienes (contenido) de las viviendas” (pp. 46)*
39. Los daños estimados para las viviendas también están en función de atributos del evento como el área inundable, el calado, duración promedio y su distribución espacial. Para diferenciar por tipo de viviendas, se aplicó una valoración de equipos y enseres en función a la incidencia relativa de la pobreza para la zona.
40. Finalmente, en el caso de las pérdidas agrícolas, se usó una capa de ubicación de los distintos tipos de cultivos en el valle (sólo fueron relevantes el banano, palma africana, caña de azúcar, cultivos tecnificados y pastos), y se valorizaron las áreas de acuerdo al rendimiento promedio de Honduras y su precio al productor para centro américa en FAOSTAT.

4.2. Ajustes a los beneficios esperados del componente 1 en base a datos del informe BID-CEPAL sobre daños de Eta y Iota en Honduras

- 41, Las modelaciones realizadas por iPresas no cubren todas las afectaciones económicas posibles de las inundaciones. En el caso de las viviendas, por ejemplo, sólo se estiman daños (activos en las viviendas) pero no algunas pérdidas (lucro cesante) ni tampoco costos adicionales (de atender directamente la emergencia, limpieza, etc.). En el caso de la agricultura, de otro lado, sólo se pudieron estimar pérdidas (reducción de área a cultivar, caída de productividad y calidad de productos), pero no el daño (pérdida de cultivos permanentes y otros activos agropecuarios como maquinaria, almacenes, equipo). En el caso agrícola tampoco se estiman los llamados costos adicionales de atención directa e inmediata a la emergencia. Igualmente, debido a la carencia de información geo-referenciada sobre establecimientos industriales y comerciales, no fue posible estimar daños, pérdidas y costos adicionales para estos dos sectores económicos importantes. En particular, en la zona de influencia de los 4 municipios del componente 1 el comercio es de relevancia económica.
42. Para complementar las estimaciones basadas en la modelación de iPresas usaremos resultados del informe de BID-CEPAL (2021) sobre los daños y pérdidas ocurridos durante Eta y Iota, un evento que puede considerarse de magnitud amplia, probablemente para un periodo de retorno de por lo menos 10 años, y que tuvo particular importancia para el área de intervención del presente proyecto. El mencionado estudio realizó una evaluación

comprehensiva de daños, pérdidas y de otros efectos negativos para los sectores social, productivo, de infraestructura y ambiente, en base a datos primarios y secundarios sobre la situación de dichos sectores en el periodo pre-evento y proyecciones post-evento para escenarios con y sin ocurrencia de las dos tormentas tropicales.

43. Al respecto, el trabajo precitado presenta resultados desagregados para vivienda, agricultura, industria y comercio. En base a estos hacemos un ejercicio de extrapolación de los valores para daños, pérdidas y otros efectos negativos que serían evitados por la ocurrencia del presente proyecto. Esta extrapolación se hace para los sectores de vivienda, agrícola y comercio, que se consideran los sectores económicos más importantes en el ámbito de influencia del proyecto. Para vivienda y agrícola ya tenemos valores generados por las simulaciones de iPresas, pero sólo para para daños y pérdidas, respectivamente. Estos se complementan para los otros rubros triangulando³ con los datos de BID-CEPAL (2021). Para comercio, de otro lado, asumimos que el total de pérdida/daños/otros evitados de este sector mantendrá la misma relación con el sector vivienda del estudio de BID-CEPAL (2021). Esto permite generar beneficios estimados de daños/pérdidas/otros evitados para todos los rubros relevantes para el análisis económico como se muestra a continuación.

Cuadro 6. Factores de ajuste en base a estudio BID-CEPAL (2021)

	Daños	Pérdidas	Costos adicionales	Total	Observación
Estimados BID-CEPAL (2021) Millones L					
Vivienda	5,817	9	649	6,475	
Agrícola	1,752	6,771	312	8,835	
Comercio				10,924	
Factores de cálculo					
Vivienda	1.00	0.002	0.112	1.11	con respecto a daños vivienda
Agrícola	0.26	1.00	0.05	1.30	con respecto pérdidas agropecuarias
Comercio				1.69	con respecto a total vivienda

Fuente: BID-CEPAL (2021). Elaboración propia

44. Los factores de cálculo se utilizan para extrapolar los datos que ya se tienen de iPresas (cuando el factor es 1.00). Los otros valores permiten generar datos extrapolados, los que se agregan a los valores disponibles. Para el caso del sector comercio, el factor de ajuste se aplica para el total de daños/pérdidas/otros en relación al sector vivienda (luego de ser ajustado) como se explica en la columna de "Observación". Los factores de ajuste generan mayores beneficios esperados (daños, pérdidas y costos adicionales evitados) de 11% para viviendas (básicamente por los costos adicionales), y de 30% en el caso agrícola, para incluir daños a activos agropecuarios y costos adicionales. Además, este enfoque permite incluir beneficios por afecciones totales evitadas para el sector comercio (implícitamente asumimos que los sectores de vivienda y comercio tienden a tener una distribución espacial similar en las zonas urbanas, que es un supuesto razonable⁴).

³ La triangulación implica que se mantienen las relaciones entre valores de los rubros de daño/pérdida/otros para cada sector y entre sectores en el estudio de BID-CEPAL (2021).

⁴ Con los datos disponibles no nos ha sido posible asegurar que la industria sea particularmente relevante en la zona específica de influencia del componente 1, pero sí consideramos razonable asumir que el sector comercio es importante, ya que suele depender de manera más directa de la densidad de viviendas en los ámbitos urbanos.

4.3. Beneficios esperados del SAT

45. Los principales beneficios de un SAT-2 son los siguientes⁵:

- (i) Proporciona información de manera universal y precisa a toda la población cubierta ofreciendo opciones de protección durante las emergencias.
- (ii) Reduce el número de personas afectadas por los desastres, y ayuda a normalizar las actividades socioeconómicas inmediatamente tras el desastre;
- (iii) Reduce parcialmente las pérdidas económicas asociadas al daño a infraestructura y al equipamiento móvil tanto de espacios públicos como privados.

46. El SAT en este caso corresponde a todo el ámbito de influencia del proyecto, aunque se enfocará en mejorar la situación de sectores más vulnerables como mujeres, afrodescendientes y personas con discapacidad. Asumimos que el principal beneficio del SAT frente a inundaciones es su capacidad de reducir las pérdidas humanas, tanto en fallecidos como en personas afectadas, y para tal efecto se establece que en la zona de influencia del proyecto se pasará de la categoría C4 asumida en las modelaciones para el componente 1, a la categoría C7. Esta mejora implica una reducción de la tasa de mortalidad y personas afectadas de aproximadamente 1/3 de acuerdo a la tabla generada por el proyecto SUFRI.

4.4. Beneficios estimados anuales para el proyecto

47. En base a las estimaciones de las modelaciones y los ajustes planteados se establecen los siguientes beneficios económicos anuales esperados del proyecto (afectaciones humanas y económicas evitadas).

Cuadro 7. Afectaciones económicas anuales evitadas por el proyecto

	Valor esperado	Valor económico (US\$ Millones)	% reducción de pérdidas	Beneficio esperado (US\$ Millones)
Componente 1		38.8	19.3%	7.48
Pérdidas sociales		1.55	33.5%	0.52
Fallecidos área C1	2.70	0.283	34.0%	0.26
Afectados área C1	26,187	0.00003	33.0%	0.26
Pérdidas económicas		37.3	18.7%	6.96
Pérdidas viviendas área C1		5.57	40.0%	2.23
Área agrícola proyecto		22.3	4.4%	0.98
Comercio área C1		9.39	40.0%	3.76
SAT		11.4	33.3%	3.78
Fallecidos área proyecto	39.3	0.283	33.3%	3.70
Atención afectados área proyecto	7,749	0.00003	33.3%	0.08
Todo el proyecto		50.2	22.4%	11.26

⁵ Los beneficios económicos del desarrollo de SATs están ampliamente documentados. Por ejemplo, Hallegatte (2012) estima que la actualización de la información hidro-meteorológica y de los SAT en los países en desarrollo puede evitar pérdidas anuales del orden de los US\$300 millones a US\$2.000 millones y beneficios económicos adicionales del orden de US\$3.000 millones a US\$30.000 millones. La Comisión Mundial de Adaptación (2019) informó recientemente que los sistemas de alerta temprana proporcionan un retorno de 10 veces su inversión inicial. Por su parte, Wethli (2014) indica que las inversiones en SATs son entre 4 y 36 veces más beneficiosas que sus costos de inversión.

48. El valor esperado anual promedio para las pérdidas sociales del componente 1 provienen del informe de iPresas (2024), mientras que para el SAT corresponden a datos históricos de DESINVENTAR para el periodo 1970-2015. Los valores económicos asignados a las pérdidas humanas y para la atención de afectados provienen del informe de Mendoza (2016). El valor económico en riesgo en el componente 1 asciende a US\$ 38.8 millones, y se espera una reducción en este valor equivalente a US\$ 7.4 millones (-19%). Para el componente del SAT se tiene un valor en riesgo (valoración de pérdidas humanas y atención a personas afectadas) de US\$ 11.4 millones, con una reducción de 33.3% ó US\$ 3.8 millones por efectos del proyecto. Utilizaremos estos datos para las estimaciones de beneficio-costos más adelante.

5. Costos del proyecto

49. El costo total del proyecto es de US\$ 20 millones, de los cuales US\$ 14.4 millones estarán destinados al componente 1 con la siguiente estructura para las cuatro obras previstas.

Cuadro 8. Presupuesto para obras del componente 1

Descripción	Monto Base	
Canal Maya	L 139,342,753.55	\$ 5,573,710.14
Canal Marimba y Campin	L 147,208,598.14	\$ 5,888,343.93
Quebrada Chasnigua	L 24,700,594.05	\$ 988,023.76
Río Chamelecón	L 48,755,482.32	\$ 1,950,219.29
Total	L 360,007,428.06	\$ 14,400,297.12

50. Al momento de preparar este informe aún no se contaba con la estructura temporal prevista del gasto en el periodo de 4 años del proyecto por lo que se asumirá una evolución como la del cuadro siguiente.

Cuadro 9. Evolución del gasto del proyecto

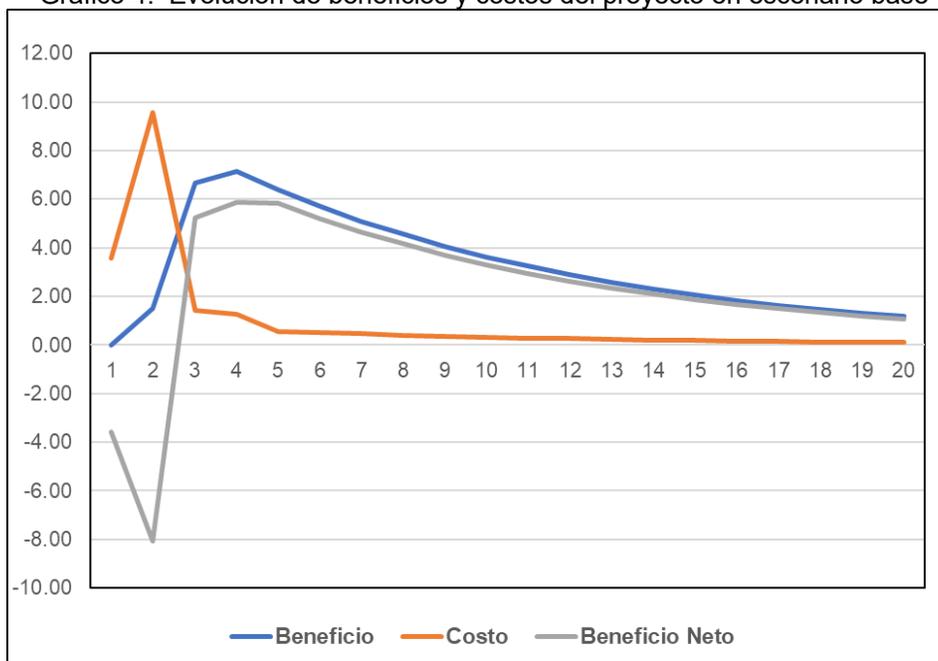
	Costo Proyecto	
Año 1	4.00	20%
Año 2	12.00	60%
Año 3	2.00	10%
Año 4	2.00	10%
Total	20.00	100%

51. En base a esta estructura, se considera que el proyecto empezará a generar beneficios esperados a partir del año 3 para el componente, con el 80% del gasto realizado hasta el año 2. Para el SAT se considera que los beneficios se inician en el año 2. Igualmente, se asume un costo de operación y mantenimiento (O&M) anual de las obras del componente 1 y del equipamiento de componentes 2 y 4 que ascienden a un 5% del total del presupuesto, es decir, de US\$ 1 millón anuales.

6. Indicadores de costo-beneficio en escenario base

52. Sobre la base de las estimaciones y supuestos planteados en los dos acápite anteriores, se tiene la siguiente evolución de beneficios, costos y beneficios netos a valor presente (tasa de descuento de 12% y horizonte temporal de 20 años⁶, ver Anexo 1).

Gráfico 4. Evolución de beneficios y costos del proyecto en escenario base



53. El beneficio neto es negativo los dos primeros años, y se torna positivo a partir del año 3, cuando alcanzan un máximo de unos US\$ 7.0 millones a valor presente, para luego ir descendiendo por efecto de la tasa de descuento de 12% anual. Los costos son particularmente importantes en los primeros 2 años, y luego se van reduciendo al costo de O&M a partir del año 5. Para el año 20, los beneficios anuales tienen un valor de menos de US\$ 2 millones a valor presente, pero aún son bastante superiores a los costos de O&M a valor presente. Los indicadores de beneficio-costo en el escenario base se pueden ver en el cuadro siguiente.

Cuadro 10. Indicadores de beneficio-costo

TIR	38.5%
VPN Proyecto (US\$ Millones)	45.0
Costo Proyecto VPN (US\$ Millones)	20.3
Ratio Beneficio Costo	2.22
Costo Proyecto 5 años (US\$ Millones)	20.0

⁶ El horizonte temporal de 20 años es utilizado como una norma en la evaluación ex ante de proyectos de infraestructura, teniendo en cuenta que, aunque las obras puedan generar beneficios por periodos muy largos, el uso de la tasa estándar de descuento de 12% anual implica que, a valor presente, estos beneficios no variarán significativamente a partir del año 15 en adelante. Por este motivo, cuando se realizan ejercicios de sensibilidad del horizonte temporal de 15, 20 ó 25 años, el efecto en indicadores de costo-beneficio es marginal.

54. La Tasa Interna de Retorno (TIR) asciende a 38.5%, para un Valor Presente Neto del proyecto de US\$ 45 millones y un costo de US\$ 20.3 millones. Esto implica un ratio beneficio-costos de 2.22.

7. Análisis de sensibilidad

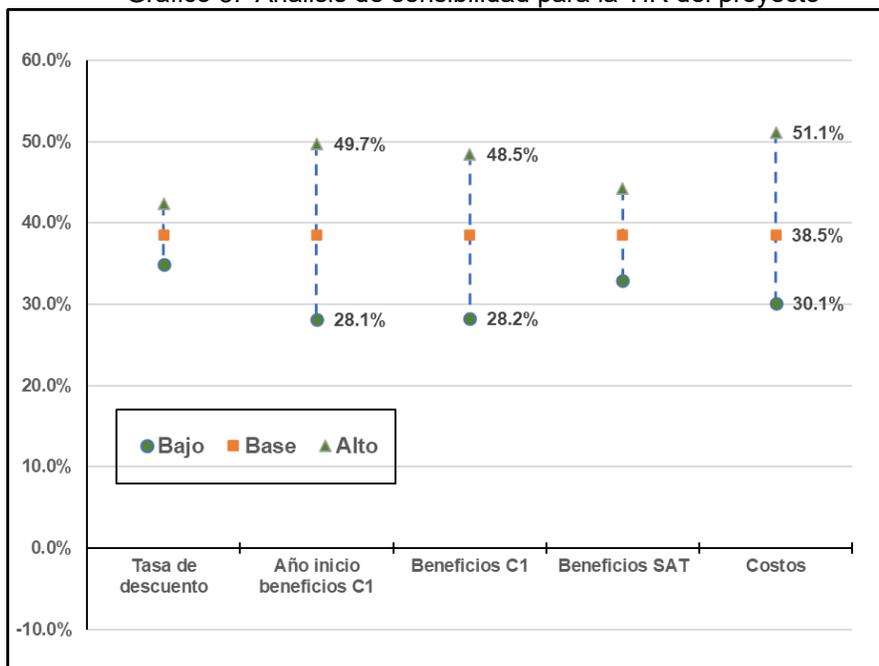
55. Para el análisis de sensibilidad se plantean cambios en parámetros con potencial impacto en los indicadores de beneficio-costos. Se estimaron los impactos de los siguientes escenarios con ajustes que reducen beneficios netos esperados (“Bajo”) y que incrementan dichos beneficios (“Alto”):

Cuadro 11. Ajustes para sensibilidad

ESC	Variable	Bajo	Base	Alto
TD	Tasa de descuento	15%	12%	9%
INI	Año inicio beneficios C1	4.0	3.0	2.0
BC1	Beneficios C1	-30%	0%	30%
BSAT	Beneficios SAT	-30%	0%	30%
COS	Costos	20%	0%	-20%

56. En base a estas variaciones, se obtuvieron los siguientes efectos en la TIR esperada del proyecto.

Gráfico 5. Análisis de sensibilidad para la TIR del proyecto



57. La variable que tiene mayores impactos negativos en la TIR es el año de inicio de beneficios. Si los beneficios se inician en el año 4 y no en año 3 la TIR baja a 28.1%. En cambio, si se inician en año 2, la TIR sube a 49.7%. La alteración de costos en 20% (hacia arriba y abajo) también tiene un impacto significativo en la TIR entre 30 y 51%.

58. Adicionalmente, se estimaron los valores de los parámetros que hacen que la TIR se vuelva 0 o que equivalentemente que el valor presente neto del proyecto se vuelva cero. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 12. Indicadores de beneficio-costo

ESC	Variable	Bajo
TD	Tasa de descuento	55%
INI	Año inicio beneficios C1	10.0
BC1	Beneficios C1	-104%
BSAT	Beneficios SAT	-202%
COS	Costos	285%

59. El proyecto pierde toda rentabilidad con una tasa de descuento de 55%, con un año de inicio del proyecto de 10 años, una reducción de los beneficios del componente 1 de 104%, de los beneficios del SAT de 202% y un aumento en los costos del proyecto de 285%, es decir si casi se triplican los costos estimados.

8. Conclusiones

60. El análisis ex ante de beneficio-costo arroja indicadores que sustentan la viabilidad económica del proyecto, con una TIR en el escenario base de 38.5% y un Valor Presente Neto del proyecto de US\$ 45.0 millones, con ratio de beneficio-costo de 2.22.

61. El análisis de sensibilidad indica que variaciones en algunos parámetros que influyen en los beneficios esperados tienen impactos sustanciales en la TIR esperada, pero en ningún caso llevan a un resultado negativo. Igualmente, se requieren variaciones muy grandes en los parámetros para que el proyecto pierda toda rentabilidad. Por este motivo se concluye que el proyecto tiene una rentabilidad esperada positiva bajo distintas configuraciones de parámetros.

Referencias

BID-CEPAL (2021) Evaluación de los efectos e impactos de la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en Honduras. Nota Técnica N° IDB-TN-2168. 231 pp.

Hallegatte Stéphane (2012) “A Cost-Effective Solution to Reduce Disaster Losses in Developing Countries: Hydro-Meteorological Services, Early Warning, and Evacuation. “ World Bank Publications.

iPresas (2024), Producto 3.2. Estimación de consecuencias y análisis de riesgo cuantitativo. Definición de obras de control y mitigación contra las inundaciones en el valle de Sula, Honduras. Informe de consultoría

Comisión Mundial de Adaptación (2019) “Adapt Now. A Global Call for Leadership on Climate Change Resilience.” 10 pp.

Mendoza Jorge Marcelo (2016) “Evaluación económica ex ante del Programa de Fortalecimiento del Sistema Nacional de Alerta Temprana (EC-L1221).“ Informe de Consultoría. 58pp.

UNDRR/WMO (2022) “Global status of multi-hazard early warning systems: Target G”, United Nations Office for Disaster Risk Reduction. 17 pp

Wethli Kyla (2014) “Benefit-Cost Analysis for Risk Management: Summary of Selected Examples.” Background Paper. The World Bank. 14 pp.

