



EVALUACIÓN DE LOS FLUJOS DE INVERSIÓN Y FLUJOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN A LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR DE INFRAESTRUCTURA DE EL SALVADOR.

**SUBSECTOR SISTEMAS DE DRENAJE PRIMARIO Y URBANO PARA AGUAS
LLUVIAS
SUBSECTOR ESTABILIZACIÓN DE SUELOS**



Empresa Consultora

Marzo, 2018

EQUIPO DE PAIS DEL SECTOR DE INFRAESTRUCTURA

COORDINACION GENERAL

**Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Sra. Ministra Lina Dolores Pohl Alfaro
Ing. Ernesto Durán**

**Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
Inga. Silvia Vides
Ing. Carlos Gómez**

EQUIPO DE PAIS

**Mildred Alvarado, PhD, Coordinadora Evaluación FIFF
Arq. Ryna Ávila, Responsable Sectorial
Licda. Karina Meléndez, Responsable de levantamiento de
información**

APOYO DEL SECTOR

**Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y
Desarrollo Urbano (MOPTVDU)
Ing. Emilio Ventura
Ing. Deyman Pastora
Inga. Claribel Tejada
Inga. Aleyda Montoya
Lic. Elmer Amaya**

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.2.1 Análisis Previos Utilizados.....	5
1.2.2 Arreglos Institucionales basados en el Marco Legal de El Salvador	9
1.2.3 Metodología básica y terminología clave	11
1.2.3.1 Breve descripción de la metodología.....	11
2. ALCANCE, DATOS INCORPORADOS Y ESCENARIOS.....	12
2.1 ENFOQUE SECTORIAL	13
2.1.1 Drenajes para Aguas Lluvias (primario y urbano)	13
2.1.2 Estabilización de Suelos, Taludes y Laderas.....	13
2.2 MEDIDAS PRELIMINARES DE ADAPTACIÓN IDENTIFICADAS EN EL SUBSECTOR INFRAESTRUCTURA.....	16
2.2.1 Para el Drenaje de Aguas Lluvias	16
2.2.2 Medidas sugeridas para la estabilización de Suelos, Taludes o Laderas	17
2.3 ACCIONES DE ADAPTACIÓN REALIZADAS DESDE EL MOPTVDU.....	17
2.4 ENTRADA DE DATOS Y ESCENARIOS.....	22
2.4.1 Período de evaluación y parámetros de contabilización de costos.....	22
2.4.2 Enfoque Analítico de los subsectores seleccionados.....	22
2.4.3 Datos Históricos de Flujos de Inversión, Flujos de Financiamiento y O&M	24
2.4.4 Escenario de Línea de Base.....	27
2.4.4.1 Evolución del sector	28
2.4.5 Escenario de Adaptación.....	34
2.4.5.1 Determinación de costos de las medidas de adaptación propuestas	40
3. RESULTADOS.....	46
3.1 CAMBIOS INCREMENTALES EN FI, FF Y COSTOS DE O&M	46
4. IMPLICACIONES POLÍTICAS	51
5. INCERTIDUMBRES CLAVE Y LIMITACIONES METODOLÓGICAS.....	54
6. REFERENCIAS	56
7. ANEXO.....	57
ANEXO 1: MEDIDAS SUGERIDAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS, TALUDES O LADERAS	57
ANEXO 2: SISTEMAS DE ESTABILIZACIÓN.....	58
ANEXO 3: PROCESO DE ANÁLISIS DE FLUJOS DE INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO DEL SECTOR	60
ANEXO 4: DATOS HISTÓRICOS DEL MOP 2011-2015	61

Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen de los estudios realizados en temas asociados al drenaje de aguas lluvias en el AMSS.....	4
Tabla 2: Acciones identificadas en el Plan Nacional de Cambio Climático.....	6
Tabla 3: Contribuciones Nacionalmente Determinadas en el Sector Infraestructura.....	7
Tabla 4: Resumen de competencias asociadas al tema del drenaje, estabilización de suelos y las aguas en El Salvador.....	9
Tabla 5: Proyectos – inversiones realizadas en el subsector de Drenaje Primario 2011 – 2015.....	23
Tabla 6: Proyectos – inversiones realizadas en el subsector de Drenaje Urbano 2011 – 2015.....	23
Tabla 7: Proyectos – inversiones realizadas en el subsector de Estabilización de Suelos 2011–2015.....	23
Tabla 8: Total Devengado 2011 – 2015 Subsectores SDP – SDU- ES.....	25
Tabla 9: Principales fuentes de financiamiento del Total Devengado 2011 – 2015 Subsectores SDP – SDU- ES.....	27
Tabla 10. Datos del año base FI y FF, por Tipo de Inversión, Entidad de Inversión y Fuente de Financiamiento (2015)	31
Tabla 11: Escenario Base: Estimaciones acumuladas de FI, FF y O & M, por Tipo de Inversión, Entidad de Inversión y Fuente de Financiamiento (2015-2030)	32
Tabla 12.: Escenario de Referencia: Estimaciones anuales de FI, FF y O y M por Tipo de Inversión.....	33
Tabla 13: Resumen de proyectos identificador por DACGER-MOPTVDU con problemas en el drenaje pluvial.....	37
Tabla 14: Resumen de obras de protección relevantes realizadas desde el MOPTVDU y FOVIAL desde el 2010 al 2017.....	39
Tabla 15: Acciones de adaptación propuestas para los subsectores de drenajes de aguas lluvias y estabilización de suelos.....	40
Tabla 16: Proyectos en los subsectores priorizados para el escenario de adaptación.....	41
Tabla 17: Resumen de las inversiones por escenario en los diferentes subsectores.....	42
Tabla 18.: Escenario de adaptación: Estimaciones acumuladas descontadas de IF, FF y O & M, por tipo de inversión, entidad de inversión y fuente de financiamiento.....	44
Tabla 19: Escenario de adaptación: estimaciones anuales de IF, FF y O & M por tipo de inversión.....	45

Tabla 20: Estimaciones de IF & FF acumuladas incrementales acumuladas, por tipo de inversión, entidad de inversión y fuente de financiamiento.....	47
Tabla 21. Estimaciones anuales incrementales de IF, FF y O & M por tipo de inversión.....	48
Tabla 1: Resumen del Análisis de FI & FF del Escenario Base y la Proyección del Escenario De Adaptación.....	51
Tabla 23. Instrumentos de política para promover la adaptación al cambio climático.....	53

Índice de Gráficos

Gráfica 1: Fuentes de Financiamiento MOPTVDU 2011-2015.....	27
Gráfica 2: Escenario Base y Adaptación 2018-2030 MOP.....	49
Gráfico 3: Escenarios (Base y adaptación) de Sistema de Drenaje Primario 2019 – 2030.....	50
Gráfica 4: Escenarios (Base y adaptación) de Sistema de Drenaje Urbano 2019 – 2030.....	50
Gráfica 5: Escenarios (Base y adaptación) de Estabilización de Suelos 2019 – 2030.....	51

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Nomenclatura de Taludes y Laderas.....	14
Ilustración 2: Mapa con la situación actual del Drenaje Urbano en El AMSS.....	15

ABREVIATURAS

AMSS	Área Metropolitana de San Salvador
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático
DACGER	Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo
DUA	Dirección de Urbanismo y Construcción
FF	Flujos de Financiamiento
FI	Flujos de Inversión
FOVIAL	Fondo de Conservación Vial
GEI	Gases de Efecto Invernadero
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MINSAL	Ministerio de Salud
MOPTVDU	Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NDC	Nationally Determined Contributions (Contribución Nacionalmente Predeterminada)
O&M	Operación y Mantenimiento
OPAMSS	Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador
PNCC	Plan Nacional de Cambio Climático
PNGIRH	Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
SAFI	Sistema de Administración Financiera
TBJ	Tierra Blanca Joven
VMVDU	Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano

1. Introducción

La metodología sobre Evaluación de Flujos de Inversión y Financiamiento para el tratamiento del cambio climático es una propuesta del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como parte de su proyecto “Fortalecimiento de las capacidades nacionales de los países en desarrollo para la elaboración de opciones políticas destinadas al tratamiento del cambio climático en diferentes sectores y actividades económicas”.

Es un enfoque que permite hacer análisis sobre la inversión y financiamiento por sectores específicos, en este caso se presenta el informe para el sector de “Infraestructura” y se delimitará por los subsectores que corresponden al drenaje primario, drenaje secundario (urbano) y la estabilización de suelos. El informe pretende estudiar el sector de infraestructura para aplicar el método de evaluación y de una manera muy flexible, evaluar las inversiones futuras relacionadas con las actividades de adaptación al cambio climático.

El informe parte de los análisis previos utilizados, los arreglos institucionales basados en el marco legal de El Salvador para la adaptación del cambio climático en el sector de infraestructura y una explicación de la metodología a utilizar.

Se delimita el alcance del informe desde una caracterización de los problemas en los subsectores estudiados, una identificación de medidas de adaptación sugeridas y las aplicadas desde las acciones realizadas por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano.

Se hace un análisis numérico sobre los Flujos de Inversión y Flujos de Financiamiento del sector, se establece un escenario de línea base y un escenario de adaptación. Sobre esta información se plantea una descripción de los resultados orientados a una interpretación de la inversión realizada con la proyectada y se describen las posibles implicaciones políticas, las incertidumbres claves y limitaciones metodológicas.

1.1 Objetivos

El Subsector de Infraestructura está delimitado a temas asociados a la Red Vial Nacional de El Salvador, competencia del Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU), siendo lo más crítico ante los efectos del cambio climático el drenaje primario y secundario, así como la estabilización de los suelos. Por lo que este estudio tiene como objetivos específicos para el sector de Infraestructura los siguientes:

- i. Evaluar Flujos de Inversión (FI) y Flujos Financieros (FF) para hacer frente al cambio climático en el subsector de Infraestructura, específicamente en el drenaje primario y secundario (urbano), así como en la estabilización de suelos.
- ii. Contribuir a desarrollar opciones de política nacional para abordar el cambio climático en los subsectores seleccionados.

1.2 Antecedentes

El Salvador está siendo afectado por los efectos del cambio climático a través de las precipitaciones extremas en períodos cortos o períodos prolongados e intermitentes, las cuales han contribuido a potenciar la problemática existente en los drenajes primarios y urbanos para aguas lluvias y para la estabilización de taludes, todo como parte de la infraestructura de la red vial de El Salvador.

Los sistemas de drenaje de aguas lluvias en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS)¹ y las principales Ciudades de El Salvador, como los son Santa Ana, San Miguel, Sonsonate y otras no menos importantes, ya no tienen capacidad de evacuar todo el caudal de aguas pluviales debido a la impermeabilización de los suelos por las diferentes urbanizaciones, zonas críticas de algunos municipios en donde no existen redes de drenaje pluvial y el crecimiento de las ciudades de manera no controlada en la mayoría de los casos. Así también son críticas las zonas urbanas o asentamientos humanos cercanos a ríos y lagos.

La situación en el AMSS es de especial interés por su importancia y su alto grado de vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, debido a la alta densidad poblacional y la antigüedad de su sistema de drenaje pluvial que data de la década de los 50s, lo que hace tener una infraestructura obsoleta y además un sistema primario de quebradas y ríos que presentan obstrucciones por depósitos de desechos sólidos, limitaciones de capacidad o daños en las estructuras de paso (que afecta la infraestructura vial), la construcciones de viviendas en la sección de drenaje, entre otros.

La ausencia de un marco legal e institucional que asuma la competencia de la planificación y mantenimiento del drenaje pluvial es el principal problema para ordenar y organizar el sector. La *Dirección de Urbanismo y Arquitectura (DUA)*, creada desde 1936 bajo el nombre de *Departamento de Urbanización y Arquitectura* y en 1952 se transformó en Dirección, como una dependencia del MOPTVDU, asumía las funciones para manejar el drenaje pluvial, sin embargo, en el año 2000 la Presidencia de la República la disolvió, perdiendo importante información sobre mapas de ubicación de las tuberías y de bóvedas del país, así como el inventario de drenajes. Con la disolución del DUA quedaron muchos temas a la deriva, entre ellos el mantenimiento y limpieza de los drenajes, las obras de protección asociadas a las bóvedas, obras de paso, tuberías y otros.²

La estrategia para remover el DUA en el MOPTVDU obedecía a una lógica de reducir la carga administrativa y por ende optimizar el presupuesto. No se trabajó, ni se discutió de manera oficial una estrategia para definir quién iba a manejar las competencias y responsabilidades que el DUA realizaba, se asumió que era también una competencia de los Gobiernos Locales y se supuso que serían las Municipalidades las que se harían cargo del mantenimiento y planificación

¹ El Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) es una conurbación de El Salvador, formado por 14 municipalidades, que conforman la unidad territorial de la capital salvadoreña y tiene una extensión de 652.31 km² con una población de 2,177,432 habitantes.

² (El Salvador. Ministerio de Obras Públicas. Transparencia vs. Corrupción, 2013)

del drenaje urbano para Aguas Lluvias. Y en efecto así se ha realizado a nivel nacional, algunas municipalidades asumieron, pero la gran mayoría no lo hizo como se debe.³

En 1989 se establece la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) y un año después, comienza a ejercer control sobre la planificación urbana, incluido parte del drenaje pluvial que ya estaba instalado, únicamente emitiendo permisos de factibilidad. En el 2010 se crea la Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo (DACGER) mediante el Acuerdo Ejecutivo No. 331 y como una dependencia del MOPTVDU.

En el 2010 se crea la DACGER y tiene como misión “elaborar estudios técnico-científicos para adaptar la infraestructura social y productiva al cambio climático, diseñar y proponer obras de mitigación y medidas preventivas a fin de reducir vulnerabilidad y el impacto en la infraestructura social y productiva”. Su visión es “ser la primera unidad especializada y totalmente centrada en la adaptación de la infraestructura pública al cambio climático y en gestión preventiva del riesgo, dentro de un Ministerio de Obras Públicas, en escala regional”. (MOPTVDU, 2014)

Es creada con cuatro Subdirecciones especializadas en Drenajes, Puentes y Obras de Paso, Geotecnia y una de Estudios Técnicos como una unidad de apoyo. Cada una de ellas está integrada por un equipo de ingenieros y arquitectos especializados en los distintos temas. Promueven el concepto de “**Blindaje Climático**”⁴ haciendo referencia a las acciones que fortalecen y hacen más resistente (menos vulnerable) a la infraestructura frente al cambio climático de largo plazo, así como frente a aquellas amenazas asociadas con la variabilidad y los extremos del clima y las de origen geológica. (PNUD, 2010)

En la estrategia de la DACGER para el MOPTVDU plantea las “medidas para el blindaje”, las cuales consisten en las propuestas de ingeniería para reforzar la infraestructura, lo que le permitirá resistir las diferentes manifestaciones de los eventos extremos evitando al máximo la reducción de los daños y las interrupciones de la conectividad. Se considera que son medidas aplicables a largo plazo.

Y aunque desde la DACGER se retoma nuevamente el abordaje de los drenajes, no es suficiente para contribuir a gestionar y mantener la red de drenajes, se necesita que se defina dentro del marco legal e institucional una legislación clara que permita asumir la competencia de la planificación y el mantenimiento del sistema de drenaje pluvial en las Ciudades de El Salvador. Desde 1970 se ha invertido en diferentes estudios y planes en temas asociados al drenaje de aguas lluvias y el manejo del recurso hídrico en el AMSS, sin embargo, ha sido difícil poder llevarlo a la práctica por no tener en el transcurso de los años, a una institución rectora en el tema.

³ Entrevista con la Arq. Patricia Garay, ex funcionaria del DUA en el momento del cierre de la Dirección.

⁴ En el 2011, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), elaboró una Nota Conceptual: “Hacia un Blindaje Climático de la Infraestructura Pública” siendo un aporte importante para orientar el enfoque en las Políticas Públicas, especialmente para el sector de Obras Públicas. La iniciativa surge a partir de los daños y pérdidas en la infraestructura pública por el sistema de baja presión asociado a la Tormenta Ida (2008), así como otros eventos hidrometeorológicos extremos.

Tabla 2. Resumen de los estudios realizados en temas asociados al drenaje de aguas lluvias en el AMSS

#	Nombre del Estudio	Año de Elaboración	Firma Consultora	Institución Contratante/Financiera
1	Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos (PLAMADARH)	Finales 1970 y finalizado en 1982 (por el conflicto armado)	No se tiene el dato	PNUD
2	Estudio de Factibilidad para el suministro de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para la Ciudad de San Salvador y Estudio de Contaminación General de Ríos	1974	WALLACE EVANS AND PARTNERS	ANDA/Gobierno Británico
3	Diagnóstico del Sistema Hidrográfico del Área Metropolitana de San Salvador y sus alrededores	1986	Estrada Montenegro Ingenieros Consultores	MOPTVDU
4	Análisis Hidráulico de las Obras de Paso para las descargas con probabilidad de ocurrencia 1/50 años en el AMSS	1998	CES-CLASS	MOPTVDU
5	Servicios de Consultoría para apoyo en el diagnóstico y la elaboración de un programa de reducción de vulnerabilidad en quebradas y ríos del AMSS	2010-2013	Correra Consultores Asociados S.A. de C.V.	BID/MOP/STP
6	Diagnóstico y Factibilidad del Sistema Secundario de drenajes de aguas lluvias en cuatro zonas críticas del Área Metropolitana de San Salvador y Diseño final de la zona más crítica	2000	C. LOTTI & ASSOCIATI	FOSEP/BID/MOPTVDU
7	Plan Maestro de Drenajes de Aguas Lluvias en el AMSS	2002-2003	SWECO INTERNATIONAL	OPAMSS/ASDI
8	Estudio de Factibilidad y Diseño Final de las Obras de Drenaje del Río El Garrobo-Matalapa del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS)	2008	Correra Consultores Asociados S.A. de C.V.	BID/MOP/STP
9	Obras de emergencia para mitigación de riesgos como consecuencia del Huracán Stan	2005	POASA de C.V.	MOPTVDU
10	Diseño Final del Proyecto "Construcción de Obras de Mitigación en río Arenal Seco entre San Bartolo y San Martín, San Salvador	2010	Correra Consultores Asociados S.A. de C.V.	MOPTVDU

Fuente: Elaborado por la DACGER del MOPTVDU

Actualmente el *Banco Interamericano de Desarrollo* (BID), está retomando el tema para contribuir a las medidas de adaptación al cambio climático para El Salvador y se encuentra elaborando, en coordinación con la DACGER-MOPTVDU y la OPAMSS el "*Plan Director para la Gestión Sustentable de las Aguas Lluvias del Área Metropolitana de San Salvador*"

(PD_GESALAMSS)”⁵, el cual partirá por la elaboración del “Catastro del Sistema Primario de Drenaje”, el establecimiento de escenarios de análisis y simulación del Plan, alternativas de solución a las inundaciones, obras de drenaje pluvial del Plan, identificación de áreas inundables, lineamientos para la gestión de riesgo ante inundaciones, así como para el monitoreo y la alerta temprana, una propuesta para la institucionalización del drenaje pluvial del AMSS, propuesta de programas que se incluyan en el Plan Director, entre otros temas no menos importantes.

En cuanto a la situación de estabilización de suelos, taludes y ladera, se ha trabajado en relación a las intervenciones puntuales de movimientos de ladera ubicados en puntos críticos, taludes inestables y que pongan en peligro la conectividad vial y la seguridad de alguna urbanización o asentamiento humano.

Desde la Subdirección de Geotecnia de la DACGER, se especializa en el estudio y análisis técnico del comportamiento de suelos susceptibles a deslizamientos, como lo son los hundimientos, cárcavas, taludes inestables y laderas inestables.

1.2.1 Análisis Previos Utilizados

Previo a este análisis ya se contaba con el Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC) y el documento de Contribución Nacionalmente Predeterminada (NCD por sus siglas en inglés) que El Salvador presentó a la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), sobre la en base al acuerdo de negociación realizado en Paris en el 2015 desde la COP 21.

Plan Nacional de Cambio Climático (2015)

El Plan Nacional de Cambio Climático (MARN, 2015), como una primera planificación nacional para organizar el trabajo por los sectores, identifica algunas acciones en las cuales involucra al MOPTVDU, como ente encargado de la infraestructura de la obra pública en El Salvador.

Establece medidas de adaptación en el sector de Infraestructura en los siguientes Componentes:

Componente 2: Orientado a las finanzas públicas y reducción de pérdidas y daños; destaca que la mayor parte de la infraestructura de El Salvador está obsoleta y su diseño no corresponde con la realidad actual ante las amenazas climáticas. La Acción 4 trata sobre un Programa de Inversiones Críticas, el cual busca identificar la infraestructura crítica para invertir en su blindaje.

Componente 5: En la Acción 1, propone el diseño de un Plan maestro para el desarrollo de una red de infraestructura hidráulica de conservación de agua y reducción de los riesgos de avenidas e inundaciones.

⁵ (Términos de Referencia: "Elaboración del Plan Director para la Gestión Sustentable de aguas Iluvias del Área Metropolitana de San Salvador (PD_GESALAMSS), 2016)

Componente 7: Siendo el “Programa de desarrollo urbano y costero resiliente al cambio climático y bajo en carbono”, uno de sus componentes es la proyección del crecimiento de la infraestructura logística e inmobiliaria, asociado a proveer conectividad vial segura y resiliente.

En la tabla 3 se resumen los componentes y las acciones del Plan Nacional de Cambio Climático que tienen relación con las competencias delegadas al MOPTVDU.

Tabla 3: Acciones identificadas en el Plan Nacional de Cambio Climático

COMPONENTES	ACCIONES INVOLUCRADAS CON INFRAESTRUCTURA
Componente 1: Programa de incorporación del cambio climático y la reducción de riesgo a desastres en los planes de desarrollo, en las políticas públicas y en la modernización de la institucionalidad pública.	Acción 1. Incorporación estratégica del cambio climático y la reducción de riesgos en las políticas, los planes de desarrollo nacional, territorial y sectorial, y en el presupuesto nacional.
Componente 2: Programa de protección de las finanzas públicas y de reducción de pérdidas y daños asociados a los efectos adversos del cambio climático.	Acción 1. Desarrollo e implementación de un sistema de identificación y evaluación de riesgos climáticos. Acción 3. Desarrollo de instrumentos y mecanismos para el blindaje climático de la política de protección social, la reducción de riesgos comunitarios y el restablecimiento oportuno, incluyendo los medios de vida locales Acción 4. Programa de inversiones críticas.
Componente 3: Programa de manejo de la biodiversidad y los ecosistemas para la adaptación y mitigación al cambio climático	Acción 2. Restablecer la conectividad ecológica y restaurar los paisajes rurales ecológicamente diversos. Acción 3. Enfrentar las presiones sobre la biodiversidad y reducir la contaminación de ecosistemas. Acción 5. Control y racionalización de cambios de uso del suelo para actividades agropecuarias, turísticas y urbanísticas
Componente 4: Programa de transformación y diversificación de las prácticas y actividades agropecuarias, forestales y agroforestales.	No involucra al MOPTVDU
Componente 5: Programa de adaptación integral de los recursos hídricos al cambio climático.	Acción 1. Plan maestro para el desarrollo de una red de infraestructura hidráulica de conservación de agua y reducción de los riesgos de avenidas e inundaciones. Acción 2. Integración plena del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (PNGIRH) como instrumento clave de adaptación al cambio climático.
Componente 6: Programa de promoción de energías renovables, eficiencia y seguridad energética.	Acción 3. Estrategia y plan de acción para el ahorro y la eficiencia energética.

COMPONENTES	ACCIONES INVOLUCRADAS CON INFRAESTRUCTURA
Componente 7: Programa de desarrollo urbano y costero resiliente al clima y bajo en carbono.	<p>Acción 1. Racionalización, control y minimización de cambios de uso del suelo asociados al desarrollo urbano.</p> <p>Acción 2. Implementación de la Ley y del Plan de Ordenamiento Territorial.</p> <p>Acción 3. Adopción de una política de desarrollo urbano de alta densidad.</p> <p>Acción 4. Planes maestros de desarrollo urbano de las principales ciudades del país y polos costeros de desarrollo urbano y turístico, con enfoque de sistema de ciudades.</p> <p>Acción 5. Desarrollo y actualización de normativas de construcción, urbanización y usos del espacio con enfoque de adaptación y mitigación del cambio climático.</p> <p>Acción 6. Diseño y promoción de sistemas integrados de conectividad vial y de servicios de transporte público de calidad accesible a la ciudadanía.</p>
Componente 8: Programa de creación de condiciones y capacidades nacionales para afrontar el cambio climático.	<p>Acción 3. Primer Inventario Nacional de Inversiones Críticas.</p> <p>Acción 4. Plan maestro para el desarrollo de conocimientos, tecnologías, capacidades y actitudes nacionales para afrontar el cambio climático.</p> <p>Acción 5. Plan de desarrollo de sensibilización, transformación cultural y participación social frente al cambio climático y la reducción de riesgos</p> <p>Acción 6. Programa nacional de gestión de financiamiento climático y creación del banco de necesidades tecnológicas para la adaptación y mitigación al cambio climático</p>

Fuente: Elaboración propia con información del Plan Nacional de Cambio Climático

Contribuciones Nacionalmente Determinadas en el Sector Infraestructura (2015)

El Salvador presentó la Contribución Prevista Nacionalmente Determinada, (MARN, 2015) en la *Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)* en noviembre de 2015, como un compromiso del Gobierno de El Salvador para construir resiliencia a los impactos del cambio climático y la construcción de un desarrollo bajo en carbono.

Para el sector de Infraestructura, orientado al drenaje de aguas lluvias primario y secundario, así como para la estabilización de suelos, se identifican los siguientes compromisos, tabla 3:

Tabla 4: Contribuciones Nacionalmente Determinadas en el Sector Infraestructura

NDC	RELACIÓN CON EL SUBSECTOR OBJETIVO
3.3. Infraestructura: Actualización de la Ley Urbanismo y Construcción, Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de normas y reglamentos de construcción antes de 2019.	Promover cambio de paradigmas para una innovación tecnológica en la construcción de drenajes y la estabilización de suelos o pendientes
3.3.1. El Consejo de Desarrollo Metropolitano (CODEMET) desarrollará y presentará antes del 2018 un plan inicial de adaptación del Área Metropolitana de San Salvador	Se está elaborando y están tomando en cuenta la problemática de inundaciones en el AMSS relacionada a los drenajes pluviales urbanos.
3.3.2. El Salvador elaborará antes del 2019, un plan director para una gestión sustentable de las aguas lluvias en el Área Metropolitana de San Salvador, con enfoque de cuenca y énfasis en la reutilización del agua.	El Plan se está licitando desde el BID en conjunto con el MOPTVDU y la OPAMSS. Para realmente cambiar el paradigma y regular el tema de drenaje a nivel nacional, se necesita una Ley del Drenaje.

NDC	RELACIÓN CON EL SUBSECTOR OBJETIVO
<p>3.3.3. En el periodo 2018-2025, El Salvador ejecutará inversiones en lagunas de laminación para el control de inundaciones del Área Metropolitana de San Salvador, con restauración ambiental y social de espacios.</p>	<p>Las Lagunas de Laminación para el control de Inundaciones deben de ser parte del plan director para una gestión sustentable de las aguas lluvias en el Área Metropolitana de San Salvador.</p> <p>No se puede ejecutar de manera aislada de una planificación macro y tiene relación con el sistema de drenaje de aguas lluvias.</p> <p>Actualmente se acaba de dar la orden de inicio para la construcción de la primera laguna de laminación, para el amortiguamiento del Macro Drenaje Pluvial, ubicado en la colonia Luz, en el Arenal de Monserrat, con una inversión de \$18,949,893.36. ⁶</p>
<p>3.3.4. El Salvador continuará ejecutando su plan masivo de obras de protección en todo el país, con restauración ambiental y social de espacios.</p>	<p>Las obras de protección pueden estar asociadas a la estabilización de taludes y otros.</p>
<p>3.3.5. El Salvador antes del 2018 elaborará el diagnóstico de medidas estructurales y no estructurales relacionadas con infraestructura para la adaptación al cambio climático de áreas urbanas (caso de estudio Área Metropolitana de San Salvador)</p>	<p>Debe de tomarse en cuenta el sector del drenaje y la estabilización de taludes.</p>
<p>3.4.4. En el período 2021 – 2025 El Salvador ejecutará tres obras de infraestructura hidráulica de importancia nacional para la conservación de agua y regulación de caudales, de acuerdo con las necesidades identificadas en el Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Para el cumplimiento de la meta se establecerán los necesarios medios de implementación que estuvieran fuera del alcance de las finanzas nacionales.</p>	<p>Para regular caudales se necesitan drenajes. Una laguna de laminación puede ser una infraestructura hidráulica.</p>
<p>3.4.5. En el periodo 2018 – 2025 El Salvador pondrá en marcha el proceso de descontaminación de los ríos Acelhuate, Sucio, Suquiapa y Grande de San Miguel. Para el cumplimiento de la meta se establecerán los necesarios medios de implementación que estuvieran fuera del alcance de las finanzas nacionales. En el logro de la meta se identificarán e implementarán tecnologías y procesos de participación ciudadana, principales actores sociales y del sector privado que promuevan la mayor reducción de emisiones asociadas.</p>	<p>Buena parte del drenaje urbano está direccionado a los cauces de estos ríos. Aunque las tuberías para aguas negras y aguas lluvias van en paralelo, ambas coinciden y son parte del caudal que llega a los ríos.</p> <p>Es de tomar en cuenta la relación de ambas para las estrategias de descontaminación de los ríos.</p>

Fuente: Elaboración propia con información de las NDCs

⁶ <https://twitter.com/ViviendaES/status/943951774528000001>

1.2.2 Arreglos Institucionales basados en el Marco Legal de El Salvador

En el marco legal vigente en El Salvador se encuentran algunas competencias claramente definidas como lo son las del agua potable y saneamiento, que le corresponde a ANDA; el saneamiento ambiental, que vela por asegurar el agua potable, desde el Ministerio de Salud (MINSAL); el saneamiento ambiental y mantenimiento de obras de servicios básicos desde la Gobernanza Local; la Gestión del Recurso Hídrico desde el Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Y a nivel nacional, desde el MOPTVDU, las competencias para la infraestructura vial, la obra pública, la investigación geológica, hidrológica y sismológica asociada a las construcciones. Desde el FOVIAL, la conservación vial de la red de carreteras de su competencia. Se destaca que es solo desde la Ley del Fondo de Conservación Vial (2000) dónde se menciona explícitamente que dentro del concepto de “Conservación Vial” incluye el mantenimiento regular del drenaje y de los taludes laterales de la red vial del FOVIAL.

En la tabla 4 se explica las competencias asociadas al tema de drenaje.

Tabla 5: Resumen de competencias asociadas al tema del drenaje, estabilización de suelos y las aguas en El Salvador

COMPETENCIAS	LEY / REGLAMENTO	INSTITUCIONALIDAD
A nivel nacional: – Infraestructura vial – Obra Pública – Investigación geológica, hidrológica y sismológica asociada a las construcciones.	Reglamento Interno del Órgano Ejecutivo, RIOE (1989) Art. 43. Define las competencias para el MOPTVDU. Destaca el literal 8): “Desarrollar cualquier otra función inherente a la Ingeniería y Arquitectura que le asigne el Órgano Ejecutivo. No menciona algo específico para la red de drenaje de aguas lluvias.	Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)
A nivel nacional: Regular las carreteras y caminos.	Ley de Carreteras y Caminos Vecinales (1969) En el Art. 1 define la competencia para regular lo relativo a la planificación, construcción y mantenimiento de las carreteras y caminos, así como su uso y el de las superficies inmediatas a las vías públicas. No menciona algo específico para la red de drenaje de aguas lluvias.	Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)
A nivel nacional: Conservación vial de la Red de carreteras del FOVIAL.	Ley del Fondo de Conservación Vial (2000) En el Art. 3. Define la conservación vial y menciona (entre otras características) que le corresponde el “Mantenimiento rutinario” y que se hará cargo del mantenimiento regular del drenaje y de los taludes laterales de la red vial del FOVIAL.	Fondo de Conservación Vial (FOVIAL). Entidad de derecho público, semi-autónoma.

COMPETENCIAS	LEY / REGLAMENTO	INSTITUCIONALIDAD
Agua Potable y Saneamiento	Ley de Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, ANDA (1961) Art. 2.- A.N.D.A. tendrá por objeto proveer y ayudar a proveer a los habitantes de la República de "Acueductos" y "Alcantarillados", mediante la planificación, financiación, ejecución, operación, mantenimiento, administración, y explotación de las obras necesarias o convenientes.	ANDA Autónoma de Servicio Público
Saneamiento ambiental desde la Salud Pública y Asistencia Social.	Código de Salud (1988) Art. 56. Desarrollará programas de saneamiento ambiental: a) El abastecimiento de agua potable; b) La disposición adecuada de excretas y aguas servidas; c) El saneamiento y buena calidad de la vivienda y de las construcciones en general; d) El saneamiento de los lugares públicos y de recreación; e) La eliminación y control de contaminaciones del agua de consumo, del suelo y del aire;	Ministerio de Salud, MINSAL
Saneamiento Ambiental y mantenimiento de obras de servicios básicos desde la Gobernanza Local	Código Municipal (1986) El Art. 4 define las competencias municipales: El Numeral 5, hace referencia a la promoción del saneamiento ambiental. El Numeral 25, menciona la competencia de la planificación, ejecución y mantenimiento de obras de servicios básicos que benefician al municipio.	Municipalidades
Gestión del Recurso Hídrico desde el Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ley de Medio Ambiente (1998) Art. 49, literal a) y c) Establece la supervisión de la disponibilidad y calidad del agua. Art. 70. Se refiere a la gestión y uso de aguas <hr/> Reglamento General de la Ley de Medio Ambiente (2009) Art. 69, establece el uso del agua de cuencas hidrográficas y mantos acuíferos se debe de basar en la calidad, disponibilidad y enfoque de usos sostenible. <hr/> Reglamento Especial de Normas Técnicas de Calidad Ambiental (2000)	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la Legislación de la República de El Salvador

Arreglos Institucionales y Colaboraciones

Los arreglos institucionales para el desarrollo de esta consultoría fueron liderados por el Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente, el coordinador del Programa de Preparación de El Salvador para acceder al Fondo Verde del Clima, los funcionarios designados por parte de la DACGER y el quipo consultor contratado para el desarrollo de esta consultoría.

La metodología y los requerimientos de información fueron presentados en diferentes formatos escritos y reuniones presenciales, a su vez anexados a las cartas oficiales del MARN dirigidas a las autoridades de las diferentes carteras de estado del gobierno de El Salvador. La coordinación del estudio siempre aplicó los procedimientos formales y oficiales ante las autoridades para la obtención de los insumos utilizados en este estudio. Las instituciones a las que se recurrió fueron

el MOP, principalmente la DACGER. Además, se trabajó coordinadamente con Contabilidad Gubernamental dependencia del Ministerio de Hacienda para la obtención de datos históricos devengados del sector.

Adicionalmente, la metodología para la identificación y la composición de los subsectores fue consensuada entre las diferentes entidades del gobierno, para este caso DACGER. Finalmente, en el proceso de levantamiento de información y análisis se resaltó la utilidad de este trabajo como una herramienta de negociación para la implementación de las sugerencias en términos de medidas de adaptación a ser priorizadas en el sector, así como la aplicación de mecanismos que ayuden a valorar los esfuerzos de inversión en el sector y contribuir a una mayor gestión efectiva del CC en el país.

1.2.3 Metodología básica y terminología clave

Tal como se definió en los objetivos, la metodología de evaluación de flujos de inversión y flujos de financiamiento es la herramienta básica que se utiliza en el desarrollo del presente análisis.

1.2.3.1 Breve descripción de la metodología

Conceptualmente, la metodología para la evaluación de Flujos de Inversión y Financiamiento (FIF) para el tratamiento del Cambio Climático presentada por el PNUD se resume a continuación: Una vez definido claramente el alcance del sector (en este caso el sector Infraestructura), se proyectan los costos pertinentes de inversión para este sector y para dos escenarios futuros: 1) un escenario de línea de base, que refleja una continuación de las políticas y planes actuales, es decir, un futuro en el que no se toman nuevas medidas para abordar el cambio climático (también llamado escenario “habitual”), y 2) un escenario de cambio climático, en el que se toman nuevas medidas de mitigación o adaptación (“escenario de mitigación o de adaptación”) o se toman nuevas medidas de adaptación (“escenario de adaptación”).

A continuación, se comparan los costos de inversión de los escenarios de línea de base y mitigación (o de línea de base y adaptación) para determinar los cambios necesarios en las inversiones para mitigar las emisiones debidas al sector (o adaptarse a los impactos al sector). Por último, se hacen recomendaciones de políticas pertinentes.

La metodología explica que los cambios en las inversiones pueden incluir no sólo aumentos en éstas (nueva financiación), sino también cambios en las inversiones existentes (reasignaciones de niveles de financiaciones existentes y proyectadas, de forma tal que disminuyan los fondos para un área, y aumenten en otra).

Conceptos claves

Para una mejor comprensión se definen a continuación los términos técnicos más utilizados en este proyecto:

Los Flujos de Inversión (FI): son los costos de capital de un activo físico nuevo con una vida útil de más de un año. Se limitan a activos físicos nuevos porque tales inversiones tienen

repercusiones en el cambio climático durante las vidas operativas de las instalaciones y el equipo adquirido.

Los Flujos de Financiamiento (FF): son los gastos en medidas programáticas en curso; los flujos de financiamiento abarcan gastos distintos de aquellos para expansión o instalación de activos físicos nuevos.

Costos de Operación y Mantenimiento (O&M): Activos físicos adquiridos con flujos de inversión que tienen costos de operación y mantenimiento (O&M) asociados (por ejemplo, costos fijos y variables como salarios y materias primas).

Entidad de inversión: Son las entidades que han invertido o están invirtiendo. Las entidades inversoras pueden ser los hogares, el gobierno o las empresas del sector privado.

Las fuentes de los fondos de flujos de inversión y de financiamiento: son los orígenes de los fondos invertidos por las entidades de inversión. Por ejemplo, el patrimonio nacional, deuda exterior, subsidios internos, ayuda extranjera entre otros.

Escenario de Línea de Base (“business as usual”): describe qué puede suceder si no hay políticas nuevas para abordar el cambio climático

Escenario de Adaptación: El escenario de adaptación incorpora nuevas medidas para responder a los impactos potenciales del cambio climático, describiendo las tendencias socioeconómicas esperadas, los cambios tecnológicos, las nuevas tendencias para responder a los potenciales impactos del cambio climático y las inversiones esperadas en el sector para la implementación de las medidas de respuesta a los impactos potenciales.

El periodo de evaluación: es el horizonte de tiempo para la evaluación; es decir, la cantidad de años que abarcan los escenarios de línea de base y de cambio climático, y la corriente asociada de flujos de inversión, flujos de financiamiento, y costos de operación y mantenimiento anual.

El año de base: es el primer año del periodo de evaluación; es decir, es el primer año de los escenarios de línea de base y adaptación, para este caso 2015.

2. Alcance, Datos Incorporados y Escenarios

Para efectos de esta evaluación de Flujos de Inversión y Financiamiento en el sector de Infraestructura el Gobierno de El Salvador a través del MOPTVDU ha priorizado los subsectores siguientes:

- i. Drenaje Primario y Drenaje Secundario (urbano) para las aguas lluvias o pluviales
- ii. Estabilización de suelos, taludes y laderas

Ambos subsectores están vinculados a la Red Vial Nacional administrada por el MOPTVDU y el FOVIAL. La Red Vial Municipal se manifiesta en este informe únicamente cuándo ha habido un Convenio de Trabajo entre el Gobierno Local y el MOPTVDU.

2.1 Enfoque sectorial

A continuación, se describe el enfoque dividido para el Sistema de Drenajes de Aguas Lluvias y la Estabilización de suelos.

2.1.1 Drenajes para Aguas Lluvias (primario y urbano)

El Sistema de Drenaje Urbano en El Salvador se compone del **Macro Drenaje**, que es conocido también como el Drenaje Primario, que son los cursos naturales para las aguas (ríos y quebradas); y el **Micro Drenaje**, que son las obras de Drenaje Urbano o Secundarios y es la definición artificial del drenaje.

El sistema de drenajes es responsable de evacuar cualquier clase de agua gris o lluvia, su funcionamiento se debe a la gravedad y a una pendiente mínima requerida. El drenaje para el saneamiento (alcantarillado sanitario) se desarrolla “separado absoluto de las aguas lluvias” (ANDA, 1998), sin embargo, las tuberías suelen ir en paralelo y las problemáticas pueden tocar ambos tipos de drenajes.

Las “Normas Técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras” (ANDA, 1998), especifica que en la planimetría los colectores de aguas lluvias se ubicarán al centro de las vías con una separación horizontal mínima con relación a los acueductos y alcantarillados. La red de alcantarillados se proyectará de manera que todos los colectores queden debajo de los acueductos con una separación mínima libre de 20 cms. Las intersecciones de alcantarillado de aguas negras con colectores de aguas lluvias tendrán una separación vertical mínima de 15 cms libres. Las zanjas de alcantarillado no podrán utilizarse para asentar ningún tipo de tuberías.

2.1.2 Estabilización de Suelos, Taludes y Laderas

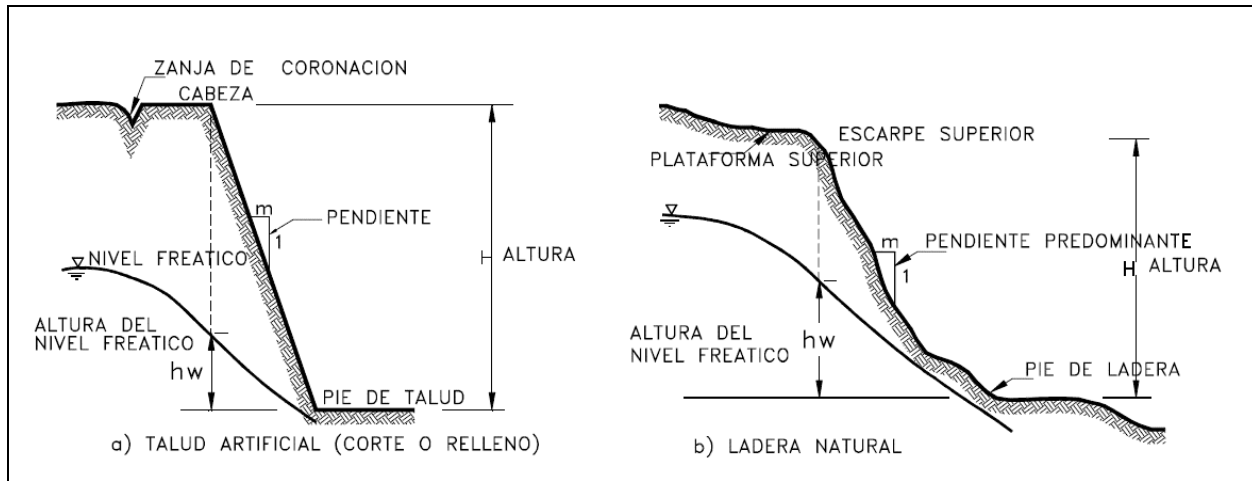
La estabilización de suelos se refiere a los métodos que aumentan la resistencia del suelo, pueden ser procesos físicos y químicos que aumentan la cohesión y/o la fricción de la mezcla suelo-producto estabilizante o del suelo modificado. (Suárez Díaz, 1998)

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. A nivel técnico se define como “ladera” cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y “talud” cuando se conformó artificialmente. (Suárez Díaz, 1998)

Las “laderas” que han estado estables por muchos años, pueden fallar en forma imprevista por diversas causales, una de ellas son los flujos de agua subterránea, cambios topográficos que provoquen inestabilidad, sismicidad, cambios en la resistencia de los suelos, meteorización o factores de origen antrópico o natural que modifiquen la estabilidad del estado natural. (Suárez Díaz, 1998)

Los “taludes” pueden ser terraplenes, cortes de laderas naturales y los muros de contención. Pueden presentarse combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas. (Suárez Díaz, 1998)

Ilustración 1: Nomenclatura de Taludes y Laderas



Fuente: Imagen tomada de “Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales” (Suárez Díaz, 1998)

El estudio de estabilidad de taludes o ladera es el de definir medidas de prevención y control para reducir los niveles de amenaza y la probabilidad de riesgo. Sin embargo, no es posible eliminar la amenaza mediante métodos preventivos en todos los casos, la estabilización de taludes y laderas es muy complejo y se requerirán de otras medidas de control para la estabilización de taludes susceptibles a sufrir deslizamientos o deslizamientos activos. (Suárez Díaz, 1998)

Situación actual de los subsectores seleccionados

La zona norte del área urbana del AMSS se encuentra ubicada en las laderas del Volcán de San Salvador y especialmente en el sector conocido como el “Picacho” (con 1950 msnm) tiene las pendientes más empinadas; como consecuencia, las características hidráulicas de la zona tienen un tiempo muy corto de concentración de la escorrentía de las aguas lluvias y hay una alta relación con la escorrentía que se vuelve más agresiva debido a la pendiente, así también por la deforestación y la impermeabilización del suelo, debido a los procesos acelerados de urbanización lo que no permite encauzar las aguas a las zonas de recarga hídrica y reducir caudales de la escorrentía⁷.

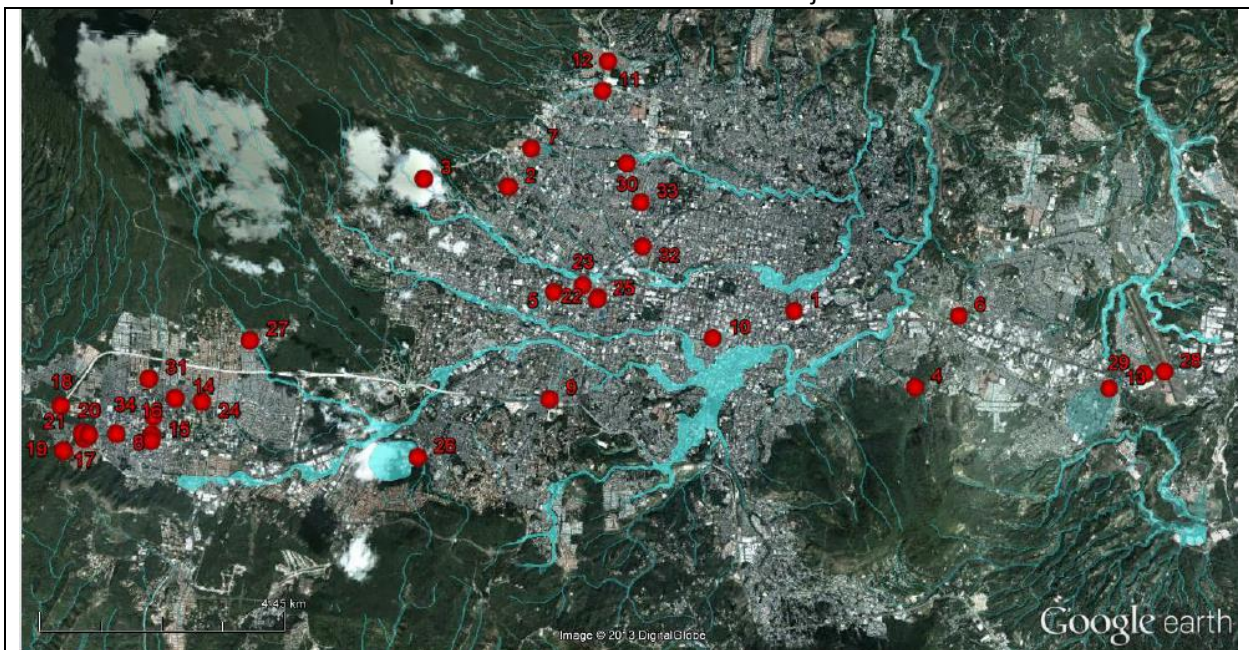
La impermeabilización del suelo está relacionado al uso de suelo actual en el AMSS, lo que al tener asentamientos (en su mayoría informales), asentados cerca del cauce o en el cauce de un río o quebrada de invierno, provoca inundaciones urbanas. Antes de la urbanización, el cauce en condiciones naturales, sin impermeabilización, su sección hidráulica natural, absorbía perfectamente el caudal máximo o pico. (Fernández-Lavado, 2010)

⁷ La zona de recarga (o área de recarga) es la parte de la cuenca hidrográfica en la cual, por las condiciones climatológicas, geológicas y topográficas, una gran parte de las precipitaciones se infiltran en el suelo, llegando a recargar los acuíferos en las partes más bajas de la cuenca.

La DACGER, desde la Sub Dirección de Drenajes, ha identificado 35 puntos de inundación en la zona urbana del AMSS, las cuales tienen relación directa con la situación del drenaje pluvial. Desde la “Metodología para la Generación de Inventario de Drenaje Pluvial en redes urbanas con distribución desconocida”, se plantea que los problemas de las redes de drenaje para aguas lluvias que afectan a la población son por inundaciones y colapsos de su infraestructura, lo que impiden asegurar la conectividad vial.

En El Salvador, cada desarrollo urbanístico tiene su propio sistema de conducción y descarga a los cuerpos receptores, que suelen ser la red primaria del drenaje (los ríos y quebradas), actualmente no se tiene control del volumen de los caudales que se orientan desde la red del Micro Drenaje a la red del Macro Drenaje.

Ilustración 2: Mapa con la situación actual del Drenaje Urbano en El AMSS



Fuente: Datos generados por la DACGER (2013) desde la “Metodología para la Generación de Inventario de Drenaje Pluvial en redes urbanas con distribución desconocida”.

Otra problemática en el AMSS es la presencia de “Tierra Blanca”, siendo uno de los suelos que más abundan en la zona, como resultado de diferentes eventos eruptivos de la Caldera de Ilopango. Se conocen 4 diferentes erupciones, la última conocida como la “Tierra Blanca Joven” (TBJ), pues fue la de mayor extensión e impacto. La característica de este suelo es tener poca cohesión de los depósitos producto de la caída y de los flujos piroclásticos de TBJ, siendo muy susceptibles a la erosión y movilización de material cuando se tienen precipitaciones prolongadas y/o intensas, así como por sismos intensos. (Fernández-Lavado, 2010)

La TBJ es un material fácilmente erosionable por las crecidas de los ríos en la época de más lluvias. Provoca socavamiento en la base y hace inestable a los taludes, los cuales se caen dejando paredes verticales. El proceso de erosión es incrementado también por la deforestación y

eliminación de la capa vegetal, pues se desarrollan con facilidad surcos y cárcavas⁸. (Fernández-Lavado, 2010).

2.2 Medidas preliminares de adaptación identificadas en el Subsector Infraestructura

Las medidas técnicas para adaptación en el Subsector de Infraestructura orientado a los drenajes (primarios y urbanos) y la estabilización de suelos, taludes y laderas se describen a continuación, así también como las acciones tomadas en el período estudiado y ejecutadas desde el MOPTVDU.

2.2.1 Para el Drenaje de Aguas Lluvias

Medidas estructurales para retención temporal de la escorrentía, para recuperar la capacidad de infiltración del suelo en la cuenca hidrográfica. (DACGER, 2014)

Diagnóstico de daños estructurales de la infraestructura para el drenaje (DACGER, 2014):

- Identificación de daños estructurales específicos: inspección del estado de la superficie de la carretera (sí tiene grietas u otras características anormales) y la condición del suelo alrededor de la tubería, inspección interna de las tuberías de drenaje subterráneas (si tiene huecos u otras anomalías), otros.
- Informe técnico con resolución para la intervención: puede ser restauración de la tubería dañada o sugerir una instalación nueva, incluyendo la fundación de la tubería, sus conexiones y el relleno.

Prioridades para la identificación de riesgos (DACGER, 2014):

- Zonas urbanas desarrolladas con una antigüedad mayor a 40 años, donde la vida útil de las tuberías para el drenaje pluvial se asume son de la misma edad y son de suelo-cemento no reforzado.
- Las principales tuberías de drenaje pluvial con un diámetro de más de 400 ~ 600 mm integradas en las carreteras principales.
- Tuberías situadas a lo largo de la carretera con una pendiente mayor a 1/20 (equivalente al 5%).
- Cuando se identifican altas velocidades de flujo en las principales tuberías y las que se encuentran con pendiente mayor al 5%, en donde se puede llegar a más de 4 m/seg en un evento de precipitación extrema, por lo que se asume puede causar erosión considerable a largo plazo a la tubería de concreto.

⁸ Cárcavas: son los socavones producidos en los suelos de lugares con pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia. Estas producen la llamada erosión retrogradante. Se concretan normalmente en abarrancamientos formados en los materiales blandos por el agua de arroyada que, cuando falta una cobertura vegetal suficiente, ataca las pendientes excavando largos surcos de bordes vivos. (Fernández-Lavado, 2010)

Plan de acción para el seguimiento y mantenimiento de la red de drenaje pluvial (DACGER, 2014):

- Identificación de zonas objetivo y clasificación por áreas específicas, como barrios y colonias.
- Selección del tramo de carretera de prioridad, incluida la ubicación de la tubería de drenaje principal y pozos de registro.
- Georreferenciación de puntos seleccionados.
- Inspección de tuberías, que comprende una inspección visual del interior del pozo y toma de registro utilizando la ficha de inspección; medición de caudal de velocidad dentro del pozo durante el evento de lluvia (si fuese posible), inspección con cámara especial para la tubería en el que se detecte cualquier situación inusual.

2.2.2 Medidas sugeridas para la estabilización de Suelos, Taludes o Laderas

Los métodos que propone Suárez Díaz, (1998) son basados en Schuster y Kockelman (1996) para efecto de reducir la probabilidad de riesgo a través de medidas para estabilizar taludes o laderas cuándo es posible hacerlo, por lo que la primer medida es estudiar el talud o la ladera, definir los niveles de amenaza, el mecanismo de falla y haber analizado los factores de equilibrio para poder pasar al diseño final, que es el diseño para el sistema de control o estabilización como medida preventiva.

Cada caso es diferente y cada uno va a requerir enfocar y resolver su problemática de manera específica, la metodología a establecer dependerá de una serie de factores sociales, técnicos, económicos y políticos; con una gran cantidad de variables en el espacio y en el tiempo. Algunas de estas medidas sugeridas se presentan en el anexo 1. Mientras que los sistemas de estabilización se pueden clasificar en cinco categorías: la conformación del talud o ladera, recubrimiento de la superficie, control de agua superficial y subterránea, estructuras de contención y mejoramiento del suelo. (Ver anexo 2 para ampliar).

2.3 Acciones de adaptación realizadas desde el MOPTVDU

Para el subsector de Infraestructura, enfocado en drenajes para aguas lluvias y estabilización de suelos; solo se tomarán en cuenta las medidas de adaptación, pues por ser medidas estructurales, solo comprende el blindaje a la infraestructura ante los efectos del Cambio Climático para garantizar la conectividad vial nacional y salvaguardar la vida de las personas.

Para abordar la mitigación de Gases Efecto Invernadero (GEI) en la Infraestructura, debe de hacerse desde la Planificación Territorial y/o Urbana, en dónde desde el diseño se puede asegurar áreas específicas, en puntos estratégicos dentro de los territorios, para que funcionen como sumideros de carbono. Pero dado que en este estudio solo se concentrará el análisis en el sector del drenaje para aguas lluvias y la estabilización de suelos, las acciones de mitigación no se tratarán.

El MOPTVDU ha avanzado en la implementación de medidas de adaptación al cambio climático y gestión estratégica del riesgo. A continuación, se enuncia un resumen de acciones realizadas desde el año 2010 al 2017.

Período 2016- 2017 ⁹

- Desde el 2014 al primer semestre del 2017 se han construido 19 reservorios para la atención y control de flujos de sedimentos provenientes de la parte alta del volcán de San Miguel, en los municipios de San Jorge, Chinameca y San Miguel.
- Se realizaron 150 diagnósticos de evaluación de riesgos a nivel nacional en infraestructura social y productiva para nueve comunidades.
- Se finalizó y se divulgó a nivel nacional y regional, *el Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura vial en Centroamérica*.
- Se han ejecutado junto a la cooperación Japonesa el proyecto GENSAI I (2012-2015) y GENSAI II (2016-2021) orientados a reducir la vulnerabilidad en la infraestructura social y productiva, así como fortalecer las capacidades.
- Desde la experiencia ganada en la DACGER y el haber elevado su nivel de especialización, se han perfilado como referentes en la región Centroamericana, mostrando interés de otros Ministerios de Obras Públicas en la región, de imitar el modelo.
- 10 obras de protección en comunidades de alta vulnerabilidad.

Período 2015- 2016¹⁰

- Se ejecutaron 3 proyectos de prevención de cárcavas.
- Ejecución de 1ª etapa de Programa de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Urbanas: Área Metropolitana de San Salvador (AMSS)
- Se realizó el perfil del *Plan Director para la gestión Sustentable de Aguas Lluvias del Área Metropolitana de San Salvador* y nota de aprobación por parte del BID.
- Se ha elaborado los Términos de Referencia de programa de lagunas de laminación para el control de inundaciones del AMSS, como parte del Programa de Reducción de Vulnerabilidad en Asentamientos Urbanos Precarios en el AMSS.
- Se han realizado 603 asambleas comunitarias que permiten informar, tomar decisiones y empoderar a la ciudadanía de su participación en todo el ciclo de proyectos.
- Se ha impulsado la iniciativa de desarrollo de capacidades en los gobiernos locales para atender demandas y se ha dado seguimiento a los 14 gabinetes departamentales.
- Se ha implementado el “Programa SALVAR”, concentrado en obras de protección ejecutadas por el MOP y FOVIAL, incluyendo el trabajo del VMVDU para llevar adelante el Plan Maestro de Obras de Protección y se concentra en la preparación para enfrentar las contingencias del clima. Se han eliminado 707 amenazas relacionadas con suelos inestables, que incluyen cárcavas, deslizamientos, inundaciones y otros. En este período se han construido 132 obras de protección, entre cárcavas y obras en ríos de quebradas, con una inversión de más de \$7.2 millones.

⁹ Memoria de Labores del MOP (2016-2017)

¹⁰ Memoria de Labores del MOP (2015-2016)

Período 2014-2015¹¹

- Transición del Ministerio de “emergencia-rehabilitación-emergencia” hacia una orientación preventiva, que protege la vida de la población, sus viviendas, bienes y cosechas, liderando la ejecución de proyectos para el desarrollo de la infraestructura social y productiva cada vez más resiliente.
- Desarrollo de obras en el Volcán de San Miguel (Chaparrastique) como una experiencia inédita en la región. Diseño y construcción de un anillo de 18 reservorios que son dragados luego de cada tormenta con precipitaciones extremas y que han protegido a las comunidades próximas al Chaparrastique.
- Manuales y lineamientos impulsados por DACGER fueron adoptados por el Consejo de Ministros de Infraestructura y Transporte de Centroamérica como base para el diseño de los manuales regionales.
- Se elaboraron planes para la gestión del riesgo en suelos erosivos e inestables y para la gestión del riesgo de inundaciones, dirigidos a la ejecución masiva de obras de proyección para la reducción del riesgo y vulnerabilidad.
- Inicio de la ejecución de un plan para el aumento de la resiliencia climática en el AMSS, en conjunto con KFW.
- Se desarrollaron 127 obras de apoyo a las comunidades y a los municipios, las cuales consistían en pavimentación de calles secundarias, mantenimiento de calles municipales, obras de protección e instalación y mantenimiento de puentes y obras de paso en vías de competencia municipal.

Período 2013-2014¹²

- A la tradicional orientación del MOP como un ministerio carretero, se imprimió un giro concentrado hacia la protección de la vida de poblaciones, de sus bienes y cosechas, así como de la infraestructura social y productiva, con énfasis en la infraestructura logística del país.
- 548 cárcavas eliminadas (MOP-FOVIAL), de un total de 968 identificadas a la fecha en el territorio nacional.
- Construcción de obras de protección y mitigación suma un monto contractual de \$ 8.2 millones correspondientes a 22 proyectos (MOP y FOVIAL). Ubicadas en el Barrio La Esperanza, colonia Santa Eugenia, frente a comunidad Tutunichapa, así como las obras en las cárcavas de la colonia Guayacán y la urbanización El Limón, municipio de Soyapango. Así también las complejas obras de protección en las cárcavas del reparto La Campanera, municipio de Soyapango. En el impulso de este programa, el FOVIAL eliminó en el mismo período más de 5 cárcavas, que amenazaban vías e inclusive vidas en las comunidades.
- Obra en los ríos: menor vulnerabilidad, más seguridad. Ejecución de 17 obras de protección en ríos y quebradas. Entre las que destacan las obras para la protección del puente “Eureka” sobre el Boulevard del Ejército y la zona inmediata amenazada por el río Acelhuate, el

¹¹ Memoria de Labores del MOP (2014-2015)

¹² Memoria de Labores del MOP (2013-2014)

desarrollo de una obra compleja en la zona industrial de San Bartolo, sobre el Arenal Seco (en Ilopango) realizando obras hidráulicas y de estabilización de laderas, entre otras.

- Desarrollo un programa de dragado de ríos y quebradas, como la draga en el arenal Monserrat, en la quebrada El Garrobo, en el río de Mercedes Umaña, además de la construcción de bordas en el río Grande de San Miguel, el río Shutía en Jayaque, La Libertad, y las bordas provisionales en el río Paz.

Período 2012-2013¹³

Se destaca el trabajo en conjunto realizado por DACGER y otras unidades como la Dirección de Planificación y Dirección de la Obra Pública, Dirección de Mantenimiento de la Obra Pública, Centro de Operaciones de Emergencia, Unidad de Gestión Social, Gerencia de Recursos humanos, Dirección Hábitat y Asentamientos humanos, entre otros.

La DACGER ha participado en la elaboración de planes y estrategias como las siguientes:

- Formulación del Instituto Internacional de Cambio Climático, encargándose del perfil del proyecto y de la cooperación intencional para buscar financiamiento.
- Conformación del Comité de Cambio Climático en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Relaciones Exteriores.
- Participación en el Comité Interinstitucional para el Financiamiento Climático.
- Parte del equipo de seguimiento de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.
- Capacitaciones impartidas por la DACGER al personal del MOP y otras entidades.
- Desarrollo de Artículos técnicos.
- Lanzamiento del sitio web www.dacger.mop.gob.sv
- Participación como expositores en el primer Congreso Centroamericano y del Caribe de Deslizamientos de Tierra.
- Desarrollo de investigaciones con universidades locales a través de la elaboración de trabajos de graduación.
- Capacitaciones técnicas a estudiantes y personal de universidades, en algunas de ellas se ha contado con la participación de expertos japoneses del proyecto GENSAI.

Algunas obras de protección realizadas:

- Solución de la Cárcava de la Campanera, en Soyapango. Con una dimensión de 205 metros de largo, 25 metros de ancho y 25 metros de profundidad, con una inversión en obras de protección de \$2.3 millones.
- Solución en la comunidad las Victorias y en la urbanización de los Naranjos, con dos obras de mitigación para comunidades con un valor de \$0.85 millones.
- A través del FOVIAL se ha realizado una inversión de \$5.3 millones para eliminar 365 cárcavas identificadas desde 4 años atrás.

¹³ Memoria de Labores del MOP (2012-2013)

- Se han ejecutado obras de mitigación en ríos y en la cuenca baja del río Lempa han tenido una inversión de \$5.3 millones.

Período 2011-2012¹⁴

- Intervención efectiva en la preparación preventiva y enfrentamiento de la Depresión Tropical 12-E (octubre de 2011). Se reestableció la conectividad y se removieron 81,830 m³ de rocas y lodo de las carreteras. Las obras de protección construidas después de la Tormenta IDA (2008) en Verapaz (San Vicente), las Cañas (Ilopango) y otras, funcionaron bien. Se efectuaron estudios jurídicos-registrales para la búsqueda de terrenos apropiados para el desarrollo de proyectos de vivienda para las familias afectadas.
- De los 713 puntos susceptibles a deslizamientos registrados en el mapa micro zonificado de riesgos, el MOP y FOVIAL concluyeron 357 obras de protección y se trabajó en otros 90 puntos. Entre ellos una obra de desasolvamiento en el Río Goascorán, que, debido a un bloqueo de gran magnitud y asolvamiento acumulado de años, desvió su curso. Obras de mitigación en el Río Paz, entre otras.
- Consolidación de la DACGER, única en su género en América Latina dentro de un ministerio asociado a la obra pública. La acción de esta nueva Dirección Técnica está orientada a la gestión preventiva del riesgo, a la resiliencia o blindaje de la infraestructura social y productiva del país, con base a la actualización de las normas técnicas de construcción, su rigurosa aplicación y su reconciliación con la naturaleza. Todo enmarcado en una visión orientada a la seguridad ambiental.

Período 2010-2011

- Creación de la Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo (DACGER).
- Lanzamiento de la “Estrategia para la Adaptación de la Infraestructura al Cambio Climático” para el Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano.
- Se definen nuevos enfoques de trabajar la obra pública para proteger vidas.
- Por primera vez en la historia de El Salvador hay un abordaje integral para solucionar los problemas de cárcavas y laderas inestables bajo un plan maestro a nivel nacional.
- Se realizaron inspecciones a 442 cárcavas en el territorio nacional y se lograron finalizar las obras de protección en 114 cárcavas salvaguardando vidas y garantizando la movilidad de la economía y de las personas.
- Entre las obras más importantes ya finalizadas para salvar vidas, bienes y colonias están dos gigantescos trabajos en el Reparto Las Cañas (\$1,8 millones), dos más a la entrada de San Salvador en Altos de Boulevard (\$1,3 millones), y un conjunto de obras de infraestructura con las que se han eliminado 27 cárcavas, que inician el proceso de blindaje a la Carretera Panorámica (\$1,6 millones), que quedó parcialmente perdida luego de la tormenta IDA

¹⁴ Memoria de Labores del MOP (2010-2011)

(2008). La infraestructura de protección a la ciudad de San Vicente en el río Acahuapa, con una inversión de \$1,6 millones. Obra que es necesaria a su vez para la construcción de los puentes definitivos de concreto para el acceso a la ciudad.

- Operaciones de dragados en 30 ríos, incluyendo la reconfiguración y ampliación de la capacidad hidráulica de La Quebradona, que devastó la Ciudad de Verapaz.
- Dispositivo de construcción de bordas, dragado y limpieza en temporada seca en la zona del Arenal de Monserrat, en la colonia Málaga.
- Reubicación de 171 familias en riesgo, apoyándoles con transporte, alquiler de viviendas

2.4 Entrada de Datos y Escenarios

Este apartado se compone de un análisis de la tendencia del histórico y proyectar los posibles escenarios claves para el Subsector de Infraestructura seleccionado influenciado por los impactos del cambio climático.

2.4.1 Período de evaluación y parámetros de contabilización de costos

El periodo de Evaluación considerado fue el comprendido desde el año 2011 al año 2030. Se ha utilizado el presupuesto devengado por el MOPTVDU correspondiente a los años 2011-2015 y fue analizado considerando las memorias de labores desde el 2011 al 2015, presupuestos devengados y otros documentos de proyectos y planes operativos encontrados en el sitio de transparencia del Gobierno de El Salvador, además de la información proporcionada por el Ministerio de Hacienda, Unidad Financiera del MOPTVDU. Los costos fueron consensuados con las diferentes instancias. Se ha utilizado un valor constante del dólar, moneda oficial de El Salvador. Fueron utilizadas regresiones que reproducen las líneas de tendencia para 15 años (2016-2030).

2.4.2 Enfoque Analítico de los subsectores seleccionados

En relación con el Sector Infraestructura se ha realizado el análisis desde 3 subsectores los cuales son: Sistema de Drenaje Primario, Urbano y Estabilización de Suelos. La clasificación de los gastos devengados para aplicar la metodología se realizó a través de la clasificación de un listado de proyectos el cual fue entregado por la Unidad Financiera del MOPTVDU y en reuniones previas con los integrantes del equipo institucional se procedió a la clasificación en los respectivos subsectores entre los proyectos tomados en cuenta se mencionan en la tabla 5, 6 y 7.

Tabla 6: Proyectos – inversiones realizadas en el subsector de Drenaje Primario 2011 - 2015

Sistema de Drenaje Primario	
PROYECTOS	
1.	Obras de Mitigación en Zona de Quebrada La Lechuza Aledaño A
2.	Construcción Sistema de Drenaje aguas lluvias y colector De
3.	Construcción de las Obras de Mitigación Zona de Cárcava del
4.	Construcción de Obras De Mitigación Aguas Abajo Del Puente N
5.	Construcción de Colector De Aguas Lluvias Con Su Descarga, O
6.	Construcción de Obras para Mitigación en Quebrada Arenal
7.	Construcción de Obras de Mitigación en Zona de Reparto El Ca
8.	Construcción de Obras de Drenaje y Mitigación Cauce Río Las
9.	Construcción de Bóveda y Muro de Contención del Parque Central
10.	Obras de Mitigación en zona de Cárcava de Urbanización Las
11.	Construcción de Obras Complementarias de Mitigación en la Zona
12.	Construcción de caja en Arenal Monserrat Colonia La Málaga 1
13.	Construcción obras Hidráulicas y de Drenaje.

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Contabilidad Gubernamental y Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)

Tabla 7: Proyectos – inversiones realizadas en el subsector de Drenaje Urbano 2011 - 2015

Sistema De Drenaje Urbano	
PROYECTOS	
1.	Construcción de carpeta asfáltica y obras de drenaje, Municipio Cuscatancingo
2.	Construcción obras drenaje y seguridad peatones y ciclistas
3.	Construcción de colector de aguas lluvias con su descarga
4.	Construcción de Obras de Mitigación en Urbanización

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Contabilidad Gubernamental y Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)

Tabla 8: Proyectos – inversiones realizadas en el subsector de Estabilización de Suelos 2011 - 2015

Estabilización De Suelos	
PROYECTOS	
1.	Obras de Mitigación en Zona de Cárcava Col. Llano Verde (1 Pr
2.	Obras de Mitigación en Urb. El Limón
3.	Construcción de Obras de Mitigación en Zona de Cárcava
4.	Construcción de Obras de Mitigación de Cárcava en Col. Alcaine, Mu
5.	Construcción de Muro de Retención en 8a. y 10 y Calle Paraguay
6.	Construcción de Muro de Retención en Col. Las Margaritas San
7.	Construcción de Obras de Mitigación de Cárcava en Colonia Guatemala.
8.	Construcción de Obras de Mitigación en Talud Noroeste del Re

Estabilización De Suelos

9. Construcción de Obras de Mitigación en Talud Norte de La Col
10. Construcción de Obras de Mitigación en Zona de Cárcava De Re
11. Construcción de Obras de Muro de Retención en Altos del Boulevard.
12. Construcción de Obras para Protección y Mejoramiento
13. Construcción Muro de Retención en Quebrada La Lechuza Z.
14. Construcción Muros de Retención en La Quebrada La Lechuza E
15. Construcción Obras de Mitigación en Zona de Quebrada La Lech
16. Construcción Obras de Mitigación sobre El Río Colon
17. Construcción de Obras de Mitigación en Talud Ote. Urb. Jard.
18. Muros de Contención Y Drenaje de Aguas Lluvias Comunidad El
19. Obras Complementarias de Mitigación Cárcavas Jardines De San
20. Obras de Mitigación Rio Colón, La Libertad
21. Obras de Mitigación Y Protección de Talud en Comunidad El
22. Programa de Obras de Rehabilitación y Reconstrucción para La
23. Proyecto de Mitigación de Riesgos a Familias en Zonas Vulnerables
24. Reconstrucción Obras de Protección y Mitigación Quebrada Chi

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Contabilidad Gubernamental y Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)

2.4.3 Datos Históricos de Flujos de Inversión, Flujos de Financiamiento y O&M

En el sector de infraestructura la metodología de Evaluación de Flujos de Inversión y de Financiamiento (FIFF) precisa los siguientes conceptos de separación, los cuales han sido utilizados de la guía para la identificación de los mismos en este estudio:

Flujos de Inversión en el sector infraestructura: obras de infraestructuras diversas, maquinaria y equipo que son indispensables para la prestación del servicio a la población.

Flujos financieros (FF): (gastos que no constituyen activos) por ejemplo: Programas de apoyo institucional, Programas de Investigación y desarrollo.

Costos de Operación y Mantenimiento (O&M): costos de mantener y operar la nueva infraestructura y equipos adquiridos.

Tipo de cambio: Los valores financieros históricos recopilados están en dólares de los Estados Unidos de América por ser la moneda oficial de El Salvador. A nivel presupuestario cada entidad gubernamental, sea está centralizada o descentralizada, registran sus operaciones en el Sistema de Administración Financiera (SAFI), de Contabilidad Gubernamental, la cual custodia toda esta información devengada. Para efectos de esta consultoría, fue el Ministerio de hacienda la instancia que generó una base de datos desde el 2011 al 2015 donde se identifican: fuente financiamiento, fuente recurso, rubro económico, rubro presupuestario, cuenta presupuestaria, objeto presupuestario, unidad presupuestaria, línea trabajo, código proyecto, proyecto,

devengado. El dato que se utilizó en la metodología fueron los objetos presupuestarios ya que indican la naturaleza de cada gasto¹⁵

Para analizar de mejor manera el sector de infraestructura en los subsectores seleccionados para este estudio, los datos que se presentan a continuación reflejan que durante el período histórico 2011-2015 la “estabilización de suelos” es el subsector que a nivel de monto devengado representa el mayor gasto para el país.

Tabla 9: Total Devengado 2011 – 2015 Subsectores SDP – SDU- ES

Subsector	Devengado	%
Estabilización de Suelos	\$ 16,172,405.85	56%
Sistema de Drenaje Primario	\$ 11,663,040.52	40%
Sistema de Drenaje Urbano	\$ 1,092,698.14	4%
Total General	\$ 28,928,144.51	100%

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Contabilidad Gubernamental y Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU).

Flujos de Inversión 2011-2015

Los datos históricos para el MOPTVDU reflejan que, en el periodo de análisis, el 87% se ha destinado a Flujos de Inversión del 2011 al 2015 y de este el mayor gasto se ha realizado en obras de infraestructura diversas¹⁶ con un 99% y maquinaria y equipo con un 1%.¹⁷

Flujos de Financiamiento 2011-2015

Los gastos clasificados como Flujos de Financiamiento para esta metodología son los objetos no físicos y para efectos de este estudio se consideran los más relevantes los que están dentro de la categoría de “consultorías, estudios e investigaciones”¹⁸, acorde al sistema de Contabilidad Gubernamental de El Salvador.

Dentro de la clasificación de flujos de financiamiento (acciones programáticas), los datos históricos reflejan que en el periodo del 2011 al 2015 del total devengado en los subsectores seleccionados, el 1% se devengó en Flujos de Financiamiento, siendo la única erogación consultorías y estudios de investigación.

¹⁵ Manual de clasificación para las transacciones financieras del Sector Público, Modificación año 2014, Acuerdo n°332

¹⁶ Comprende los gastos que se efectúan por construcciones, reconstrucciones, mejoras y ampliaciones de obras o infraestructuras no consideradas en los específicos anteriores.

¹⁷ Comprende la adquisición de maquinaria y equipo que son de uso indispensable para la prestación de servicios, tales como: equipo de telecomunicaciones, médicos y de laboratorio, equipo militar, repuestos principales, instrumentos musicales, aire acondicionado, entre otros. Se exceptúan aquellos que son de apoyo institucional.

Flujos de Operación y Mantenimiento 2011 -2015

En su mayoría los gastos más representativos se observan en operación y mantenimiento entre ellos se encuentran: Bienes de uso y consumo, bienes muebles, impuestos, tasas, derechos, otros gastos no clasificados, pasajes, viáticos, seguros, comisiones, semovientes, servicios básicos, servicios generales y arrendamientos, viales, transferencias a otros sectores y remuneraciones.

Los datos históricos muestran que el 13% de los gastos Sector Infraestructura (2011 – 2015) se identifican como flujos de operación y mantenimiento; de estos los más representativos son los realizados en los viales¹⁹ los cuales representan un 58% del gasto total entre el 2011 al 2015, mientras que la supervisión en infraestructura representa un 15% y combustibles y lubricantes un 10%.

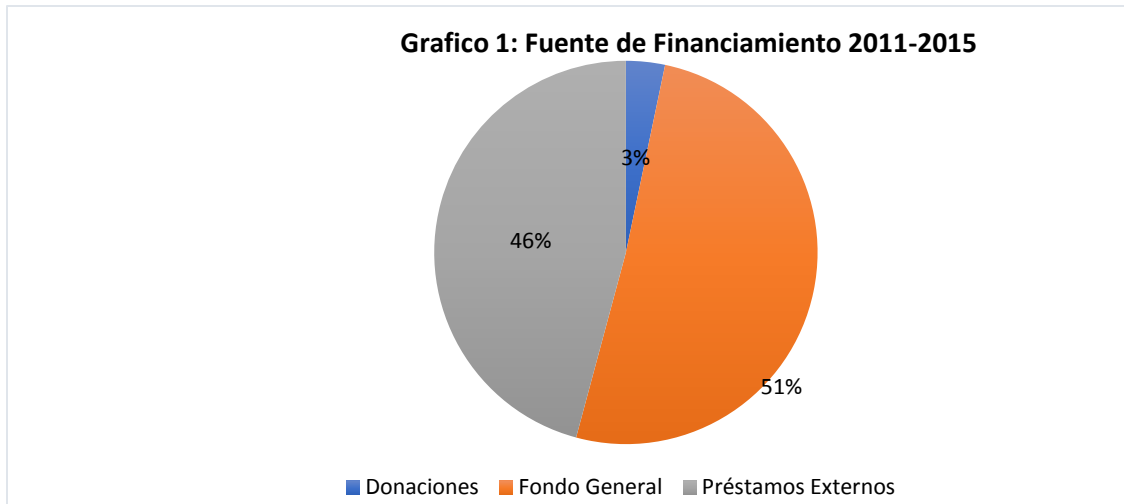
Es importante señalar que los gastos de operación y mantenimiento no necesariamente provienen de una inversión realizada en el periodo de estudio (2011 – 2015) y pertenecen al mantenimiento y operación del subsector, pero son gastos fundamentales para la realización de la mayoría de los proyectos en ejecución para este periodo.

Principales Fuentes de Inversión identificadas

De los 28.93 millones de dólares devengados en el MOPTVDU para el Sector de Infraestructura en los subsectores seleccionados en análisis en el periodo del 2011 al 2015, en el grafico 1 se identifica que el 51% ha sido financiado con fondos internos provenientes del fondo general de la nación, mientras que el 49% ha sido financiado con fuentes externas, las cuales se divide en pequeñas donaciones (3%) y con préstamos de fuentes externas (46%).

¹⁹ Comprende los gastos que se efectúan por construcciones, reconstrucciones, mejoras o ampliaciones de carreteras, caminos, puentes, vías urbanas, rurales y otras.

Gráfica 1: Fuentes de Financiamiento MOPTVDU 2011-2015



Fuente: Elaboración propia con información del SAFI, memorias de labores y presupuestos obtenidos por las autoridades correspondientes.

Sin embargo, al momento de analizar sector de infraestructura, un 95% es gasto de capital durante el periodo del 2011-2015 y solamente un 5% de gasto corriente dejando ver de manera clara que debido a su razón de ser efectivamente sus inversiones en activos son de mucha mayor cuantía.

Los principales organismos internacionales identificados como fuentes externas de financiamiento en la categoría de préstamos durante el periodo del 2011 al 2015 se presentan en la tabla 9.

Tabla 10: Principales fuentes de financiamiento del Total Devengado 2011 – 2015 Subsectores SDP – SDU- ES

Fuente Recurso	Devengado	%
Banco C.A. De Integración Económica (BCIE).	\$ 6,975,867.59	49%
Banco Internacional de Reconstrucción Y Fomento (BIRF).	\$ 1,738,933.30	12%
Banco Interamericano De Desarrollo (BID).	\$ 4,595,540.40	32%
Gobierno de Francia.	\$ 950,000.00	7%
Total General	\$ 14,260,341.29	100%

Fuente: Elaboración propia con información del SAFI, memorias de labores y presupuestos obtenidos por las autoridades correspondientes.

2.4.4 Escenario de Línea de Base

Comprende una breve descripción de la evolución del sector; datos del año base (que es 2011) clasificados por FF y FI, por tipo de inversión, entidad de inversión y fuentes de financiamiento; el escenario base con estimaciones acumuladas y el escenario de referencia con estimaciones anuales del FI, FF y O&M por tipo de inversión.

2.4.4.1 Evolución del sector

Los hallazgos principales en el escenario de base y el análisis histórico del 2011 al 2015 desde una perspectiva de evolución de los subsectores seleccionados se mencionan a continuación:

- En el 2010 el MOPTVDU crea la *Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo* (DACGER) para elaborar estudios técnicos y de investigación que permitieran con el objeto de contribuir a la transición del Blindaje de la Infraestructura ante los fenómenos climáticos extremos.
- En el 2011, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), elaboró una Nota Conceptual: “Hacia un Blindaje Climático de la Infraestructura Pública” siendo un aporte importante para orientar el enfoque en las Políticas Públicas, especialmente para el sector de Obras Públicas. La iniciativa surge a partir de los daños y pérdidas en la infraestructura pública por el sistema de baja presión asociado a la Tormenta Ida (2008), así como otros eventos hidrometeorológicos extremos.
- La Ley de Medio Ambiente (1998) sufrió reformas en el 2012, incorporando por primera vez la visión de Cambio Climático dentro de la legislación. El Capítulo Único para la adaptación al Cambio Climático (Título VI-BIS), desde el Art. 64-B al 64-G habla de la incorporación del tema en la política nacional de medio ambiente, de hacer una adaptación anticipada y planificada, de elaborar un Plan Nacional de Cambio Climático, de elaborar escenarios climáticos y de realizar los informes de seguimiento. No menciona la Mitigación.
- En el 2013, el MARN plantea la Estrategia Nacional de Cambio Climático y en el 2015 lanza el Plan Nacional de Cambio Climático, con una proyección de 5 años.

Se evidencia que el sector de infraestructura ha evolucionado en la última década incorporando a sus planes otros conceptos y factores que influyen directamente en el sector. A continuación, se mencionan los siguientes:

- Infraestructura pública se entiende como las edificaciones, red vial, drenajes, taludes.
- Infraestructura pública marina, lo relacionado al borde costero.
- Se evoluciona de lo vial a ver el entorno de la carretera, así como otra infraestructura pública.
- Se atienden muros, bordas y se analiza más el entorno de la carretera.
- Zonas de parques: Se aborda toda la infraestructura pública que está amenazada, entendiéndose no solo infraestructura vial, caminos, puentes, sino infraestructura como edificaciones públicas.
- La red vial para efectos de intervenciones se clasifica en:
 - Red MOP (calles principales y red Nacional)
 - Red FOVIAL (red nacional)
 - Red Municipalidades (calles secundarias)
- La red vial nacional la atiende MOP y FOVIAL.
- El FOVIAL tiene como responsabilidad realizar un nivel adecuado de servicio de conservación en la Red Vial Nacional Prioritaria Mantenible y en la Red Vial Urbana Prioritaria Mantenible; (Art. 5 Ley de creación del FOVIAL)

- De manera excepcional se le da apoyo técnico a los Gobiernos Locales a demanda. El MOPTVDU no les ayuda con un proyecto completo, suele colaborar con equipo y tecnología, el Gobierno Local pone el presupuesto para materiales y mano de obra.
- La atención de cárcavas y de colapso en la infraestructura de drenaje se hace por mandato legislativo y se atiende con presupuesto extraordinario dado por la Asamblea Legislativa o el Ejecutivo. Las intervenciones correctivas y de emergencia no se encuentran presupuestados en el MOPTVDU.
- La competencia para estabilización de suelos, asociado a la geotecnia en la obra pública, está más clara para el MOPTVDU.
- La planificación de la red de drenaje urbano para el AMSS se está diseñando con el apoyo del BID.

Debilidades encontradas e inversiones/acciones esperadas

- Definir legalmente la competencia de la planificación y mantenimiento del drenaje urbano, pues no es clara en la Legislación Salvadoreña.
- Revisar la relación del alcance del “drenaje primario” con las competencias asociadas a la gestión y manejo del recurso hídrico o de la Red Hídrica Nacional.
- No se está contemplando aún una planificación o estrategia para el drenaje urbano de las principales ciudades a nivel Nacional.

Datos del año base FF y FI, por Tipo de Inversión, Entidad de Inversión y Fuente de Financiamiento (2015)

La tabla 10 muestra que, en el 2015, que es el año de base, de acuerdo con la información proporcionada por MOPTVDU y comparada con la otorgada por el Ministerio de Hacienda, en el sector de infraestructura se devengaron 0.72 millones de dólares, de los cuales 0.63 millones fueron flujos de inversión; flujos de financiamiento no se devengaron y el resto de lo devengado se destinó para operación y mantenimiento 0.09 millones. En el año base no se ejecutaron una cantidad alta de proyectos que se relacione con los subsectores definidos anteriormente, como se observa en el subsector de sistema de drenaje urbano.

La fuente de financiamiento con mayor valor monetario devengado es la de “préstamos” específicamente para generar flujos de inversión de estabilización de suelos, se evidencia también el uso de fondo general, pero en una cantidad muy alejada de la fuente anterior.

Escenario Base: Estimaciones acumuladas de FI, FF y O & M, por Tipo de Inversión, Entidad de Inversión y Fuente de Financiamiento (2015-2030)

Para el escenario de Base, los costos estimados de las inversiones para el sector Infraestructura proyectadas por el período 2015-2030, específicamente en los subsectores Drenaje Primario – Drenaje Urbano y Estabilización de suelos, seleccionados para este estudio, se estiman a 67.39\$ millones de USD. La mayoría de esto se destinó a la ejecución de proyectos relacionados con la

“Estabilización de suelos”, siendo estos mayormente Flujos de Inversión y según la tendencia de fuentes externas como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Datos del año base FF y FI, por Tipo de Inversión, Entidad de Inversión y Fuente de Financiamiento (2015)

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Categoría de entidad de inversión	Fuente de Fondos de Flujos de Inversión y Financiamiento		Sistema de drenaje primario		Sistema de drenaje urbano		Estabilización de suelos	
			FI US\$	FF US\$	FI US\$	FF US\$	FI US\$	FF US\$
Hogares	Nacional		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Total de Hogares		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Empresas	Nacionales		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Extranjeras		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Total de Fondos Corporativos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gobierno	Interna	Fondo General	\$ 0.19	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0.05	\$ -
		Recursos Propios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Préstamos Internos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Total Fuentes Internas	\$ 0.19	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0.05	\$ -
	Externas	Donaciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Prestamos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0.39	\$ -
		Total Fuentes Externas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0.39	\$ -
		Total de Fondos de Gobierno	\$ 0.19	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0.44	\$ -
TOTAL FLUJOS			\$ 0.19	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 0.44	\$ -

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Contabilidad Gubernamental y Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)

Tabla 12: Escenario Base: Estimaciones acumuladas de FI, FF y O & M, por Tipo de Inversión, Entidad de Inversión y Fuente de Financiamiento (2015-2030)

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Categoría de entidad de inversión	Fuente de Fondos de Flujos de Inversión y Financiamiento	Sistema de drenaje primario			Sistema de drenaje urbano			Estabilización de suelos			
		FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M	
Hogares	Nacional	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	Total de Hogares	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Empresas	Nacionales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	Extranjeras	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
	Total de Fondos Corporativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Gobierno	Interna	Fondo General	\$ 5.38	\$ -	\$ 4.78	\$ 1.41	\$ -	\$ 0.42	\$ 20.86	\$ 0.10	\$ 2.22
		Recursos Propios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Préstamos Internos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Total Fuentes Internas	\$ 5.38	\$ -	\$ 4.78	\$ 1.41	\$ -	\$ 0.42	\$ 20.86	\$ 0.10	\$ 2.22
	Externas	Donaciones	\$ 1.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.18	\$ -	\$ -
		Prestamos	\$ 16.77	\$ -	\$ 0.96	\$ 2.20	\$ -	\$ -	\$ 9.75	\$ -	\$ 0.35
		Total Fuentes Externas	\$ 17.76	\$ -	\$ 0.96	\$ 2.20	\$ -	\$ -	\$ 10.93	\$ -	\$ 0.35
Total de Fondos de Gobierno	\$ 23.14	\$ -	\$ 5.74	\$ 3.61	\$ -	\$ 0.42	\$ 31.80	\$ 0.10	\$ 2.58		
TOTAL FLUJOS		\$ 23.14	\$ -	\$ 5.74	\$ 3.61	\$ -	\$ 0.42	\$ 31.80	\$ 0.10	\$ 2.58	

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Contabilidad Gubernamental y Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)

Escenario de Referencia: Estimaciones anuales de FI, FF y O&M por Tipo de Inversión

La tabla 12 presenta las proyecciones correspondientes a la línea de base, se aprecia el crecimiento que el subsector tendría en caso de que no haya cambios a las acciones actuales del para el subsector de drenajes pluviales y estabilización de suelos. Es decir, la tendencia del gasto seguirá siendo la que se presenta naturalmente según los datos históricos presentados del 2011 al 2015, realizando inversiones en Flujos de Inversión, pero sin realizar Flujos de Financiamiento en ninguno de los subsectores. Dicha tendencia es normal al sector seleccionado, pero no está planificada como programa de largo plazo.

Podrían presentarse años con altas inversiones por el riesgo de colapso que el sistema actual de drenajes pluviales y estabilidad de suelos presenta para El Salvador.

Tabla 13.: Escenario de Referencia: Estimaciones anuales de FI, FF y O y M por Tipo de Inversión

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Año	Sistema de drenaje primario			Sistema de drenaje urbano			Estabilización de suelos		
	FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M
2015	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.00	0.09
2016	1.87	0.00	0.51	0.20	0.00	0.02	3.07	0.01	0.22
2017	1.60	0.00	0.38	0.21	0.00	0.02	2.54	0.01	0.15
2018	1.34	0.00	0.43	0.25	0.00	0.03	1.63	0.00	0.17
2019	1.56	0.00	0.29	0.30	0.00	0.04	1.75	0.00	0.16
2020	1.34	0.00	0.33	0.19	0.00	0.02	1.92	0.01	0.16
2021	1.57	0.00	0.40	0.23	0.00	0.03	2.23	0.01	0.17
2022	1.51	0.00	0.37	0.24	0.00	0.03	2.06	0.01	0.17
2023	1.49	0.00	0.37	0.25	0.00	0.03	1.96	0.01	0.17
2024	1.53	0.00	0.36	0.25	0.00	0.03	2.02	0.01	0.17
2025	1.52	0.00	0.37	0.24	0.00	0.03	2.08	0.01	0.17
2026	1.55	0.00	0.38	0.25	0.00	0.03	2.11	0.01	0.17
2027	1.55	0.00	0.38	0.25	0.00	0.03	2.08	0.01	0.17
2028	1.56	0.00	0.38	0.25	0.00	0.03	2.09	0.01	0.17
2029	1.57	0.00	0.38	0.25	0.00	0.03	2.12	0.01	0.18
2030	1.58	0.00	0.39	0.25	0.00	0.03	2.14	0.01	0.18

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Contabilidad Gubernamental y Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOP)

Conclusiones del escenario de base

- i. La competencia para la planificación y mantenimiento del Drenaje Urbano para aguas lluvias no está claramente definida en la Legislación Salvadoreña, se refleja en la reducida inversión realizada al sector, siendo un problema que avanza en silencio y que existe en grandes proporciones por tener una infraestructura obsoleta y sin mantenimiento, lo que lo hace frágil (vulnerable) ante las precipitaciones extremas potenciadas por el cambio climático.
- ii. La mayor parte de la inversión se refleja en proyectos viales, los cuales están estrechamente asociados a dar soluciones de drenaje de las aguas pluviales y asegurar suelos estables en su entorno.
- iii. Para los sectores estudiados, la inversión con fuentes internas es menor que las fuentes externas, siendo los préstamos un punto de atención, pues aumenta el endeudamiento fiscal del Gobierno de El Salvador y no permite aumentar el presupuesto general para las fuentes internas.
- iv. Lo anterior tiene relación en no tener un marco legal que permita atender una Planificación estructurada para el tema del Drenaje Urbano para aguas lluvias y que permita presupuestar acciones desde las fuentes internas.
- v. El marco legal para la estabilización de suelos (taludes y laderas) es más claro.
- vi. Fue una acertada decisión la creación de la DACGER en el MOPTVDU, creando las Subdirecciones de Geotecnia, de Drenajes y de Puentes y Obras de Paso. Desde el 2010 esta Dirección ha diseñado y puesto en marcha nuevas metodologías y técnicas con estándares internacionales que contribuyen a que la infraestructura pública resista ante los eventos climáticos extremos.
- vii. Sin embargo, es de prestar atención al alto valor de las fuentes externas, que surgen en varios casos, a solucionar problemas por colapsos de infraestructura o desde el enfoque de la emergencia, no desde la planificación. Al ser de emergencia, no se suele incluir en los presupuestos ordinarios. Así también afecta no tener dentro de sus competencias, de manera clara, el mantenimiento y planificación del drenaje pluvial, puesto que no lo pueden destinar fondos desde el presupuesto ordinario.

2.4.5 Escenario de Adaptación

La evolución esperada del sector de Infraestructura, orientado a los subsectores de drenajes primarios y urbanos, así como la estabilización de suelos, proyectada al año 2030 y ante la presencia de nuevas políticas que van a orientar el abordaje al cambio climático, se plantea a continuación.

ADECUACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA LEGISLACIÓN PARA PERMITIR EL TRABAJO DE ADAPTACIÓN

Las Instituciones de Gobierno, en este caso el MOPTVDU no podrá asumir todos los compromisos de adaptación, si no se modernizan los contenidos de las Leyes relacionadas con este ministerio para aclarar competencias que permitan la correcta adaptación al cambio climático en los subsectores de drenaje primario y urbano, así como la estabilización de suelos.

Las Leyes que se sugiere adecuar y modernizar son:

- i. Reglamento Interno del Órgano Ejecutivo. Específicamente el Art. 43 y que define la competencia para el MOPTVDU para el área de la Obra Pública, área de Vivienda y Desarrollo Urbano y el Área de Transporte.
- ii. Ley de Urbanismo y Construcción, además de su Reglamento.
- iii. Ley de Carreteras y Caminos Vecinales
- iv. Ley de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Área Metropolitana de San Salvador.
- v. Ley de Vialidad en los Gobiernos Municipales que la tengan (pues se encuentra vigente, en algunos casos, cobrar tributos para el mantenimiento de calles y el drenaje).

Así también se sugiere pensar en una legislación dedicada a definir la competencia de la planificación, ejecución y mantenimiento del drenaje primario y secundario (urbano); así como mecanismos de financiamiento que permitan cubrir costos de mantenimiento y ejecución de nuevas redes.

PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE PRIMARIO Y SECUNDARIO EN EL SALVADOR

Las principales ciudades de El Salvador requieren de un Sistema de Drenaje para Aguas Pluviales para gestionar los caudales de agua acumulados producto de las precipitaciones (cada vez más extremas) y por la impermeabilización de las Ciudades, que provoca un aumento de escorrentía superficial. Este Sistema de Drenajes debe de ser planificado en concordancia con los Planes de Desarrollo Urbano y los Planes de Adaptación al cambio climático de cada Ciudad, para que pueda tener relación con otros factores vinculantes, como lo es el manejo y gestión de las áreas verdes de la ciudad y la adecuada ubicación de obras de infraestructura hidráulica para retener aguas y controlar caudales (como lagunas de laminación) o para infiltrar el agua (como los pozos de infiltración).

Las principales ciudades identificadas como críticas en el tema del drenaje primario y secundario son:

- i. Área Metropolitana de San Salvador y su periferia, Departamento de San Salvador y La Libertad.
- ii. Ciudad de Santa Ana, Departamento de Santa Ana
- iii. Ciudad de San Miguel, Departamento de San Miguel.
- iv. Ciudad de Sonsonate y Sonzacate, Departamento de Sonsonate.
- v. Ciudad de Usulután, Departamento de Usulután.
- vi. Ciudad de Ahuachapán, Departamento de Ahuachapán.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y PUNTOS DE ALTO RIESGO EN LOS SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Desde la DACGER-MOPTVDU y la ejecución del Proyecto GENSAI, se ha establecido la elaboración de un inventario de puntos críticos y metodologías para identificación de áreas y puntos de alto riesgo en los sistemas de drenaje pluvial; iniciativa que hay que apoyar y darle sostenibilidad en

el tiempo para que sea una tarea permanente e institucionalizada, con recursos humanos y económicos necesarios para que funcione sistemáticamente y para beneficio de todo El Salvador.

Esta acción para identificar áreas o puntos de alto riesgo en el sistema de drenaje tiene como objetivo identificar puntos críticos antes del posible colapso y debe de seguir los siguientes criterios:

- i. La prioridad de la inspección debe ser puesta en el área urbana desarrollada hace más de 40 años, donde la edad de las tuberías integradas se asume son de la misma edad y son de suelo-cemento no reforzado.
- ii. Las tuberías objetivas para la prioridad de inspección son las principales tuberías de drenaje con un diámetro de más de 400 ~ 600 mm integradas en carreteras principales.
- iii. La mayor atención se debe prestar a las tuberías situadas a lo largo de la carretera con una pendiente mayor a 1/20 (5%).
- iv. La Alta velocidad de flujo en la tubería que tiene las condiciones anteriores (ii) y (iii) se puede llegar a más de 4 m/seg durante el tiempo de lluvia fuerte, por lo que se asume puede causar una grave erosión de la tubería de concreto en el largo plazo.

OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA PARA REGULAR Y RETENER CAUDALES E INFILTRACIÓN DE AGUA A LOS ACUÍFEROS EN ZONAS URBANAS

La Obra de Infraestructura Hidráulica se va a entender como una construcción desde la Ingeniería Civil e Ingeniería Hidráulica relacionado al agua, en este caso es de interés el manejo de Aguas Pluviales para regular, contener y organizar los caudales de agua por abundantes precipitaciones en las ciudades, es decir las inundaciones urbanas; para asegurar la conectividad vial, así como salvaguardar la vida de las personas y los bienes materiales.

Las necesidades son:

- i. Elaboración de estudios de inundación de las Ciudades para determinar área de inundación, frecuencia, tiempo de duración, profundidad y otras características cualitativas que permitan determinar los puntos idóneos para construir una Obra Hidráulica para el control de las inundaciones.
- ii. Elaboración de Catastro del Drenaje Pluvial en cada una de las Ciudades, para determinar el estado actual del encauzamiento de las aguas lluvias en zonas urbanas.
- iii. Diseño y ejecución de Obras Hidráulicas que sean consecuentes con los estudios de diagnóstico realizados. Estas Obras son para retener temporalmente la escorrentía (puede ser un estanque de retención o en el lugar de retención) ayudar a solucionar la problemática de inundaciones urbanas y será indispensable considerar en su diseño una solución para recuperar la capacidad de infiltración del suelo en la cuenca hidrográfica.

Para estimar costos de cada Obra de Infraestructura Hidráulica se requiere tener un análisis de las precipitaciones y un análisis de la escorrentía para calcular las dimensiones principales de

estructuras y equipos que se van a requerir para contener un volumen de agua importante y así poder proponer un diseño de estructura básico.

El “Programa de Reducción de Vulnerabilidad en Asentamientos Urbanos Precarios (AUP)”, financiado por el BID y ejecutado por el MOPTVDU, contempla en sus componentes la preparación de un “Plan Maestro de Drenaje para el AMSS”, para guiar las inversiones actuales y futuras en el AMSS, la construcción de un conjunto de Lagunas de Laminación, con el propósito de retener caudales en períodos pico y como parte de una solución al problema de inundaciones y la reparación de bóvedas de canalización. Destinando para estas acciones US\$20,7 millones.²⁰

Se han identificado los siguientes lugares en el AMSS para llevar a cabo un Sistema de Lagunas de Laminación (como Obras Hidráulicas), como una propuesta de una consultoría realizada por el Doctor Juan Carlos Bertoni y recomienda construir las en los sectores conocidos como El Piro, Merliot, el Limón el Garrobo y Buenos Aires 1 como obras de amortiguamiento del Macro Drenaje en la Cuenca del Arenal de Monserrat. Se ha identificado también que son 103 AUP con niveles de precariedad a lo largo de los cauces afectados.

Actualmente se acaba de licitar la primera Laguna de Laminación por un valor de USD \$18,949,898.36 y estará ubicada en la Colonia Luz, de San Salvador. Tendrá una capacidad de almacenaje de agua de 220,000 metros cúbicos.

PROYECTOS PUNTUALES PARA CORREGIR PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE IDENTIFICADOS

Los proyectos puntuales identificados por la DACGER-MOPTVDU desde la ejecución del proyecto GENSAI con el apoyo del JICA son:

Tabla 14: Resumen de proyectos identificador por DACGER-MOPTVDU con problemas en el drenaje pluvial

UBICACIÓN	SITUACIÓN DE INUNDACIONES	CAUSA ASUMIDA	ADOPCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS CONCEBIBLES
Colonia Santa Lucia / Área Metropolitana de San Salvador	Inundación habitual en caso de lluvia	Rápido tiempo de concentración de la inundación, la capacidad de flujo insuficiente de la red de tuberías de drenaje existente, la insuficiente capacidad de la tubería de salida a través de la Carretera Panamericana	Mejora de la red de tuberías existente y cruce de tubería de salida por debajo de la autopista, Suministro de tubería de drenaje (s) nueva para la descarga del agua de lluvia en el río junto a la zona objetivo
Barrio La Vega, Centro Urbano Candelaria, Málaga, Barrio Calvario/AMSS	Flujo de inundación agresivo golpea los canales de drenaje (canales rectangulares de hormigón) y los daña en cada evento de lluvia	Mejora esporádica de canales de drenaje sin plan general coherente para mejorar el drenaje hace que la condición de flujo sea inestable.	Mejora canal continuo basado en un plan general de mejora de drenaje, Medidas de control de escorrentía de la cuenca.

²⁰ <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36510005>

UBICACIÓN	SITUACIÓN DE INUNDACIONES	CAUSA ASUMIDA	ADOPCIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS CONCEBIBLES
Zonas de viviendas aguas abajo de 75 Ave. Norte/AMSS	Desbordamiento de alcantarillas en una tubería de drenaje (1.2m de diámetro) cruzando la avenida. 75 Norte y traspasando el área	La capacidad de flujo de la tubería es insuficiente situada a unos 15m bajo tierra a lo largo de la ladera de una colina empinada, el flujo de presión en la tubería levanta la tapa de la alcantarilla	La sustitución de la tubería existente es casi imposible. La construcción de una nueva tubería de desviación de agua de lluvia a lo largo de la 75 Av. Norte hasta el punto de descarga de la Quebrada Sirimuyo.
Ciudad de Santa Ana	La zona de la ciudad se inunda críticamente por el agua de lluvia sobre todo viniendo de la zona sur-oeste de la carretera Panamericana en el evento de lluvia pesada.	El agua lluvia en la zona del volcán de Santa Ana es recogida por la Carretera Panamericana y desemboca en el área de la ciudad a través de las carreteras de conexión entre la autopista y la zona de la ciudad. No hay canales de drenaje adecuados a través de la carretera para liberar el agua lluvia antes de llegar a la zona de la ciudad. Muchas partes de cuello de botella en las 3 quebradas. existentes en la zona de la ciudad.	Mejora de los 3 canales de drenaje principales existentes (quebradas), Sustitución de la red de tuberías de drenaje subterráneo en la zona de la ciudad, reemplazo de pequeños puentes y alcantarillas en los Qdas. El agua lluvia medida de retención en la zona sur-occidental (pie del volcán de Santa Ana) de la Carretera Panamericana.
Sonzacate/Sons onate	Un gran volumen de agua de lluvia desborda como una fuente de una boca de acceso conectado a la tubería de drenaje existente (día aprox. 1,5 m), lo que provoca inundaciones en la amplia zona de la ciudad.	Las tuberías de drenaje se encuentran a lo largo de una carretera nacional con fuerte pendiente. Un nuevo plan de vivienda se desarrolló en la zona aguas arriba de la cuenca, sin sistema de drenaje adecuado. Esta situación hace la segunda vuelta más agresiva. Conexión de la tubería de la alcantarilla a un río totalmente bloqueado.	Sustitución de la tubería de conexión entre la boca de acceso más fluida y el río adyacente, Rehabilitación de las instalaciones de drenaje que fue interrumpido por el desarrollo del plan de vivienda.

Fuente: Información proporcionada por la DACGER desde la ejecución del Proyecto GENSAI

PLAN MASIVO DE OBRAS DE PROTECCIÓN

El Plan Masivo de Obras de Protección deberá de considerar en todo el país la restauración ambiental y social de los espacios. Se entenderá como Obras de Protección a todas aquellas que aseguren estabilización del suelo para brindar seguridad a todas las vías de conectividad vial y las zonas urbanas habitadas, para facilitar la vida cotidiana de las personas y la dinámica económica.

La dimensión de una obra de protección es proporcional al problema a resolver, por lo que su valor puede ser desde una solución bastante económica y ejecutable de manera inmediata, como puede llegar a costar de un millón de dólares o más.

En la Tabla 14 se presenta un resumen de las obras de protección relevantes, que han sido ejecutadas por el MOPTVDU y el FOVIAL, pudiendo dimensionar su valor económico y su envergadura.

Tabla 15: Resumen de obras de protección relevantes realizadas desde el MOPTVDU y FOVIAL desde el 2010 al 2017

PERÍODO	OBRAS DE PROTECCIÓN REPORTADAS
2016-2017	<ul style="list-style-type: none"> - Desde el 2014 al primer semestre del 2017 se han construido 19 reservorios para la atención y control de flujos de sedimentos provenientes de la parte alta del volcán de San Miguel, en los municipios de San Jorge, Chinameca y San Miguel. - 10 obras de protección en comunidades de alta vulnerabilidad
2015-2016	<ul style="list-style-type: none"> - Se han construido 132 obras de protección, entre cárcavas y obras en ríos de quebradas, con una inversión de más de \$7.2 millones.
2014-2015	<ul style="list-style-type: none"> - Transición del Ministerio de “emergencia-rehabilitación-emergencia” hacia una orientación preventiva - Desarrollo de obras en el Volcán de San Miguel (Chaparrastique) como una experiencia inédita en la región - Se elaboraron planes para la gestión del riesgo en suelos erosivos e inestables y para la gestión del riesgo de inundaciones, dirigidos a la ejecución masiva de obras de proyección para la reducción del riesgo y vulnerabilidad
2013-2014	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción de obras de protección y mitigación suma un monto contractual de \$ 8.2 millones correspondientes a 22 proyectos (MOP y FOVIAL). - Obra en los ríos: menor vulnerabilidad, más seguridad. Ejecución de 17 obras de protección en ríos y quebradas
2012-2013	<ul style="list-style-type: none"> - Solución de la Cárcava de la Campanera, en Soyapango. Con una dimensión de 205 metros de largo, 25 metros de ancho y 25 metros de profundidad, con una inversión en obras de protección de \$2.3 millones. - Solución en la comunidad las Victorias y en la urbanización de los Naranjos, con dos obras de mitigación para comunidades con un valor de \$0.85 millones. - A través del FOVIAL se ha realizado una inversión de \$5.3 millones para eliminar 365 cárcavas identificadas desde 4 años atrás. - Se han ejecutado obras de mitigación en ríos y en la cuenca baja del río Lempa han tenido una inversión de \$5.3 millones.
2011-2012	<ul style="list-style-type: none"> - El MOP y FOVIAL concluyeron 357 obras de protección y se trabajó en otros 90 puntos. - Una gran obra para desasolvamiento del Río Goascorán. - Algunos valores de obras de mitigación son: - Obra de mitigación en Zona Reparto El Carmen, Soyapango: \$311,196.42 - Obras para puente sobre Río Titihuapa, entre San Idefonso y Ciudad Dolores \$649,491.47. - Obra de protección para cárcava en zona de Reparto Las Jacarandas, Apopa: \$254,182.04
2010-2011	<ul style="list-style-type: none"> - Dos gigantescos trabajos en el Reparto Las Cañas (\$1,8 millones), dos más a la entrada de San Salvador en Altos de Boulevard (\$1,3 millones), y un conjunto de obras de infraestructura con las que se han eliminado 27 cárcavas, que inician el proceso de blindaje a la Carretera Panorámica (\$1,6 millones).

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de las Memorias de Labores desde el 2010 al 2016.

Se toma como base los periodos históricos para poder proyectar una tendencia, se plantea una necesidad a futuro, calculando 200 intervenciones puntuales de obras de protección por año, con un valor estimado de \$100 mil para cada una para el período de 2019 a 2030. Ejecutando cada año alrededor de 18 obras o menos, con un presupuesto anual de \$20 millones de dólares.

2.4.5.1 Determinación de costos de las medidas de adaptación propuestas

Determinar costos para el cuantificar el Escenario de Adaptación en los subsectores de drenaje primario y urbano, así como la estabilización de suelos para una proyección al 2030 es complejo; puesto que la mayoría de las medidas, que son Obras de Infraestructura, están sujetas a identificar un problema y sobre la base de los resultados, se propone un diseño el cual tiene un presupuesto detallado, el cual puede ser variable en el transcurso de los años, pues el valor de mercado de los materiales y mano de obra es fluctuante. Por lo que se proponen montos estimados, con base a la experiencia y la tendencia de los valores de iniciativas similares.

En el siguiente cuadro se resume una estimación del posible valor acorde a la envergadura:

Tabla 16: Acciones de adaptación propuestas para los subsectores de drenajes de aguas lluvias y estabilización de suelos

ACCIONES DE ADAPTACIÓN	VALOR ESTIMADO US\$
ADECUACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA LEGISLACIÓN PARA PERMITIR EL TRABAJO DE ADAPTACIÓN - Leyes modernizar y actualización de cada Reglamento a \$100 mil c/u = \$500 mil - Revisión y modernización de Ley de Vialidad de varios Gobiernos Municipales: \$300 mil	800,000
PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE PRIMARIO Y SECUNDARIO EN EL SALVADOR Un valor estimado para realizar planificación por cada una de las ciudades: - AMSS: \$300 mil - Ciudad de Santa Ana: \$150 mil - Ciudad de San Miguel: \$150 mil - Ciudad de Sonsonate y Sonzacate: \$100 mil - Ciudad de Usulután: \$100 mil - Ciudad de Ahuachapán: \$100 mil	900,000
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE ALTO RIESGO EN LOS SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Un valor estimado para el apoyo anual para el MOPTVDU a través de la DACGER: - Recurso humano especializado, equipamiento, movilización y recursos. Valor anual estimado de \$1.5 millones. - Período entre 2019 y 2030 = 11 años	16,500,000
OBRAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA PARA REGULAR Y RETENER CAUDALES E INFILTRACIÓN DE AGUA A LOS ACUÍFEROS EN ZONAS URBANAS - 20 obras de Infraestructura Hidráulica (como las lagunas de laminación o pueden ser otras soluciones de ingeniería hidráulica) construidas entre el Período entre 2019 y 2030. Estimando un valor de \$20 millones cada una	400,000,000
PROYECTOS PUNTALES PARA CORREGIR PROBLEMAS DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE IDENTIFICADOS - 100 intervenciones en proyectos puntuales en los puntos críticos en todo El Salvador para ejecutarse en el Período entre 2019 y 2030. Estimando un valor promedio de \$150 mil para cada una	15,000,000
PLAN MASIVO DE OBRAS DE PROTECCIÓN - 200 intervenciones puntuales de obras de protección por año, durante el Período entre 2019 y 2030, con un valor estimado de \$100 mil para cada una. Presupuesto anual de \$20 millones de dólares.	220,000,000
GRAN TOTAL	652,700,000

Las inversiones proyectadas en el escenario de Adaptación se han separado por subsector: Drenaje Primario, Drenaje Urbano y Estabilización de Suelos como se presenta en la tabla 16.

Tabla 17: Proyectos en los subsectores priorizados para el escenario de adaptación

Proyectos	Drenaje primario	Drenaje Urbano	Estabilización de Suelos
Adecuación y modernización de la legislación para permitir el trabajo de adaptación	■	■	■
Planificación del Sistema de Drenaje Primario y Secundario en El Salvador	■	■	
Identificación de áreas y puntos de Alto Riesgo en los Sistema de Drenaje Pluvial	■	■	Relación, pero en menor medida
Obras de Infraestructura Hidráulica para regular y retener caudales e infiltración de agua a los acuíferos en zonas urbanas	■	■	
Proyectos puntuales para corregir problemas de los Sistemas de Drenaje Identificados	■	■	
Plan Masivo de Obras de Protección	Relación, pero en menor medida	Relación, pero en menor medida	■

Fuente: Elaboración propia con datos del escenario de Adaptación

Escenario de Adaptación: Estimaciones acumuladas descontados de FI, FF y O & M, por Tipo de Inversión, Entidad de Inversión y Fuente de Financiamiento (2015-2030)

En el escenario de adaptación, los costos estimados de las inversiones proyectadas por el periodo 2019-2030 en los subsectores de Drenaje Primario, Urbano y Estabilización de Suelos, se estiman en USD 673.07 millones de dólares. De estos el 41% corresponde al subsector Drenaje Primario, un 41% al subsector Drenaje Urbano y un 18% al subsector de Estabilización de Suelos (Tabla 17).

En la tabla 18 se presentan las estimaciones acumuladas de FI, FF y O&M descontadas, los datos reflejan que dentro del subsector Drenaje Primario, los flujos de inversión representa el 96% (USD 267.75 Millones de Dólares) y los Flujos de Financiamiento el 3% (USD 7.04 USD Millones) mientras que en el subsector Drenaje Urbano el 97% (267.75 Millones de Dólares USD) corresponde a Flujos de Inversión, el 3% (USD 7.04 Millones de Dólares) corresponde a Flujos de Financiamiento y finalmente el subsector Estabilización de Suelos el 95% (112.20 Millones de dólares USD) representan flujos de inversión.

En los subsectores de Infraestructura los costos en operación y mantenimiento no difieren de los costos de operación y mantenimiento del escenario de base y la razón principal es porque

representan el gasto de funcionamiento de las diferentes instancias que prestan los servicios a la población, la fuente de financiamiento primordialmente es gasto corriente.

Tabla 18: Resumen de las inversiones por escenario en los diferentes subsectores

Subsector	Sistema de drenaje primario			Sistema de drenaje urbano			Estabilización de suelos		
	Escenario/Flujo	FI	FF	O&M	FI	FF	O&M	FI	FF
Escenario de Adaptación	\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 4.42	\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 0.35	\$ 112.20	\$ 4.48	\$ 2.04
Escenario Base	\$ 18.34	\$ -	\$ 4.42	\$ 2.95	\$ -	\$ 0.35	\$ 24.55	\$ 0.08	\$ 2.04

Fuentes de Financiamiento

En la tabla 17 se presentan las estimaciones del escenario de adaptación por entidad de inversión (que para esta evaluación solamente se ha analizado la entidad Gobierno) y fuente de financiamiento. En cuanto a las fuentes de financiamiento, las proyecciones reflejan que para hacer frente al cambio climático en el subsector de Sistema de Drenaje Primario y responder parcialmente a las NDCs en el sector de infraestructura, en los próximos 12 años el país necesita un financiamiento posiblemente con fuente externa de 205.49 millones de USD en Flujos de Inversión, 7.04 millones de dólares en Flujos de Financiamiento para totalizar 212.53 Millones de dólares, debido a que actualmente El Salvador no cuenta con dicho financiamiento según los planes presentados y las entrevistas realizadas con el personal responsable de la operación. El resto de las inversiones en el subsector se estima sean fuentes internas y que según las proyecciones del escenario de base se seguirán realizando, pero bajo la estrategia del escenario de adaptación y las medidas de adaptación ya priorizadas por El Salvador.

En el subsector Drenaje Urbano, la metodología presenta como resultado que los Flujos de Inversión y Financiamiento suman la cantidad de USD 163.34 millones de dólares, y se presenta la necesidad de contar con fuentes externas según la tendencia del sector. Mientras que en flujos de financiamiento la inversión es USD 7.04 Millones de dólares totalizando una proyección estimada con fondos provenientes de fuentes externas de 170.68 Millones de dólares USD para el subsector Drenaje Urbano. El resto de las inversiones proyectadas se estima sean financiadas con fondos internos.

En el subsector Estabilización de Suelos las inversiones necesarias para ejecutar las medidas priorizadas suman la cantidad de USD 38.58 millones de dólares, la tendencia del sector estima la necesidad de un financiamiento externo hasta de 38.58 para flujos de inversión, mientras que USD 0.28 millones de dólares para O&M.

El total de fuentes externas ronda los USD 415.47 millones de dólares, el cual representa el 62% del total del presupuesto estimado y también presenta la necesidad de la búsqueda de fuentes externas; mientras que el 38% se estima se ejecuten con fondos internos por la tendencia del sector. En los planes estratégicos no se especifica si el origen de la fuente será préstamo o fondos no reembolsables (donaciones), sin embargo, la tendencia indica que los fondos internos representan en un 70% fondos que provienen del fondo general de la república. En cuanto al 30% de la fuente externa, la tendencia indica que en un 28% debería ser préstamos y el restante a través de fondos no reembolsables (donaciones), sin embargo, este análisis solamente es un instrumento de gestión para la búsqueda de fondos y dependerá de las negociaciones que el Gobierno Central realice.

Tabla 19.: Escenario de adaptación: Estimaciones acumuladas descontadas de IF, FF y O & M, por tipo de inversión, entidad de inversión y fuente de financiamiento

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Categoría de entidad de inversión	Fuente de Fondos de Flujos de Inversión y Financiamiento		Estimaciones acumuladas descontadas de IF, FF y O & M para el escenario objetivo								
			Sistema de drenaje primario			Sistema de drenaje urbano			Estabilización de suelos		
			FI US\$	FF US\$	O&M US\$	FI US\$	FF US\$	O&M US\$	FI US\$	FF US\$	O&M US\$
Hogares	Nacional		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Total de Hogares		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Empresas	Nacionales		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Extranjeras		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Total de Fondos Corporativos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gobierno	Interna	Fondo General	\$ 62.26	\$ -	\$ 3.68	\$ 104.41	\$ -	\$ 0.35	\$ 73.62	\$ 4.48	\$ 1.76
		Recursos Propios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Préstamos Internos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Total Fuentes Internas	\$ 62.26	\$ -	\$ 3.68	\$ 104.41	\$ -	\$ 0.35	\$ 73.62	\$ 4.48	\$ 1.76
	Externas	Donaciones	\$ 11.51	\$ 7.04	\$ -	\$ -	\$ 7.04	\$ -	\$ 4.16	\$ -	\$ -
		Prestamos	\$ 193.98	\$ -	\$ 0.74	\$ 163.34	\$ -	\$ -	\$ 34.42	\$ -	\$ 0.28
		Total Fuentes Externas	\$ 205.49	\$ -	\$ 0.74	\$ 163.34	\$ 7.04	\$ -	\$ 38.58	\$ -	\$ 0.28
Total de Fondos de Gobierno		\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 4.42	\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 0.35	\$ 112.20	\$ 4.48	\$ 2.04	
TOTAL FLUJOS			\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 4.42	\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 0.35	\$ 112.20	\$ 4.48	\$ 2.04

Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación

La tabla 18 presenta las inversiones en el escenario de adaptación en cada año iniciando en el 2019, y su desagregación según el tipo de flujo, con respecto a los flujos de O&M en los tres subsectores presentados para el sector de infraestructura se mantienen por las razones arriba descritas.

Tabla 20: Escenario de adaptación: estimaciones anuales de IF, FF y O & M por tipo de inversión

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Año	Estimaciones acumuladas descontadas de IF, FF y O & M para el escenario objetivo								
	Sistema de drenaje primario			Sistema de drenaje urbano			Estabilización de suelos		
	FI US\$	FF US\$	O&M US\$	FI US\$	FF US\$	O&M US\$	FI US\$	FF US\$	O&M US\$
2015	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2016	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2017	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2018	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2019	\$ 26.27	\$ 0.94	\$ 0.29	\$ 26.27	\$ 0.94	\$ 0.04	\$ 10.20	\$ 0.52	\$ 0.16
2020	\$ 26.27	\$ 0.94	\$ 0.33	\$ 26.27	\$ 0.94	\$ 0.02	\$ 10.20	\$ 0.52	\$ 0.16
2021	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.40	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2022	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.37	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2023	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.37	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2024	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.36	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2025	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.37	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2026	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.38	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2027	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.38	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2028	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.38	\$ 26.27	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.17
2029	\$ 5.10	\$ 0.57	\$ 0.38	\$ 5.10	\$ 0.57	\$ 0.03	\$ 10.20	\$ 0.38	\$ 0.18
2030	\$ -	\$ -	\$ 0.39	\$ -	\$ -	\$ 0.03	\$ -	\$ -	\$ 0.18
Total	\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 4.42	\$ 267.75	\$ 7.04	\$ 0.35	\$ 112.20	\$ 4.48	\$ 2.04

Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación

3. Resultados

En este apartado de resultados se presentan los cambios incrementales en FI, FF y costos de O&M, las implicancias políticas y las incertidumbres clave, así como las limitaciones metodológicas.

3.1 Cambios incrementales en FI, FF y costos de O&M

En esta etapa de la metodología se presentan las variaciones de cada uno de los flujos de inversión y financiamiento, así como los costos de operación y mantenimiento para cada subsector, el resultado es la diferencia del Escenario de Adaptación menos el Escenario Base. Las Tablas 19 y 20 muestran que los costos incrementales totales del escenario de adaptación se elevan a USD 620.34 millones, donde los subsectores de Drenaje Primario y Drenaje Urbano representan casi la totalidad de la inversión (USD 256.45 millones y USD 271.84 millones respectivamente) y el resto a Estabilización de Suelos (USD 92.05 millones), estas inversiones se proyectan sean realizadas exclusivamente por el gobierno central a través del Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU).

La tabla 20 muestra la comparación de flujos para ambos escenarios, los datos se interpretan de la siguiente manera: Estimado en el escenario base (donde describe la situación de lo que puede suceder si no se implementan las medidas o políticas nuevas para abordar el cambio climático), menos los flujos en el escenario de adaptación (incorpora nuevas medidas para responder a los impactos potenciales del cambio climático y las inversiones esperadas en el sector para la implementación de las medidas de respuesta a los impactos potenciales) para lo cual no existe financiamiento (Escenario de base menos escenario de adaptación). Si el resultado es positivo indica que se necesita esa cantidad de inversión adicional y si el resultado es negativo indica que ya no se necesita una inversión adicional. El comportamiento del sector infraestructura se presenta en la gráfica 2.

Tabla 21: Estimaciones de IF & FF acumuladas incrementales acumuladas, por tipo de inversión, entidad de inversión y fuente de financiamiento

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Categoría de entidad de inversión	Fuente de Fondos de Flujos de Inversión y Financiamiento		Estimaciones incrementales acumuladas descontadas de IF, FF y O & M								
			Sistema de drenaje primario			Sistema de drenaje urbano			Estabilización de suelos		
			ΔFI US\$	ΔFF US\$	ΔO&M US\$	ΔFI US\$	ΔFF US\$	ΔO&M US\$	ΔFI US\$	ΔFF US\$	ΔO&M US\$
Hogares	Nacional		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Total de Hogares		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Empresas	Nacionales		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Extranjeras		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Total de Fondos Corporativos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gobierno	Interna	Fondo General	\$ 57.99	\$ -	\$ -	\$ 103.26	\$ -	\$ -	\$ 57.51	\$ 4.40	\$ -
		Recursos Propios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Préstamos Internos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
		Total Fuentes Internas	\$ 57.99	\$ -	\$ -	\$ 103.26	\$ -	\$ -	\$ 57.51	\$ 4.40	\$ -
	Externas	Donaciones	\$ 11.51	\$ 7.04	\$ -	\$ -	\$ 7.04	\$ -	\$ 4.16	\$ -	\$ -
		Prestamos	\$ 180.69	\$ -	\$ -	\$ 161.54	\$ -	\$ -	\$ 26.89	\$ -	\$ -
		Total Fuentes Externas	\$ 191.42	\$ -	\$ -	\$ 161.54	\$ 7.04	\$ -	\$ 30.14	\$ -	\$ -
Total de Fondos de Gobierno		\$ 249.41	\$ 7.04	\$ -	\$ 264.80	\$ 7.04	\$ -	\$ 87.65	\$ 4.40	\$ -	
TOTAL FLUJOS			\$ 249.41	\$ 7.04	\$ -	\$ 264.80	\$ 7.04	\$ -	\$ 87.65	\$ 4.40	\$ -

Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación

Tabla 22. Estimaciones anuales incrementales de IF, FF y O & M por tipo de inversión

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Año	Estimaciones anuales incrementales de IF, FF y O & M								
	Sistema de drenaje primario			Sistema de drenaje urbano			Estabilización de suelos		
	ΔFI US\$	ΔFF US\$	ΔO&M US\$	ΔFI US\$	ΔFF US\$	ΔO&M US\$	ΔFI US\$	ΔFF US\$	ΔO&M US\$
2015	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2016	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2017	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2018	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2019	\$ 24.70	\$ 0.94	\$ -	\$ 25.97	\$ 0.94	\$ -	\$ 8.45	\$ 0.51	\$ -
2020	\$ 24.93	\$ 0.94	\$ -	\$ 26.07	\$ 0.94	\$ -	\$ 8.28	\$ 0.51	\$ -
2021	\$ 24.69	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.03	\$ 0.57	\$ -	\$ 7.97	\$ 0.38	\$ -
2022	\$ 24.75	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.02	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.14	\$ 0.38	\$ -
2023	\$ 24.77	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.02	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.24	\$ 0.38	\$ -
2024	\$ 24.74	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.02	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.18	\$ 0.38	\$ -
2025	\$ 24.75	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.03	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.12	\$ 0.38	\$ -
2026	\$ 24.71	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.02	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.09	\$ 0.38	\$ -
2027	\$ 24.71	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.02	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.12	\$ 0.38	\$ -
2028	\$ 24.71	\$ 0.57	\$ -	\$ 26.01	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.11	\$ 0.38	\$ -
2029	\$ 3.53	\$ 0.57	\$ -	\$ 4.85	\$ 0.57	\$ -	\$ 8.08	\$ 0.38	\$ -
2030	-\$ 1.58	\$ -	\$ -	-\$ 0.25	\$ -	\$ -	-\$ 2.14	-\$ 0.01	\$ -
Total	\$ 249.41	\$ 7.04	\$ -	\$ 264.80	\$ 7.04	\$ -	\$ 87.65	\$ 4.40	\$ -

Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación

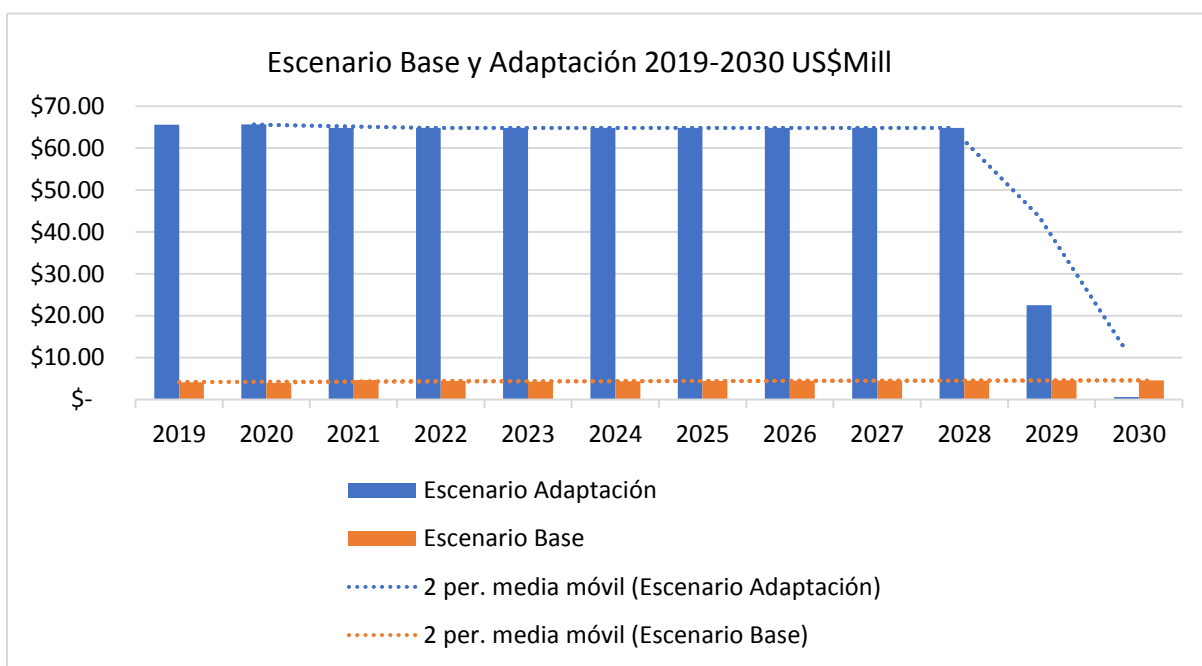
El valor actualizado neto de los FI, FF y O&M acumulados vinculados a las políticas de adaptación al cambio climático ascienden a USD 468.82 millones del año 2015, descontados a una tasa del 3% anual.

Proyecciones sobre el escenario de base de los FI y FF y costos de las políticas de adaptación

Finalmente los resultados demuestran que el escenario de Adaptación entre el 2019-2030 se estima en \$673.07 millones sumando los flujos de inversión, flujos de financiamiento y O&M, y el escenario Base en \$52.73 millones; la diferencia es de \$620.34 millones de dolares, consecuentemente esta es la cantidad proyectada a invertir. Aun no se identifican las fuente de recursos para la inversión, una opción podrían ser fuentes externas ya sea por donación o préstamos.

A nivel general, el gráfico 2 muestra la necesidad de invertir en el sector de infraestructura y se evidencia la importancia de realizar las inversiones en los próximos 10 años y de esta formar fortalecer al país para hacer frente al cambio climático desde los subsectores seleccionados del horizonte programado, para cumplir como país a los compromisos nacionalmente determinados y a la implementación de las medidas de adaptación. A partir del año 11 el costo estimado tiende a disminuir, mientras que en el escenario de base los costos en que se incurrirán tienden a mantenerse constantes, pero dejando al país una condición altamente vulnerable por el mal funcionamiento actual del sistema de drenajes primarios, urbanos y por la inestabilidad de suelos que día a día se empeora por la depreciación de un sistema que no se le da el mantenimiento ideal y por el incremento de eventos de precipitaciones extremas.

Gráfica 2: Escenario Base y Adaptación 2019-2030 MOP



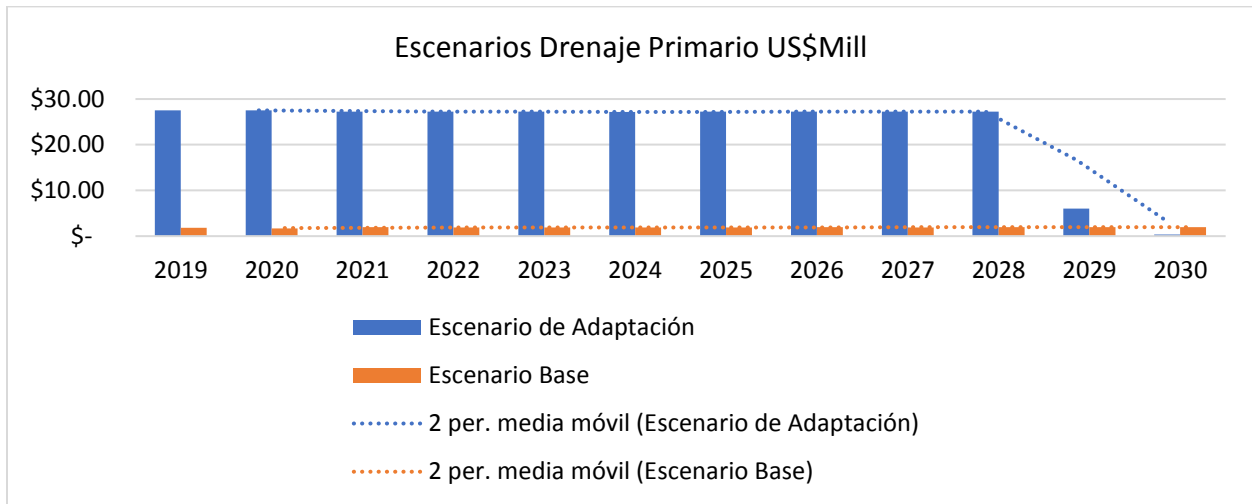
Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación y Escenario base del Sector.

Al separar los subsectores en el análisis dentro del sector de infraestructura, la gráfica 3 evidencia que para el subsector Drenaje Primario el escenario de adaptación estima un costo total de \$279.21 millones de dólares hasta el 2030, mientras que el escenario base estima un costo de \$22.76 millones de dólares, resultando una diferencia de \$256.45 millones de dólares, lo que indica que al implementar las medidas de adaptación proyectadas para estos subsectores en las NDCs los costos aumentarían. Por otro lado, la gráfica 4 muestra que el subsector Drenaje Urbano, en el escenario de adaptación estima una cantidad de \$275.14 millones de dólares y en

el escenario de base de \$3.30 millones de dólares. Este resultado expresa la necesidad de realizar inversiones importantes en el subsector para hacer frente al cambio climático, la diferencia entre ambos escenarios es de \$271.84 millones. Esta cantidad de dinero es necesaria para que El Salvador pueda hacerle frente al cambio climático.

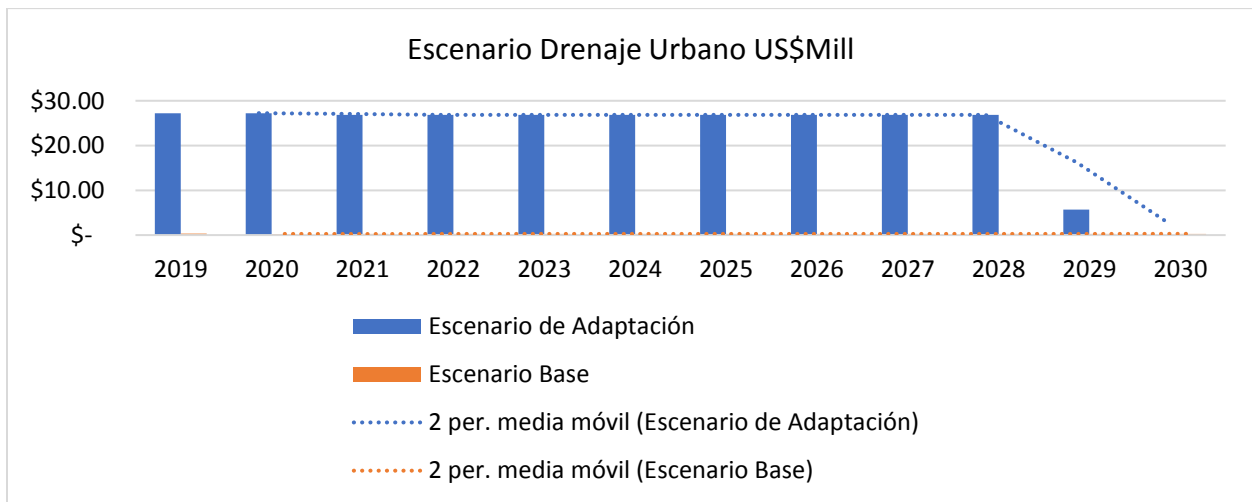
Para el subsector de Estabilización de suelos en la gráfica 5, el escenario de adaptación estima un costo total de \$118.72 millones de dólares hasta el 2030, mientras que el escenario base estima un costo de \$26.67 millones de dólares, resultando una diferencia de \$92.05 millones de dólares.

Gráfica 3: Escenarios (Base y adaptación) de Sistema de Drenaje Primario 2019 – 2030



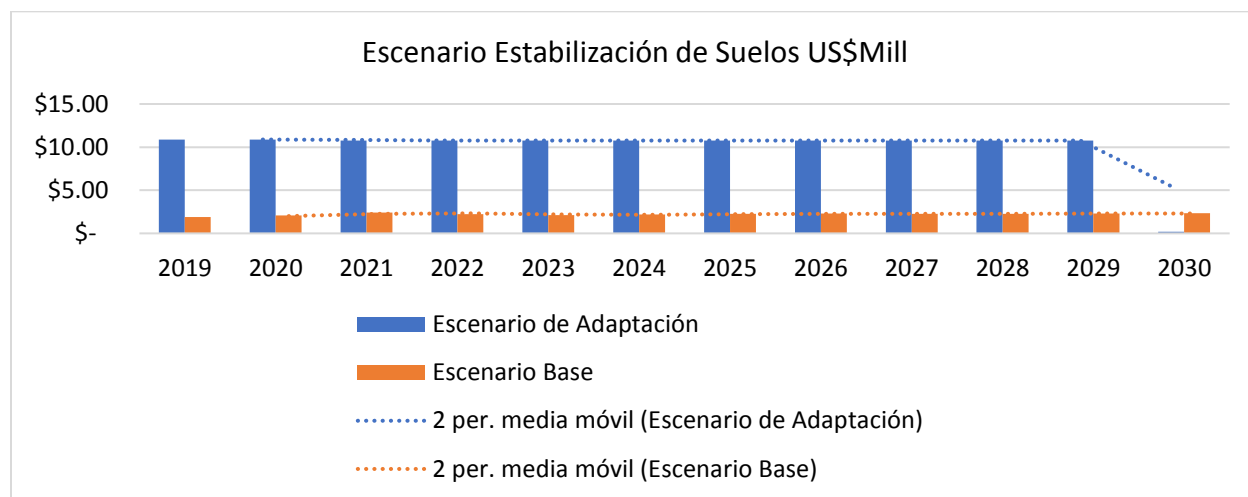
Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación y Escenario base del Subsector.

Gráfica 4: Escenarios (Base y adaptación) de Sistema de Drenaje Urbano 2019 – 2030



Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación y Escenario base del Subsector.

Gráfica 5: Escenarios (Base y adaptación) de Estabilización de Suelos 2019 – 2030



Fuente: Elaboración Propia con datos del Escenario de Adaptación y Escenario base del Subsector.

4. Implicaciones políticas

Acorde a los resultados, son USD\$620,34 millones los que El Salvador, a través de la ejecución del MOPTVDU, requiere para adaptarse al cambio climático en los subsectores de infraestructura orientados al drenaje primario, drenaje urbano y la estabilización de suelos.

Tabla 23: Resumen del Análisis de FI & FF del Escenario Base y la Proyección del Escenario De Adaptación

SUB SECTORES DE INFRAESTRUCTURA [USD]	ESCENARIO BASE (2019-2030) [USD]	ESCENARIO DE ADAPTACIÓN desde 2019 HASTA EL 2030 [USD]	DIFERENCIA (-) ENTRE EL ESCENARIO BASE Y EL ESCENARIO DE ADAPTACIÓN [USD]
Drenaje primario	22.76 millones	279.21 millones	256.45 millones
Drenaje urbano	3.30 millones	275.14 millones	271.84 millones
Estabilización de suelos	26.67 millones	118.72 millones	92.05 millones
TOTAL	52.73 millones	673.07 millones	620.34 millones

Fuente: Elaboración propia con información de ambos escenarios según metodología.

Esto significa que el MOPTVDU debe de replantearse su forma de abordar el sector en su Planificación Estratégica y es acertado apostarle a la modernización de las leyes y reglamentos que están vinculados al sector y van a permitir definir y aclarar las competencias necesarias para poder planificar y proyectar en función de este escenario.

Resalta el alto valor de la inversión para el sistema de drenaje de aguas lluvias, pues ha sido un sector poco abordado desde la década de los 90s, por la ambigüedad que dejó la desaparición del DUA y no aclarar de manera formal quien, del Gobierno Central, seguiría asumiendo la competencia para la planificación y el mantenimiento del drenaje pluvial primario y urbano.

Es importante entonces plantear una reingeniería en las políticas públicas para poder cambiar los patrones de inversión y generar condiciones que permitan estimular las medidas de adaptación propuestas. Estas políticas públicas o instrumentos de políticas, deben de articular la necesidad de buscar los recursos financieros de manera interna y externa, bajo el enfoque de la adaptación al cambio climático.

Existe una serie de instrumentos de política que podrían utilizarse, el documento de “La Hoja de Ruta de Balí: Los temas claves en la negociación” (PNUD, 2009), plantea algunas propuestas, de las cuales se seleccionan algunas de ellas como una propuesta para implementarlas en El Salvador y proporcionar ideas para permitir una transición a una reingeniería en las políticas públicas.

Tabla 24. Instrumentos de política para promover la adaptación al cambio climático

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA PROMOVER LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	DEFINICIÓN	APLICACIÓN PARA EL SALVADOR EN LOS SUBSECTORES ASOCIADOS A INFRAESTRUCTURA
DISPOSICIONES Y NORMAS	Especifican las tecnologías de adaptación o los requisitos mínimos para promover el blindaje de la infraestructura.	Para la promoción del Blindaje de la Infraestructura, la DACGER se basa en Normativas Internacionales, es necesario en la modernización de la Ley de Urbanismo y Construcción, oficializar estas nuevas tendencias, que permitan la implementación de las mismas a nivel nacional.
IMPUESTOS Y CARGOS	Impuesto que grava cada unidad de actividad indeseable por fuente	La aplicación de impuestos no es una idea tan fácil de mover en el ámbito político, sin embargo, se puede utilizar el modelo de la “Ley del Fovial” en donde se tasa un impuesto que lo pagan los usuarios de las calles y va destinado al mantenimiento de la Red Vial Nacional. Se puede realizar algo similar para la planificación y el mantenimiento del drenaje pluvial, viéndolo como un servicio que se da en la ciudad y para el mantenimiento de la red nacional. Pueden surgir varias alternativas, como modificar la Ley del Fovial (que ya existe) o crear una nueva (que podría ser más complejo) e incluso revisar las ordenanzas para cobro de la vialidad en los Gobiernos Locales y que se encuentran activas y sin usar.
ACUERDOS VOLUNTARIOS	Acuerdo celebrado entre una autoridad gubernamental y una más o más partes privadas, para alcanzar los objetivos ambientales o mejorar el desempeño ambiental, más allá del cumplimiento de las obligaciones reguladas. No todos los acuerdos voluntarios son realmente voluntarios; algunos incluyen premios y/o castigos asociados a la reunión o el logro de compromisos.	Revisar la posibilidad de posibles contrapartes para agilizar la ejecución. Es una medida que no es fácil aplicarla a este rubro de infraestructura, pero no se descarta esta opción y se deja el planteamiento. Por ejemplo, un actor estratégico para intervenciones en lo local, son las municipalidades, los acuerdos voluntarios de intervenciones conjuntas, pueden ayudar a compartir la carga para ejecutar las medidas de adaptación presentadas en este informe.

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA PROMOVER LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	DEFINICIÓN	APLICACIÓN PARA EL SALVADOR EN LOS SUBSECTORES ASOCIADOS A INFRAESTRUCTURA
INCENTIVOS FINANCIEROS	Pagos directos, reducciones impositivas, respaldos de precios o el equivalente de parte de un gobierno a una entidad, en concepto de instrumentar una práctica que consiste en realizar una acción especificada.	Podría estimularse una reducción impositiva a las obras de urbanismo de gran envergadura que contribuyan y ejecuten un diseño que contribuya al buen manejo de las aguas lluvias y que aseguren la estabilización de suelos en zonas aledañas.
INSTRUMENTOS INFORMATIVOS	Divulgación pública exigida de la información relativa al medio ambiente, en general por parte de la industria a los consumidores.	Es necesario tener informada a la población de todo lo que implica un sistema de drenaje pluvial en las ciudades y para asegurar la conectividad vial en la red nacional de carreteras. La población no suele dimensionar la problemática asociada al drenaje, pues les resulta invisible, siendo un problema que se encuentra debajo de la tierra.
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I&D)	Inversiones y gastos directos del gobierno destinados a generar innovación sobre la adaptación y promoción del blindaje climático de la infraestructura.	El presupuesto ordinario del MOPTVDU debe de ser apoyado por el Gobierno Central, para la promoción de las estrategias de monitoreo y seguimiento que se ejecutan desde la DACGER.
POLÍTICAS NO CLIMÁTICAS	Otras políticas no dirigidas específicamente a la adaptación al cambio climático, pero que pueden tener efectos significativos asociados.	Los Gobiernos Locales son los aliados estratégicos para las medidas de adaptación propuestas en este informe. Se debe de revisar las ordenanzas de vialidad y otras, de cada una de las municipalidades que se encuentran en el ámbito de ejecución de alguna medida. Una posibilidad es compartir los recursos con los ingresos del Gobierno Local y la experticia técnica del Gobierno Nacional.

Fuente: Elaboración propia, con información tomada de (La Hoja de Ruta de Balí: Los temas claves en la negociación., 2009)

5. Incertidumbres clave y limitaciones metodológicas

El abordaje al sector de infraestructura orientado a los subsectores de drenaje primario, drenaje urbano y la estabilización de suelos es compleja, pues no se evidencia muchas veces en el caso del drenaje de manera visual el estado de su infraestructura, dado que el problema está debajo de las calles de las ciudades y de la infraestructura vial que conecta municipios y ciudades.

Por su dimensión, se considera su intervención como millonaria, con medidas de corto, mediano y largo plazo; requiere de reformar el marco legal, así como movilizar recurso humano y financiero, lo que hace que la principal incertidumbre sea si realmente se tiene la dimensión de lo que se debe de asumir en un cinco años de Gobierno Central y tres años de Gobiernos locales. Falta mucha investigación y elaborar catastros sobre el estado actual del sistema, así como estudios de diagnóstico de las condiciones hidrológicas e hidráulicas de cada zona, para permitir establecer propuestas concretas en la planificación.

Este análisis de flujos de inversión y flujos de financiamiento presenta un estimado de lo que podría invertirse y da líneas en que rubros es adecuado hacerlo, basándose en el histórico y proyectando, de manera general, una tendencia acorde a lo que se vivió en el pasado y lo que se vive en el presente.

Esta tendencia ayuda a tener un escenario y permite poder calcular una posible inversión, la cual no significa que es un cálculo exacto de lo que se debe de hacer, pues cada obra de infraestructura es particular y obedece a solucionar un problema específico, en un lugar puntual, la dimensión de la obra puede ser muy pequeña, como lo puede ser una obra de gran envergadura; por lo que esta propuesta no debe de considerarse exacta o como instrumento para costear una planificación. Esta herramienta permite tener un horizonte y una ruta para la toma de decisiones estratégicas en el sector.

6. Referencias

- ANDA. (1998). *Normas Técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras*. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
- DACGER. (Diciembre de 2014). *Gestión de Drenaje de Aguas Lluvias*. Obtenido de Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo:
<http://dacger.mop.gob.sv/index.php/component/phocadownload/category/22-salon-2-hacia-una-ciudad-resiliente-0>
- Fernández-Lavado, C. (2010). *Caracterización de la inundabilidad en el AMSS*. El Salvador: Geólogos del Mundo. Programa IPGARAMSS.
- IADB. (Octubre de 2016). *Términos de Referencia: "Elaboración del Plan Director para la Gestión Sustentable de aguas lluvias del Área Metropolitana de San Salvador (PD_GESALAMSS)*. Obtenido de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=40741082>
- MARN. (Noviembre de 2015). *Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de El Salvador*. San Salvador: Gobierno de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- MARN. (2015). *Plan Nacional de Cambio Climático*. El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- MOPTVDU. (3 de Diciembre de 2014). *Manual de políticas y procedimientos. Dirección de Adaptación al Cambio Climático y Gestión Estratégica del Riesgo*. El Salvador: Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano.
- PNUD. (2009). *La Hoja de Ruta de Balí: Los temas claves en la negociación*. Grupo de Medio Ambiente y Energía. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUD. (2010). *Nota Conceptual: Hacia un blindaje climático de la infraestructura pública*. El Salvador: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Rudamas, S. (2016). *Tuberías del área Metropolitana de San Salvador supera vida útil*. San Salvador : Diario el Mundo .
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos.
- UFG-Editores. (2013). *El Salvador. Ministerio de Obras Públicas. Transparencia vs. Corrupción*. Obtenido de <http://www.mop.gob.sv/revistas/TransparenciaVsCorrupcion.pdf>

7. Anexo

Anexo 1: Medidas sugeridas para La Estabilización de Suelos, Taludes o Laderas

Tabla 1: MÉTODOS DE PREVENCIÓN DEL RIESGO

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disuasión con medidas coercitivas	Son muy efectivas cuando la comunidad está consciente del riesgo y colabora con el estado.	El manejo de los factores socioeconómicos y sociales es difícil.
Planeación del uso de la tierra	Es una solución ideal para zonas urbanas y es fácil de implementar.	No se puede aplicar cuando ya existe el riesgo.
Códigos técnicos	Presenta herramientas precisas para el control y prevención de amenazas	Se requiere de una entidad que los haga cumplir.
Sistema de Alerta Temprana (Aviso y Alarma)	Disminuye en forma considerable el riesgo cuando es inminente.	Generalmente se aplica después de ocurrido un desastre y cuándo se aplica, no resuelve el problema de raíz.

Fuente: Tomado de "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales" (1998)

Tabla 2: MÉTODOS PARA ELUDIR LA AMENAZA

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Variantes o relocalización del proyecto	Se recomienda cuando existe el riesgo de activar grandes deslizamientos difíciles de estabilizar o existen deslizamientos antiguos de gran magnitud. Puede ser el mejor de los métodos si es económico hacerlo	Puede resultar costoso y el nuevo sitio o alineamiento puede estar amenazado por deslizamientos.
Remoción total de deslizamientos.	Es atractivo cuando se trata de volúmenes pequeños de excavación.	La remoción de los deslizamientos puede producir nuevos movimientos.
Remoción parcial de materiales inestables.	Se acostumbra el remover los suelos subsuperficiales inestables cuando sus espesores no son muy grandes.	Cuando el nivel freático se encuentra subsuperficial se dificulta el proceso de excavación.
Modificación del nivel del proyecto o subrasante de una vía.	La disminución de la altura de los cortes en un alineamiento de gran longitud puede resolver la viabilidad técnica de un proyecto.	Generalmente, al disminuir la altura de los cortes se desmejoran las características del proyecto.
Puentes o viaductos sobre los movimientos.	Muy útil en terrenos de pendientes muy altas.	Se requiere cimentar los puentes sobre suelo estable y las pilas deben de ser capaces de resistir las fuerzas laterales de material inestable.

Fuente: Tomado de "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales" (1998)

Tabla 3: METODOS DE CONTROL DE MASAS EN MOVIMIENTO

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bermas	Generalmente son económicas y rápidas de construir.	Se requiere un espacio grande a mitad del talud.
Trincheras	Sirven al mismo tiempo para controlar las aguas lluvias.	Los cantos fácilmente pasan por encima.
Estructuras de retención	Retienen las masas en movimiento	Se puede requerir estructuras algo costosas.
Cubiertas de protección	Son uno de los métodos más efectivos para disminuir el riesgo en carreteras.	Son muy costosas

Fuente: Tomado de "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales" (1998)

Anexo 2: Sistemas de Estabilización

a. CONFORMACIÓN DEL TALUD O LADERA

Tabla 4: MÉTODOS DE CONFORMACIÓN TOPOGRÁFICA PARA EQUILIBRAR FUERZAS

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Remoción de materiales de la cabeza del talud.	Muy efectivo en la estabilización de deslizamientos rotacionales.	En movimientos muy grandes las masas a remover tendrían una gran magnitud.
Abatimiento de la pendiente.	Efectivo especialmente en suelos friccionantes.	No es viable económicamente en taludes de gran altura.
Terraceo de la superficie.	Además de la estabilidad al deslizamiento, permite construir obras para controlar la erosión.	Cada terraza debe de ser estable independientemente.

Fuente: Tomado de "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales" (1998)

b. RECUBRIMIENTO DE LA SUPERFICIE

Tabla 5: METODOS DE RECUBRIMIENTO DE LA SUPERFICIE DE TALUD

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Recubrimiento de la superficie del talud.	El recubrimiento ayuda a controlar la erosión	Se debe garantizar la estabilidad del recubrimiento.
Conformación de la superficie.	Puede mejorar las condiciones del drenaje superficial y facilitar el control de la erosión.	Su efecto directo sobre la estabilidad es generalmente limitado.
Sellado de grietas superficiales.	Disminuye la infiltración de agua.	Las grietas pueden abrirse nuevamente y se requiere mantenimiento por períodos importantes de tiempo.
Sellado de juntas y discontinuidades.	Disminuye la infiltración de agua y presiones de poro en las discontinuidades.	Puede existir una gran cantidad de discontinuidades que se requiere sellar.
Cobertura vegetal. Árboles Arbustos y Pastos.	Representan una buena alternativa para proteger el medio ambiente.	Puede requerir mantenimiento para su establecimiento.

Fuente: Tomado de "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales" (1998)

c. CONTROL DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Tabla 6: METODOS DE CONTROL DE AGUA Y PRESIÓN DE POROS

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Canales superficiales para control de escorrentía.	Se recomienda construirlos como obra complementaria en la mayoría de los casos. Generalmente las zanjas se construyen arriba de la corona del talud.	Se deben de construir estructuras para la entrega de las aguas y disipación de energía.
Subdrenes de zanja.	Muy efectivos para estabilizar deslizamientos poco profundos en suelos saturados subsuperficialmente.	Poco efectivos para estabilizar deslizamientos profundos o deslizamientos con nivel freático profundo.
Subdrenes horizontales de penetración	Muy efectivos para interceptar y controlar aguas subterráneas relativamente profundas.	Se requieren equipos especiales de perforación y su costo puede ser alto.
Galerías o túneles de subdrenaje.	Muy efectivos para interceptar y controlar aguas subterráneas relativamente profundas.	Se requieren equipos especiales de perforación y su costo puede ser alto.
Pozos profundos de subdrenaje.	Útiles en deslizamientos profundos con aguas subterráneas. Efectivos para excavaciones no permanentes.	Su uso es limitado debido a la necesidad de operación y mantenimiento permanente.

Fuente: Tomado de “Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales” (1998)

d. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Tabla 7. METODOS DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Relleno o berma de roca o suelo en la base del deslizamiento.	Efectivos en deslizamientos no muy grandes especialmente en los rotacionales actuando como contrapeso.	Se requiere una cimentación competente para colocar el relleno.
Muros de contención convencionales, de tierra armada, etc.	Útiles para estabilizar masas relativamente pequeñas.	Se requiere una buena calidad de cimentación. Son poco efectivos en taludes de gran altura.
Pilotes	Son efectivos en movimientos poco profundos, en los cuales existe suelo debajo de la superficie de falla que sea competente para permitir el hincado y soporte de los pilotes.	No son efectivos en deslizamientos profundos o cuando aparece roca o suelo muy duro debajo de la superficie de falla. Poco efectivos en deslizamientos rotacionales.
Anclajes o pernos	Efectivos en roca, especialmente cuando es estratificada.	Se requieren equipos especiales y son usualmente costosos.
Pantallas ancladas	Útiles como estructuras de contención de masas de tamaño pequeño a mediano.	Existen algunas incertidumbres sobre su efectividad en algunos casos, especialmente, cuando hay aguas subterráneas y son generalmente costosas.

Fuente: Tomado de “Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales” (1998)

e. MEJORAMIENTO DEL SUELO

Cuadro 1. MÉTODOS PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL SUELO

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Inyecciones o uso de químicos	Endurecen el suelo y pueden cementar la superficie de falla.	La disminución de permeabilidad
Magmaficación	Convierte el suelo en roca utilizando rayos especiales desarrollados por la industria espacial.	Su utilización en la actualidad es solamente para uso experimental.
Congelación	Endurece el suelo congelado	Efectos no permanentes
Electro-osmosis	Reducen el contenido del agua.	Utilización para estabilización no permanente.
Explosivos.	Fragmenta la superficie de falla.	Su efecto es limitado y puede tener efectos negativos.

Fuente: Tomado de "Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales" (1998)

Anexo 3: Proceso de Análisis de Flujos de Inversión y Financiamiento del Sector

1. Versión Final Escenario de Adaptación MOP .xlsx

Anexo 4: Datos Históricos del MOP 2011-2015

Expresada en millones de Dólares de los Estados Unidos de América

Categoría de entidad de inversión	Fuente de Fondos de Flujos de Inversión y Financiamiento	2011			2012			2013			2014			2015			
		FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M	FI US\$	FF US\$	O y M	
Hogares	Nacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Total de Hogares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Empresas	Nacionales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Extranjeras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Total de Fondos Corporativos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gobierno	Interna	Fondo General	2.80	-	1.61	6.09	0.04	0.08	0.80	-	1.15	2.44	-	0.26	0.24	-	0.05
		Recursos Propios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Préstamos Internos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Total Fuentes Internas	2.80	-	1.61	6.09	0.04	0.08	0.80	-	1.15	2.44	-	0.26	0.24	-	0.05
	Externas	Donaciones	-	-	-	0.80	-	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
		Prestamos	6.20	-	0.14	2.99	-	0.14	0.35	-	0.15	1.91	-	0.11	0.39	-	0.04
		Total Fuentes Externas	6.20	-	0.14	3.79	-	0.14	0.50	-	0.15	1.91	-	0.11	0.39	-	0.04
Total de Fondos de Gobierno	8.99	-	1.74	9.88	0.04	0.22	1.31	-	1.29	4.36	-	0.36	0.63	-	0.09		
TOTAL	8.99	-	1.74	9.88	0.04	0.22	1.31	-	1.29	4.36	-	0.36	0.63	-	0.09		

Fuente: Elaboración Propia con datos proporcionados por la Unidad Financiera del MOP.